

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE ECONOMÍA Y GESTIÓN EMPRESARIAL  
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO COMERCIAL**

**“Optimización de los procesos de servicios de mantenimiento en Clima21”**

**Elaborado por:**

**Esteban Daniel Albán Montesinos**

**Director: PHD. Iván Rueda Fierro**

**Línea de investigación: Política económica, competitividad institucional, innovación,  
emprendimiento, productividad y liderazgo.**

**Sublínea de investigación: Estrategia del sector empresarial privado y público en el  
mercado local y global.**

**Quito – Ecuador**

**2026**

**DIRECTOR**

PHD. Iván Rueda Fierro

**INFORMANTE**

Mgtr. Edwin Javier Suquillo Guijarro

### **Dedicatoria**

Esta investigación está dedicada a mis padres, quienes confiaron en mí, incluso cuando el camino se hizo largo, a mi mamá por darme la fuerza y apoyo durante este proceso y a mi papá por enseñarme que el esfuerzo y la constancia es la base para construir cualquier cosa que te propongas.

### **Agradecimiento**

Agradezco primeramente a Dios que siempre me da las fuerzas para crecer personal y laboralmente, a mis padres, hermano y familia en general por su apoyo incondicional, finalmente agradezco a mi tutor por guiarme en todo este proceso.

# ÍNDICE

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ÍNDICE .....                                                                          | 5  |
| CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....                                                       | 8  |
| 1.1.    Gestión de procesos .....                                                     | 8  |
| 1.2.    Mejora de procesos .....                                                      | 8  |
| 1.3.    Gestión operativa de servicios en campo.....                                  | 9  |
| 1.3.1.    Definición y características.....                                           | 10 |
| 1.3.2.    Tasa de resolución en la primera visita (FTFR).....                         | 11 |
| 1.4.    Mantenimiento de sistemas de climatización.....                               | 12 |
| 1.4.1.    Tipos de mantenimiento en la industria B2B.....                             | 12 |
| 1.4.2.    Costo total de propiedad y eficiencia operativa.....                        | 13 |
| 1.5.    Estándares normativos .....                                                   | 14 |
| 1.5.1.    Norma ANSI/ASHRAE/ACCA 180 .....                                            | 14 |
| 1.5.2.    Criterios de inspección y frecuencias de mantenimiento.....                 | 15 |
| 1.6.    Digitalización del flujo de trabajo.....                                      | 16 |
| 1.6.1.    Software de gestión de campo (Field Service Management - FSM) .....         | 17 |
| 1.6.2.    Impacto de la automatización en la reducción de la carga administrativa.... | 17 |
| 1.7.    Ciclo PHVA.....                                                               | 18 |
| CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO .....                                                        | 21 |
| 2.1.    Análisis del entorno externo en el mercado de Guayaquil.....                  | 21 |
| 2.1.1.    Análisis PESTA.....                                                         | 21 |
| 2.2.    Análisis de entorno interno .....                                             | 26 |
| 2.2.1.    Antecedentes.....                                                           | 26 |
| 2.2.2.    Estructura organizacional.....                                              | 28 |
| 2.2.3.    Análisis financiero .....                                                   | 28 |

|                                      |                                                                                        |    |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.4.                               | Clientes .....                                                                         | 29 |
| 2.2.5.                               | Análisis de los proveedores.....                                                       | 30 |
| 2.2.6.                               | Análisis de la competencia.....                                                        | 30 |
| 2.2.7.                               | Cadena de valor del servicio de mantenimiento .....                                    | 31 |
| 2.2.8.                               | Matriz FODA .....                                                                      | 32 |
| 2.3.                                 | Evaluación de la gestión operativa de mantenimiento.....                               | 34 |
| 2.3.1.                               | Mapeo de flujos de trabajo y procesos documentales.....                                | 34 |
| 2.3.2.                               | Identificación de cuellos de botella.....                                              | 35 |
| 2.3.3.                               | Cálculo de tasa base del FTFR (First Time Fix Rate).....                               | 36 |
| 2.3.4.                               | Estructura metodológica bajo el enfoque del Ciclo PHVA.....                            | 37 |
| CAPÍTULO III: PROPUESTA .....        |                                                                                        | 40 |
| 3.1.                                 | Planteamiento de las medidas de mejora .....                                           | 40 |
| 3.2.                                 | Levantamiento y descripción de los procesos operativos actuales .....                  | 41 |
| 3.2.1.                               | Análisis del flujo actual del proceso documental y de recopilación de información..... | 42 |
| 3.2.2.                               | Proceso de diagnóstico de las observaciones de los equipos en campo.....               | 46 |
| 3.2.3.                               | Proceso de logística y visitas técnicas.....                                           | 50 |
| 3.2.4.                               | Proceso de medición del indicador de calidad FTFR (First Time Fix Rate).....           | 54 |
| 3.3.                                 | Desarrollo del plan de mejora.....                                                     | 59 |
| 3.3.1.                               | Diseño del flujo de trabajo optimizado (To-Be) .....                                   | 59 |
| 3.3.2.                               | Propuesta de implementación y planificación bajo el ciclo PHVA.....                    | 77 |
| 3.4.                                 | Análisis Costo-Beneficio proyectado de la propuesta .....                              | 80 |
| 3.4.1.                               | Benchmark de mercado de soluciones FSM.....                                            | 80 |
| 3.4.2.                               | Estimación de costos de la propuesta.....                                              | 82 |
| 3.4.3.                               | Cuantificación de los beneficios económicos .....                                      | 83 |
| 3.4.4.                               | Evaluación del Indicador Beneficio – Costo.....                                        | 85 |
| Conclusiones y recomendaciones ..... |                                                                                        | 87 |
| Conclusiones.....                    |                                                                                        | 87 |
| Recomendaciones.....                 |                                                                                        | 88 |

|                   |    |
|-------------------|----|
| REFERENCIAS ..... | 90 |
| ANEXOS .....      | 93 |

# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

## 1.1. Gestión de procesos

La eficiencia de una organización depende directamente de sus procesos; por ello surge la gestión de procesos con el objetivo de mitigar las ineficiencias. De acuerdo con Maldonado (2012):

La Gestión de Procesos coexiste con la administración funcional, asignando "propietarios" a los procesos clave, haciendo posible una gestión interfuncional generadora de valor para el cliente y que, por tanto, procura su satisfacción. Determina qué procesos necesitan ser mejorados o rediseñados, establece prioridades y provee de un contexto para iniciar y mantener planes de mejora que permitan alcanzar objetivos establecidos. Hace posible la comprensión del modo en que están configurados los procesos de negocio, de sus fortalezas y debilidades (p. 1).

Así también Carrasco (2011) menciona que la gestión de procesos es una disciplina de gestión que ayuda a la dirección de la empresa a identificar, representar, diseñar, formalizar, controlar, mejorar y hacer más productivos los procesos de la organización para lograr la confianza del cliente. La estrategia de la organización aporta las definiciones necesarias en un contexto de amplia participación de todos sus integrantes, donde los especialistas en procesos son facilitadores. El gran objetivo de la gestión de procesos es aumentar la productividad en las organizaciones. La productividad considera la eficiencia y agregar valor para el cliente.

En este contexto, la gestión de procesos se refiere a un conjunto de actividades que permitirá a la empresa Clima21 mejorar su operatividad y eficiencia en la gestión de los servicios de mantenimiento, con el fin de crear valor para el cliente.

## 1.2. Mejora de procesos

La mejora continua de proceso es una actividad humana; y más que humana es social ya que tiene lugar y se desarrolla en las organizaciones. Fundamentalmente, los programas de mejora continua de procesos se orientan hacia el logro de la excelencia colectiva, la cual se expresa en términos de calidad. De allí surge la necesidad de conocer cuáles son los aspectos humanos y sociales que deben organizarse y promoverse en aras del trabajo conjunto cuyo

resultado sea la excelencia en sus tres niveles sociales: el individual, el grupal y el organizacional (Ortega 2017).

De acuerdo con Harrington (1997), el principal objetivo consiste en garantizar que la organización tenga procesos que eliminen los errores, minimicen las demoras, maximicen el uso de los activos, promuevan el entendimiento, sean fáciles de emplear, sean amistosos con el cliente, sean adaptables a las necesidades cambiantes de los clientes, proporcionen a la organización una ventaja competitiva y reduzcan el exceso de personal.

En el marco de la presente investigación, el mejoramiento de procesos se orienta principalmente en la optimización del proceso operativo de Clima21, con el objetivo de eliminar actividades que generen mayores tiempos de respuesta, cuellos de botella y que no aporten valor agregado al cliente, así como optimizar los tiempos que se emplean en los mantenimientos con un enfoque orientado a la calidad de los trabajos realizados.

### **1.3. Gestión operativa de servicios en campo**

Desde una perspectiva organizacional, la gestión empresarial se define como el proceso sistemático de planificar, organizar, dirigir y controlar las actividades y el empleo de todos los recursos organizacionales con el propósito de alcanzar las metas establecidas (Stoner, 1993). Dentro de un modelo empresarial, la gestión operativa se enfoca específicamente en la ejecución práctica y la optimización de las actividades internas. Según Arnoletto y Díaz (2009), la administración por procesos es un sistema de gestión organizacional basado en criterios de Calidad Total, en el cual la atención se centra en los resultados de los procesos, los cuales, por otra parte, son objeto de simplificación y mejora continua. En esencia, la gestión operativa viene a ser el conjunto de actividades y acciones que realiza una empresa con el objetivo de lograr mantenerse en el mercado a través de mejora de procesos.

De acuerdo con Zambrano (2024), la gestión operativa concreta la gestión empresarial en la traducción de las estrategias con una visión a corto plazo, a partir del diseño, implementación y mejora de los procesos internos, disponiendo para ello de los recursos necesarios en

cantidad y tiempo. Su enfoque se orienta a incrementar la capacidad para cumplir los propósitos, objetivos y metas de la organización, entre ellos, la satisfacción de los clientes y el posicionamiento en el mercado.

### ***1.3.1. Definición y características***

Al trasladar los principios de la gestión operativa hacia el contexto de los recursos y el personal que trabaja fuera de las instalaciones de la empresa, esta metodología se denomina gestión operativa de servicios de campo, conocida ampliamente por sus siglas en inglés FSM (*Field Service Management*). Fundamentalmente, el objetivo de la gestión de servicios de campo (FSM) es simplificar la coordinación de las actividades del personal. La organización de tareas, que incluye la programación, el despliegue, el monitoreo y la elaboración de informes, ayuda a mejorar la eficiencia, reducir costos y elevar la calidad del servicio al cliente (Mongrov, 2026).

De acuerdo con Voessing y Kunze (2016), proveer servicios de mantenimiento y reparación de manera económica requiere administrar eficientemente una fuerza laboral diversa de técnicos altamente especializados. Esta gestión implica el complejo reto de equilibrar la planificación operativa diaria, como la programación de tareas, la gestión de inventarios y la asignación de recursos, con la toma de decisiones estratégicas de la organización, ante una demanda incierta.

En el contexto actual, la gestión operativa de los servicios de campo ha evolucionado gracias a la integración tecnológica. La adopción de dispositivos móviles y soluciones de automatización permite a las empresas obtener información en tiempo real y así eliminar la dependencia de documentación física y conectar a los técnicos de campo con la información (Pwc. 2020)

La adopción generalizada de sensores y dispositivos inteligentes en la industria manufacturera ofrece nuevas oportunidades para optimizar los procesos establecidos. Al conectar máquinas y técnicos en redes colaborativas y aprovechar los datos recopilados, las

empresas pueden gestionar mejor las incertidumbres y tomar decisiones más transparentes (Voessing y Kunze, 2016).

### ***1.3.2. Tasa de resolución en la primera visita (FTFR)***

Para evaluar la eficiencia dentro de la gestión operativa de servicios de campo, las empresas se apoyan en indicadores de rendimiento, entre ellos, uno de los más importantes es la tasa de resolución en la primera visita (FTFR), por sus siglas en inglés, *First Time Fix Rate*.

Este indicador evalúa la eficiencia con la que la empresa resuelve el problema durante la primera visita. La tasa de resolución en la primera visita se mide cuando un proveedor de servicios es capaz de solucionar el problema de un cliente durante la visita inicial; esto implica que cualquier visita repetida, envío adicional de unidades o llamada de servicio posterior no puede deberse al mismo incidente original (Pinder, 2016).

La tasa de resolución en la primera visita (FTFR) es un cálculo que requiere dos cifras, el número total de trabajos finalizados en un periodo específico y el número de esos trabajos que se completaron sin necesidad de visitas adicionales. Con esta información, se dividen las soluciones en la primera visita entre el total de trabajos gestionados y se multiplica por 100 para obtener la FTFR como porcentaje.

$$FTFR = \frac{\text{Total de trabajos completados en la primera visita}}{\text{Total trabajos completados}} \times 100$$

De acuerdo con Orcalean (2026), los estándares considerados como aceptables dentro de la tasa de resolución en la primera visita rondan entre el 75% y el 85%; sin embargo, en la actualidad, las industrias buscan impulsar este resultado al 90%, ya que cada retrabajo o visita adicional implica un costo adicional en lo operativo, materiales y moral.

Más allá de ser solo una métrica operativa, el FTFR es una medida estratégica que impacta a nivel financiero y reputacional en la empresa. Las metodologías de optimización de procesos demuestran que maximizar el FTFR incide directamente en la reducción de costos operativos y en la eliminación de ineficiencias en la fuerza laboral (Zwetsloot et al., 2015).

## **1.4. Mantenimiento de sistemas de climatización**

El propósito de un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado es proporcionar y mantener un ambiente confortable dentro de un edificio para sus ocupantes, o un entorno adecuado para el proceso que se esté llevando a cabo (Gupton Jr, 2001). Este tipo de sistemas están compuestos por componentes mecánicos y circuitos complejos, por lo que el mantenimiento es necesario para conservar estos componentes en una condición que permita a estos sistemas brindar el confort adecuado para las personas y un consumo eficiente de energía.

### ***1.4.1. Tipos de mantenimiento en la industria B2B***

En un entorno corporativo e industrial, los sistemas de climatización operan bajo exigencias significativamente mayores a las del sector residencial. Estos equipos funcionan de manera continua por tiempos prolongados, soportan cargas térmicas más altas y niveles de ocupación de personas más altos, en ciertas áreas geográficas, este tipo de equipos son fundamentales para la continuidad de las operaciones en las empresas, incluso en algunas áreas como hospitales, centros de datos, bodegas, son críticos. Debido a esta exposición y uso constante, los equipos necesitan mantenimientos continuos.

El estándar ASHRAE 180 (2018) establece que una de las cuatro tareas operativas fundamentales es la del mantenimiento, donde se refiere a trabajos que requieren un mínimo de herramientas para ajustar componentes y restaurar materiales consumibles (como fluidos, filtros y lubricación) a su condición acordada, tales como limpieza, ajuste, calibración, medición y lubricación.

Desde la perspectiva de la gestión de activos, los procesos de mantenimiento se han clasificado tradicionalmente en cuatro tipos. De acuerdo con Voessing y Kunze (2016), los modelos más reconocidos incluyen: a) Mantenimiento Reactivo: Operar hasta que el equipo falle; b) Mantenimiento Preventivo: Basado en el tiempo o uso; y, c) Mantenimiento Predictivo: Basado en la condición.

Históricamente, muchas corporaciones e industrias adoptaron el modelo reactivo, sin embargo, de acuerdo con las normas y políticas actuales y debido a los mercados B2B exigentes, se ha vuelto indispensable implementar programas de mantenimiento preventivo estructurados para preservar la eficiencia de los equipos, reducir costos operativos y mantener la calidad del aire en el interior (ASHRAE 180, p2, 2018).

#### ***1.4.2. Costo total de propiedad y eficiencia operativa***

La gestión del mantenimiento de sistemas y equipos de climatización trasciende lo operativo y mecánico, incluyendo también aspectos financieros y estratégicos importantes en las organizaciones. En ambientes calurosos o húmedos, estos sistemas son responsables de una de las mayores cargas energéticas en espacios comerciales, industriales y edificios, llegando a representar entre el 40% y el 50% del consumo total de energía.

De acuerdo con la Universidad de California (2022), la calefacción y la refrigeración suelen representar aproximadamente el 40% del consumo anual de energía, y la mayor parte de esa cifra se destina a la climatización en Florida; así también lo explica uno de los más grandes productores de equipos de climatización (Lennox, 2026). Un aumento en la factura mensual de energía puede deberse a que el sistema de aire acondicionado esté funcionando de manera ineficiente. Los equipos de aire acondicionado representan aproximadamente el 50% del consumo de energía del hogar.

De acuerdo con *U.S. Energy Information Administration* (2020), en promedio, en 2020 el 52% del consumo anual de energía se destina a solo dos usos finales: calefacción y aire acondicionado. Estos usos son mayoritariamente estacionales, consumen mucha energía y varían significativamente según la ubicación geográfica, el tamaño y la estructura de la vivienda, así como el equipo y los combustibles utilizados. Debido a esta alta exigencia energética, la infraestructura industrial y comercial prioriza el análisis del Costo Total de Propiedad (TCO, por sus siglas en inglés) por encima de la inversión inicial de capital (CAPEX).

Por lo tanto, la falta de un mantenimiento riguroso obliga a los equipos de aire acondicionado a trabajar con mayor esfuerzo para alcanzar la misma demanda de frío. Un sistema de aire acondicionado limpio y bien mantenido mueve el aire de manera más eficiente y mantiene temperaturas estables. Eso significa que los empleados y clientes se sentirán más cómodos durante las horas de trabajo. Además, un mejor flujo de aire reduce la carga sobre el sistema, lo que se traduce en un menor consumo de energía para su funcionamiento (ServiceChannel, 2025).

Mantener una disciplina de mantenimiento no sólo es una buena práctica; también es una estrategia comprobada para aumentar las ganancias. Las instalaciones que se apegan a un plan de mantenimiento estructurado pueden verse beneficiadas por un tiempo de vida de 10 a 15 años en sus equipos de aire acondicionado (eWorkorders, 2026).

Dentro de la gestión operativa de los sistemas de climatización, la decisión de sustituir los activos de aire acondicionado se guía por modelos heurísticos de costo-beneficio, siendo el más reconocido la regla de los \$5.000, la cual funciona como punto crítico de retorno de inversión. Esta regla permite a al gestor de estos servicios tomar la decisión si mantener un activo obsoleto o reemplazarlo por uno nuevo con nueva tecnología y mayor eficiencia. Esta regla establece que, si al multiplicar la edad actual del equipo (en años) por el costo estimado de la reparación correctiva sugerida, el resultado supera los \$5.000, el reemplazo del equipo es la opción más lógica y económica a largo plazo (eWorkOrders, s.f.; Lennox, 2020).

## **1.5. Estándares normativos**

### ***1.5.1. Norma ANSI/ASHRAE/ACCA 180***

Históricamente, las prácticas de mantenimiento de aires acondicionados y sistemas de climatización en edificios comerciales e industriales han variado ampliamente. Algunas instalaciones optan por seguir políticas rigurosas que mantienen el sistema en condiciones nuevas o casi nuevas. Otras carecen de políticas en esta área o han adoptado un enfoque de “operar hasta el fallo” (*run to failure*), donde el sistema o sus componentes solo se atienden cuando ocurre una avería.

Con el objeto de dar solución a estas inconsistencias operativas y mitigar los riesgos relacionados a estas prácticas, se creó la norma ANSI/ASHRAE/ACCA 180, conocida principalmente como ASHRAE 180. Esta normativa fue creada mediante colaboración entre la Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE, por sus siglas en inglés) y los Contratistas de Aire Acondicionado de América (ACCA, por sus siglas en inglés). Su propósito es abordar las prácticas, a menudo inconsistentes, de inspección y mantenimiento de sistemas de aire acondicionado en edificios comerciales, industriales y otros en los que el público pueda estar expuesto al ambiente interior (ASHRAE 180, 2022).

Para proporcionar consistencia y mejorar el confort térmico, la eficiencia energética y la calidad del aire interior de los sistemas de aire acondicionado comerciales, es necesaria una práctica estándar para su inspección y mantenimiento. Cuando no existe una inspección de rutina ni los ajustes o mantenimientos posteriores de los componentes, generalmente se encuentra que el sistema opera fuera de sus parámetros de rendimiento óptimo. Cuando los sistemas no reciben mantenimiento, dejan de proporcionar el nivel de rendimiento para el cual fueron diseñados (ASHRAE 180, 2018).

En este contexto, la normativa, establece que las organizaciones deben crear un programa de mantenimiento documentado que contenga, como mínimo, inventario detallado de los equipos, establecimiento de objetivos de rendimiento y la definición de indicadores de condición físicos y operativos.

### ***1.5.2. Criterios de inspección y frecuencias de mantenimiento***

Los cambios más importantes redactados en la versión de 2018 se concentran en la diferenciación clara de las tareas de inspección, mantenimiento y reparación. De acuerdo con la norma, la inspección sirve para monitorear y documentar la condición de los equipos y componentes a lo largo del tiempo en cuanto a su apariencia, funcionalidad y rendimiento. El mantenimiento sirve para preservar la condición y el rendimiento del equipo según lo requiera la instalación, mientras que la tarea de reparación requiere herramientas, piezas,

equipos y materiales sustanciales para devolver a su estado normativo un sistema que no está funcionando correctamente (ASHRAE 180, 2018).

Con el objetivo de estandarizar los procesos, la norma detalla tablas operativas de inspecciones obligatorias, mantenimientos mínimos exigidos y cuáles son las acciones correctivas requeridas. Las frecuencias se establecen en rangos que van desde mensual hasta anual, dependiendo el tipo de equipo.

Es importante mencionar que la norma recalca que la periodicidad de las inspecciones y mantenimientos no es fija, la norma exige que la periodicidad debe ser ajustada en función de las situaciones operativas y climáticas. (ASHRAE 180, 2018) menciona lo siguiente:

Los requisitos climáticos u operativos de la instalación pueden afectar la ejecución del plan de mantenimiento. Estas circunstancias deberán revisarse junto con el plan de mantenimiento para identificar oportunidades de ajustar las frecuencias de las tareas o los procedimientos de trabajo. Las revisiones de las frecuencias de las tareas y de los procedimientos de trabajo deberán documentarse. Se enumeran situaciones climáticas y operativas que requieren revisar las frecuencias de las tareas de inspección y mantenimiento (p. 6).

## **1.6. Digitalización del flujo de trabajo**

La gestión de servicios de campo ha sido un área desafiante, ya que a lo largo del tiempo se ha situado entre la gestión de relaciones con los clientes (CRM) y los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP). De acuerdo con Pwc (2022), la llegada de la Cuarta Revolución Industrial (4IR) y los rápidos avances tecnológicos han impulsado la transición de los procesos manuales tradicionales hacia la hiperautomatización y la conectividad en tiempo real.

La digitalización en este mercado tiene como objetivo simplificar la gestión de la planificación, el control de los equipos y la atención al cliente mediante aplicaciones móviles y soluciones en la nube. Esta integración permite a las organizaciones sincronizar el personal de campo con la oficina central, mejorando los tiempos de respuesta, disminuyendo visitas redundantes y eliminando cuellos de botella causados por la documentación física excesiva, Pwc (2022).

### ***1.6.1. Software de gestión de campo (Field Service Management - FSM)***

El software de gestión de campo se define como una herramienta integral diseñada para automatizar y optimizar las operaciones externas, con calendarios digitales que proporcionan datos procesables para impulsar el crecimiento empresarial (Kynecton, 2025). De acuerdo con (Pwc, 2022). Las principales funciones de un sistema de gestión de campo comprenden lo siguiente:

- **Agendamiento:** Incluye la gestión y optimización de cronogramas, el manejo de recursos y las políticas de agendamiento.
- **Movilidad:** Incluye modo fuera de línea, rastreo GPS, avisos de servicio, firma digital y escaneo de códigos de barras.
- **Partes y piezas:** Incluye la reposición de repuestos, el stock y el consumo de inventario.
- **Gestión de activos:** Incluye ciclo de vida de los activos y mantenimientos preventivos.
- **Sección de ventas:** Incluye cotizaciones y seguimiento.

### ***1.6.2. Impacto de la automatización en la reducción de la carga administrativa***

En la gestión de servicios de campo, depender de la introducción manual de datos resulta en un proceso muy lento y propenso a errores humanos. La automatización mediante la adopción de un software transforma radicalmente este escenario al eliminar el papeleo y proporcionar un registro digital, auditable y completo de cada intervención técnica (G. Jegan et al., 2015).

De acuerdo con Mongrov (2026), a través de aplicaciones móviles, el personal puede registrar los repuestos utilizados, completar los requerimientos y cerrar las órdenes de trabajo directamente en el sitio de operaciones. Esta digitalización elimina la necesidad de que el personal de campo regrese físicamente a la oficina exclusivamente para entregar reportes o

procesar trámites, agilizando procesos administrativos críticos como la generación de facturas y cotizaciones.

Al consolidar toda la información y automatizar los procesos repetitivos, las organizaciones pueden reducir los costos operativos, la carga administrativa y la pérdida de datos, lo que permite al personal técnico centrarse en tareas de mayor valor (Mongrov, s.f.; PwC, 2020).

### **1.7. Ciclo PHVA**

El ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar) es de gran utilidad para estructurar y ejecutar proyectos de mejora de la calidad y la productividad en cualquier nivel jerárquico en una organización. En este ciclo, también conocido como el ciclo de Shewhart, Deming o ciclo de la calidad, se desarrolla un plan (planear), este se aplica en pequeña escala o sobre una base de ensayo (hacer), se evalúa si se obtuvieron los resultados esperados (verificar) y se actúa en consecuencia (actuar), ya sea generalizando el plan, si dio resultado, con medidas preventivas para que la mejora no sea reversible, o reestructurándolo porque los resultados no fueron satisfactorios, con lo que se vuelve a iniciar el ciclo. (Gutierrez, 2014).

Con el objetivo de estructurar el desarrollo metodológico de la optimización operativa en la gestión de mantenimientos de Clima21, la investigación se fundamentará en la aplicación del ciclo PHVA, adoptando los ocho pasos para la solución de problemas. La elección de esta metodología radica en que proporciona un enfoque de análisis basado en datos. A continuación, se presenta en la siguiente tabla la adopción de esta metodología en donde se detalla las cuatro fases del ciclo y los ocho pasos operativos.

**Tabla 1***Fases y pasos del Ciclo PHVA*

| <b>Fase<br/>PHVA</b> | <b>Paso de la<br/>Investigación</b>            | <b>Aplicación Clima21</b>                                                                                                           | <b>Metodologías y<br/>Herramientas</b>                                                                                                                                       |
|----------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Planear              | 1. Definir y analizar la magnitud del problema | Identificar los problemas actuales en los servicios de campo (ej. baja tasa FTFR, altos costos de operación, tiempos muertos).      | Diagrama de Pareto, Hoja de verificación, Histograma, Cartas de control.                                                                                                     |
|                      | 2. Buscar todas las posibles causas            | Analizar por qué ocurren las fallas en el servicio (ej. falta de repuestos, diagnósticos erróneos, falta de digitalización).        | Observación directa, Lluvia de ideas, Diagrama de causa-efecto (Ishikawa).                                                                                                   |
|                      | 3. Investigar cuál es la causa más importante  | Evaluar la información recabada para encontrar las causas raíz que afectan el mantenimiento de los sistemas de climatización.       | Diagrama de dispersión, Diagrama de Ishikawa.                                                                                                                                |
|                      | 4. Considerar las medidas remedio              | Planificar las soluciones operativas, como digitalización de flujos de trabajo (FSM) o estandarización bajo normas como ASHRAE 180. | Análisis detallado guiado por las preguntas: <i>Por qué (necesidad)</i> , <i>Qué (objetivo)</i> , <i>Dónde (lugar)</i> , <i>Cuánto (tiempo/costo)</i> , <i>Cómo (plan)</i> . |
| Hacer                | 5. Poner en práctica las medidas remedio       | Implementar los nuevos procedimientos de mantenimiento (ya sea a pequeña escala o de forma                                          | Seguir el plan elaborado en el paso 4, involucrar y capacitar a los afectados (técnicos y administrativos).                                                                  |

|           |                                         |                                                                                                                                              |                                                                                                                                |
|-----------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                                         | general) involucrando a los técnicos de campo.                                                                                               |                                                                                                                                |
| Verificar | 6. Revisar los resultados obtenidos     | Comparar los indicadores de rendimiento (como el aumento del FTFR o la reducción de visitas repetidas) antes y después de la implementación. | Histograma, Diagrama de Pareto, Cartas de control, Hojas de verificación.                                                      |
| Actuar    | 7. Prevenir la recurrencia del problema | Si las medidas funcionaron, implementarlas en los procesos diarios de Clima21 para que el avance sea constante.                              | Estandarización de procesos, inspecciones estructuradas, supervisión, hojas de verificación, Cartas de control para monitoreo. |
|           | 8. Conclusión                           | Documentar todo el proceso de optimización en la tesis y establecer directrices para el mantenimiento y mejora futura.                       | Revisar y documentar el procedimiento seguido, y planear el trabajo y mejoras futuras.                                         |

*Nota.* Adaptado de H. Gutierrez. (2014). *Calidad y Productividad* (p. 120).

# CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO

## 2.1. Análisis del entorno externo en el mercado de Guayaquil

El mercado de climatización en Guayaquil se desarrolla en un entorno climático muy exigente debido a su ubicación geográfica cercana a la costa, la ciudad experimenta altas temperaturas durante la gran parte del año, acompañado de humedades relativas que oscilan entre el 75% y 80%. En estas condiciones los sistemas de climatización son parte fundamental e indispensable en la elaboración y planificación de la infraestructura y edificaciones de la ciudad, así como un gasto necesario y obligatorio para proporcionar el correcto confort térmico, calidad de aire interior y garantizar la continuidad de las operaciones.

### 2.1.1. *Análisis PESTA*

#### 2.1.1.1. Político - Legal

Entre los años 2024 y 2025, Ecuador atravesó una de las peores crisis energéticas registradas, dejando en evidencia una necesidad urgente de diversificar la matriz energética, optimizar el consumo de energía y adoptar tecnologías renovables con el fin de asegurar un suministro de energía sostenible en el tiempo y, sobre todo, confiable.

Como respuesta a esta problemática, se ha venido implementando una base normativa que involucra al sector público y privado, como el Decreto Ejecutivo 229: Ley Orgánica de Eficiencia Energética y la Ley Orgánica de Competitividad Energética. Por una parte, la Ley Orgánica de Eficiencia Energética establece promover el uso eficiente, racional y sostenible de la energía en todas sus formas, a fin de incrementar la seguridad energética del país (Arconel 2024), así también prioriza un control más exhaustivo a los grandes consumidores de energía en el sector industrial, comercial y público, disponiendo la implementación de normas ISO y sobre todo auditorías energéticas para analizar el desempeño energético con el objetivo de identificar oportunidades de mejora y optimización. Con este tipo de implementaciones, los grandes consumidores tendrán acceso a tarifas preferenciales y financiamiento para implementar tecnologías eficientes que reduzcan el impacto energético.

La Ley Orgánica de Competitividad Energética busca atraer inversión privada, modernizar el sector eléctrico y acelerar la transición a energías renovables, promoviendo alternativas como la solar, eólica, biomasa y micro hidroeléctrica. Esta base normativa obliga a los grandes consumidores y empresas en el sector industrial, comercial y público a optimizar sus sistemas de climatización con estrategias de reemplazo de equipos antiguos por nuevos con tecnologías eficientes y optimizar las labores de mantenimiento preventivo para evitar consumos excesivos en sus equipos.

Por otro lado, la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), mantiene un rol regulador que es fundamental en el diseño, construcción y mantenimiento de edificaciones, implementando normativas enfocadas en el enfoque energético y principalmente en la climatización generando un capítulo NEC-HS-CL específico para este ítem. La norma tiene por objeto, a partir de condiciones básicas de diseño de la edificación, establecer las exigencias de eficiencia energética, protección del medio ambiente y seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en las edificaciones destinadas a atender la demanda de confort térmico y calidad del aire interior, durante su diseño y dimensionamiento, ejecución, mantenimiento y uso (NEC, 2025).

En Guayaquil también se establecen normativas y proyectos para incentivar el desarrollo sostenible y mejorar el confort térmico en edificaciones, como la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones en el Cantón Guayaquil que regulan la renovación de aire en edificaciones. Así también ofrecen incentivos e invierten en proyectos como CEELA que en conjunto con el MIDUVI promueven el uso de tecnologías de bajo impacto ambiental.

#### **2.1.1.2. Económico**

El entorno económico en el mercado de climatización en Guayaquil se encuentra condicionado por los costos en la cadena de suministros de repuestos y equipos nuevos, así también por el creciente costo de la energía eléctrica en el país. Debido a que Ecuador es un país dolarizado, la planificación a largo plazo se ve favorecida por la estabilidad cambiaria, sin embargo, la volatilidad en los costos logísticos globales, la inflación de los insumos (refrigerantes, compresores, componentes electrónicos) y el aumento en el costo de los

combustibles, impactan directamente en el presupuesto de mantenimiento de las empresas. Es importante profundizar en la inflación ya que el mercado de climatización y aires acondicionados se ve más afectado que otros mercados, ya que la inflación no sólo se percibe en el aumento del índice de precios al consumidor, sino también afecta a varios ejes críticos del presupuesto operativo:

- La gran mayoría de componentes necesarios para el correcto funcionamiento de los equipos de aire acondicionado son fabricados en el extranjero. La inflación global y el aumento de los costos logísticos por el estado actual de las demoras en el abastecimiento encarecen la adquisición de repuestos.
- Así también los equipos nuevos con nuevas tecnologías son importados por lo que la inflación eleva también los costos de estos, obligando a las empresas a implementar estrategias para extender la vida útil de los equipos.
- La climatización representa el mayor porcentaje de consumo energético de las planillas eléctricas en el sector industrial y comercial en Guayaquil, por lo que, cualquier aumento en las tarifas, producto de la inflación afectará de manera negativa en los presupuestos operativos.

Esta afectación ha obligado a las empresas a cambiar de mentalidad corporativa, los mantenimientos ya no están siendo catalogados como un gasto, sino como una estrategia de ahorro financiero y protección de activos, debido a que la inversión inicial (CAPEX) representa sólo una fracción del costo total, mientras que los gastos operativos (OPEX) que incluyen los mantenimientos y el consumo energético, constituyen el impacto financiero más fuerte.

Por otro lado, el mercado de aires acondicionados y climatización ha mostrado un crecimiento sostenido en los últimos años, impulsado por la expansión de los sectores hospitalarios, telecomunicaciones y centros de datos, en este tipo de industrias la continuidad operativa no es negociable. En este escenario de alta demanda, los proveedores de climatización ya no se limitan al precio de mantenimiento e instalación, sino a ofertar valor agregado con un enfoque en la sostenibilidad y eficiencia.

### 2.1.1.3. Social

En el contexto de la ciudad de Guayaquil, la climatización ha dejado de ser percibida como un bien de lujo para transformarse en una necesidad social básica y requisito fundamental para la productividad laboral. La constante exposición a altas temperaturas y humedad tiene un impacto directo en la salud y bienestar de las personas, por lo que el entorno demanda cada vez más espacios interiores que garanticen confort térmico y buena calidad de aire.

En los últimos diez años la demanda y el consumo de sistemas de aire acondicionado y climatización han registrado un incremento acelerado. De acuerdo con el informe de la Rendición de cuentas CNEL EP. (2025), la demanda anual de energía del sistema alcanzó un total de 22,039,226.92 MWh (*Megavatio – hora*), en el informe se menciona que la ciudad de Guayaquil utiliza 7,355,265.17 MWh en consumo, siendo la ciudad que concentra mayor consumo y presión energética de toda la corporación. Como la institución muestra, este crecimiento de la demanda refleja aumento en la actividad económica por ende mayor consumo de energía y la necesidad de compra de equipos de climatización con el objetivo de mantener un buen ambiente de trabajo en las empresas.

Por otro lado, debido al crecimiento urbano y al tráfico denso en la ciudad, existen dos componentes clave que se deben mitigar ya que generan un impacto negativo en el desarrollo adecuado de la industria de climatización:

- Debido al incremento de edificaciones y espacios internos con necesidad de climatización es cada vez más importante encontrar personal cualificado local para resolver problemas técnicos y manejar nuevas tecnologías cada vez más modernas y complejas. Esta falta de personal técnico obliga a las empresas a optimizar recursos actuales y buscar herramientas que optimicen la operatividad en campo.
- La dinámica social en la ciudad presenta retos logísticos significativos. El crecimiento urbano y tráfico inciden negativamente en la operatividad de los servicios de campo, afectando los tiempos de respuesta.

#### **2.1.1.4. Tecnológico**

La industria de climatización en Guayaquil se encuentra atravesando una fase de transformación tecnológica impulsada por la Cuarta Revolución Industrial (4IR). Este fenómeno se define por la convergencia de nuevas tecnologías en el control, manejo de datos e inteligencia artificial, permitiendo que las infraestructuras físicas se vuelvan inteligentes y proactivas (Pwc, p1, 2020). Este cambio no solo impacta directamente en la digitalización y automatización de procesos, sino que viene ligado a la evolución en la ingeniería de los equipos de climatización y su capacidad de interactuar con el entorno a través de datos. Para el presente diagnóstico, el impacto tecnológico se divide en tres tendencias principales:

- La hiperautomatización de sistemas permite optimizar la gestión operativa a través de la automatización de flujos completos, que van desde el agendamiento hasta la generación de reportes automáticos y firmas digitales. En el año 2025 el 75% del despliegue de software de gestión se encuentra basado en la nube. Esto garantiza que el técnico en campo acceda a historiales de activos e inventarios en tiempo real, permitiendo resoluciones más rápidas y precisas (Pwc, 2025).
- Los equipos de aire acondicionado y climatización han evolucionado en los últimos años hacia sistemas de alta eficiencia, con tecnologías VRF e Inverter, que permiten a través de sensores regular velocidades y uso de sus componentes, optimizando el consumo energético.
- Gracias a la disponibilidad de datos e información de los equipos, los cuales son generados por sus sensores, comienza a nacer una nueva propuesta de mantenimientos enfocada a optimizar la gestión de activos, los mantenimientos predictivos tienen como objetivo analizar los datos entregados por los equipos para predecir posibles fallas o alertas antes de que estos sucedan (Temburu, 2025).

#### **2.1.1.5. Ambiental**

La gestión ambiental en el mercado de climatización se encuentra condicionado por tratados internacionales y la crisis climática local. Guayaquil mantiene rangos de temperatura y humedad que obligan a los sistemas de climatización operar de manera continua, ocasionando un aumento en el desgaste mecánico de sus componentes, lo cual aumenta las posibilidades

de fugas del gas refrigerante que se usa para cumplir los ciclos de enfriamiento. Bajo este contexto, se analizan los siguientes tratados y estándares:

- La industria de climatización se encuentra regularizada por el Protocolo de Montreal y la Enmienda de Kigali, que obliga a las empresas a eliminar de manera gradual hidroclorofluorocarbonos (HCFC) e hidrofluorocarbonos (HFC) por su alto Potencial de Calentamiento Global (GWP) y por agotar la capa de ozono. El objetivo del Protocolo de Montreal es eliminar el total de HCFC hasta 2030. Por otro lado, la Enmienda de Kigali busca reducir hasta un 85% el uso de gases HFC para 2040. Tanto en Guayaquil como en muchos países en desarrollo estos tratados se están cumpliendo a cabalidad permitiendo cumplir el objetivo de estos, el cual es que la capa de ozono se logre recuperar para mediados de este siglo.
- La adopción del estándar ASHRAE 180 no sólo busca optimizar los procesos operativos en la gestión de servicios de campo, también busca preservar la eficiencia energética y calidad del aire interior en las edificaciones aportando a los esfuerzos de las empresas en eliminar la huella de carbono.

En conclusión, la gestión ambiental en la industria de climatización en Guayaquil es pilar fundamental en la estrategia competitiva de las empresas, donde la eficiencia energética es una herramienta para combatir el calentamiento global desde el sector comercial e industrial.

## **2.2. Análisis de entorno interno**

### ***2.2.1. Antecedentes***

Clima21 es una empresa ecuatoriana especializada en la implementación de soluciones de climatización y eficiencia energética para industrias y edificios corporativos desde el año 1995. Así también provee servicios de mantenimiento preventivos y correctivos y es distribuidor de marcas de equipos de climatización muy reconocidas a nivel industrial como York y Hitachi. La empresa desarrolla sus actividades en la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas. Por más de 30 años Clima21 ha venido evolucionando de acuerdo con la industria, logrando así una diferenciación tecnológica de sus principales competidores con la

apertura de una nueva línea comercial enfocada en la automatización de sistemas de climatización y control de Data Centers.

A lo largo de su historia, la gestión administrativa y operativa viene desarrollándose de manera empírica, gracias al aporte, conocimiento y experiencia de sus fundadores y al trabajo de sus empleados, lo cual ha permitido a la empresa mantenerse en el mercado, logrando un crecimiento en los últimos años.

Sin embargo este crecimiento trae consigo mayores retos y la necesidad de una gestión operativa mucho más optimizada. A pesar de este crecimiento, el área de servicios de mantenimiento enfrenta importantes deficiencias en su gestión operativa. La naturaleza del servicio exige que el personal técnico se encuentre en constante movimiento de un cliente a otro. El principal detonante de este problema radica en que los cronogramas de mantenimiento preventivo externos no se alinean a las recomendaciones técnicas, sino que se encuentran limitados por los presupuestos definidos por cada cliente. Esta dependencia en los presupuestos ocasiona que las periodicidades en los mantenimientos no sean las adecuadas, desencadenando en un alto volumen de servicios emergentes y correctivos. Como consecuencia, el actual modelo de gestión operativa genera cuellos de botella debido a la excesiva generación de documentación e información, ya que para cada mantenimiento correctivo o emergente que surge, el equipo administrativo debe preparar informes detallados que exigen respaldos fotográficos, la elaboración de nuevas cotizaciones para los trabajos requeridos y la ejecución de sus respectivos seguimientos.

Esta exigencia operativa y administrativa ha provocado que la empresa, con su metodología actual y la cantidad de colaboradores, no logre abastecer la demanda de manera eficiente. Por lo que los desafíos actuales planteados requieren una optimización operativa de los servicios de mantenimiento, enfocada en el mejoramiento de procesos y la eliminación de actividades manuales, permitiendo a la empresa recuperar su eficiencia y sostener su ritmo de crecimiento.

### **2.2.2. Estructura organizacional**

Clima21 se ha caracterizado desde su fundación por ser una empresa familiar, dirigida principalmente por su fundador y a su vez gerente general, el cual ha desempeñado roles polifuncionales que van desde la planificación financiera y comercial hasta la elaboración y supervisión técnica de los proyectos de mayor complejidad.

En la actualidad, la empresa opera en dos niveles fundamentales que soportan la prestación de los servicios. El personal administrativo que se encarga de la gestión y logística de la empresa, siendo ellos los responsables de la elaboración de cronogramas de trabajo, la documentación técnica, los contratos de mantenimiento con el respectivo seguimiento. Así mismo brindan el soporte administrativo para los proyectos de instalación y automatización. Por otro lado, se encuentra el personal técnico encargado de la ejecución física de los servicios de mantenimiento e instalación en las instalaciones del cliente. El personal técnico se encuentra liderado por un coordinador que es el encargado de receptar los reportes de trabajo, las incidencias del cliente, canalizadas a través del equipo administrativo y la supervisión de los trabajos.

### **2.2.3. Análisis financiero**

El análisis financiero permite determinar las condiciones reales actuales en las que se encuentra la empresa Clima21 con el objetivo de identificar si las operaciones que realiza la empresa se encuentran dentro de las condiciones esperadas para su funcionamiento. Para el ejercicio fiscal 2025, la empresa reporta una rentabilidad sobre el patrimonio (ROE) del 22,34% y una rentabilidad del activo (ROA) del 10,66%, adicionalmente la compañía alcanza un margen neto de utilidad del 8,64%. En términos de eficiencia, los valores indican que Clima21 genera ganancia de las actividades realizadas, no obstante, el análisis de liquidez muestra un capital de trabajo negativo, lo que sugiere que el crecimiento acelerado de su cartera está siendo financiado por pasivos corrientes, en este caso sus proveedores, lo que justifica la necesidad de optimizar los procesos operativos. Todos los datos analizados se encuentran en la tabla 2.

**Tabla 2***Índices financieros*

| <b>Liquidez</b>                   |              |
|-----------------------------------|--------------|
| Capital de trabajo neto           | -\$50.930,50 |
| Razón corriente                   | 0,26         |
| Prueba ácida                      | 0,26         |
| <b>Solvencia</b>                  |              |
| Nivel de endeudamiento            | 52,30%       |
| Solvencia (Patrimonio/Activo)     | 47,71%       |
| Apalancamiento                    | 1,10         |
| <b>Gestión</b>                    |              |
| Rotación de cartera               | 13,44        |
| Periodo promedio de cobro         | 27 días      |
| Rotación de activos               | 1,23         |
| <b>Rentabilidad</b>               |              |
| Margen bruto de utilidad          | 34,66%       |
| Margen operacional                | 8,64%        |
| Margen neto de utilidad           | 8,64%        |
| Rentabilidad del patrimonio (ROE) | 22,34%       |
| Rentabilidad del activo (ROA)     | 10,66%       |

**2.2.4. Clientes**

Clima21 opera bajo un modelo de negocio B2B, con el sector privado, actualmente la empresa no cuenta con clientes del sector público. Los clientes que mantiene la empresa son catalogados en su mayoría como grandes empresas, lo que implica una alta exigencia en el cumplimiento de las labores operativas y gestión de documentación. La empresa ha logrado diversificar atendiendo a varios sectores estratégicos en la región Costa y Sierra representada en la tabla 3.

**Tabla 3***Segmentación de mercado*

| <b>Sector</b>                              | <b>Relevancia</b>                                                                                                              |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hospitalario                               | Sector donde se requiere cumplimiento de normas de bioseguridad y calidad de aire.                                             |
| Industrial y Puertos                       | Sector donde existen entornos de alta corrosión donde se valora la eficiencia de equipos y tiempos de respuesta rápidos.       |
| Telecomunicaciones, Bancario y Corporativo | Sector que se enfoca en el confort térmico, la eficiencia energética para reducir costos operativos y control de data centers. |
| Construcción                               | Sector donde se realiza proyectos únicos, pero abren una oportunidad a mantenimientos preventivos futuros.                     |

**2.2.5. Análisis de los proveedores**

Para este análisis es importante mencionar que el poder de negociación con proveedores que mantiene Clima21 se encuentran en un nivel medio-alto, permitiendo a la empresa lograr créditos mayores a 30 días lo que le permite mitigar ciertos problemas con la liquidez disponible. Por las actividades que realiza la empresa, mantiene negociaciones con 2 grupos de proveedores. Por un lado, se encuentran los socios estratégicos donde están marcas de renombre como York o Hitachi y por otro lado se encuentran mayoristas e importadores locales para la adquisición de repuestos, herramientas y componentes necesarios para el correcto funcionamiento de sus operaciones.

**2.2.6. Análisis de la competencia**

El entorno competitivo en Guayaquil es agresivo y se divide en dos sectores claros, por un lado, se encuentra la competencia informal que, pese a no entregar valor agregado y garantía, actúan como un obstáculo en los márgenes de los contratos operativos, por otro lado, se encuentra la competencia formal donde Clima21 busca diferenciarse mediante la implementación de tecnologías IoT y automatización.

Pero quienes son la competencia, puntos fuertes y débiles de la misma.

### ***2.2.7. Cadena de valor del servicio de mantenimiento***

Con el objetivo de identificar los puntos de mejora en la gestión operativa de Clima21, se analiza la cadena de valor adaptada a la empresa de servicios de mantenimiento. Este análisis permite diferenciar las actividades que generan valor al cliente de aquellas que restan o limitan el modelo de negocio.

- **Actividades primarias:**

- **Logística Interna:** Recepción de requerimientos o incidencias por parte del cliente, gestión de inventarios (herramientas, repuestos y componentes) y la elaboración de reportes, presupuestos y cronogramas necesarios para la intervención.
- **Operaciones:** Consiste en la ejecución física de los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo o la instalación de equipos de climatización en las instalaciones del cliente, las tareas involucran la limpieza, montaje, desmontaje, instalación y calibración de componentes.
- **Logística Externa:** Se centra en el trabajo de campo y la movilización de recursos. Se refiere al despliegue y movimiento constante del personal técnico dentro de la ciudad de Guayaquil e incluso por varias ciudades en ciertos casos, con el objetivo de cumplir con los servicios y tiempos de respuesta, este tipo de tareas se ven afectadas por el tráfico urbano.
- **Marketing y Ventas:** Comercialización de soluciones de climatización con diferenciaciones en tecnología para aportar valor agregado en eficiencia energética y ahorro de consumo eléctrico. Incluye también las nuevas líneas enfocadas en la automatización, así como la distribución de equipos de climatización York y Hitachi.

- **Actividades de soporte:**

- **Infraestructura:** Incluye una base de operaciones ubicada en una zona céntrica que facilita de cierta forma la movilización del recurso. También

cuenta con roles de gerencia y un equipo administrativo que se encarga de la planificación logística, la documentación técnica, contratos y reportes fotográficos que actualmente generan cuellos de botella.

- **Gestión de Recursos Humanos:** Se centra en la administración del personal administrativo y sobre todo técnico. El principal reto de esta actividad es la capacitación e identificación del personal local capacitado con el objetivo de ir a la par del avance tecnológico.
- **Desarrollo Tecnológico:** Actualmente la empresa realiza labores documentales manuales sin ningún software de gestión, por otro lado, se vienen desarrollando sistemas de automatización que permiten la recolección de datos de una manera más ágil, permitiendo al personal optimizar sus labores, sin embargo, es necesario automatizar u optimizar el área administrativa.
- **Compras y Abastecimiento:** Se ha logrado mantener estrategias comerciales con mayoristas e importadores que permiten a Clima21 disponer siempre de los repuestos, herramientas y equipos que el cliente requiera. Sin embargo, siempre existe la exposición a la variación de precios por la inflación y afectaciones en las importaciones.

#### **2.2.8. Matriz FODA**

El detalle del análisis interno y externo de la empresa Clima21 se presenta a través de esta matriz, donde no solo se listan factores importantes, sino también se identifican las ineficiencias operativas que buscamos optimizar.

**Tabla 4***Matriz FODA*

| <b>Fortalezas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Debilidades</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Especialización y certificación: Acceso directo a capacitaciones de los fabricantes York o Hitachi, garantizando un conocimiento superior a la competencia y aportando al objetivo de crear técnicos más especializados.</li> <li>• Experiencia en sectores críticos: Como diferenciador Clima21 dispone de más de 10 años de experiencia comprobada en entornos de alta exigencia como Hospitales, Clínicas y Data Centers.</li> <li>• Ventaja en automatización e IoT: Clima21 dispone de capacidad instalada para integrar sistemas de monitoreo y control diferenciándose de la competencia.</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ineficiencia en la trazabilidad de documentación: Clima21 depende de documentos físicos que afectan en el correcto desarrollo y funcionamiento de las actividades diarias y la reportería histórica de los clientes.</li> <li>• Baja Tasa de Resolución (FTFR): Equipos antiguos requieren múltiples visitas por falta de la elaboración o ejecución de un estándar en el diagnóstico inicial.</li> <li>• Dependencia de conocimiento: Actualmente existe una alta dependencia en el conocimiento del gerente general.</li> </ul>                                              |
| <b>Oportunidades</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Amenazas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda por eficiencia energética: El aumento de tarifas eléctricas impulsa a los clientes a buscar soluciones basadas en tecnología para el ahorro energético.</li> <li>• Aceptación del mercado hacia la 4IR: Existe un interés muy claro en los clientes por implementar digitalización y monitoreo remoto, así como la adopción de tecnologías de sistemas de servicios de campo.</li> <li>• Incremento de la demanda por demanda de temperatura: El aumento de temperaturas en Guayaquil eleva la exigencia en los sistemas de climatización, impulsando la necesidad de mantenimientos más rigurosos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Competencia informal: Existen ofertas a bajo costos y sin estándares de calidad que afectan a los precios de mercado generando un impacto directo de la percepción de los clientes hacia el servicio.</li> <li>• Variación en costos de suministros: Existe variación en los precios de repuestos y componentes, afectando la estabilidad o negociación de contratos con reposición de repuestos.</li> <li>• Resistencia al cambio tecnológico: Existen algunos clientes que aún se resisten a la transición tecnológica, exigiendo controles manuales de respaldo.</li> </ul> |

## 2.3. Evaluación de la gestión operativa de mantenimiento

En esta sección se establece un análisis cuantitativo y cualitativo del ciclo de servicios de mantenimiento de la empresa Clima21, con el objetivo de establecer una base de desempeño actual, esto permitirá identificar la eficiencia del flujo de información entre los trabajos en campo y la oficina. Para determinar los puntos clave es necesario considerar si al momento de realizar los trabajos existe un protocolo o la ejecución depende del criterio del técnico, así también es necesario evaluar cómo se recolectan los datos en campo y si estos se convierten en una propuesta a través de una cotización, finalmente es necesario medir los tiempos entre una falla y una resolución definitiva.

### 2.3.1. *Mapeo de flujos de trabajo y procesos documentales*

El flujo operativo actual de la empresa Clima21 se caracteriza por ser un modelo casi manual, donde la información transita por canales informales como WhatsApp antes de ser procesada de manera administrativa. Dicho proceso se divide en cuatro etapas:

- **Fase 1: Planificación**

- **Mantenimientos correctivos y emergentes:** Este proceso se activa mediante canales directos como llamadas o mensajes de WhatsApp. La respuesta se canaliza al técnico de acuerdo con la disponibilidad inmediata sin un registro histórico digital del activo.
- **Mantenimientos preventivos:** Los mantenimientos normalmente se planifican mediante un cronograma anual elaborado en Excel. Es importante mencionar que en la mayoría de los casos la ejecución de los mantenimientos se encuentra supeditada por la decisión final del cliente, lo cual genera una falencia en la frecuencia real de los mantenimientos necesarios para cada equipo.

- **Fase 2: Asignación y Comunicación**

- La comunicación de la hoja de ruta o planificación se realiza mediante grupos de WhatsApp. El personal técnico recibe la planificación de mantenimiento preventivo mensual y correctivos un día antes, lo que implica una

dependencia total de conectividad y revisión manual de documentos fotográficos para conocer su itinerario.

- **Fase 3: Ejecución de los trabajos y reporte en campo**

- Durante la intervención de mantenimientos el personal técnico recolecta evidencia, tanto fotos como observaciones, de manera informal a través de WhatsApp.
- Al final de los mantenimientos preventivos o correctivos, se utiliza un reporte físico, el cual es fotografiado y enviado al final de la jornada. Estos reportes son entregados al cliente, pero muchas veces la copia se entrega al personal administrativo luego de varios días. Esta práctica genera una pérdida de trazabilidad en la información, ya que los respaldos visuales no se vinculan de manera automática al historial del equipo, obligando al personal administrativo a realizar la búsqueda anual, perdiendo tiempo o en el peor de los casos generando envío de reportes o cotizaciones deficientes.

- **Fase 4: Post Servicio**

- El personal administrativo recibe la documentación del técnico de manera esporádica y el seguimiento a la entrega de esta documentación, muchas veces es compleja.
- Para elaborar informes o cotizaciones, el personal debe acceder a realizar una búsqueda en el historial del grupo de WhatsApp de manera manual para recuperar los respaldos, información y fotografías de los servicios prestados por el personal técnico. Este proceso manual consume tiempo crítico y aumenta el riesgo de errores en las cotizaciones, facturación y el seguimiento de trabajos adicionales.

### ***2.3.2. Identificación de cuellos de botella***

A partir del mapeo de flujos de los procesos de Clima21, se han identificado puntos críticos donde la gestión operativa pierde eficiencia. Es importante mencionar que el problema no reside en la ejecución de la labor técnica, sino en la saturación de la labor administrativa provocada por una reacción en cadena de los siguientes factores:

- Existen diferencias notables entre la frecuencia de mantenimiento recomendada por Clima21 y la planificada por el cliente. Esta planificación en mantenimientos preventivos origina que la tasa de mantenimientos correctivos se dispare, los cuales demandan una carga documental mayor a la de un servicio programado.
- Cada intervención correctiva exige elaboración de documentación completa que se debe desarrollar y buscar de manera manual. La recolección manual de estos datos y su posterior transcripción genera un consumo de tiempo para el personal administrativo, cuya capacidad es insuficiente para el volumen de incidencias actual.
- La atención inmediata o prioritaria a la documentación por emergentes ralentiza el flujo de otras actividades importantes en la labor administrativa, lo cual provoca estancamiento en la elaboración de informes de mantenimientos preventivos, retrasos en la gestión comercial y sobre todo en la investigación y desarrollo de nuestras tecnologías.
- Los flujos de trabajo técnico y cronogramas también se ven afectados por estas ineficiencias ya que, al no procesar la información con agilidad, se deben reprogramar o aplazar labores ya planificadas.

### ***2.3.3. Cálculo de tasa base del FTFR (First Time Fix Rate)***

La tasa de resolución en la primera visita es un indicador que mide la eficiencia de un servicio técnico, al resolver una incidencia en la primera visita, sin la necesidad de realizar visitas adicionales. En la industria de climatización un FTFR elevado es síntoma de eficiencia operativa y satisfacción del cliente. Para el cálculo de la tasa base de la empresa Clima21, se toma como referencia los datos promedio del primer trimestre del año 2026 de servicios correctivos y emergentes mensuales los cuales corresponden a 76 y los servicios a los cuales ha sido necesario realizar una visita adicional, que corresponden a 18. La fórmula por aplicar es:

$$FTFR = \left( \frac{TS - SR}{TS} \right) \times 100$$

Dando como resultado:

$$FTFR = \left( \frac{76 - 18}{76} \right) \times 100 = 76.3\%$$

Una tasa del 76,3% está por debajo del valor de la tasa estándar de eficiencia en TFTR, la cual es superior al 90%, eso quiere decir que uno de cada cuatro mantenimientos o servicios correctivos requieren de una visita adicional por parte del personal técnico. Es importante mencionar que la tasa puede variar mes tras mes, sin embargo, hay casos documentados donde el personal técnico ha tenido que regresar hasta cinco veces por una misma incidencia. Cada visita adicional representa costos en logística, interrupción en los servicios de mantenimiento preventivo y un impacto considerable en la utilidad ya que las visitas adicionales no son facturadas.

#### ***2.3.4. Estructura metodológica bajo el enfoque del Ciclo PHVA.***

De acuerdo con la metodología planteada, el diagnóstico operativo identificado bajo la primera fase del ciclo (Fase de planificación), permite delimitar el problema, identificar sus causas y planificar soluciones conceptuales antes de ser ejecutadas. A continuación se detalla la tabla de la fase de planificación de la empresa Clima21, consolidando los hallazgos:

**Tabla 5**

*Fases de planificación del Ciclo PHVA aplicado a Clima21*

| <b>Fase PHVA</b> | <b>Paso de la Investigación</b>                | <b>Aplicación Clima21</b>                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Metodologías y Herramientas</b>                                                                           |
|------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Planear</b>   | 1. Definir y analizar la magnitud del problema | Cuantificar la ineficiencia operativa identificando la tasa de servicios mensuales con un total de 76, de los cuales se registraron 18 con más de una visita, dando como resultado una tasa FTFR del 76,3%, así como la medición de los retrasos documentales que satura al | Hoja de verificación documental, cálculo matemático del FTFR, diagramas de barras e indicadores financieros. |
|                  |                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                              |

|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                         |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|                                               | personal administrativo debido a la carga documental y pérdida de trazabilidad de la información en WhatsApp.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                         |
| 2. Buscar todas las posibles causas           | Se analiza el flujo de trabajo, mediante la evaluación actual ( <i>As-Is</i> ) desde que el personal ingresa a revisar el incidente por llamada o WhatsApp hasta la entrega de la cotización y reporte de servicio. Se identifica la pérdida de trazabilidad de respaldos fotográficos y la dispersión de observaciones técnicas en chats de WhatsApp, así como la entrega tardía e irregular de reportes de servicio físicos al área administrativa. | Observación directa en campo y oficina, Lluvia de ideas con el personal.                |
| 3. Investigar cuál es la causa más importante | Analizar la causa del bajo desempeño de la tasa FTFR y falencias en el flujo administrativo, así como la ausencia de memoria técnica digital centralizada y manuales de producto que eviten que el personal tenga que reingresar a solucionar los correctivos.                                                                                                                                                                                        | Análisis detallado guiado por la técnica de los 5 Porqués.                              |
| 4. Considerar las medidas remedio             | Diseñar la propuesta ( <i>To-Be</i> ), estructurando dos soluciones principales para la propuesta de optimización trabajadas a la par. La primera es la implementación de                                                                                                                                                                                                                                                                             | Análisis detallado guiado por las preguntas: Por qué (necesidad), Qué (objetivo), Dónde |

---

|                                                                                                                                                                                                                                        |                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| una plataforma de gestión de servicios de campo (FSM) bajo un modelo SaaS y como segunda propuesta es la estandarización de los procesos de inspección técnica en campo bajo los criterios mínimos mencionados en la norma ASHRAE 180. | (lugar), Cuánto (tiempo/costo), Cómo (plan). |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|

---

## CAPÍTULO III: PROPUESTA

El presente capítulo aborda el diseño de la propuesta de optimización de procesos en el área de servicios de mantenimiento de la empresa Clima21. Sustentado por el diagnóstico previo, el desarrollo de la presente propuesta propone una modernización de procesos cuyo propósito es elaborar o mejorar los procesos que minimicen demoras y garanticen a la empresa una ventaja competitiva sostenible en el tiempo. La solución también propone la mejora continua a través del ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) con el objetivo de abordar la ineficiencia técnica y documental que actualmente afecta la capacidad operativa de la empresa mediante la adopción de la norma ASHRAE 180 y la digitalización documental a través de un sistema FSM (*Field Service Management*), de esta manera se logrará estabilizar costos operativos, la tasa FTFR e incrementar la creación de valor para el cliente.

### 3.1. Planteamiento de las medidas de mejora

De acuerdo con la metodología propuesta, para la solución de problemas en el ciclo PHVA, la presente sección se enfoca en ejecutar las medidas remedio tomando en cuenta que ya se ha definido la magnitud del problema con una tasa base de 76,3% sobre un volumen de 76 correctivos mensuales, así como ausencia de documentación digital centralizada, por lo tanto, es necesario que la empresa Clima21 abandone el esquema operativo actual, caracterizado por la administración reactiva, donde depende del conocimiento empírico de los técnicos en campo y la fragmentación o dispersión de la documentación a través de reportes físicos y grupos de *WhatsApp*.

Debido a que la implementación adecuada y capacitación de un software FSM excede el alcance del trabajo investigativo, el objetivo principal de este capítulo es diseñar una estructura y flujo claro del plan de mejora de la empresa Clima21 el cual se enfocará en dos medidas de mejora principales, trabajadas en conjunto: a) Digitalización mediante software FSM: Se realizará un diseño del proceso para migrar toda la información física y chats de *WhatsApp* hacia una plataforma FSM, esto permitirá tanto al personal técnico como

administrativo manejar la información de primera mano sin depender de documentación física; y, b) Estandarización basada en la norma ASHRAE 180: Se diseñará listas digitales de control (*checklists*) basadas en la norma internacional con el objetivo de unificar los procesos de trabajo que el personal técnico realiza en los equipos de los clientes, asegurando que todos sigan el mismo proceso, garantizando la calidad del servicio y mejorando la tasa FTFR. Los cambios propuestos se resumen en la tabla 6.

**Tabla 6**  
*Matriz de transición de las medidas de mejora*

| Proceso para mejorar                          | Situación actual                                                                                  | Situación propuesta                                                                                                          | Beneficio                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Manejo de la información y documentación      | Uso de <i>WhatsApp</i> y reportes físicos que saturan la labor administrativa.                    | Diseño del proceso de implementación de un software FSM para registrar los reportes y observaciones en un sistema unificado. | Eliminar cuellos de botella administrativos optimizando los tiempos de respuesta, seguimiento al cliente y servicio post venta. |
| Diagnóstico de los equipos en campo           | Diagnóstico empírico del personal técnico sin tener el historial del equipo a mano.               | Uso de listas de control obligatorias digitalizadas desde la app móvil.                                                      | Estandarizar la calidad del mantenimiento y reducir el margen de error humano.                                                  |
| Logística y visitas técnicas                  | Varios servicios con más de una visita debido a la falta de repuestos o diagnósticos incompletos. | El personal técnico a través de la app móvil dispondrá de la información necesaria antes de desplazarse al cliente.          | Reducción de cuellos de botella, costos de transporte y tiempos muertos.                                                        |
| Indicador FTFR ( <i>First Time Fix Rate</i> ) | Tasa FTFR actual del 76,3% con seguimiento manual.                                                | Control del indicador a través de reportes automáticos entregados por el software FSM.                                       | Aumentar la tasa FTFR y mejorar la satisfacción del cliente.                                                                    |

### 3.2. Levantamiento y descripción de los procesos operativos actuales

Con el objetivo de fundamentar la propuesta de mejora continua, tomando como metodología la gestión de procesos, se ha realizado un levantamiento de los procesos de la empresa Clima21, para lograr el objetivo, fue necesario realizar una serie de reuniones con el personal de las áreas involucradas que actualmente generan baja operatividad y cuellos de botella. Los resultados obtenidos de este levantamiento serán demostrados en diagramas de flujo, los cuales explicarán las diferentes actividades de cada proceso involucrado y sus respectivos responsables. Todos estos diagramas se pueden visualizar en los anexos de esta investigación.

De acuerdo con el levantamiento realizado anteriormente en la empresa Clima21, se dispone de todas las herramientas necesarias y un entendimiento más claro de la situación actual. Esta información sirve para entender y buscar los puntos de conflicto con el objetivo de realizar el análisis de valor agregado. Este análisis es importante para determinar en qué puntos críticos se pueden intervenir y proponer mejoras en el proceso o cambios más complejos en caso de ser necesario. Este análisis es importante para determinar si cada actividad involucrada en el proceso genera valor o no.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se han determinado cuatro procesos críticos que limitan la capacidad operativa de la organización. A continuación, se presenta un análisis de cada uno de sus procesos en el estado actual (*As-Is*).

### ***3.2.1. Análisis del flujo actual del proceso documental y de recopilación de información***

Este proceso abarca desde el momento en el cual el cliente reporta una incidencia hasta que se consolida la información para la respectiva facturación. Actualmente se caracteriza por ser un modelo manual y dependiente de canales informales de comunicación. Adicionalmente carece de una estructura centralizada, cargando de trabajo manual a dos personas que conforman el área administrativa, las actividades más complejas que componen el núcleo de este proceso se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 7***Análisis del flujo actual del proceso documental y de recopilación de información*

| <b>Actividad Actual (As-Is)</b>                                                                                                                                             | <b>Responsable</b>  | <b>Limitación Operativa Identificada</b>                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Recepción de la solicitud del cliente vía telefónica o mediante <i>WhatsApp</i> .                                                                                           | Área Administrativa | Falta de registro inicial formal y centralizado.                                                                     |
| Notificación y asignación del trabajo al personal técnico mediante grupos informales ( <i>WhatsApp</i> )                                                                    | Área Administrativa | La información queda dispersa en chats personales, riesgo de pérdida de datos y respaldos.                           |
| Recopilación de fotografías de las observaciones en los equipos de aire acondicionado y envío de novedades de manera dispersa por <i>WhatsApp</i> durante el mantenimiento. | Técnico de campo    | Información sin estructura que dificulta la recolección de información para la elaboración de la memoria técnica.    |
| Entrega de reportes físicos al cliente y una copia al área administrativa, frecuentemente con días de retraso.                                                              | Técnico de campo    | Retraso del flujo de información entre los trabajos realizados donde el cliente y la oficina administrativa.         |
| Transcripción manual de los reportes físicos y consolidación de fotos de <i>WhatsApp</i> para elaboración de reportes e informes.                                           | Área Administrativa | Cuello de botella principal, sobre procesamiento de información que limita la capacidad del personal administrativo. |

Este proceso absorbe gran parte del cuello de botella del flujo administrativo al procesar de manera manual datos dispersos, este proceso es muy importante para la empresa por que conforma el núcleo administrativo, si este proceso es deficiente, también lo será la coordinación y facturación de los trabajos realizados. Como se mencionó anteriormente este proceso contiene muchas actividades manuales importantes que sobrecargan el flujo administrativo, generando de forma indirecta actividades que no generan valor, tales como revisiones y reprocesos.

El mapeo del flujo del proceso documental y de recopilación de información evidencia un modelo actualmente fragmentado, dependiente se herramientas informales de comunicación. De acuerdo con el levantamiento de las 28 actividades se pudo observar lo siguiente:

- El flujo actual demanda un total de 913,54 horas al mes con un costo de operación directo de \$4.238,93. Al segmentar el proceso se puede observar que las actividades operativas representan el 46,34% del tiempo total y el 75,05% del costo. Esto demuestra que el esfuerzo del personal se centra en la ejecución del flujo de datos, pero de forma descentralizada, generando algunas demoras por las actividades manuales, estas demoras representan el 32,54% del tiempo del proceso, lo cual ralentiza los ciclos de facturación y cobranza, como se muestra en la siguiente figura.

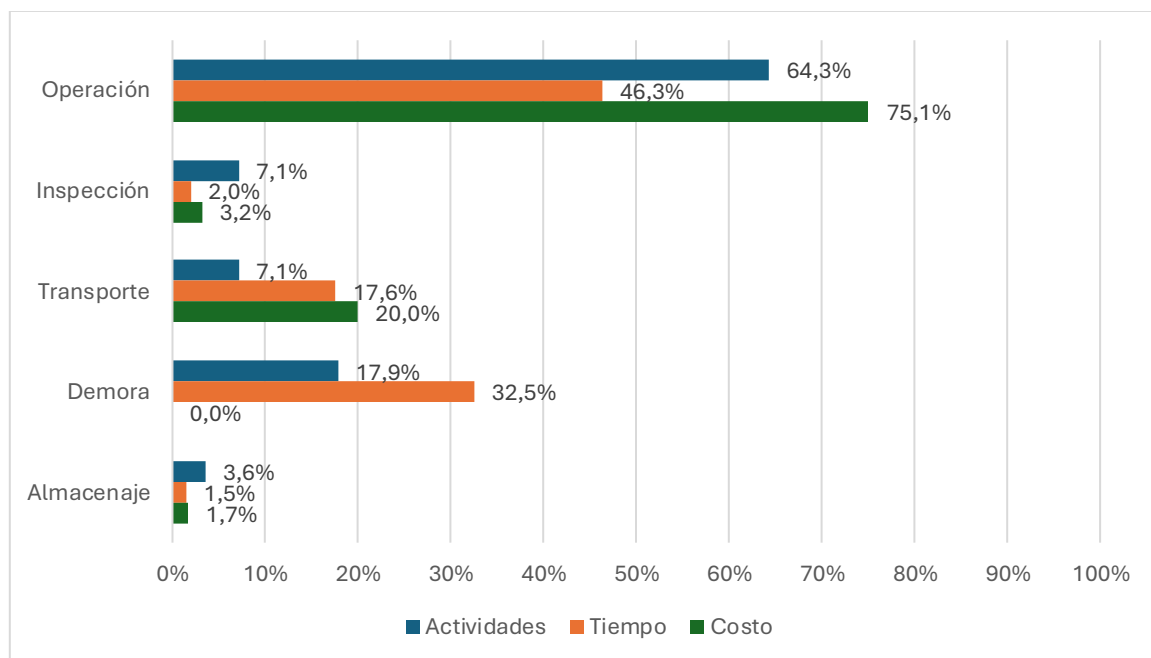


**Figura 1**

*Análisis del cursograma analítico del proceso documental y de recopilación de información actual*

- Como se puede observar en la figura 2, en el análisis del valor agregado del proceso se puede observar que las actividades que no agregan valor suman una cantidad considerable de tiempo, con un total del 35,52% del tiempo del proceso, tareas destinadas a la espera de disponibilidad técnica, transcripción repetitiva de datos y gestión de reprocesos por observaciones.

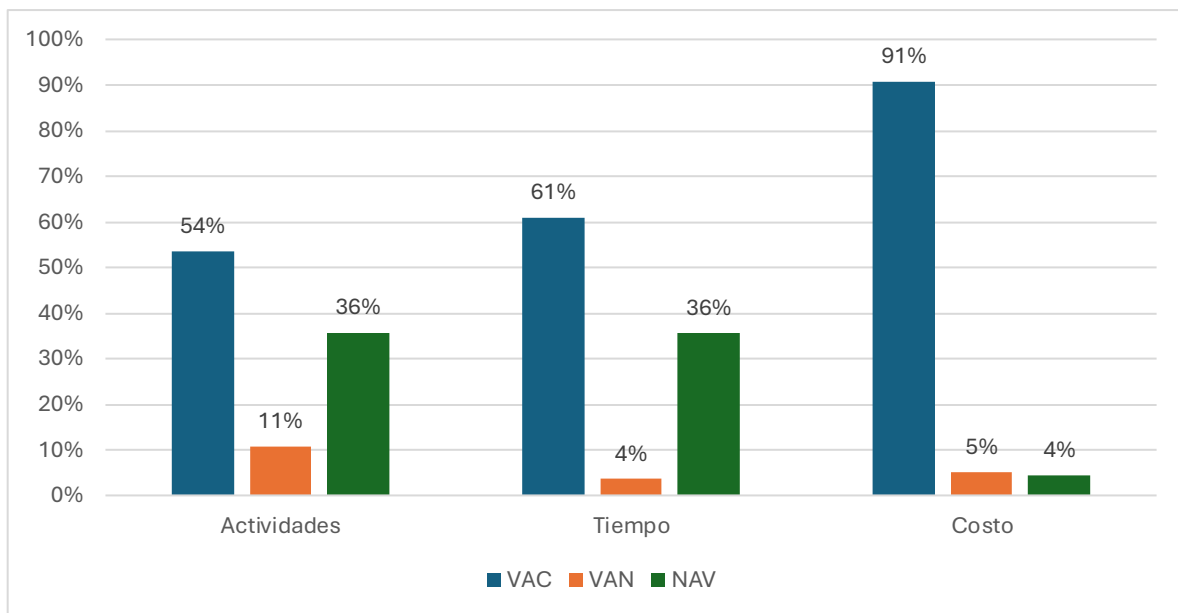


**Figura 2**

*Análisis del valor agregado del proceso documental y de recopilación de información actual*

- Una de las observaciones más importantes del análisis radica en la saturación en el rol de asistente operativo, el volumen actual de las incidencias y la carga de procesamiento de documentos de manera manual genera una demanda laboral de 32,60 horas mensuales, en términos de equivalencia de carga por responsable equivale a 2,05, es decir que Clima21 dispone de una capacidad menor para este rol, lo cual genera un cuello de botella operativo. Esto explica los retrasos en procesamiento de informes, pérdida de trazabilidad y retraso de actividades comerciales (figura 3).

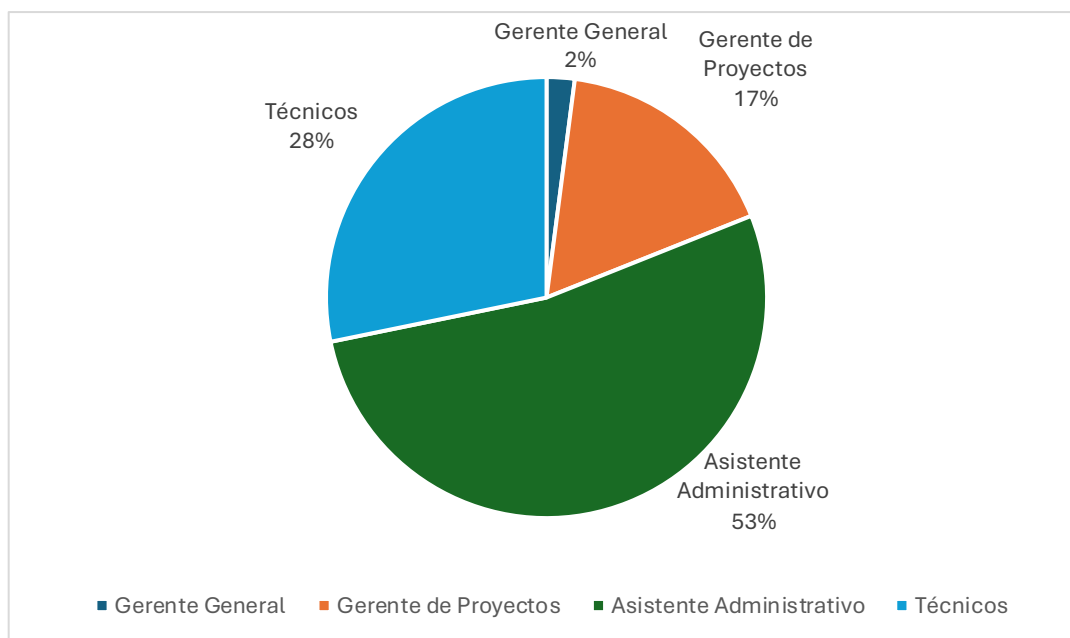


**Figura 3**

*Análisis de cargas de trabajo por responsable del proceso documental y de recopilación de información actual*

### ***3.2.2. Proceso de diagnóstico de las observaciones de los equipos en campo***

Estas actividades corresponden a la labor del personal técnico que realiza al llegar a las instalaciones del cliente. Al carecer de información digital disponible en sus dispositivos, la mayor parte el proceso depende del criterio de cada técnico in situ. Las actividades más importantes se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 8***Análisis del flujo actual del diagnóstico de los equipos en campo*

| <b>Actividad Actual (As-Is)</b>                                                                                                                                         | <b>Responsable</b> | <b>Limitación Operativa Identificada</b>                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Llegada al área reportada y contacto visual con el equipo de aire acondicionado.                                                                                        | Técnico de campo   |                                                                                                                                  |
| Inspección física del equipo y medición de variables necesarias (presión, amperaje) a criterio del técnico encargado.                                                   | Técnico de campo   | Diagnóstico empírico, de acuerdo con el criterio del conocimiento del técnico encargado, falta de estandarización en el proceso. |
| Búsqueda mental de fallas similares o consulta mediante chat de <i>WhatsApp</i> con la gerencia, sin acceso a manuales del fabricante ni historial de daños del equipo. | Técnico de campo   | Existe un alto riesgo de omitir fallas críticas por depender exclusivamente del conocimiento del técnico encargado.              |
| Se determina la causa raíz de la falla, se deciden los repuestos y herramienta a utilizar y se realiza el proceso de reparación.                                        | Técnico de campo   | Cuello de botella, debido a que un error inexacto o incompleto desencadena en procesos logísticos y vistas adicionales.          |

Este proceso calcula el uso del tiempo y recursos del personal técnico a la hora de llegar al sitio y tener contacto con el equipo de climatización. El análisis del proceso actual demuestra que existen actividades que carecen de protocolos estandarizados y centralizados, generando esperas y visitas adicionales que no generan valor y pueden ser optimizadas. De acuerdo con al levantamiento de las 33 actividades se pudo observar lo siguiente:

- La ausencia de datos técnicos accesibles desde un dispositivo móvil, genera que el personal técnico inicie los trabajos sin antecedentes históricos del activo generando limitaciones en las mediciones de variables que son críticas, que son ejecutadas según la experiencia del técnico de turno, lo que imposibilita a Clima21 homologar su calidad en el trabajo, adicionalmente ante fallas o trabajos complejos, el técnico recurre a una búsqueda mental de fallas similares o consultas mediante chats informales de WhatsApp a la oficina central elevando el riesgo a correctivos incompletos, tiempos de espera o transporte de herramientas y visitas adicionales que representan un 25,8% en transportes y demoras, del tiempo del proceso y un 15,5% del costo tal como se muestra en la siguiente figura.

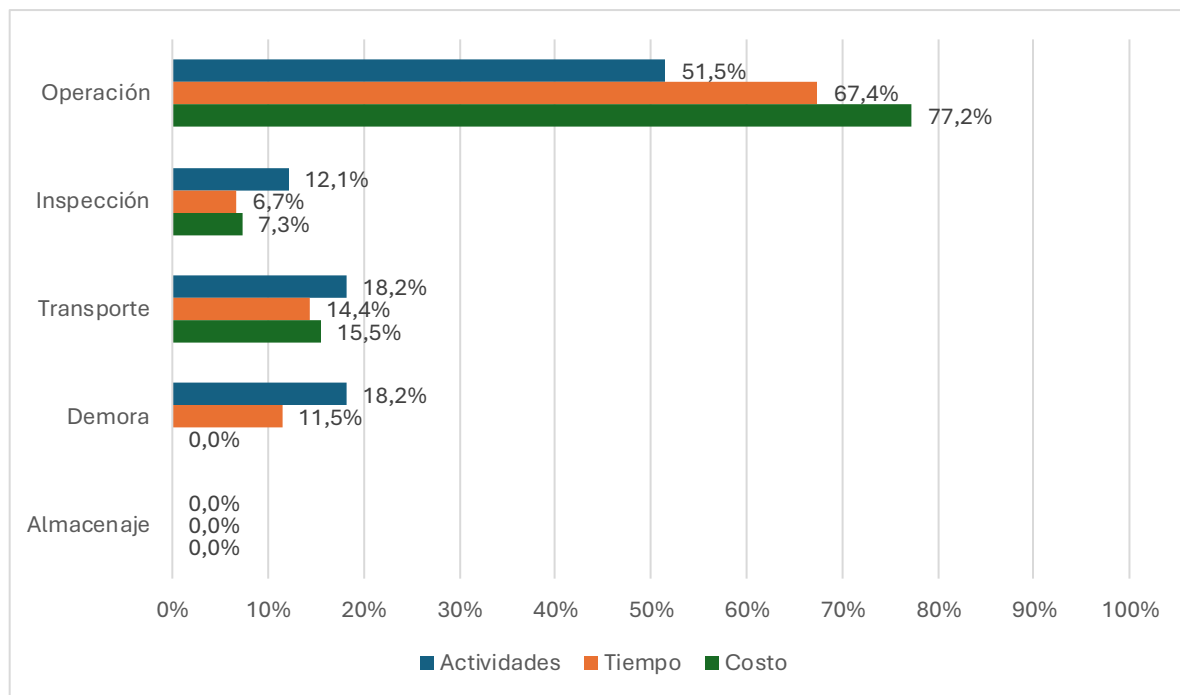


**Figura 4**

*Análisis de cursograma analítico del proceso del diagnóstico de los equipos en campo actual*

- Como se observa en la siguiente figura, la evaluación del valor agregado del proceso técnico refleja ineficiencias en la distribución de los recursos de la empresa Clima21, ya que se observan una gran cantidad de actividades que no generan valor consumiendo el 24% del tiempo total dedicado a la intervención del equipo y el 13% del costo que representan en tiempos de espera y visitas adicionales.

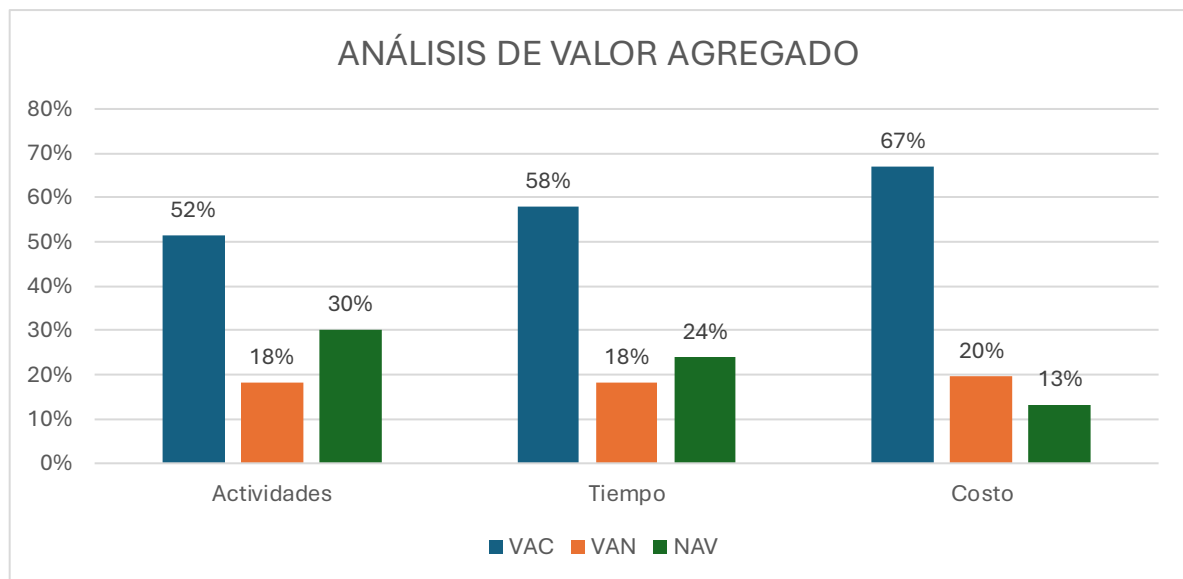


**Figura 5**

*Análisis de evaluación del valor agregado del proceso del diagnóstico de los equipos en campo actual.*

- Este proceso depende en su mayoría de la gestión técnica del personal, representando el 95% de la carga laboral, por lo que un error o imprecisión en el diagnóstico del trabajo realizado se convierte en cuello de botella que interrumpe la continuidad del servicio generando varias visitas, retirada del personal y espera de repuestos no contemplados. Estas actividades generan un impacto directo en la calidad del servicio, satisfacción al cliente y en el deterioro de la tasa de resolución en la primera visita (FTFR) como se puede observar a continuación.

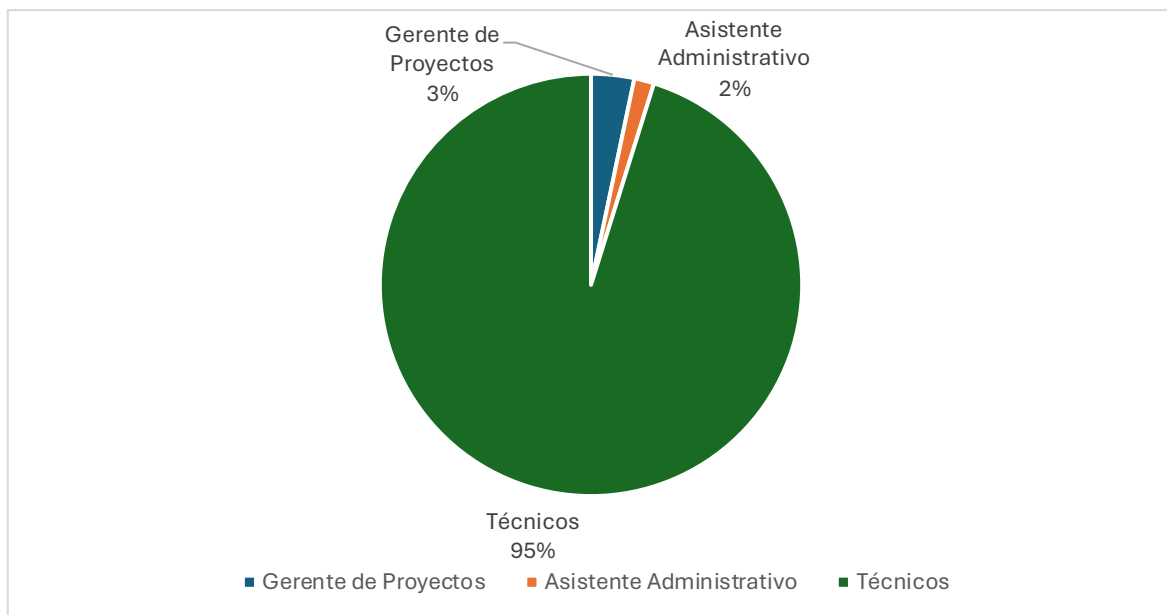


**Figura 6**

*Análisis de cargas de trabajo por responsable del proceso del diagnóstico de los equipos en campo actual.*

### **3.2.3. Proceso de logística y visitas técnicas**

Este proceso evalúa la eficiencia en el movimiento y traslado del personal técnico, herramientas y repuestos desde la oficina hacia las diferentes locaciones de los clientes, ubicados en varias zonas dentro y fuera de Guayaquil. Las actividades principales se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 9***Análisis del flujo logístico y de visitas técnicas actual*

| <b>Actividad Actual (As-Is)</b>                                                                                                                                              | <b>Responsable</b>                     | <b>Limitación Operativa Identificada</b>                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Desplazamiento inicial del personal y de las herramientas básicas para mantenimiento preventivo, desde la oficina hacia las instalaciones del cliente                        | Técnico de campo                       | Consumo de horas, combustible y viáticos.                                                                                |
| Tras el diagnóstico del equipo, suelen ocurrir incidencias no esperadas donde se requieren herramientas o repuestos específicos no contemplados en las herramientas básicas. | Técnico de campo                       | Falla en la preparación previa de herramientas y repuestos por falta de historial digital del equipo.                    |
| El personal técnico debe retirarse de las instalaciones o esperar a la recepción de las herramienta o repuestos adicionales sin lograr la operatividad del equipo.           | Técnico de campo                       | Tiempo muerto y de inactividad del personal, generando insatisfacción en el cliente                                      |
| En ciertas ocasiones se debe planificar la reprogramación de la actividad, así como un segundo traslado al sitio para la entrega de los repuestos y herramientas.            | Técnico de campo / Área Administrativa | Cuello de botella, se genera más de una visita técnica, generando mayores costos en transporte, viáticos y horas-hombre. |

Este es el proceso más crítico a nivel financiero para la empresa Clima21, donde traslados repetidos disparan el costo del negocio debido a la reprogramación y segundas visitas generadas por reparaciones incompletas, la falta de disponibilidad de información inicial del estado de los equipos en los que se va a intervenir y los traslados adicionales para la entrega de repuestos y herramientas adicionales. Se puede observar en la figura que existen actividades que no agregan valor que pueden ser optimizadas con el sistema FSM, al disponer de un historial digital, el personal técnico puede preparar los repuestos y herramientas necesarias con el fin de dejar el equipo operativo en la primera visita. A continuación, se detallan los hallazgos identificados.

- La estructura actual del proceso demuestra algunas actividades que afectan la operatividad. El personal técnico se desplaza desde la oficina central hacia las instalaciones portando únicamente herramientas básicas, llamado kit de mantenimiento preventivo, tras efectuar el diagnóstico físico es frecuente encontrar

fallas o problemas imprevistos que demandan herramientas especializadas o repuestos específicos que no se encuentran contemplados en el kit de mantenimiento, generando tiempos muertos, tiempos de traslado, combustible y viáticos, este tipo de actividades corresponden a un 58,9% del tiempo del proceso y 33,6% del costo entre traslados y demoras como se observa a continuación.

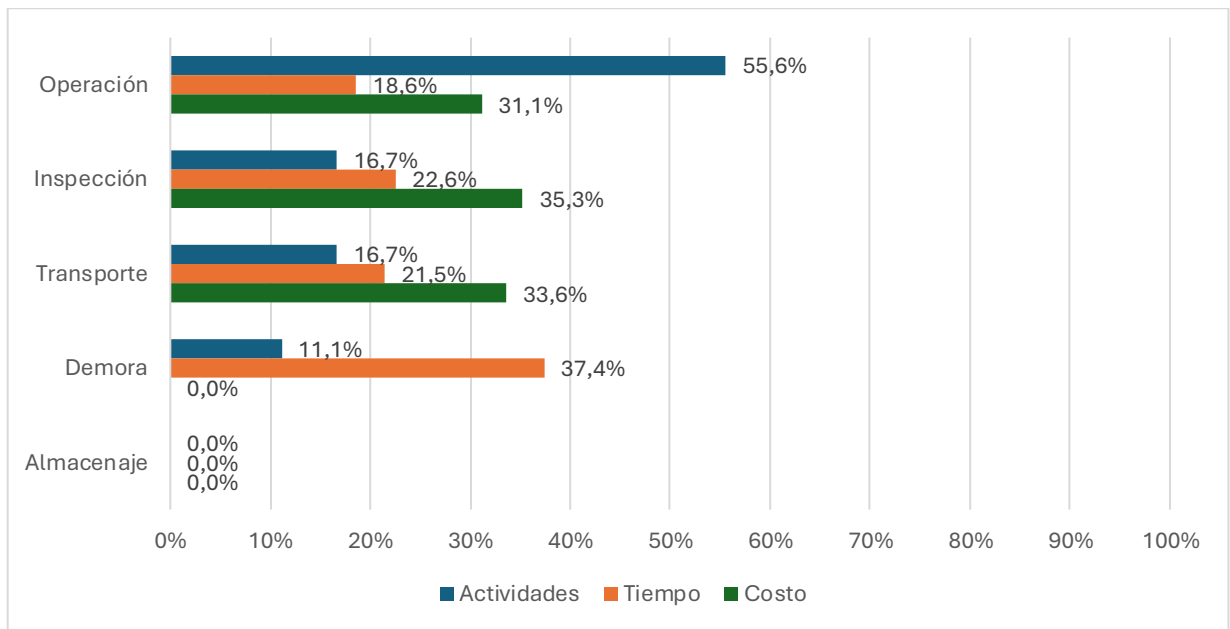


**Figura 7**

*Análisis de cursograma analítico del proceso de logística y visitas técnicas*

- En el análisis de valor agregado se puede observar que existen un gran número de actividades que no agregan valor, en su mayoría, actividades relacionadas con la cadena de traslado, las cuales en su mayoría se encuentran penalizadas por ineficiencias. Esto se traduce en actividades que consumen un 37% del tiempo del proceso.

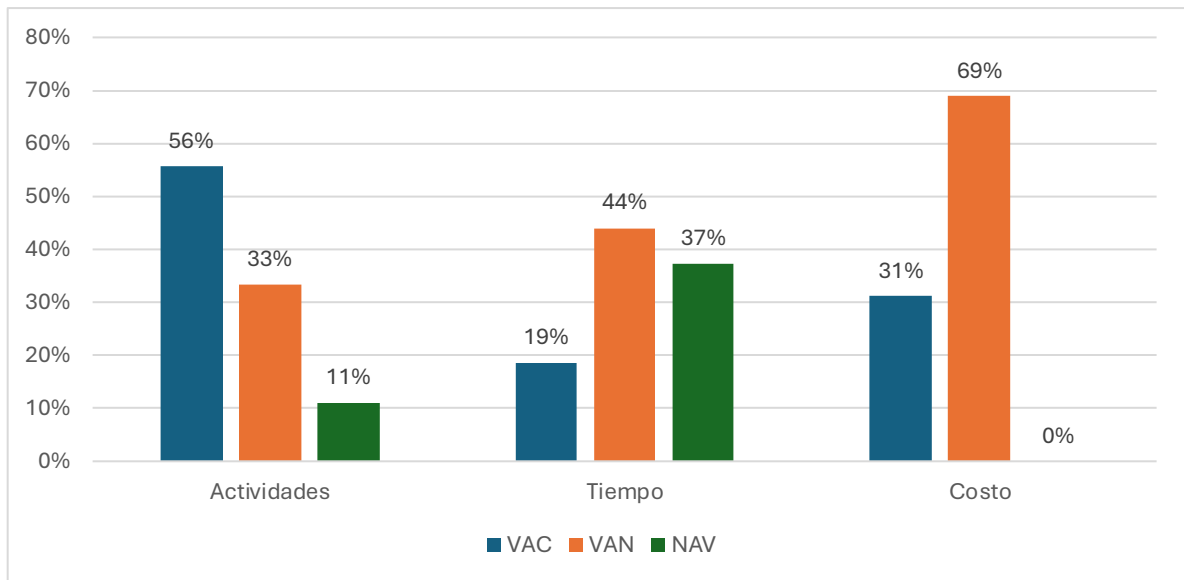


**Figura 8**

*Análisis del valor agregado actual al proceso de logística y visitas técnicas actual*

- Este proceso depende de gran manera de la calidad de servicio entregado por el personal técnico, el proceso actual no demuestra un comportamiento como herramienta de generación de valor, más bien es un proceso que genera costos adicionales por reparaciones incompletas, traslados adicionales y visitas técnicas adicionales. Las actividades realizadas por el personal administrativo corresponden en su mayoría a reprocesos que pueden ser optimizados o eliminados.

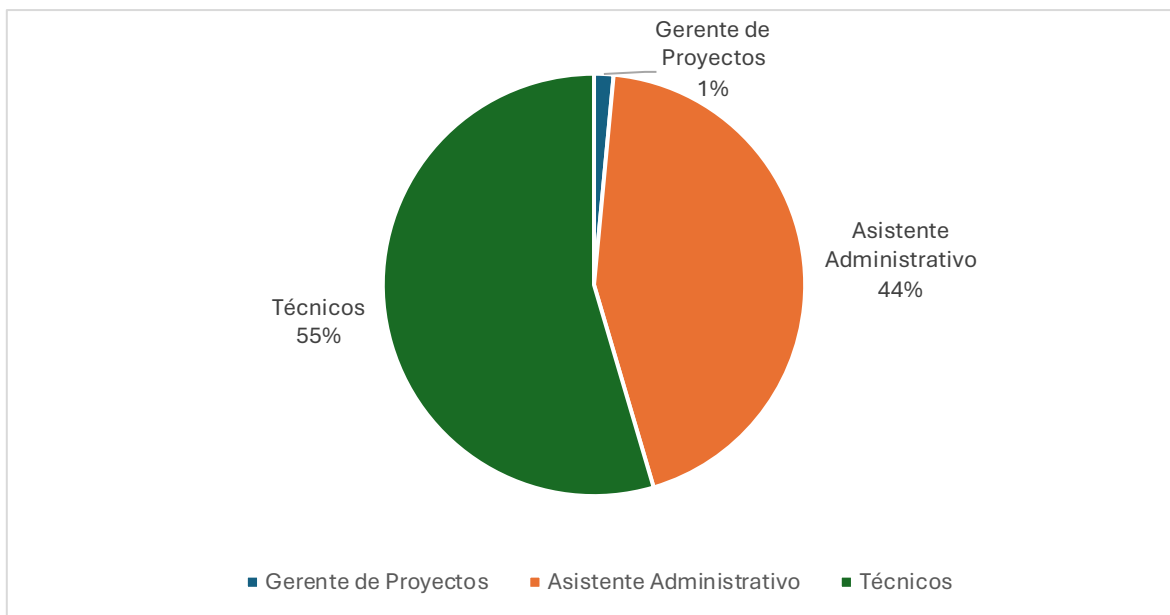


**Figura 9**

*Análisis de la carga de trabajo del proceso de logística y visitas técnicas actual*

#### **3.2.4. Proceso de medición del indicador de calidad FTFR (First Time Fix Rate)**

El FTFR es una de las métricas más importantes dentro de la gestión operativa de los servicios de campo, ya que mide la cantidad de incidencias resueltas en la primera intervención del personal técnico en los equipos de climatización, es decir, evalúa de manera directa la eficiencia del soporte técnico y nivel de conformidad del cliente. Sin embargo, en el escenario actual, debido a la falta de software especializado en la empresa, este cálculo no se utiliza como una herramienta de gestión preventiva, sino como un dato reactivo. Las actividades más importantes de este proceso se muestran en la tabla a continuación:

**Tabla 10***Análisis del proceso actual de medición del indicador FTFR*

| <b>Actividad Actual (As-Is)</b>                                                                                      | <b>Responsable</b>  | <b>Limitación Operativa Identificada</b>                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Al finalizar el mes, se realiza la revisión del total de reportes físicos de mantenimiento ejecutados                | Área Administrativa | Procedimiento lento y manual.                                                                            |
| Se identifica de manera manual las órdenes de trabajo que requirieron visitas técnicas adicionales y reprogramación. | Área Administrativa | Existe dependencia de la memoria administrativa, apuntes físicos y respaldos por WhatsApp.               |
| Se realiza el cálculo de la tasa de resolución efectiva.                                                             | Área Administrativa | De acuerdo con la información obtenida en el diagnóstico la tasa actual de del 76.3%.                    |
| Se registra el indicador como dato histórico, sin procesos adicionales ni planes de capacitación o mejora.           | Área Administrativa | Cuello de botella, la medición es puramente reactiva, no previene la recurrencia del personal operativo. |

Este proceso se encuentra estructurado de varias actividades manuales ejecutadas al cierre de cada mes por el área administrativa, las cuales en el escenario actual presentan varias falencias de operatividad y agilidad, a continuación, se describen las principales falencias encontradas.

- Al concluir el mes, se efectúa una auditoría y recopilación manual de toda la documentación, al ser una actividad puramente manual y dependiente del personal administrativo, el proceso se vuelve lento, afecta la eficiencia y, sobre todo, los resultados pueden verse afectados por cualquier fallo humano por falta de documentación o dificultad en rastrear los respaldos en documentación y chats de WhatsApp. Como se puede observar en la siguiente figura este proceso es 99,6% operativo en lo que respecta al tiempo.

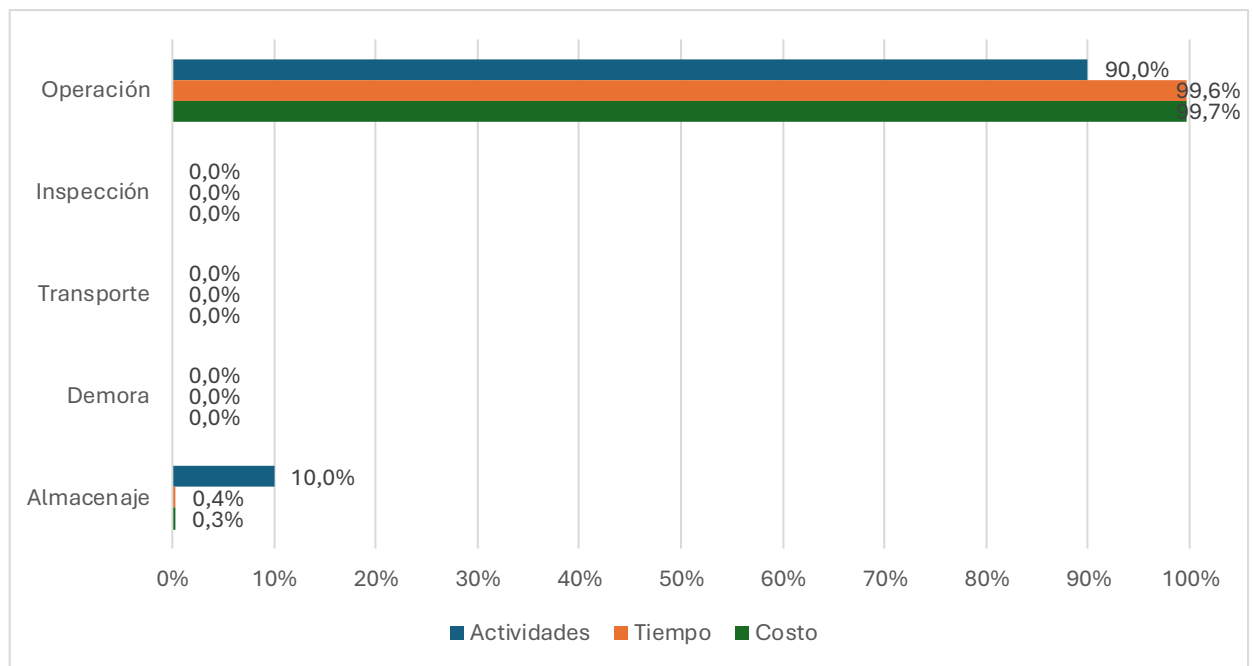


**Figura 10**

*Análisis de cursograma analítico del proceso de medición del indicador FTFR actual*

- De acuerdo con la evaluación de valor agregado que se muestra a continuación, se pudo identificar que el 100% de las actividades realizadas en este proceso generan valor al cliente, sin embargo, como se menciona anteriormente este proceso depende de la eficiencia y del trabajo manual del personal administrativo, al ser un trabajo manual, la eficiencia se ve muy reducida, generando tiempos altos en tareas que pueden ser automatizadas.

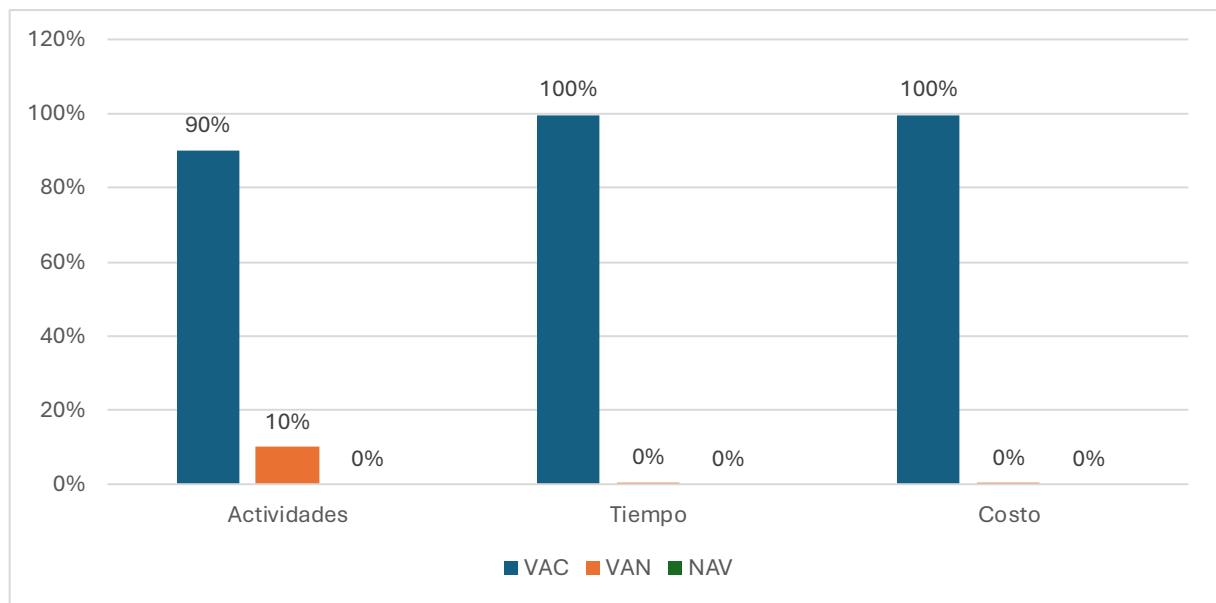


**Figura 11**

*Análisis de valor agregado del proceso de medición del indicador FTFR actual*

- Como se puede observar en la siguiente figura, el 76% de la carga de trabajo manual de este proceso depende del asistente administrativo, sin embargo, existen algunos factores del trabajo realizado por los técnicos que afectan la operatividad del área administrativa, como se pudo identificar en el diagnóstico realizado anteriormente, cierta documentación puede tardar hasta 7 días en ser entregada lo que puede afectar las métricas realizadas cada mes, esta carga laboral no permite al proceso entregar los resultados adecuados que permitan a la gerencia tomar decisiones de mejora en la gestión del servicio.

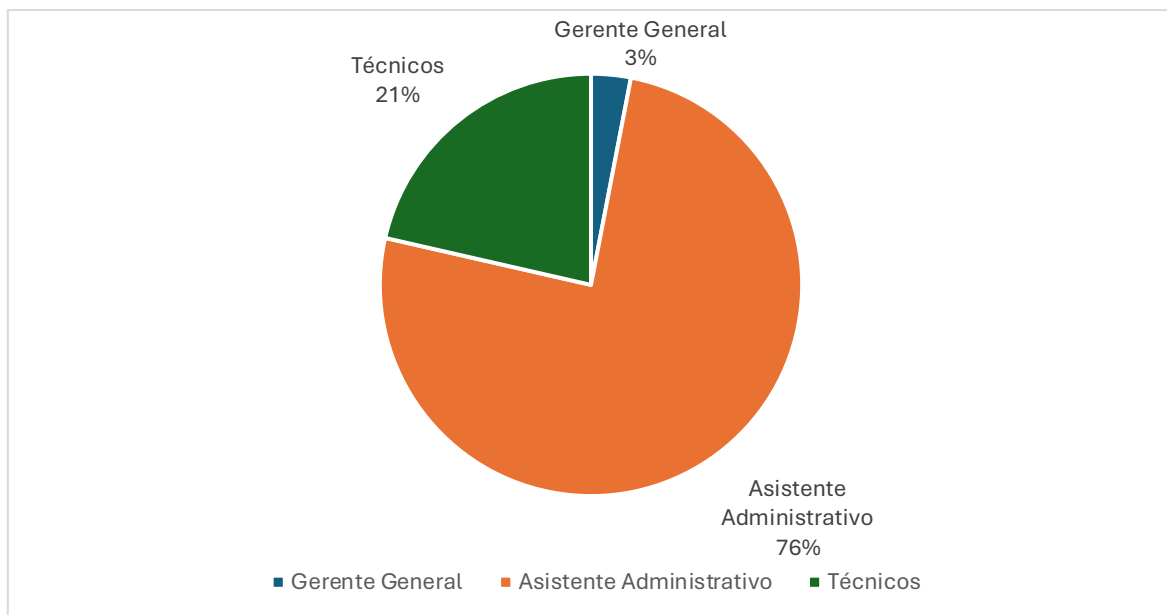


**Figura 12**

*Análisis de carga de trabajo del proceso de medición del indicador FTFR actual*

El diagnóstico de los procesos operativos y sus respectivas evaluaciones, evidencian que la ineficiencia de la empresa Clima21 es de carácter estructural y no de una falta de capacidad técnica para llevar a cabo los servicios que provee la organización. Al identificar el flujo actual (*As-Is*) se confirma que existe una alta proporción de actividades que no agregan valor (*NAV*) y tareas de valor al cliente (*VAC*) que son catalogadas como burocracia, específicamente la fragmentación de información recibida a través de grupos de WhatsApp y reportes físicos en papel, así también la forma actual de diagnosticar las incidencias en campo por parte del personal técnico, lo cual genera visitas adicionales. Este tipo de actividades constituyen una muda que afecta directamente a la tasa FTFR, la cual se encuentra actualmente en 76,3%. Por lo tanto, resulta pertinente implementar un plan de mejora operativa bajo la metodología (*To-Be*), con la planificación de la compra e implementación de la plataforma FSM (*Field Service Management*) y la estandarización técnica basada en la norma ASHRAE 180.

### **3.3. Desarrollo del plan de mejora**

Una vez cuantificados los tiempos y costos base de Clima21, es necesario implementar la siguiente fase del ciclo de mejora PHVA. El objetivo es diseñar la estructura operativa y el flujo de trabajo (*To-Be*) con la integración de la plataforma de gestión de servicios de campo (*FSM*) y la estandarización de los procesos de mantenimiento bajo la norma ASHRAE 180 dando como resultado mejoras notables en la calidad de las actividades y una mejor tasa FTFR.

#### ***3.3.1. Diseño del flujo de trabajo optimizado (To-Be)***

El rediseño del flujo de trabajo transforma las cuatro etapas críticas identificadas anteriormente, sustituyendo herramientas y procesos informales con un entorno digital integrado que opere en tiempo real, permitiendo una disponibilidad de información inmediata. Este flujo de trabajo se estructurará de la siguiente manera:

##### **3.3.1.1. Proceso optimizado de manejo de la información y documentación**

La línea base demostró que el flujo de trabajo genera constantes sobre procesos, donde la duplicidad de tareas asfixia la capacidad del personal administrativo. El diseño modificado elimina la necesidad de usar canales informales e instala un canal unificado con acceso en tiempo real desde cualquier sitio, tal como se muestra en el flujograma agregado en los anexos.

El proceso optimizado elimina la informalidad del flujo anterior. El flujo operativo inicia cuando el cliente registra el requerimiento mediante un ticket de servicio directamente desde portal web de la plataforma FSM, o a su vez mediante llamada telefónica que el área administrativa ingresa de forma inmediata a través del portal web, una vez que la incidencia es capturada por el sistema FSM, este genera una Orden de Trabajo automática con todos los datos del equipo de climatización a intervenir, adicional recomienda el técnico más cercano de acuerdo a la ubicación o a su vez el técnico de turno, el personal seleccionado recibirá en su app móvil una notificación con la información del equipo, historial de trabajos realizados y manual del fabricante. Con este rediseño, las tareas orientadas a la coordinación y envío de

información por chats informales es operada de manera automática por el sistema, reduciendo tiempos en la asignación de personal y entrega de información. Con los cambios sugeridos que incluye la implementación de la plataforma FSM, se puede observar las siguientes mejoras.

- El proceso completo se reduce de 913,5 horas a 705,1 horas al mes. Esto significa una liberación de 208,4 horas de carga laboral, es decir, un 22,8% de reducción del tiempo total del proceso. Por otro lado, el costo operativo mensual cae de \$4.238,93 a \$2.504,37, lo que representa un ahorro del 40,9% de costos.
- Se puede observar que la cantidad de operaciones aumentan de 18 a 21 en el proceso mejorado, sin embargo, el tiempo consumido cae de 423,3 horas a 274 horas generando un ahorro del 38,9% del tiempo del proceso y el costo se reduce a la mitad, con un total de \$1.596,26. El aumento de actividades se justifica debido a que la digitalización de información introduce algunos pasos de registro y validación, pero elimina por completo la necesidad de consolidación manual de documentación, transcripción manual, y búsqueda informal en chats informales. Por otro lado, gracias a la digitalización de información se elimina la actividad de transporte, la cual era necesaria para la entrega de documentación por parte del personal técnico en la oficina central.

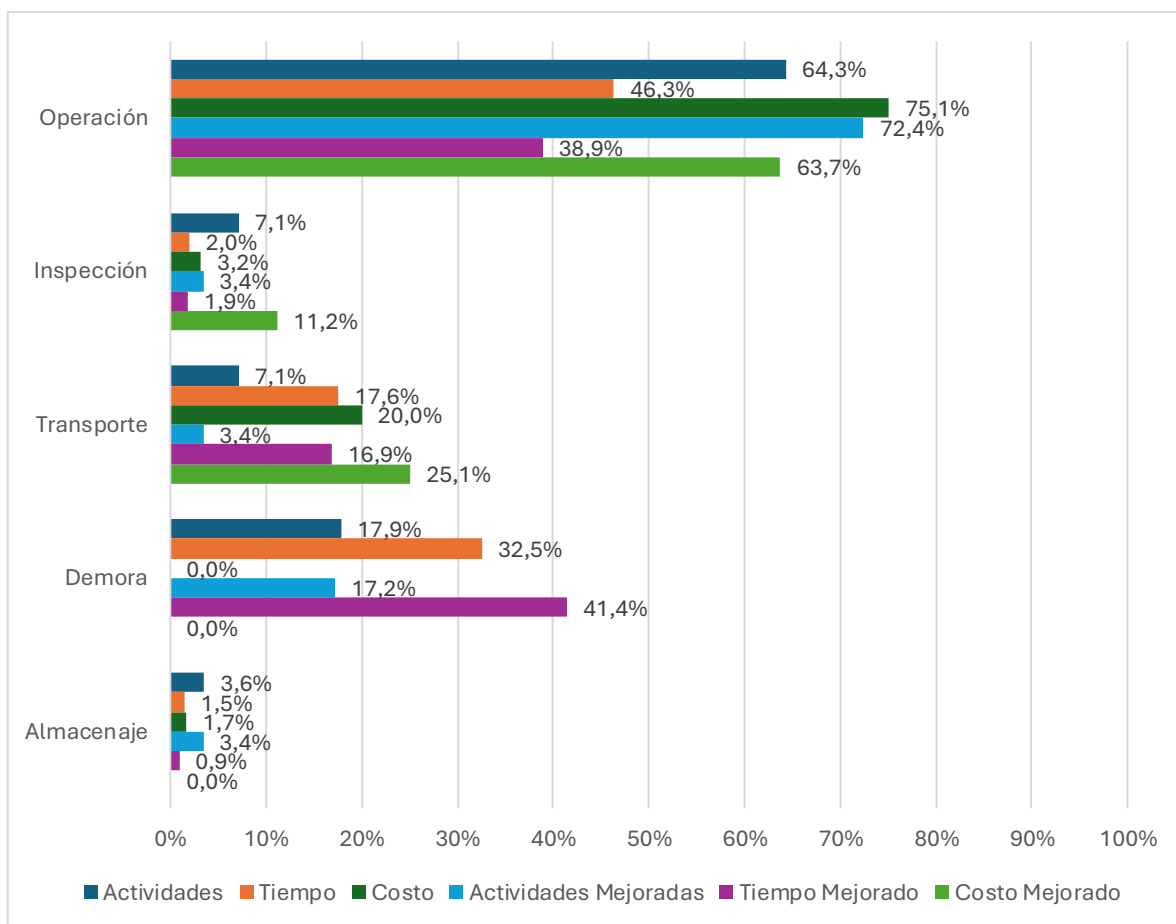


**Figura 13**

*Análisis comparativo de cursograma analítico del proceso de manejo de la información y documentación*

- Como se muestra a continuación, al comparar los resultados del análisis de valor agregado se puede evidenciar como la automatización del proceso documental altera la distribución de tiempos y costos, alivianando las actividades operativas del personal. Las actividades que generan valor agregado al cliente incrementan en 3 actividades, sin embargo, su tiempo de ejecución disminuye de 61% a 37% del total del proceso al igual que su costo, que disminuye del 91% al 62%. Por otro lado, las actividades que no agregan valor muestran una reducción discreta, debido a que los mayores tiempos de espera dependen de actividades manuales por parte del personal técnico que no pueden ser reemplazadas por automatización. Con la eliminación del proceso de documentación manual se logra suprimir los retrasos de envío de

documentación, ayudando a normalizar las actividades esenciales de área administrativa mejorando los ciclos de facturación y gestión de cobranzas.

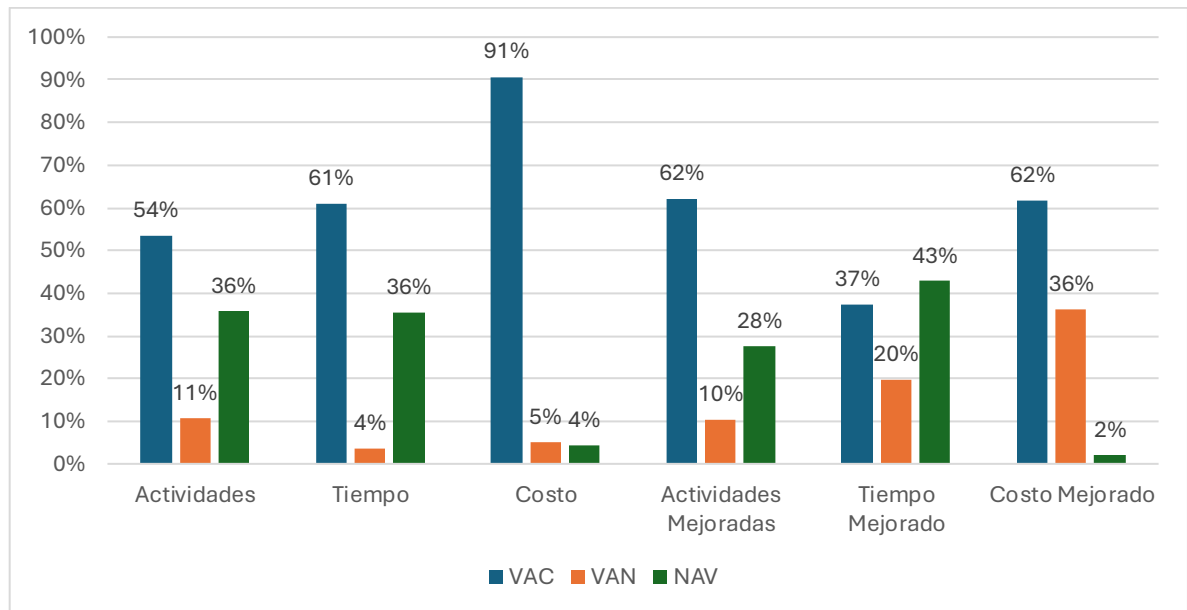


**Figura 14**

*Análisis comparativo de valor agregado del proceso de manejo de la información y documentación*

- El análisis de carga de trabajo demostró que la propuesta de automatización resuelve la optimización del proceso sin necesidad de incurrir en nuevas contrataciones fijas, en el proceso actual la carga de trabajo para el asistente administrativo mostraba la necesidad de contratar a una persona adicional para el puesto por la excesiva demanda de actividades manuales, sin embargo al incluir el software FSM se pudo equilibrar la carga de trabajo para una sola persona en el área, optimizando los costos operativos. Por otro lado, con la propuesta se logra reducir a la mitad la carga de trabajo del gerente de proyectos que con el modelo actual realiza actividades de soporte y validación documental que con la implementación del software ya no debe realizar.

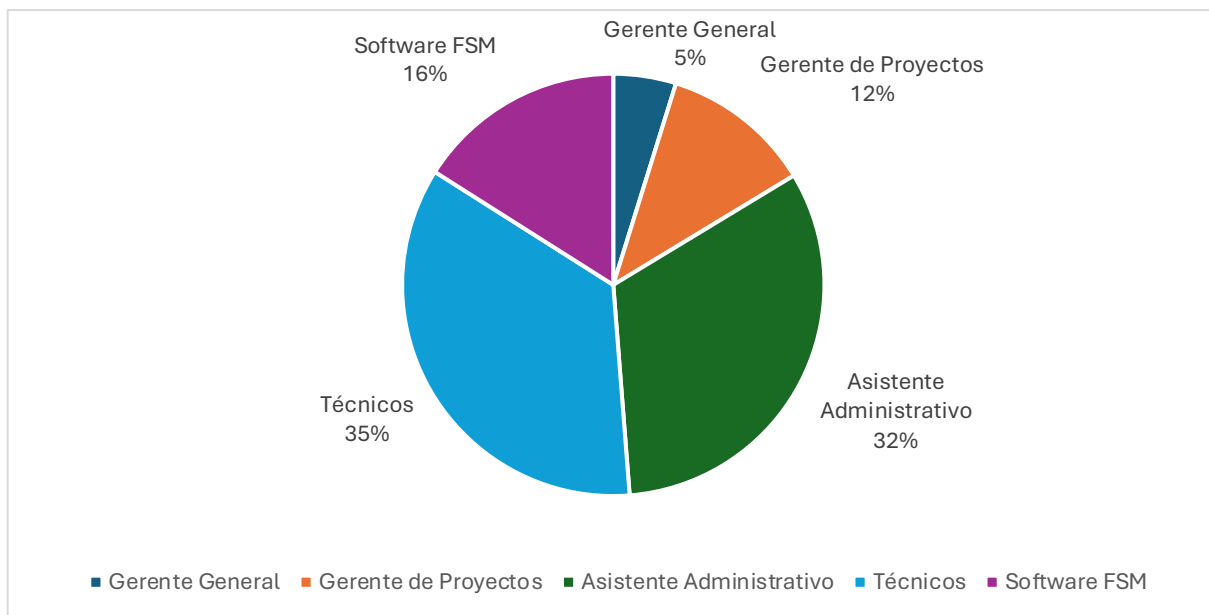


**Figura 15**

*Análisis comparativo de carga de trabajo del proceso de manejo de la información y documentación.*

### **3.3.1.2. Proceso optimizado de diagnóstico de los equipos en campo**

Este proceso base depende de la memoria y criterio de cada técnico encargado asignado a intervenir en el equipo con incidencias, lo que en ocasiones genera diagnósticos inexactos y más de una visita por la misma incidencia. Se propone optimizar el proceso con la transformación de esta actividad a través de un flujo guiado y controlado, con la combinación de la disponibilidad de información en sitio y un checklist bajo la metodología *Poka-Yoke* basado en la norma ASHRAE 180, tal como se muestra en el flujograma detallado en los anexos.

El rediseño del proceso de diagnóstico de equipos en campo tiene como objetivo principal eliminar el uso empírico de información como fuente principal para resolver los problemas reportados, ya que en el modelo actual el éxito del mantenimiento depende enteramente del conocimiento de técnico in situ, aumentando el riesgo de omitir fallas críticas o generar visitas técnicas adicionales por correctivos incompletos. La optimización del proceso configura el flujo de trabajo en un proceso estandarizado y asistido por la aplicación FSM.

El flujo inicia cuando el técnico asignado ingresa a las instalaciones del cliente y ejecuta la apertura de la aplicación en su dispositivo móvil, en el cual podrá observar el listado de los equipos de climatización a intervenir, en cada uno de estos activos la información necesaria se sincronizará con el objetivo de que el personal técnico disponga de la información necesaria en tiempo real para cumplir con el mantenimiento en la primera visita. Esta información incluye el acceso a manuales del fabricante, historial previo y listado del flujo de trabajo. Posteriormente se recolectan los datos y medición de variables críticas a través del personal, en esta etapa el sistema evalúa el listado a través de la metodología *Poka-Yoke*, en el cual habilita o deshabilita el cierre de la orden de trabajo de acuerdo con los campos requeridos y obligatorios incluidos en el listado. Este mecanismo asegura que cada intervención técnica cuente con un estándar de mantenimiento, reduciendo el error humano, la omisión de información y visitas adicionales. A continuación, se muestran las mejoras propuestas.

- El flujo de trabajo del proceso se reduce de 154,4 horas a 115,3 horas al mes, esto libera 39,2 horas en las cuales el personal técnico pueda realizar trabajos adicionales in situ. Adicionalmente el costo operativo se reduce de \$755,78 a \$510,84, generando un ahorro mensual por grupo técnico de \$244,94.
- El análisis de las mejoras demuestra una optimización operativa del personal técnico ya que se puede observar cómo la sustitución del criterio empírico frente a un flujo centralizado y guiado a través de la disponibilidad de información en la plataforma FSM y los criterios de inspección entregados bajo la norma ASHRAE 180. El proceso

de diagnóstico actual requiere de 33 actividades, mediante la implementación de las mejoras, el número de actividades disminuye drásticamente a 19, consolidando una reducción del 25,4% del tiempo y un ahorro mensual del 32,4%. Las reducciones más importantes se pueden observar en las inspecciones debido a que el personal con el flujo de trabajo actual debía realizar varias inspecciones sujetas a libre criterio técnico, con el modelo propuesto se busca unificar las inspecciones en una sola, ya que dotará al técnico de la información necesaria de cada activo y un listado del procedimiento adecuado a realizar. Así también se reducen la cantidad de transportes demostrando que la disponibilidad de información técnica e histórica in situ evita que el personal técnico deba retirarse de las instalaciones del cliente si resolver de manera adecuada el problema, finalmente se puede observar disminución en las demoras, esto debido a que el sistema FSM, esto permite eliminar tiempos de consultas y entrega de información.

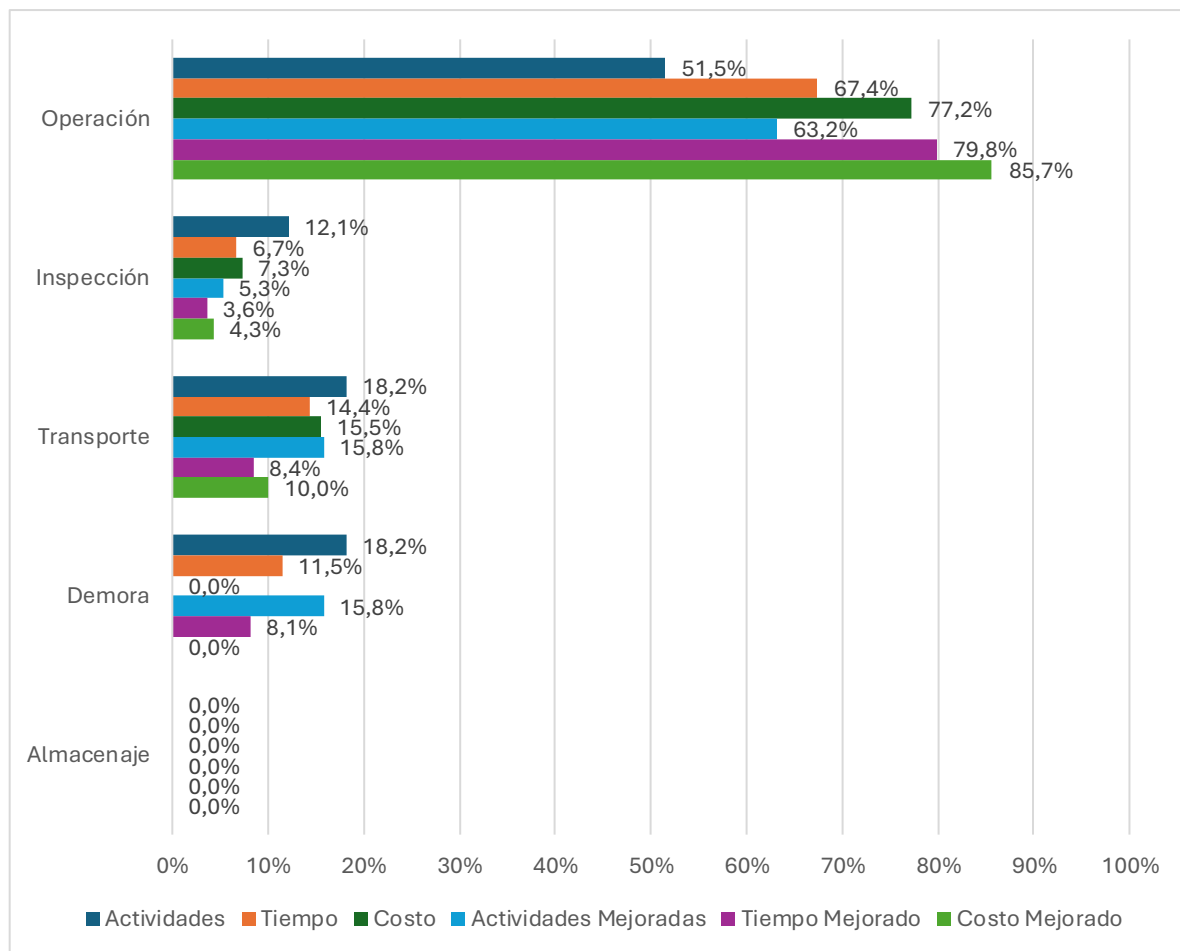


**Figura 16**

*Análisis comparativo de cursograma analítico del proceso de diagnóstico de equipos en campo.*

- Como se muestra en la siguiente figura, en el proceso actual las actividades que agregan valor al cliente se encuentran afectadas por la falta de información en el sitio de trabajo, aunque el tiempo empleado en encontrar observaciones y realizar las reparaciones de los equipos es necesario, el éxito del servicio depende de la memoria, experiencia y criterio del técnico asignado. En el modelo propuesto el proceso provee al técnico a través de la aplicación FSM, el acceso inmediato a los datos históricos de los daños del activo, correcciones realizadas anteriormente y manuales del fabricante, esta información en tiempo real optimiza las actividades que agregan valor con un servicio de mejor calidad. El valor percibido del cliente aumenta, no por las horas empleadas en la corrección del equipo, sino por la exactitud del diagnóstico.

- Las actividades que agregan valor al negocio también se ven transformadas, ya que, con el proceso actual, la empresa no dispone de elementos normativos y de control homologado. Con las mejoras en el proceso se introduce de forma obligatoria la ejecución y validación de los trabajos a través de un listado bajo los lineamientos de la norma ASHRAE 180. Estas actividades de control permiten bajar los tiempos en el proceso del 18% al 10% y una reducción en el costo del 20% al 12%.
- El mayor impacto en la mejora del proceso se da en las actividades que no agregan valor. En el diagnóstico se determinó existencia de ineficiencias, tiempos altos de espera y traslados no planificados que consumen el 24% del tiempo de las actividades a un costo del 13%. Con la implementación de la plataforma FSM y la estandarización de los trabajos a través de los listados, las actividades que no generan valor se reducen a sólo un 8% del tiempo de las actividades del proceso a costo 0.

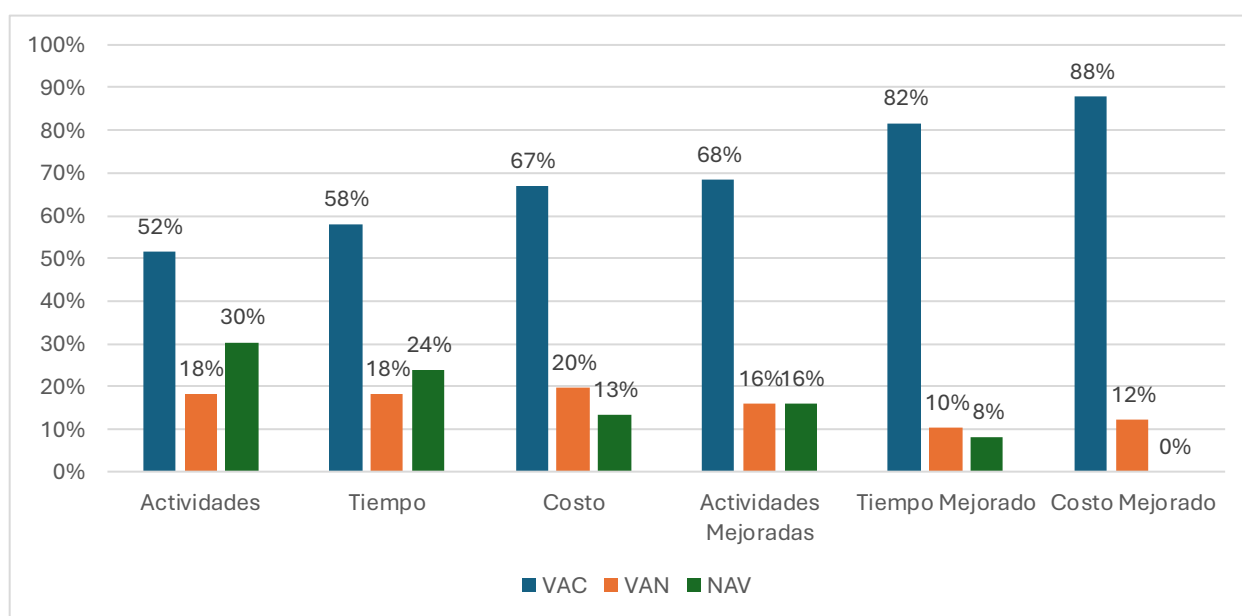
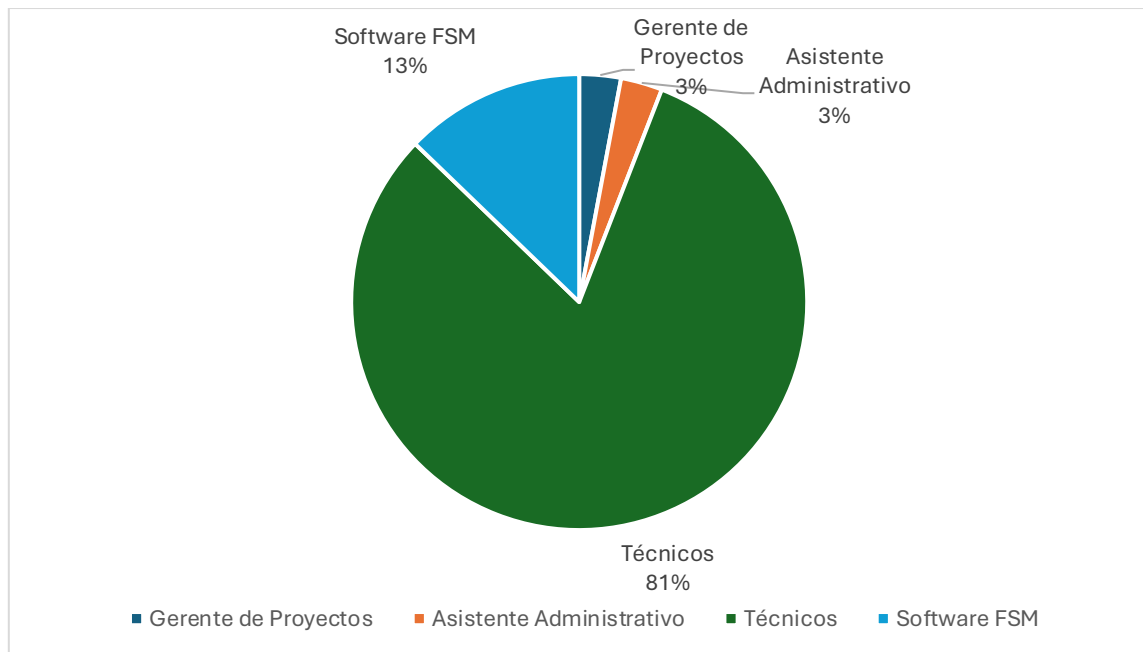


**Figura 17**

*Análisis comparativo de valor agregado del proceso de diagnóstico de equipos en campo.*

- Como se puede observar en la siguiente gráfica, el proceso se caracteriza por una alta concentración de actividades que dependen del esfuerzo del personal técnico,

llegando a representar el 95% de las actividades, con la introducción de la mejora en el proceso se puede observar que la carga de trabajo de los técnicos disminuye a 81% debido a la asistencia del software FSM y la guía de los listados, esto permite al personal usar el tiempo de trabajo en sitio de una manera más eficiente.



. **Figura 18**

*Análisis comparativo de carga de trabajo del proceso de diagnóstico de equipos en campo*

### 3.3.1.3. Proceso optimizado de logística y visitas técnicas

De acuerdo con el diagnóstico presentado anteriormente se pudo observar que existe un promedio de 18 visitas adicionales registradas, las cuales representan aumento de costos operativos en movilización, viáticos y tiempos muertos deteriorando los recursos financieros de la empresa Clima21. El rediseño del proceso optimiza la cadena logística mediante la anticipación de la siguiente manera:

- **Aprovisionamiento de material necesario antes de la visita al cliente:** Al eliminar el diagnóstico empírico, el técnico asignado y el área administrativa conocen la naturaleza probable de la falla antes de que el vehículo abandone las oficinas,

permitiendo preparar las herramientas y repuestos necesarios para la resolución del problema en la primera visita.

- **Optimización del cierre del problema en la primera visita:** Al llegar a las instalaciones el cliente, el personal técnico asignado dispondrá de los insumos correctos y la documentación necesaria soportada por la norma ASHRAE 180, esto aumenta notablemente la capacidad de resolver el problema en la primera visita, de esta manera el técnico ya no debe abandonar el sitio, detener el mantenimiento e incluso dejar el equipo inoperativo, mejorando la satisfacción del cliente.

El detalle de las actividades se encuentra en el flujograma adjunto en los anexos. Adicional se detalla a continuación, las mejoras encontradas en el análisis comparativo del proceso.

- Como se observa a continuación, el cursograma del proceso actual registra un total de 18 actividades que consumen un total de 558,5 horas, generando un costo operativo de \$1.884,44. Con la implementación de las mejoras en el proceso mencionadas anteriormente, las actividades se reducen drásticamente a solo 7, disminuyendo la cantidad de horas a 482,9 y los costos a \$1.187,60. Esta reducción se debe a que el 90% de las actividades se encontraban relacionadas con la planificación empírica. Al conocer de antemano el modelo exacto del equipo y todas sus características, se puede preparar un kit especializado de mantenimiento y repuestos necesarios, esto elimina la cadena de llamadas y disminuye la incertidumbre.

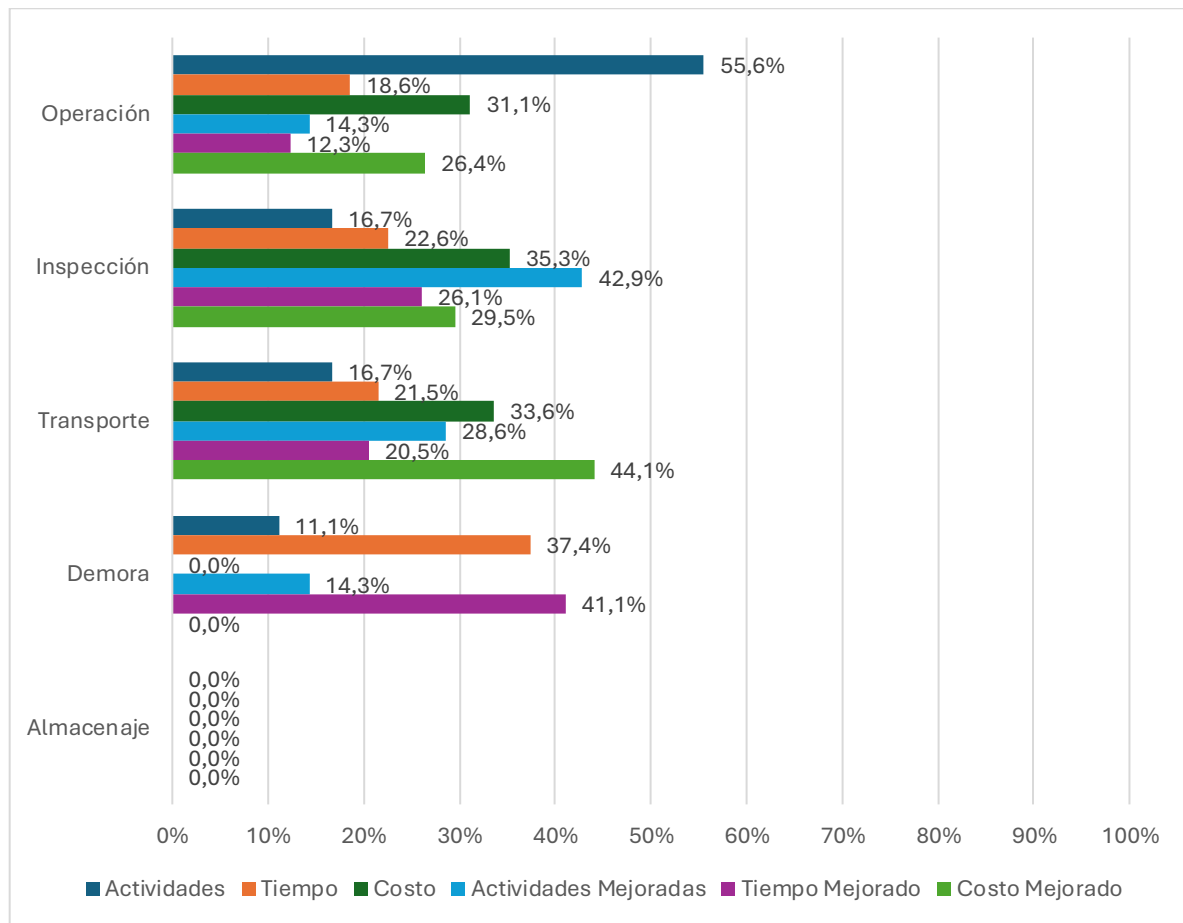


**Figura 19**

*Análisis comparativo del cursograma analítico del proceso de logística y visitas técnicas.*

- En el proceso actual las actividades que agregan valor al cliente se encuentran afectadas por las fallas de planificación previas al traslado in situ debido a la falta de documentación que respalde la preparación de los kits de mantenimiento. En el proceso mejorado al contar con la disponibilidad de información en tiempo real se puede bajar la cantidad de actividades de 10 a 1 sola, permitiendo al personal administrativo enfocarse en preparar los listados de herramientas y repuestos de una manera eficiente, evitando traslados innecesarios y demoras en los trabajos por visitas adicionales tal como se observa a continuación.

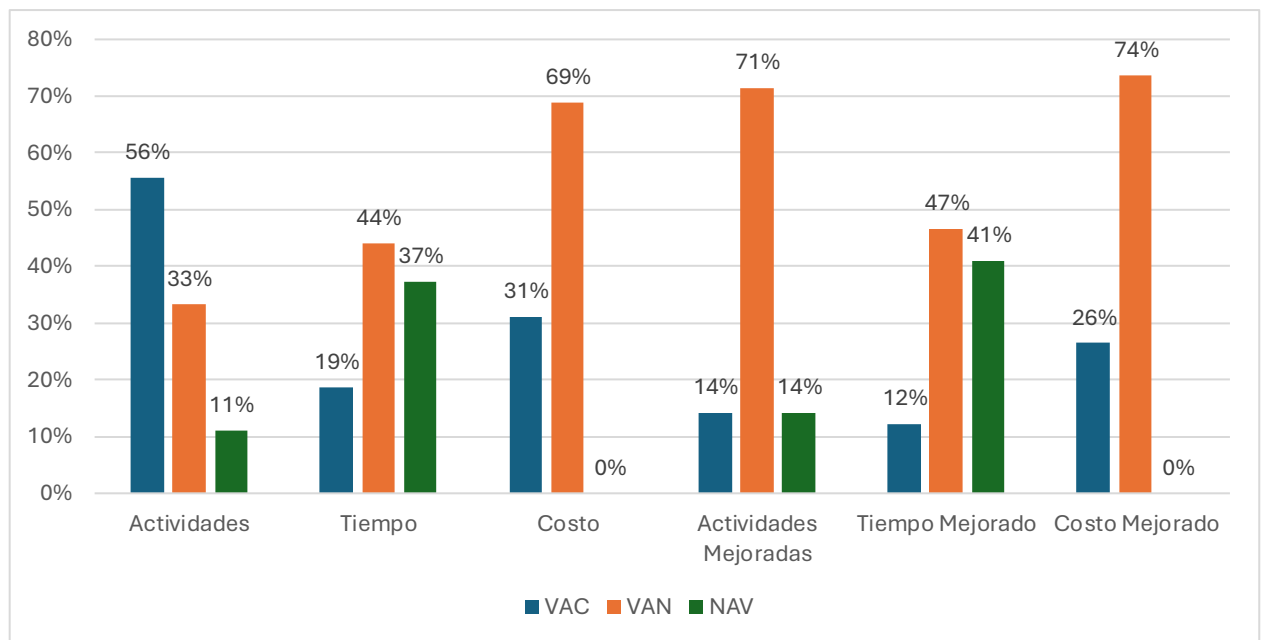


**Figura 20**

*Análisis comparativo de valor agregado del proceso de logística y visitas técnicas.*

- Finalmente se puede observar que las mejoras en el proceso logran optimizar el tiempo de trabajo destinando las actividades al personal operativo evitando la intervención de la gerencia en autorizaciones y coordinación de visitas adicionales. Por otro lado, con la implementación del software FSM se eliminan actividades innecesarias para el personal administrativo y los técnicos, como se puede observar en la figura a continuación, al mejorar el proceso con el software este realiza actividades de 1 persona, optimizando los tiempos del personal, los cuales podrán enfocarse en actividades relevantes.

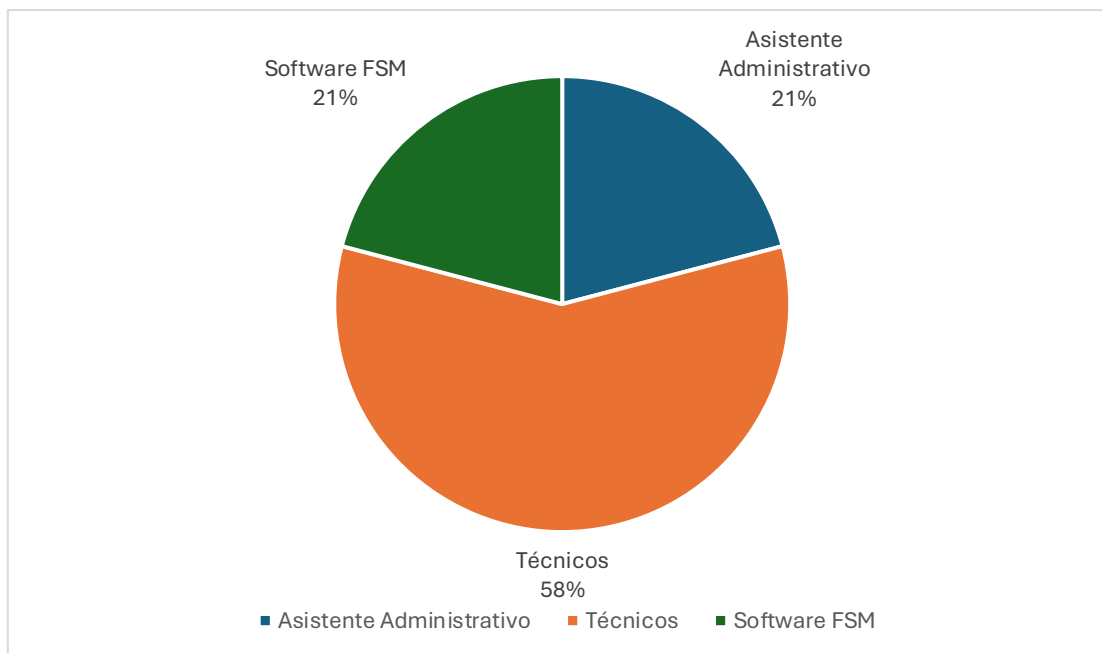


**Figura 21**

*Análisis comparativo de carga de trabajo del proceso de logística y visitas técnicas.*

El rediseño del proceso logístico y de visitas técnicas constituye una medida de mayor impacto dentro de la presente propuesta, ya que mitiga directamente las ineficiencias de transporte y visitas adicionales acumuladas. En el diagnóstico previo se pudo identificar que la falta de visibilidad del historial técnico y la falta de planificación provocaba que el personal técnico se trasladara al sitio del cliente de manera reactiva sin los repuestos ni herramientas necesarias para resolver el problema, generando una gran cantidad de visitas adicionales. El modelo optimizado elimina esta problemática al entregar a través del sistema FSM la información necesaria previo al traslado del personal, al conocer de antemano el modelo del equipo, el tipo de refrigerante que usa y el historial de fallas, el personal técnico puede preparar lo necesario para resolver el problema. Una vez en sitio, el técnico ejecuta el mantenimiento guiado por los parámetros normados por ASHRAE 180 asegurando una mayor probabilidad de la resolución del problema en la primera visita. Al consolidar la reparación en una sola jornada de trabajo, se proyecta alcanzar una meta del 92% en la tasa de resolución en la primera visita (*FTFR*), eliminando los costos adicionales utilizados para viáticos, combustible y hora-hombre. Este incremento en la eficiencia no sólo mejora la

satisfacción del cliente, también optimiza los costos permitiendo a la empresa mantener mayor liquidez necesaria para las operaciones de la empresa.

#### **3.3.1.4. Proceso optimizado de medición del indicador de calidad FTFR**

La medición del indicador *First Time Fix Rate (FTFR)* pasa de ser una métrica reactiva infrecuente, a convertirse en una métrica de gestión proactiva generada en tiempo real por el sistema, este proceso se optimizará de la siguiente manera:

- **Cierre del informe automatizado en sitio:** Una vez solucionada la falla del equipo de climatización, el personal técnico da por finalizada la orden de trabajo, mientras que el cliente valida la ejecución del trabajo, firmando de manera digital o aceptando el cierre de la orden de trabajo desde la app. De tal manera que la plataforma FSM guarda la orden, mediciones tomadas en sitio y las evidencias fotográficas, generando de manera automática un informe técnico que será enviado de manera inmediata al correo del cliente y al personal administrativo de Clima21.
- **Optimización de costos y control:** Este flujo automatizado elimina la problemática de más de 7 días de desfase en la entrega de la documentación física que ocurre en el proceso actual. Con los datos en tiempo real, el sistema puede calcular el indicador FTFR de la empresa. Adicional el área administrativa recibe de manera inmediata la aprobación del cliente evitando tiempos muertos en el envío de cotizaciones y facturación, mejorando de manera notable el ciclo de cobros y la tasa FTFR.

El detalle de las actividades se puede encontrar en el flujograma adjunto en los anexos.

El modelo optimizado elimina las actividades manuales que no agregan valor (*NAV*) y automatiza las tareas que agregan valor al negocio (*VAN*) mediante la integración con el sistema FSM. Este diseño se activa de manera inmediata apenas el técnico culmina la asistencia al mantenimiento y el cliente aprueba la finalización de la orden de trabajo, de forma automática el sistema recibe esta información y procesa la documentación digital,

eliminando cualquier necesidad de transcripción manual, de manera inmediata el sistema recalcula el indicador FTFR general. A la par, la plataforma genera el informe técnico de la orden de trabajo en formato PDF el cual es enviado mediante correo al cliente y personal administrativo y emite una notificación para proceder con la cotización y gestión de facturación. Al eliminar los tiempos de entrega de la documentación física y el control de los trabajos realizados, la empresa Clima21 acorta el ciclo de facturación, permitiendo una mejor gestión de cobranza, mayor satisfacción del cliente y mejores métricas para la toma de decisiones gerenciales.

El principal cambio en el rediseño del proceso de la medición de la tasa de resolución se centra en transformar un proceso administrativo reactivo a un modelo de gestión proactiva basada en la automatización de datos y la capacitación continua gracias a la disponibilidad inmediata de los indicadores, los cuales permiten a la gerencia tomar decisiones y controlar la calidad del servicio que la empresa da hacia sus clientes, ya que el indicador se traduce en una mayor o menor tasa de visitas.

Debido a la naturaleza estrictamente administrativa del proceso, se presenta un análisis integral que consolida los hallazgos del cursograma analítico, la evaluación de valor agregado y el impacto en la carga de trabajo.

- La evaluación cuantitativa muestra una alta tasa de optimización pasando de 10 actividades a 8, pero bajando los tiempos de 194,4 horas a apenas 21,9 horas y los costos de \$1.119,82 a apenas \$209,47, adicionalmente con las mejoras en el proceso se elimina la actividad de almacenamiento ya que toda la información será digital.

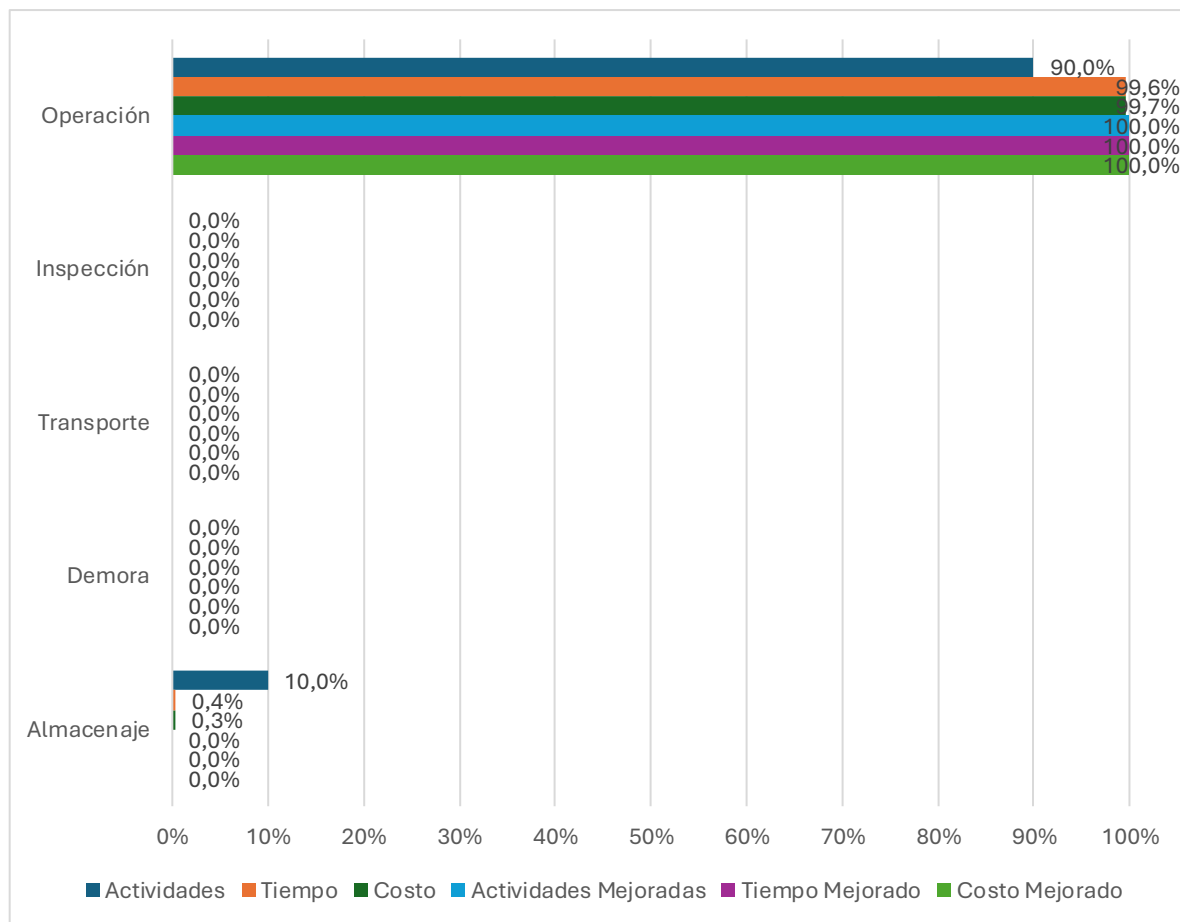


**Figura 22**

*Análisis comparativo de cursograma analítico del proceso de medición del indicador de calidad FTFR.*

- En el análisis de valor agregado se puede observar que la gran mayoría de actividades que agregan valor al cliente eran actividades manuales del asistente administrativo. Con el rediseño del proceso se simplifica a actividades automatizadas reduciendo de gran manera los costos de \$1.119,82 a \$209,47.

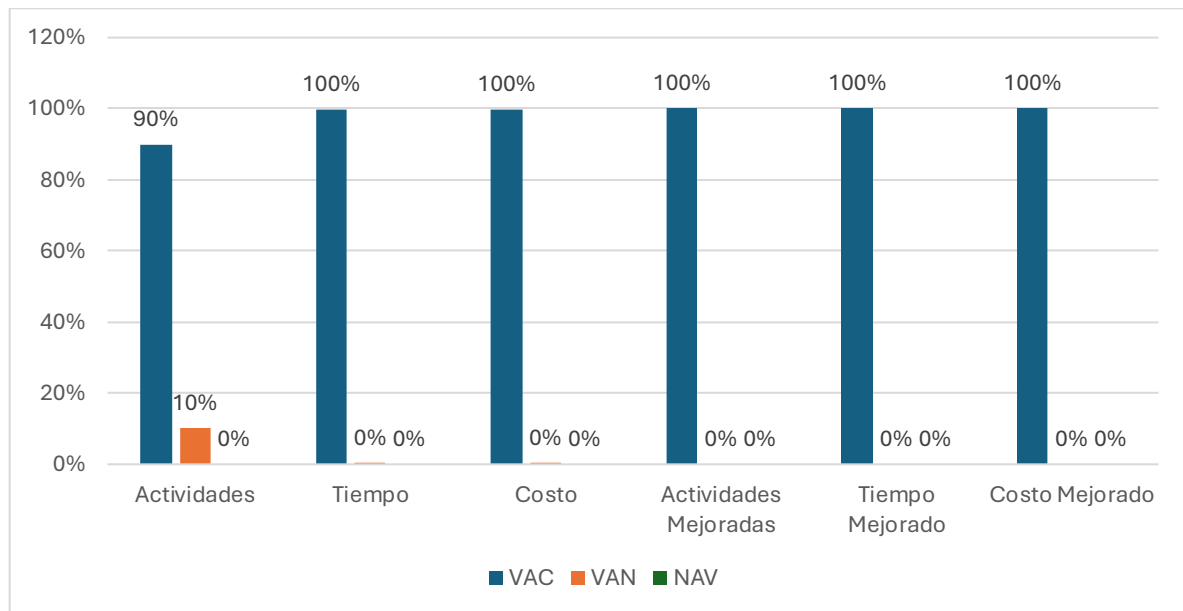


**Figura 23.**

*Análisis comparativo de valor agregado del proceso de medición del indicador de calidad FTFR.*

- La automatización corrige una falla importante de distribución del esfuerzo realizado por el personal administrativo, en el modelo actual el 76% de la carga de trabajo manual recaía sobre el asistente. Con la implementación del software FSM, el sistema absorbe un 10% de carga laboral dejando sólo el 60% al asistente, pero con una baja considerable de horas de trabajo, que pasan de 146,9 horas a 13,2 horas.

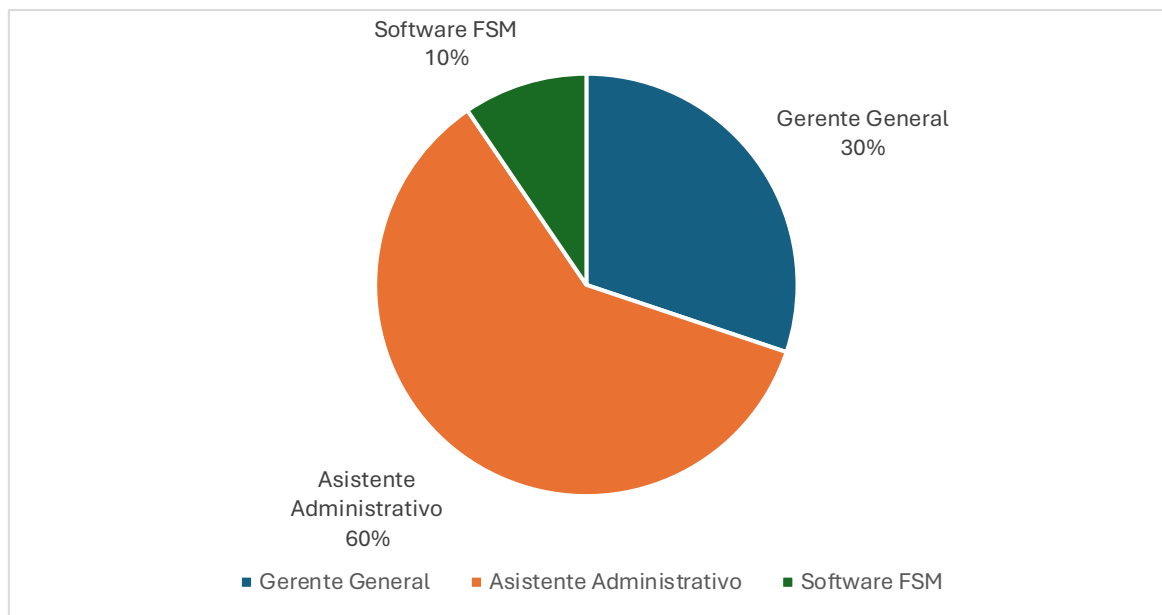


**Figura 24**

*Análisis comparativo de carga de trabajo del proceso de medición del indicador de calidad FTFR*

### **3.3.2. Propuesta de implementación y planificación bajo el ciclo PHVA**

Debido al alcance y diseño de la presente investigación, la aplicación de las fases operativas del ciclo PHVA se implementan en calidad de plan de puesta en marcha. Esto garantiza que, una vez finalizada la fase de diseño, la gerencia de Clima21 cuente con una hoja de ruta estructurada para guiar la ejecución y estandarización de las mejoras. A continuación, se detallas los pasos estratégicos planificados para las fases pendientes del ciclo.

#### **3.3.2.1. Cronograma de despliegue y capacitación**

Se establece una secuencia cronológica de dos procesos de manera simultánea para la implementación del nuevo modelo operativo. El primer proceso establece la parametrización de la plataforma FSM en las oficinas de Clima21 y en los dispositivos del personal técnico. El segundo proceso define un plan de capacitación obligatorio para el personal administrativo y técnico, el cual se enfocará en el uso de la interfaz y en la asimilación de las listas de control (*checklists*) basadas en las normas ASHRAE 180. El cronograma se encuentra adjunto en los anexos.

#### **3.3.2.2. Protocolo de auditoría y control de métricas**

Para viabilizar el flujo basándonos en hechos cuantitativos, se ha diseñado un protocolo que se ejecutará una vez que la plataforma FSM empiece a entregar información, de esta manera la gerencia podrá monitorear a través del panel de control la fluctuación de los indicadores. El enfoque principal será en medir la evolución de la tasa de resolución en la primera visita (*FTFR*) frente a la tasa base del 76,3%, evaluando la velocidad en la cual el indicador se desplaza a la meta proyectada del 92%. Adicional a esto este panel de control permitirá rastrear a detalle la cantidad de visitas adicionales y la cantidad de órdenes de trabajo aprobadas.

#### **3.3.2.3. Conclusión del plan y perspectivas de desarrollo**

La planificación del ciclo PHVA finaliza al vincular directamente la optimización operativa con la capacidad financiera de la empresa. Al acelerar el procesamiento de la documentación técnica y eliminar los retrasos en la entrega de informes, se asegura un flujo más ágil y de aporte para mejorar los ciclos de facturación. Finalmente, la proyección de esta propuesta contempla una hoja de ruta que permita a la empresa escalar el sistema con módulos adicionales que permita mayor integración de los procesos de Clima21.

A continuación, se detalla la tabla donde se resume las fases restantes del ciclo PHVA.

**Tabla 11***Fases del ciclo PHVA aplicado a la optimización de procesos para Clima21*

| <b>Fase PHVA</b> | <b>Paso de la Investigación</b>       | <b>Aplicación Clima21</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Metodologías y Herramientas</b>                                                                                                                  |
|------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hacer            | Poner en práctica las medidas remedio | Ejecutar la planificación para el despliegue del software FSM en oficina y aplicación móvil para el personal técnico. Configurar los listados de control basados en normas ASHRAE 180 parametrizados con metodología <i>Poka-Yoke</i> obligatorio e impartir capacitaciones técnicas y operativas al personal para garantizar una adecuada adopción al sistema. | Cronograma de implementación ( <i>Gantt</i> ), manuales de usuario del software, talleres de inducción y simulaciones de asistencia técnica guiada. |
| Verificar        | Revisar los resultados obtenidos      | Auditar el desempeño operativo durante todo el proceso de implementación a través de la data disponible en la plataforma. Medir incremento real de la tasa FTFR frente a la meta proyectada del 92%, así como la eliminación de visitas adicionales y el ciclo de facturación.                                                                                  | Procesos en Dashboard FSM, diagramas comparativos de valor agregado ( <i>As-Is</i> v <i>To-Be</i> ).                                                |
| Actuar           | Prevenir la recurrencia del problema  | Implementar uso mandatorio de la aplicación FSM y los checklist basados en normas ASHRAE 180. Implementar manual interno de                                                                                                                                                                                                                                     | Política de control de calidad.                                                                                                                     |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                  |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|            | operaciones, prohibiendo el uso de herramientas informales.                                                                                                                                                                                                 |                                                  |
| Conclusión | Consolidad la información obtenida para evaluar la viabilidad, establecer directrices de uso y mantenimiento del software a largo plazo, así como incluir hoja de ruta futura para módulos adicionales que permitan la integración de más áreas al sistema. | Informe técnico, plan estratégico de desarrollo. |

*Nota.* Adaptado de H. Gutiérrez (2014), Calidad y Productividad y estructurado para los flujos operativos de Clima21.

### 3.4. Análisis Costo-Beneficio proyectado de la propuesta

La viabilidad de la mejora de proceso diseñada para Clima21, no se limita sólo a la resolución de ineficiencias técnicas y operativas en campo y en oficina, también se requiere de una validación cuantitativa que demuestre la sostenibilidad económica de la propuesta. Debido a que el alcance metodológico de la presente investigación se limita a la fase de diseño y planeación, es importante dejar una evaluación económica. Esta propuesta busca optimizar los costos derivados de la mejora de procesos, los cuales pueden ser invertidos en la implementación del sistema FSM junto a sus respectivas capacitaciones.

#### 3.4.1. *Benchmark de mercado de soluciones FSM*

Para garantizar realismo en la propuesta, se realizó un levantamiento de información y un análisis comparativo de las principales soluciones *Field Service Management* (FSM) disponibles en el periodo 2026. La prospección se enfocó en soluciones bajo la modalidad software como servicio (SaaS por sus siglas en inglés). A continuación, en la siguiente tabla, se muestra la información recabada.

**Tabla 12***Análisis comparativo de soluciones FSM para las operaciones de Clima21*

| <b>Proveedor<br/>FSM</b> | <b>Enfoque</b>                                                                                                                  | <b>Característica<br/>Clave</b>                                                                    | <b>Modelo de<br/>Costo</b>       | <b>Aplicabilidad en<br/>Clima21</b>                                                                 |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jobber                   | Automatización administrativa e interfaz simple                                                                                 | Agendamiento en tiempo real, facturación, portal web para clientes                                 | \$69,00 por usuario / mes        | Alto. Se alinea de una manera óptima a las actividades de Clima21.                                  |
| C21 Suite                | Automatización, servicio de tickets, cotizaciones y carga de reportes y <i>dashboard</i> de control de equipos de climatización | Desarrollo propio, se puede parametrizar de acuerdo con las necesidades de la empresa y el cliente | \$45,00 por usuario / mes        | Alto. Se considera el servicio ideal ya que se puede parametrizar de acuerdo con las necesidades.   |
| FieldEdge                | Especialización en flujos técnicos y servicios de climatización                                                                 | Trazado de rutas GPS, listados de inspección digitales                                             | \$65,00 por usuario / mes        | Óptimo. Sistema parametrizado para los servicios que Clima21 provee, listas bajo normas ASHRAE 180. |
| Housecall Pro            | Gestión móvil para servicios B2B                                                                                                | Confirmaciones automáticas, alertas a clientes, control de contratos                               | \$79,00 por usuario / mes        | Medio. Ofrece entorno móvil robusto.                                                                |
| Salesforce Field Service | Automatización empresarial a gran escala asistida por IA                                                                        | Modelo predictivo, gestión masiva de cadenas de valor.                                             | Desde \$100,00 por usuario / mes | Bajo. Excede la capacidad financiera de inversión. La empresa es muy pequeña para                   |

---

contratar este tipo  
de servicio.

---

*Nota.* Precios y características recopilados de la oferta comercial de soluciones FSM de modalidad SaaS a 2026.

El análisis comparativo muestra que herramientas corporativas a gran escala deben ser descartadas, como Salesforce Field Service, ya que implica incurrir en gastos excesivos que agravan la situación financiera de la empresa. Por otro lado, se recomienda seleccionar la plataforma FSM C21 Suite ya que mantiene una tarifa equilibrada de \$45,00 por usuario por mes y puede ser parametrizada de acuerdo con las necesidades de Clima21 y el cliente.

#### ***3.4.2. Estimación de costos de la propuesta***

La implementación del modelo propuesto requiere financiamiento principalmente en dos componentes, el licenciamiento de la plataforma web y móvil para dos miembros del equipo administrativo y personal técnico que consta de un total de seis personas y el despliegue del programa de inducción técnica de la norma ASHRAE 180. A continuación, se detalla un presupuesto requerido para el proyecto.

**Tabla 13***Presupuesto estimado de inversión anual*

| <b>Componente</b>                        | <b>Descripción del rubro</b>                                             | <b>Frecuencia</b> | <b>Costo Unitario</b> | <b>Costo Anual Proyectado</b> |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Licenciamiento SaaS – FSM                | Suscripción para 8 usuarios                                              | Mensual           | \$ 45,00              | \$ 4.320,00                   |
| Programa de capacitación                 | Talleres de inducción a la normativa ASHRAE 180                          | Una sola vez      | \$ 450,00             | \$ 450,00                     |
| Parametrización inicial de las checklist | Configuración de los listados con metodología Poka-Yoke en la plataforma | Una sola vez      | \$ 400,00             | \$ 400,00                     |
| Mantenimiento de datos                   | Costo de mantenimiento de base de datos e internet para el personal      | Mensual           | \$ 100,00             | \$ 1.200,00                   |
| <b>Financiamiento anual requerido</b>    |                                                                          |                   |                       | <b>\$ 6.370,00</b>            |

**3.4.3. Cuantificación de los beneficios económicos**

Como se observó en la propuesta de mejora de procesos planteada, el diagnóstico previo cuantificó que la eliminación de las actividades que no generan valor, tales como el sobre procesamiento documental en la oficina, el transporte ineficiente y las visitas adicionales generan un costo acumulado de \$3.586,69 mensuales. Mediante la introducción del sistema FSM y la adopción de los estándares de la norma ASHRAE 180 permitirá a Clima21 alcanzar de manera progresiva una tasa de resolución en la primera visita (FTFR) del 92%. Con el objetivo de dar rigurosidad al análisis de la evaluación financiera, los datos se calculan a partir de las diferencias de costo obtenidas directamente de los cuadros de análisis de valor agregado de cada proceso, distribuyéndose de la siguiente manera:

- **Optimización del Flujo Informativo y Documental:** Representa el mayor impacto de la propuesta, mitigando las ineficiencias y cuellos de botella administrativo mediante la eliminación de la transcripción manual de reportes físicos.
- **Estandarización del Diagnostico Técnico en Campo:** Al reemplazar el análisis subjetivo del personal técnico por listas de control basados en la norma ASHRAE 180 y la asistencia de la aplicación FSM, disminuye el riesgo de errores operativos.
- **Optimización de la Cadena Logística y Visitas Técnicas:** El aprovisionamiento anticipado de herramientas y repuestos guiado por el historial digital del activo permite reducir las visitas adicionales de dieciocho a seis por mes.
- **Automatización del cálculo de Medición del Indicador FTFR:** La recopilación de firmas digitales de conformidad y la actualización en tiempo real del estado de los mantenimientos eliminan por completo el cálculo manual mensual de la tasa FTFR debido a que el software lo calcula de manera automática.

A continuación, se muestra una tabla analizando los beneficios económicos mencionados anteriormente:

**Tabla 14***Ahorro anualizado por optimización de procesos.*

| <b>Proceso Optimizado</b>                | <b>Costo Actual<br/>(As-Is)</b> | <b>Costo<br/>Propuesto<br/>(To-Be)</b> | <b>Ahorro<br/>Mensual<br/>(\$)</b> | <b>Ahorro<br/>Anual<br/>Proyectado<br/>(\$)</b> |
|------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Manejo de la Información y Documentación | \$ 4.238,93                     | \$ 2.504,37                            | \$ 1.734,56                        | \$ 20.814,72                                    |
| Diagnóstico de los Equipos               | \$ 755,78                       | \$ 510,84                              | \$ 244,94                          | \$ 2.939,28                                     |
| Logística y Visitas Técnicas             | \$ 1.884,44                     | \$ 1.187,60                            | \$ 696,84                          | \$ 8.362,08                                     |
| Medición del Indicador FTFR              | \$ 1.119,82                     | \$ 209,47                              | \$ 910,35                          | \$ 10.924,20                                    |
| <b>Beneficio Total Proyectado</b>        | <b>\$ 7.998,97</b>              | <b>\$ 4.412,28</b>                     | <b>\$ 3.586,69</b>                 | <b>\$ 43.040,28</b>                             |

*Nota.* Proyección calculada a partir de las matrices comparativas de costo (*As-Is* vs *To-Be*).**3.4.4. Evaluación del Indicador Beneficio – Costo**

Para determinar la aceptación financiera es importante analizar los flujos anualizados con la relación Beneficio-Costo. Esta métrica establece la cantidad de dinero recuperado por la empresa por el dinero invertido en la adopción del nuevo proceso.

$$\text{Relación Beneficio – Costo} = \frac{\text{Beneficio Total Anual (Ahorro Proyectado)}}{\text{Costo Total Anual (Inversión del primer año)}}$$

Esta evaluación da como resultado lo siguiente:

$$\text{Relación Beneficio – Costo} = \frac{\$ 43.040,28}{\$ 6.370,00} = 6,75$$

Los indicadores en la evaluación económica dan como resultado que la optimización operativa diseñada para la empresa Clima21 es altamente viable desde la perspectiva

empresarial, debido a que la relación Beneficio-Costo resultante se sitúa en 6.75. De acuerdo con la teoría de evaluación de proyectos desarrollada por Chain (2014), al ser el indicador mayor a la unidad ( $B-C > 1$ ), los beneficios proyectados superan los costos totales. Por lo tanto, bajo este criterio la propuesta es técnicamente aceptable.

## **Conclusiones y recomendaciones**

### **Conclusiones**

Clima21 es una empresa con más de 35 años de experiencia en el mercado de la climatización y energías renovables, operando en toda la Costa y Sierra del país. Durante estos años de trayectoria, la gestión operativa y administrativa de la empresa se ha venido gestionando de manera empírica, ayudada por la experiencia y conocimiento de su creador. Sin embargo, el crecimiento de la empresa trae consigo retos operativos. Al no contar con procesos documentados o diagramados, la empresa depende exclusivamente de reportes físicos y canales informales de comunicación, lo que limita su eficiencia operativa.

En el desarrollo de la presente investigación se pudieron identificar y analizar cuatro procesos operativos críticos, el manejo de la documentación e información, el diagnóstico de equipos en campo, la logística de las visitas técnicas y la medición del indicador FTFR (*First Time Fix Rate*). En todos estos procesos se identificaron cuellos de botella generados por la excesiva carga de documentación manual y retrasos en el flujo de la información. Las propuestas planteadas se orientan a corregir estas ineficiencias mediante la implementación de un software FSM (*Field Service Management*) y la estandarización técnica bajo las normas ASHRAE 180. Con estas propuestas se busca asegurar la calidad del servicio, mayor satisfacción del cliente y alcanzar de manera progresiva una tasa de resolución en la primera visita del 92%, logrando bajar considerablemente las visitas adicionales de dieciocho a seis.

En análisis de las mejoras se pudo demostrar que la automatización en el proceso documental y el uso de listas obligatorias con la metodología *Poka-Yoke* eliminan una gran cantidad de actividades manuales que no agregan valor. El mayor impacto se da en la optimización de tiempos del personal administrativo y técnico. En el proceso actual se pudo identificar que la carga de trabajo del asistente administrativo supera la capacidad física del puesto. Con la inclusión del software FSM, el tiempo del proceso documental se reduce drásticamente, permitiendo al asistente realizar labores enfocadas más al crecimiento empresarial y el mejoramiento de los ciclos de facturación y cobranza.

Finalmente se puede concluir que la propuesta de mejora de los procesos es altamente viable desde la perspectiva financiera para Clima21. La implementación del proyecto requiere un financiamiento que se ha demostrado, puede ser cubierta con el ahorro obtenido de eliminar las ineficiencias y actividades manuales que no generan valor, convirtiendo al proyecto en una propuesta rentable para la empresa.

## **Recomendaciones**

- Se recomienda a la gerencia de Clima21 proceder con la compra e implementación de la plataforma FSM analizada, debido a que sus costos son accesibles y sus funciones se adaptan a las necesidades operativas de la empresa.
- Posterior a la instalación del software en oficina y aplicaciones móviles, se sugiere crear un plan de mantenimiento de datos con el objetivo de asegurar el correcto funcionamiento del sistema y proteger la información de los clientes.
- Realizar pruebas piloto con un grupo técnico reducido con el objetivo de evaluar el funcionamiento de las listas de control digitales.
- Llevar un control constante de los repuestos y herramientas en la plataforma para mantener un orden y control de la bodega, esto permitirá una mejor coordinación de las compras con los proveedores.
- Programar capacitaciones periódicas para el personal administrativo y técnico enfocadas en el uso de la interfaz del sistema FSM, con el objetivo de familiarizar el manejo de herramientas digitales y eliminar la resistencia al cambio tecnológico.
- Revisar semanalmente la evolución del indicador FTFR a través del panel de control de la plataforma con el fin de evaluar el progreso y crecimiento de los resultados hacia el objetivo del 92%.

- Asignar un responsable dentro del área administrativa para supervisar el almacenamiento y orden de la documentación técnica que se subirá a la plataforma, de esta manera se evita el desorden en la documentación y respaldos.
- Establecer revisiones anuales y respaldos mensuales de la información disponible en el sistema FSM, con el objetivo de resguardar la información del cliente y optimizar el espacio en la nube del sistema.

# REFERENCIAS

- ANSI/ASHRAE/ACCA Standard 180. (2018). *Standard Practice for Inspection and Maintenance of Commercial Building HVAC Systems*.  
<https://www.ashrae.org/technical-resources/standards-and-guidelines/read-only-versions-of-ashrae-standards>
- Arnoletto. (2009). *Hacia nuevos enfoques en la gestión organizacional de la administración pública*. <https://www.eumed.net/libros-gratis/2009b/550/index.htm>
- CNEL EP. *Rendición de cuentas 2025*. <https://www.cnelep.gob.ec/rendicion-de-cuentas/rendicion-de-cuentas-2025/>
- Eworkorders. (2026). *Reliable Commercial HVAC Maintenance for Long-Lasting Systems*.  
<https://eworkorders.com/cmms-industry-articles-eworkorders/commercial-hvac-maintenance-tips-checklist/>
- Gartner. (2023). *Market Guide for Field Service Management*. Gartner Research. Citado en Midathana, S. (2025). *Maximizing field service efficiency with salesforce field service: A comprehensive analysis*. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*.  
[https://wjaets.com/sites/default/files/fulltext\\_pdf/WJAETS-2025-0314.pdf](https://wjaets.com/sites/default/files/fulltext_pdf/WJAETS-2025-0314.pdf)
- Gupton Jr, W. (2001). *HVAC controls: Operation and maintenance*. CRC Press.  
<https://books.google.com.ec/books?id=JXSQayTr9VoC&lpg=PA1&ots=R16J8qTsa-&dq=hvac%20maintenance&lr&hl=es&pg=PA1#v=onepage&q=hvac%20maintenance&f=false>
- Gutierrez Pulido. (2014). *Calidad y Productividad*  
[https://fliphtml5.com/pjfiu/uhht/Calidad\\_Total\\_y\\_Productividad\\_-\\_Gutierrez\\_-\\_4ed%281%29/](https://fliphtml5.com/pjfiu/uhht/Calidad_Total_y_Productividad_-_Gutierrez_-_4ed%281%29/)
- James Harrington. (1997). *Mejoramiento de los procesos de la empresa*.  
<https://es.scribd.com/document/604187167/LIBRO-HARRINGTON-Mejoramiento-de-Los-Procesos-de-La-Empresa-PARTE-1-4>
- José Ángel Maldonado. (2012). *Gestión de Procesos*.  
<https://elibro.puce.elogim.com/es/ereader/puce/51718?page=2>

- Juan Bravo Carrasco. (2011). *Gestión de procesos*.  
[https://www.academia.edu/download/34966411/Resumen\\_libro\\_Gestion\\_de\\_procesos\\_JBC\\_2011.pdf](https://www.academia.edu/download/34966411/Resumen_libro_Gestion_de_procesos_JBC_2011.pdf)
- Kynection. (2025). *9 Best Field Service Management Software for 2025*.  
<https://www.kynection.com.au/9-best-field-service-management-software-for-2025/>
- Lennox. (2026). *Repair or Replace Your HVAC System? Use These Six Questions to Decide*. <https://www.lennox.com/residential/lennox-life/tips-maintenance/repair-or-replace-your-air-conditioner-use-these-six-questions-to-decide>
- Mongrov. (2026). *What is field service management (FSM)*.  
<https://mongrov.com/what-is-field-service-management>
- Oswaldo Ortega. (2017). *Mejoramiento continuo de procesos*.  
<https://elibro.puce.elogim.com/es/ereader/puce/70312>
- Pwc. (2020). *Leveraging the latest trends in field service management*  
<https://www.pwc.de/de/im-fokus/customercentrictransformation/leaveraging-the-latest-trends-in-field-service-management.pdf>
- Sapag Chain, N., Sapag Chain, R., & Sapag Puelma, J. M. (2014). *Preparación y evaluación de proyectos*. <https://es.scribd.com/document/682942849/Preparacio-n-y-Evaluacio-n-de-Proyectos-6ta-Edicio-n-Nassir-Sapag-Chain>
- ServiceChannel. (2025). *A Comprehensive Guide to Commercial HVAC Preventive Maintenance*. <https://servicechannel.com/blog/guide-to-hvac-preventive-maintenance/>
- Stoner. (1994). *Administración*.  
[https://www.academia.edu/8385894/Administraci%C3%B3n\\_6ta\\_Edici%C3%B3n\\_J\\_A\\_F\\_Stoner\\_R\\_E\\_Freeman\\_and\\_D\\_R\\_Gilbert\\_Jr](https://www.academia.edu/8385894/Administraci%C3%B3n_6ta_Edici%C3%B3n_J_A_F_Stoner_R_E_Freeman_and_D_R_Gilbert_Jr)
- Temburu Malli. (2025). *Workforce Management Tools and Field Service Optimization: A Case Study in Customization, Scheduling, and Contextual Adaptation*.  
<https://www.ijrti.org/papers/IJRTI2506222.pdf>
- Thompson Arthur. (1994). *Dirección y Administración Estratégicas*.  
<https://es.scribd.com/document/792103061/Direccion-Y-Administracion-Estrategicas-THOMPSON-Arthur-a#page=1>

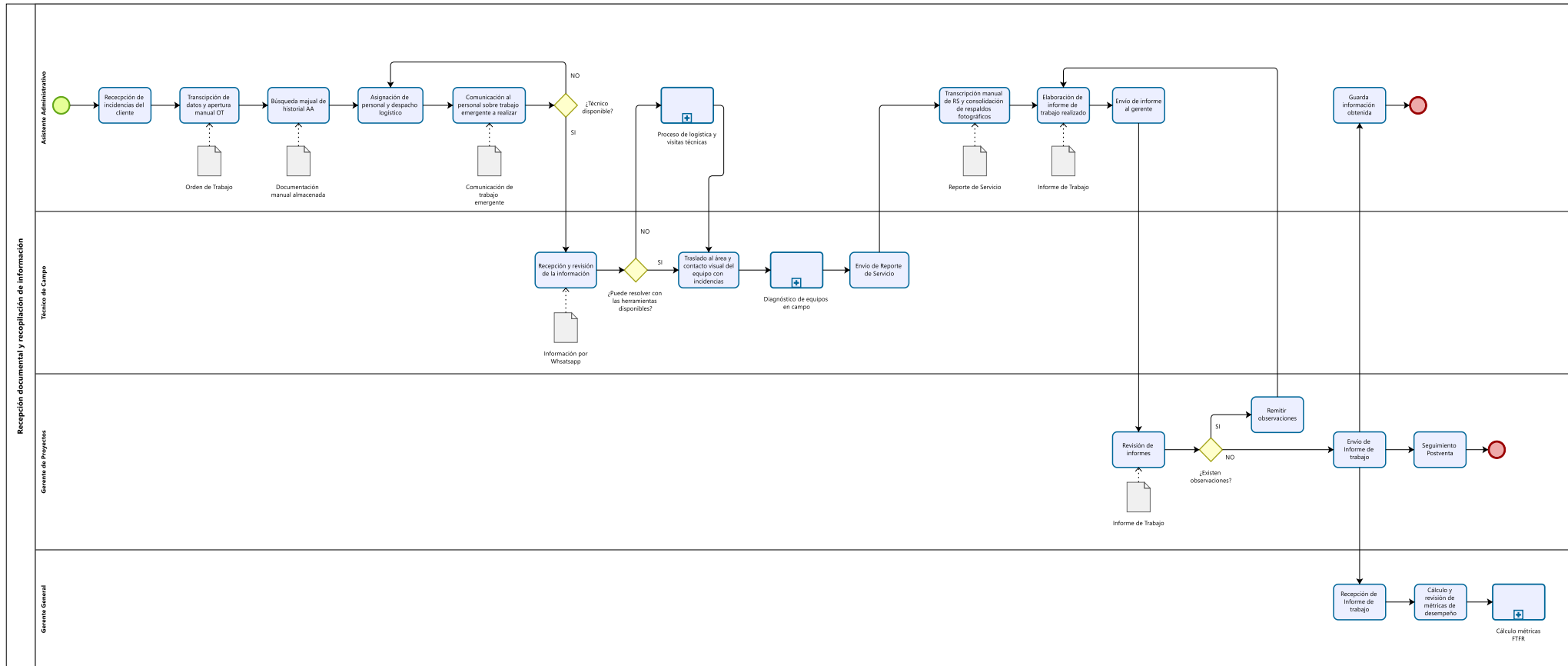
- Universidad de California. (2022). *How to Reduce Energy Costs in Existing Homes – Priorities*. <https://energyresearch.ucf.edu/consumer/buildings/priorities/>
- U.S. Energy Information Administration. (2020). *Use of energy explained*. <https://www.eia.gov/energyexplained/use-of-energy/homes.php>
- Voessing y Kunze. (2016). *Field Service Technician Management 4.0*. [https://www.researchgate.net/publication/318636372\\_Field\\_Service\\_Technician\\_Management\\_40](https://www.researchgate.net/publication/318636372_Field_Service_Technician_Management_40)
- Zambrano, D. F. B., & Zambrano, H. Y. L. (2024). *Gestión operativa para el cumplimiento de objetivos comerciales en empresas ecuatorianas de consumo masivo*. Uniandes Episteme. Revista digital de Ciencia, Tecnología e Innovación, 11(2), 285-304.
- Zwetsloot, Inez M, Buitenhuis, Marly, Lameijer, Bart A, Does, Ronald J. M. M. (2015). *Quality Quandaries: Increasing the First Time Fix Rate in a Customer Contact Center*. <https://research.ebsco.com/c/26kgwn/search/details/ivrkvqkjkb?q=first%20time%20fix%20rate>

# **ANEXOS**

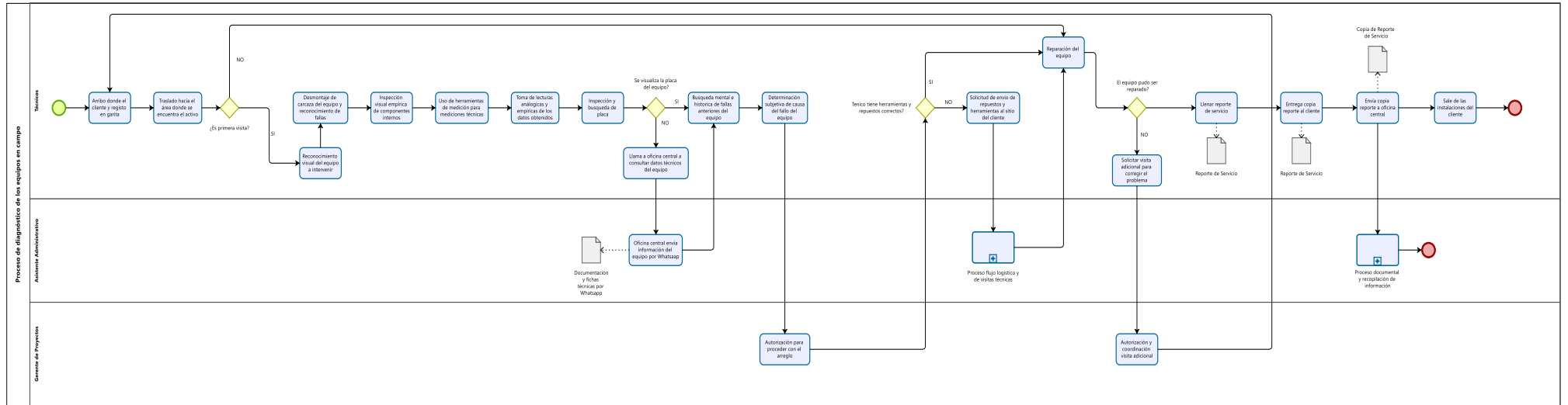
## **ANEXO 1**

### **Diagramas de flujo de los procesos actuales**

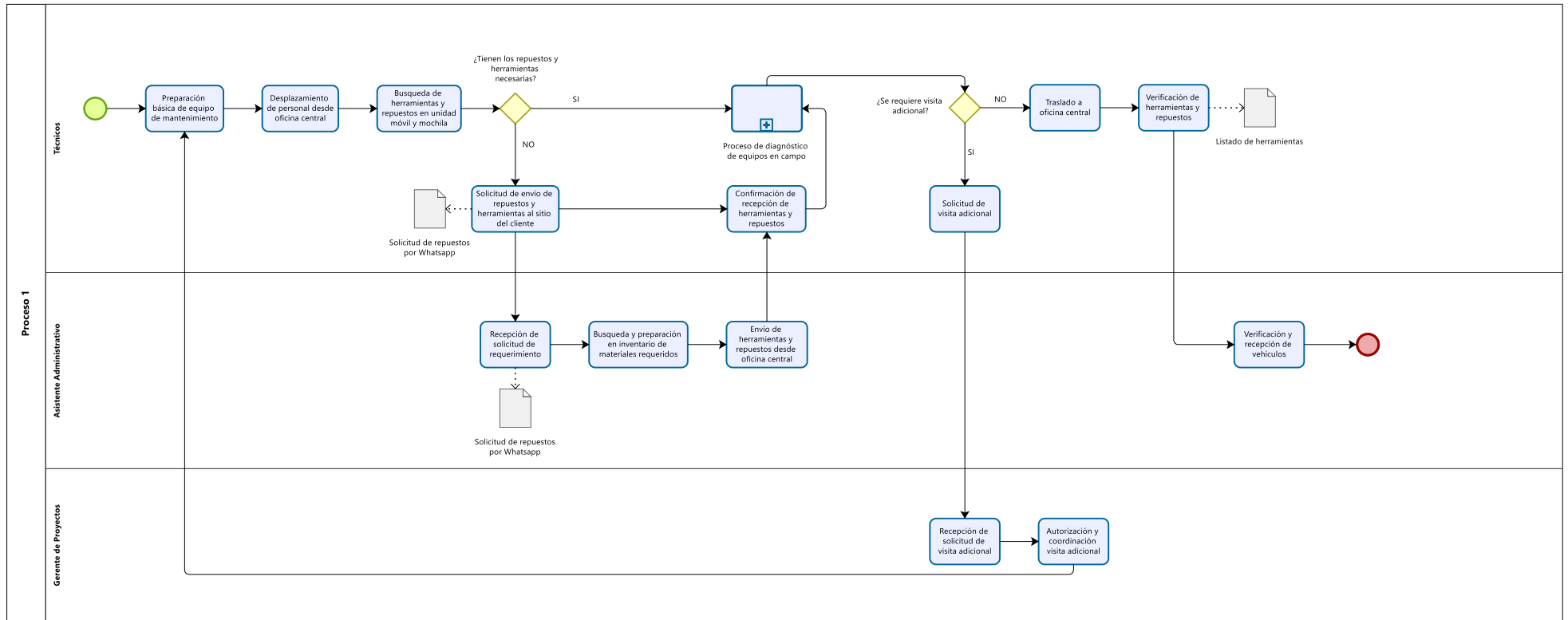
## Anexo 1. Recepción Documental y recopilación de información



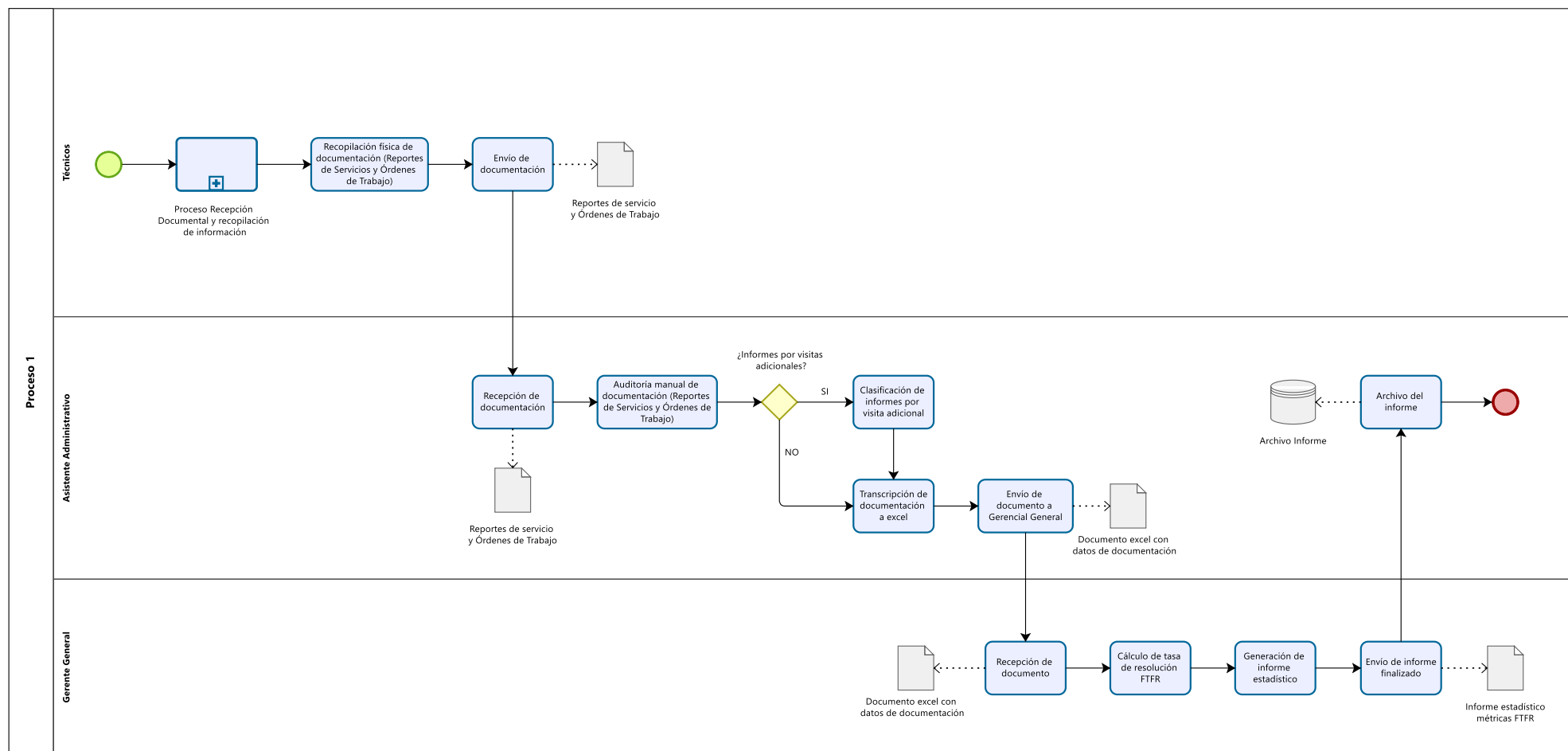
## Anexo 1. Diagnóstico de equipos en campo



## Anexo 1. Flujo logístico y de visitas técnicas



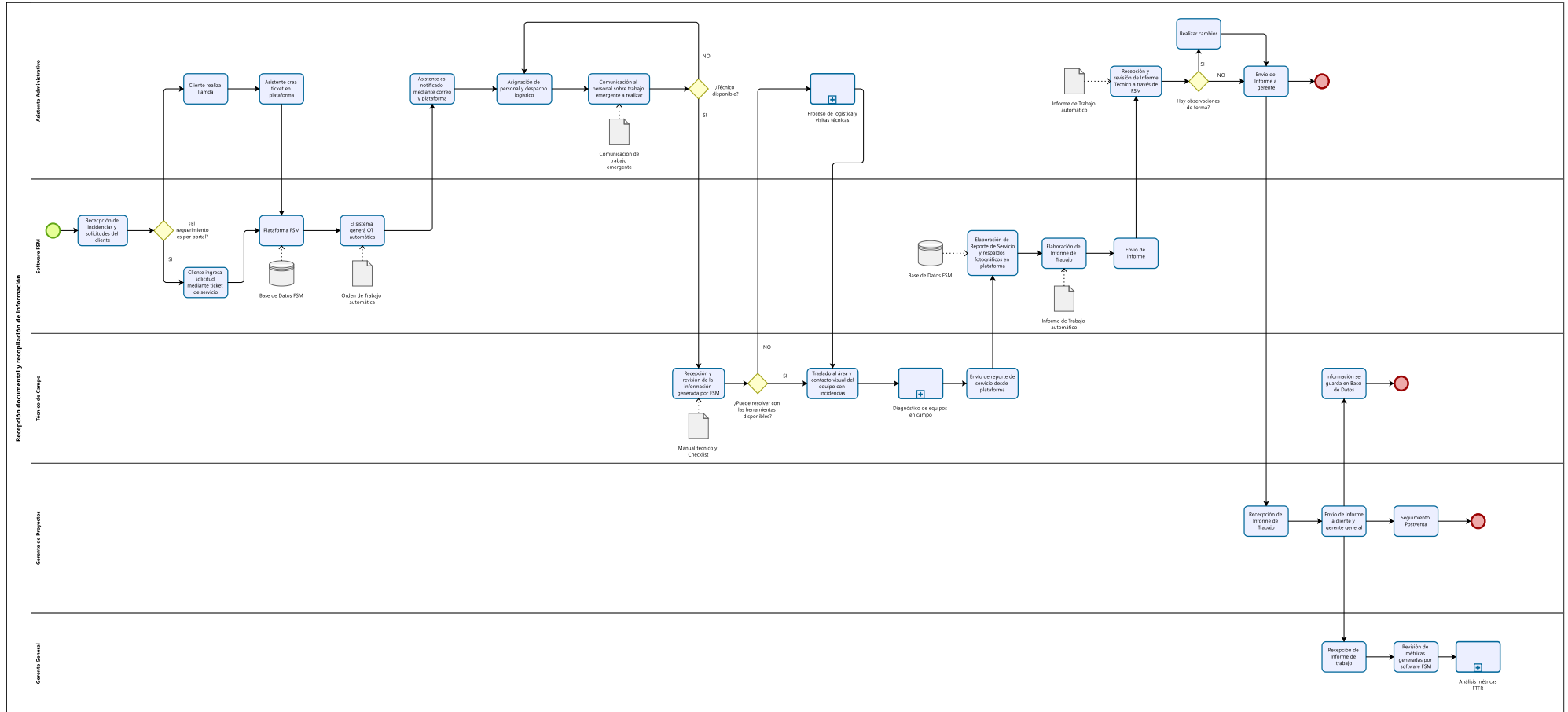
## Anexo 1. Medición del indicador FTFR



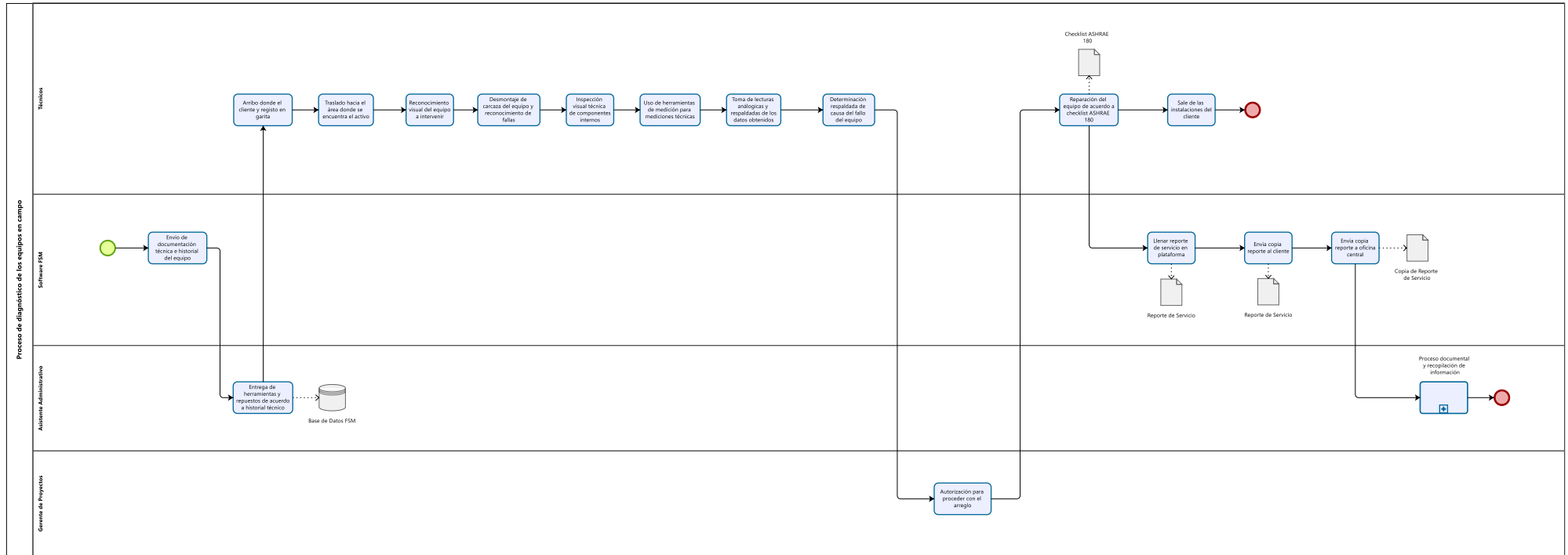
## **ANEXO 2**

### **Diagramas de flujo de los procesos mejorados**

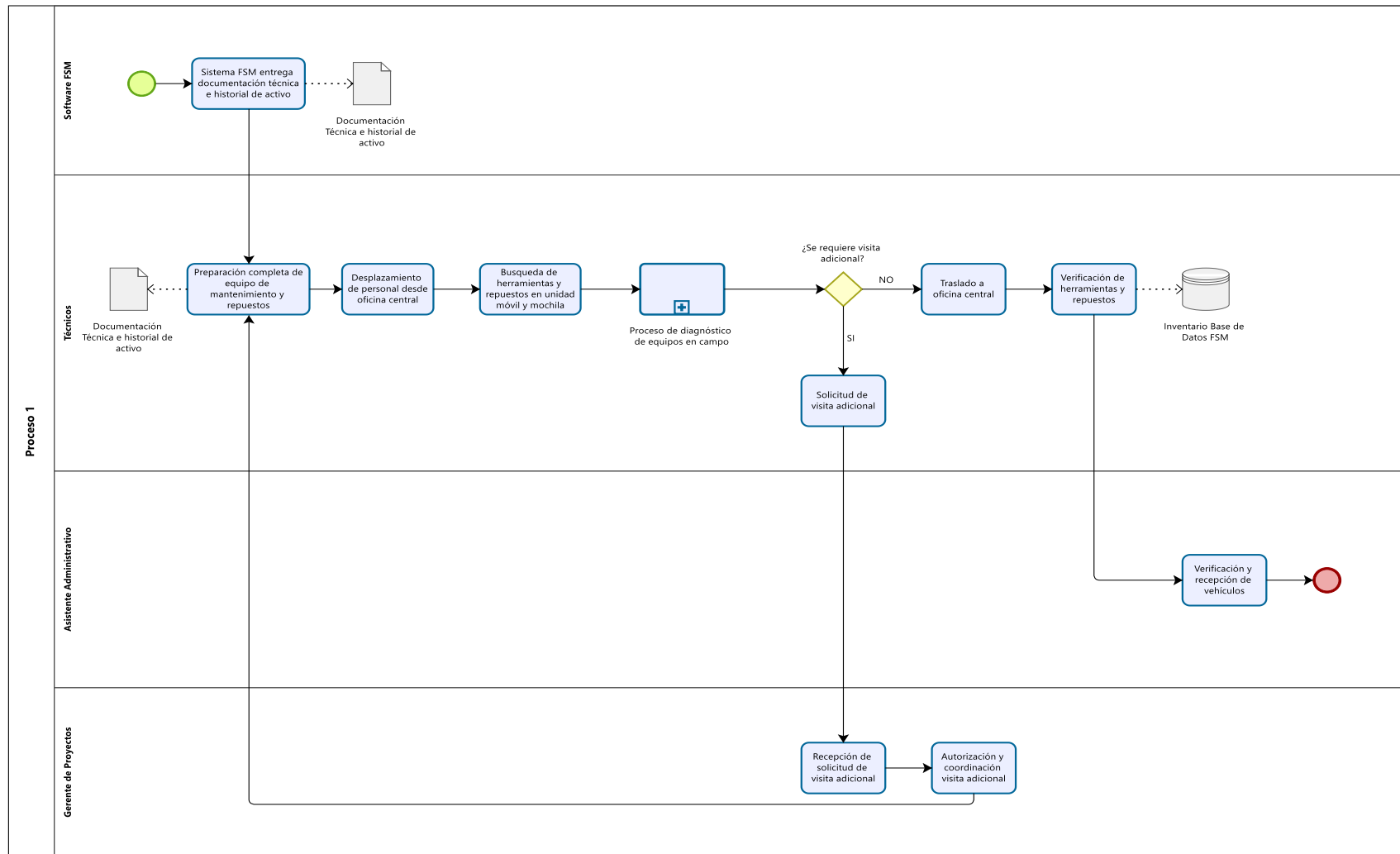
## Anexo 2. Recepción Documental y recopilación de información mejorado



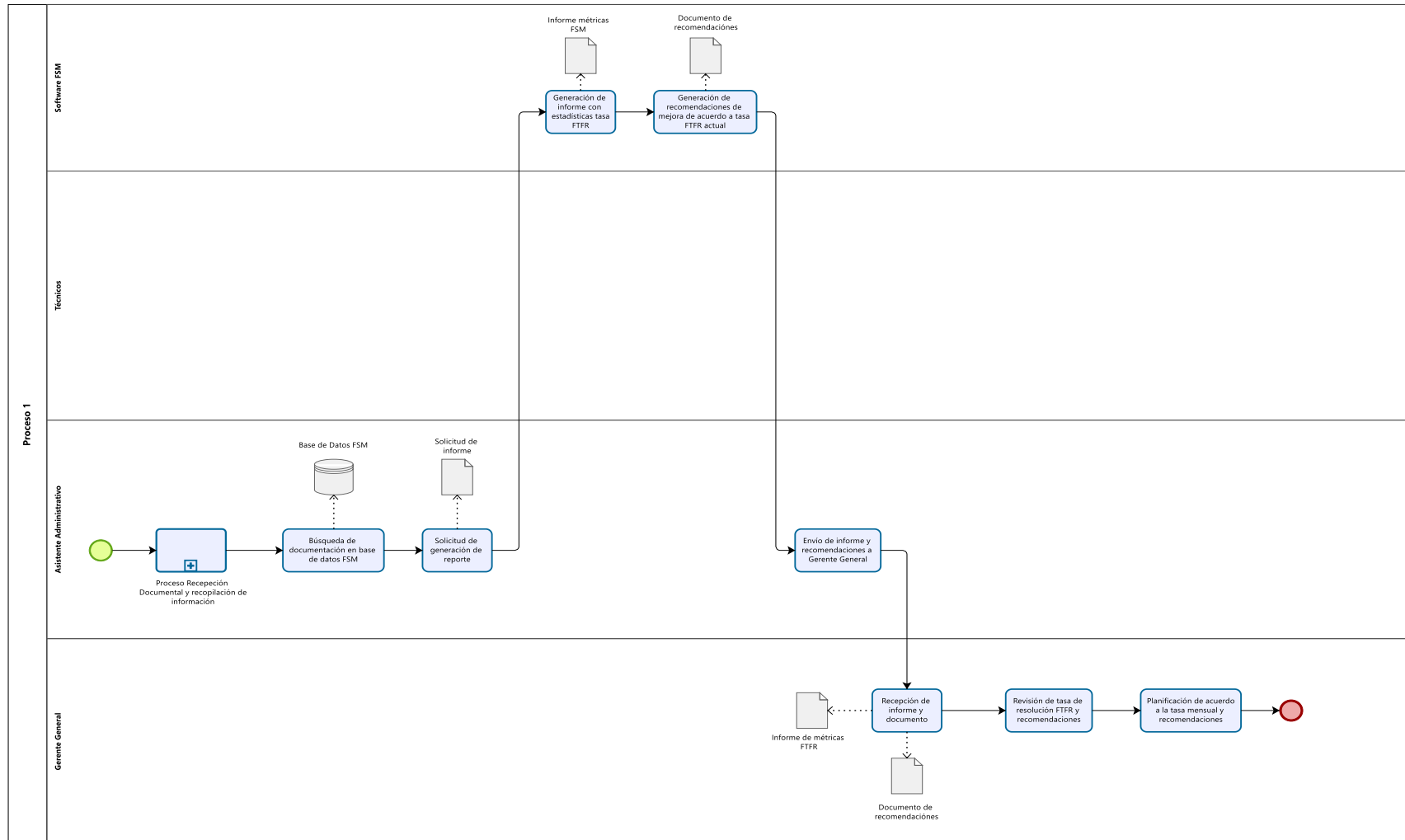
## Anexo 2. Diagnóstico de equipos en campo mejorado



## Anexo 2. Flujo logístico y de visitas técnicas mejorado



## Anexo 2. Medición del indicador FTFR mejorado



## **ANEXO 3**

### **Tablas de actividades de procesos actuales**

## 1. Proceso Recepción Documental y recopilación de información actual

| No. | Actividad                                                                                              | Responsable              | Frecuencia | Escala Fre. | Volumen | Escala Vol.     | Duración | Escala Dur. | FTE        | % Carga | Carga         | Costo     | O | □ | ð | D | s | Tipo |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|---------|-----------------|----------|-------------|------------|---------|---------------|-----------|---|---|---|---|---|------|
| 1   | Recepción de incidencias y solicitudes del cliente vía llamada telefónica o mensaje de WhatsApp        | Asistente Administrativo | cada 1     | días        | 4       | solicitudes     | 15       | minutos     | 0,00208333 | 12,50%  | 19,8 hrs/mes  | \$ 104,63 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 2   | Transcripción de datos y apertura manual de la Orden de Trabajo física                                 | Asistente Administrativo | cada 1     | días        | 4       | transcripciones | 30       | minutos     | 0,00208333 | 25,00%  | 39,7 hrs/mes  | \$ 209,27 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 3   | Búsqueda histórica de la memoria técnica del activo de aire acondicionado                              | Asistente Administrativo | cada 1     | días        | 4       | búsquedas       | 15       | minutos     | 0,00208333 | 12,50%  | 19,8 hrs/mes  | \$ 104,63 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 4   | Asignación de personal y despacho logístico mediante la aplicación informal WhatsApp                   | Asistente Administrativo | cada 1     | días        | 6       | asignaciones    | 10       | minutos     | 0,00208333 | 12,50%  | 19,8 hrs/mes  | \$ 104,63 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 5   | Comunicación al personal sobre trabajo emergente a realizar vía WhatsApp                               | Asistente Administrativo | cada 1     | días        | 6       | comunicaciones  | 5        | minutos     | 0,00208333 | 6,25%   | 9,9 hrs/mes   | \$ 52,32  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 6   | Proceso de espera respuesta hasta disponibilidad del técnico                                           |                          | cada 1     | días        | 6       | solicitudes     | 15       | minutos     | 0,00208333 | 18,75%  | 29,8 hrs/mes  |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 7   | Asignación de personal y despacho logístico mediante la aplicación informal WhatsApp (reproceso)       | Asistente Administrativo | cada 1     | días        | 2       | asignaciones    | 10       | minutos     | 0,00208333 | 4,17%   | 6,6 hrs/mes   | \$ 34,88  | x |   |   |   |   | NAV  |
| 8   | Comunicación al personal sobre trabajo emergente a realizar vía WhatsApp (reproceso)                   | Asistente Administrativo | cada 1     | días        | 2       | comunicaciones  | 5        | minutos     | 0,00208333 | 2,08%   | 3,3 hrs/mes   | \$ 17,44  | x |   |   |   |   | NAV  |
| 9   | Proceso de espera respuesta hasta disponibilidad del técnico (reproceso)                               |                          | cada 1     | días        | 2       | solicitudes     | 15       | minutos     | 0,00208333 | 6,25%   | 9,9 hrs/mes   |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 10  | Técnico asignado recibe y revisa la información                                                        | Técnicos                 | cada 1     | días        | 4       | revisiones      | 10       | minutos     | 0,00208333 | 8,33%   | 13,2 hrs/mes  | \$ 69,76  |   | x |   |   |   | VAN  |
| 11  | Espera a respuesta de disponibilidad de herramientas y repuestos por parte del técnico                 |                          | cada 1     | días        | 4       | solicitudes     | 10       | minutos     | 0,00208333 | 8,33%   | 13,2 hrs/mes  |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 12  | Técnico con herramientas disponibles se traslada al área y realiza contacto visual con el equipo de AA | Técnicos                 | cada 1     | días        | 4       | traslados       | 90       | minutos     | 0,00208333 | 75,00%  | 119,0 hrs/mes | \$ 627,80 |   |   | x |   |   | VAC  |
| 13  | Tiempo de espera (Diagnóstico de equipo)                                                               |                          | cada 1     | días        | 4       | solicitudes     | 3        | horas       | 0,12500000 | 150,00% | 238,0 hrs/mes |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 14  | Envío de Reporte de Servicio                                                                           | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 20      | reportes        | 30       | minutos     | 0,00043768 | 26,26%  | 41,7 hrs/mes  | \$ 219,82 |   |   | x |   |   | VAC  |
| 15  | Transcripción manual de RS y consolidación de respaldos fotográficos                                   | Asistente Administrativo | cada 1     | semanas     | 20      | transcripciones | 1        | horas       | 0,02626050 | 52,52%  | 83,3 hrs/mes  | \$ 439,64 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 16  | Elaboración de informe de trabajo realizado                                                            | Asistente Administrativo | cada 1     | semanas     | 20      | informes        | 1        | horas       | 0,02626050 | 52,52%  | 83,3 hrs/mes  | \$ 439,64 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 17  | Envío de informe                                                                                       | Asistente Administrativo | cada 1     | semanas     | 20      | informes        | 10       | minutos     | 0,00043768 | 8,75%   | 13,9 hrs/mes  | \$ 73,27  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 18  | Gerente revisa el informe técnico                                                                      | Gerente de Proyectos     | cada 1     | semanas     | 20      | revisiones      | 30       | minutos     | 0,00043768 | 26,26%  | 41,7 hrs/mes  | \$ 534,12 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 19  | Encuentra observaciones                                                                                | Gerente de Proyectos     | cada 1     | semanas     | 5       | observaciones   | 15       | minutos     | 0,00043768 | 3,28%   | 5,2 hrs/mes   | \$ 66,76  |   | x |   |   |   | VAN  |
| 20  | Remite observaciones                                                                                   | Gerente de Proyectos     | cada 1     | semanas     | 5       | informes        | 10       | minutos     | 0,00043768 | 2,19%   | 3,5 hrs/mes   | \$ 44,51  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 21  | Elaboración de informe de trabajo realizado (reproceso)                                                | Asistente Administrativo | cada 1     | semanas     | 5       | informes        | 30       | minutos     | 0,00043768 | 6,57%   | 10,4 hrs/mes  | \$ 54,95  | x |   |   |   |   | NAV  |
| 22  | Envío de informe (reproceso)                                                                           | Asistente Administrativo | cada 1     | semanas     | 5       | informes        | 5        | minutos     | 0,00043768 | 1,09%   | 1,7 hrs/mes   | \$ 9,16   | x |   |   |   |   | NAV  |
| 23  | Gerente revisa el informe técnico (reproceso)                                                          | Gerente de Proyectos     | cada 1     | semanas     | 5       | revisiones      | 15       | minutos     | 0,00043768 | 3,28%   | 5,2 hrs/mes   | \$ 66,76  | x |   |   |   |   | NAV  |
| 24  | Envío de informe de trabajo a cliente, área administrativa y gerente general                           | Gerente de Proyectos     | cada 1     | semanas     | 20      | informes        | 15       | minutos     | 0,00043768 | 13,13%  | 20,8 hrs/mes  | \$ 267,06 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 25  | Área administrativa guarda la información obtenida                                                     | Asistente Administrativo | cada 1     | semanas     | 20      | informes        | 10       | minutos     | 0,00043768 | 8,75%   | 13,9 hrs/mes  | \$ 73,27  |   |   |   |   | x | VAN  |

| No. | Actividad                                          | Responsable          | Frecuencia | Escala Fre. | Volumen | Escala Vol.  | Duración | Escala Dur. | FTE        | % Carga | Carga        | Costo     | O | □ | ð | D | s | Tipo |
|-----|----------------------------------------------------|----------------------|------------|-------------|---------|--------------|----------|-------------|------------|---------|--------------|-----------|---|---|---|---|---|------|
| 26  | Gerente general recibe informe de trabajo (Espera) |                      | cada 1     | meses       | 76      | cálculos     | 5        | minutos     | 0,00010504 | 3,99%   | 6,3 hrs/mes  |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 27  | Cálculo y revisión de métricas de desempeño        | Gerente General      | cada 1     | meses       | 76      | cálculos     | 10       | minutos     | 0,00010504 | 7,98%   | 12,7 hrs/mes | \$ 268,53 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 28  | Seguimiento postventa                              | Gerente de Proyectos | cada 1     | semanas     | 20      | seguimientos | 20       | minutos     | 0,00043768 | 17,51%  | 27,8 hrs/mes | \$ 356,08 | x |   |   |   |   | VAC  |

## 2. Proceso de Diagnóstico de equipos en campo actual

| No. | Actividad                                                                                                       | Responsable              | Frecuencia | Escala Fre. | Volumen | Escala Vol.     | Duración | Escala Dur. | FTE        | % Carga | Carga        | Costo     | O | □ | ð | D | s | Tipo |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|---------|-----------------|----------|-------------|------------|---------|--------------|-----------|---|---|---|---|---|------|
| 1   | Arribo donde el cliente y registro en garita                                                                    | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | arribos         | 10       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes  | \$ 10,99  |   |   | x |   |   | VAN  |
| 2   | Proceso de espera para autorización de ingreso                                                                  |                          | cada 1     | semanas     | 3       | solicitudes     | 20       | minutos     | 0,00043768 | 2,63%   | 4,2 hrs/mes  |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 3   | Traslado hacia el área donde se encuentra el activo                                                             | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | desplazamientos | 10       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes  | \$ 10,99  |   |   | x |   |   | VAC  |
| 4   | Reconocimiento visual del equipo a intervenir                                                                   | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | reconocimientos | 10       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes  | \$ 10,99  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 5   | Desmontaje de carcasa del equipo y reconocimiento de fallas                                                     | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | desmontajes     | 20       | minutos     | 0,00043768 | 2,63%   | 4,2 hrs/mes  | \$ 21,98  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 6   | Inspección visual empírica de componentes internos del equipo en búsqueda de posibles fallas                    | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | inspecciones    | 20       | minutos     | 0,00043768 | 2,63%   | 4,2 hrs/mes  | \$ 21,98  |   | x |   |   |   | VAN  |
| 7   | Uso de herramientas de medición (amperímetro, manómetro y otros) para mediciones técnicas                       | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | mediciones      | 30       | minutos     | 0,00043768 | 3,94%   | 6,3 hrs/mes  | \$ 32,97  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 8   | Proceso de espera hasta estabilización del sistema y presiones                                                  |                          | cada 1     | semanas     | 3       | esperas         | 15       | minutos     | 0,00043768 | 1,97%   | 3,1 hrs/mes  |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 9   | Toma de lecturas analógicas y empíricas de los datos obtenidos por la medición                                  | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | lecturas        | 10       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes  | \$ 10,99  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 10  | Inspección y búsqueda de placa para ver si se encuentra datos de funcionamiento de fábrica                      | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | inspecciones    | 10       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes  | \$ 10,99  |   | x |   |   |   | VAN  |
| 11  | Llama a oficina central a consultar datos técnicos del equipo                                                   | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 2       | llamadas        | 10       | minutos     | 0,00043768 | 0,88%   | 1,4 hrs/mes  | \$ 7,33   | x |   |   |   |   | VAC  |
| 12  | Proceso de espera hasta que se pueda encontrar la información del equipo y memoria técnica                      |                          | cada 1     | semanas     | 2       | esperas         | 20       | minutos     | 0,00043768 | 1,75%   | 2,8 hrs/mes  |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 13  | Oficina central envía información del equipo por WhatsApp                                                       | Asistente Administrativo | cada 1     | semanas     | 2       | envíos          | 15       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes  | \$ 10,99  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 14  | Búsqueda mental e histórica de fallas anteriores del equipo de acuerdo a información proporcionada o encontrada | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | búsquedas       | 5        | minutos     | 0,00043768 | 0,66%   | 1,0 hrs/mes  | \$ 5,50   | x |   |   |   |   | VAC  |
| 15  | Formulación y envío de consulta técnica y hallazgos de acuerdo a observaciones y parámetros del equipo          | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | envíos          | 10       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes  | \$ 10,99  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 16  | Proceso de espera a respuesta de oficina central                                                                |                          | cada 1     | semanas     | 3       | solicitudes     | 10       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes  |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 17  | Determinación subjetiva de causa del fallo del equipo                                                           | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | dictámenes      | 10       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes  | \$ 10,99  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 18  | Autorización para proceder con el arreglo por parte de gerencia                                                 | Gerente de Proyectos     | cada 1     | semanas     | 3       | autorizaciones  | 15       | minutos     | 0,00043768 | 1,97%   | 3,1 hrs/mes  | \$ 40,06  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 19  | Verificación de disponibilidad de herramientas y repuestos correctos                                            | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | verificaciones  | 15       | minutos     | 0,00043768 | 1,97%   | 3,1 hrs/mes  | \$ 16,49  |   | x |   |   |   | VAN  |
| 20  | Solicitud de envío de repuestos y herramientas al sitio del cliente                                             | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 1       | solicitudes     | 10       | minutos     | 0,00043768 | 0,44%   | 0,7 hrs/mes  | \$ 3,66   | x |   |   |   |   | VAC  |
| 21  | Proceso de espera de envío de repuestos y herramientas adecuadas                                                |                          | cada 1     | semanas     | 1       | solicitudes     | 1        | horas       | 0,02626050 | 2,63%   | 4,2 hrs/mes  |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 22  | Verificación de disponibilidad de herramientas y repuestos correctos (reproceso)                                | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 1       | verificaciones  | 15       | minutos     | 0,00043768 | 0,66%   | 1,0 hrs/mes  | \$ 5,50   |   | x |   |   |   | NAV  |
| 23  | Procedimiento de reparación del equipo                                                                          | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | reparaciones    | 4        | horas       | 0,02626050 | 31,51%  | 50,0 hrs/mes | \$ 263,78 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 24  | Solicitar visita adicional para corregir el problema                                                            | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 1       | visitas         | 30       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes  | \$ 10,99  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 25  | Autorización y coordinación visita adicional                                                                    | Gerente de Proyectos     | cada 1     | semanas     | 1       | autorizaciones  | 20       | minutos     | 0,00043768 | 0,88%   | 1,4 hrs/mes  | \$ 17,80  | x |   |   |   |   | VAC  |

|    |                                                                                       |          |        |         |   |                 |    |         |            |        |              |          |   |  |   |   |  |     |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|---------|---|-----------------|----|---------|------------|--------|--------------|----------|---|--|---|---|--|-----|
| 26 | Arribo donde el cliente y registro en garita (reproceso)                              | Técnicos | cada 1 | semanas | 1 | arribos         | 10 | minutos | 0,00043768 | 0,44%  | 0,7 hrs/mes  | \$ 3,66  |   |  | x |   |  | NAV |
| 27 | Proceso de espera para autorización de ingreso (reproceso)                            |          | cada 1 | semanas | 1 | solicitudes     | 20 | minutos | 0,00043768 | 0,88%  | 1,4 hrs/mes  |          |   |  |   | x |  | NAV |
| 28 | Traslado hacia el área donde se encuentra el activo (reproceso)                       | Técnicos | cada 1 | semanas | 1 | desplazamientos | 10 | minutos | 0,00043768 | 0,44%  | 0,7 hrs/mes  | \$ 3,66  |   |  | x |   |  | NAV |
| 29 | Procedimiento de reparación del equipo (reproceso)                                    | Técnicos | cada 1 | semanas | 1 | reparaciones    | 4  | horas   | 0,02626050 | 10,50% | 16,7 hrs/mes | \$ 87,93 | x |  |   |   |  | NAV |
| 30 | Llenar reporte de servicio con las observaciones, datos de equipo y trabajo realizado | Técnicos | cada 1 | semanas | 4 | reportes        | 20 | minutos | 0,00043768 | 3,50%  | 5,6 hrs/mes  | \$ 29,31 | x |  |   |   |  | VAC |
| 31 | Entrega copia reporte al cliente                                                      | Técnicos | cada 1 | semanas | 4 | reportes        | 5  | minutos | 0,00043768 | 0,88%  | 1,4 hrs/mes  | \$ 7,33  | x |  |   |   |  | VAC |
| 32 | Envía copia reporte a oficina central                                                 | Técnicos | cada 1 | semanas | 4 | reportes        | 40 | minutos | 0,00043768 | 7,00%  | 11,1 hrs/mes | \$ 58,62 |   |  | x |   |  | VAN |
| 33 | Sale de las instalaciones del cliente                                                 | Técnicos | cada 1 | semanas | 4 | salidas         | 20 | minutos | 0,00043768 | 3,50%  | 5,6 hrs/mes  | \$ 29,31 |   |  | x |   |  | VAN |

### 3. Proceso de Flujo logístico y de visitas técnicas actual

| No. | Actividad                                                                                  | Responsable              | Frecuencia | Escala Fre. | Volumen | Escala Vol.     | Duración | Escala Dur. | FTE        | % Carga | Carga         | Costo     | O | □ | ð | D | s | Tipo |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|---------|-----------------|----------|-------------|------------|---------|---------------|-----------|---|---|---|---|---|------|
| 1   | Preparación básica de equipo de mantenimiento                                              | Técnicos                 | cada 1     | días        | 6       | preparación     | 30       | minutos     | 0,00208333 | 37,50%  | 59,5 hrs/mes  | \$ 313,90 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 2   | Desplazamiento de personal desde oficina central                                           | Técnicos                 | cada 1     | días        | 3       | desplazamientos | 1        | horas       | 0,12500000 | 37,50%  | 59,5 hrs/mes  | \$ 313,90 |   |   | x |   |   | VAN  |
| 3   | Búsqueda de herramientas y repuestos en unidad móvil y mochila                             | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 5       | búsquedas       | 20       | minutos     | 0,00043768 | 4,38%   | 6,9 hrs/mes   | \$ 36,64  |   | x |   |   |   | VAN  |
| 4   | Solicitud de envío de repuestos y herramientas al sitio del cliente                        | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 5       | solicitudes     | 10       | minutos     | 0,00043768 | 2,19%   | 3,5 hrs/mes   | \$ 18,32  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 5   | Recepción de solicitud de requerimiento de repuestos y herramientas adicionales            | Asistente Administrativo | cada 1     | semanas     | 5       | solicitudes     | 10       | minutos     | 0,00043768 | 2,19%   | 3,5 hrs/mes   | \$ 18,32  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 6   | Búsqueda y preparación en inventario de materiales requeridos                              | Asistente Administrativo | cada 1     | semanas     | 5       | búsquedas       | 30       | minutos     | 0,00043768 | 6,57%   | 10,4 hrs/mes  | \$ 54,95  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 7   | Envío de herramientas y repuestos desde oficina central                                    | Asistente Administrativo | cada 1     | semanas     | 5       | envíos          | 1        | horas       | 0,02626050 | 13,13%  | 20,8 hrs/mes  | \$ 109,91 |   |   | x |   |   | VAN  |
| 8   | Proceso de espera de entrega de repuestos y herramientas                                   |                          | cada 1     | semanas     | 5       | solicitudes     | 30       | minutos     | 0,00043768 | 6,57%   | 10,4 hrs/mes  |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 9   | Confirmación de recepción de herramientas y repuestos                                      | Técnicos                 | cada 1     | días        | 5       | confirmaciones  | 10       | minutos     | 0,00208333 | 10,42%  | 16,5 hrs/mes  | \$ 87,19  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 10  | Proceso de espera de verificación del equipo de climatización in situ                      |                          | cada 1     | días        | 5       | solicitudes     | 2        | horas       | 0,12500000 | 125,00% | 198,3 hrs/mes |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 11  | Solicitud de visita adicional                                                              | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | solicitudes     | 10       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes   | \$ 10,99  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 12  | Recepción de solicitud de visita adicional                                                 | Gerente de Proyectos     | cada 1     | semanas     | 3       | solicitudes     | 10       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes   | \$ 26,71  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 13  | Autorización y coordinación visita adicional                                               | Gerente de Proyectos     | cada 1     | semanas     | 3       | autorizaciones  | 15       | minutos     | 0,00043768 | 1,97%   | 3,1 hrs/mes   | \$ 40,06  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 14  | Preparación de repuestos y herramientas requeridas para solucionar el problema (reproceso) | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | búsquedas       | 5        | minutos     | 0,00043768 | 0,66%   | 1,0 hrs/mes   | \$ 5,50   | x |   |   |   |   | VAC  |
| 15  | Desplazamiento de personal desde oficina central (reproceso)                               | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | envíos          | 10       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes   | \$ 10,99  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 16  | Traslado de personal técnico a oficina central                                             | Técnicos                 | cada 1     | días        | 3       | traslados       | 40       | minutos     | 0,00208333 | 25,00%  | 39,7 hrs/mes  | \$ 209,27 |   |   | x |   |   | VAN  |
| 16  | Verificación de herramientas y repuestos en oficina central                                | Asistente Administrativo | cada 1     | días        | 6       | recepciones     | 30       | minutos     | 0,00208333 | 37,50%  | 59,5 hrs/mes  | \$ 313,90 |   | x |   |   |   | VAN  |
| 17  | Verificación y recepción de vehículos en oficina central                                   | Asistente Administrativo | cada 1     | días        | 6       | recepciones     | 30       | minutos     | 0,00208333 | 37,50%  | 59,5 hrs/mes  | \$ 313,90 |   | x |   |   |   | VAN  |

#### 4. Proceso de Medición del indicador FTFR actual

| No. | Actividad                                                                      | Responsable              | Frecuencia | Escala Fre. | Volumen | Escala Vol.     | Duración | Escala Dur. | FTE        | % Carga | Carga        | Costo     | O | □ | ð | D | s | Tipo |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|---------|-----------------|----------|-------------|------------|---------|--------------|-----------|---|---|---|---|---|------|
| 1   | Recopilación física de documentación manual                                    | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 30      | informes        | 20       | minutos     | 0,00043768 | 26,26%  | 41,7 hrs/mes | \$ 219,82 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 2   | Auditoría manual de documentación (reportes de servicio e informes de trabajo) | Asistente Administrativo | cada 1     | semanas     | 30      | documentos      | 30       | minutos     | 0,00043768 | 39,39%  | 62,5 hrs/mes | \$ 329,73 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 3   | Filtro de órdenes de trabajo una sola visita y visitas adicionales             | Asistente Administrativo | cada 1     | semanas     | 30      | filtros         | 10       | minutos     | 0,00043768 | 13,13%  | 20,8 hrs/mes | \$ 109,91 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 4   | Transcripción de documentación a hoja de Excel                                 | Asistente Administrativo | cada 1     | semanas     | 30      | transcripciones | 30       | minutos     | 0,00043768 | 39,39%  | 62,5 hrs/mes | \$ 329,73 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 5   | Envío de documento a Gerencial General                                         | Asistente Administrativo | cada 1     | semanas     | 1       | documentos      | 5        | minutos     | 0,00043768 | 0,22%   | 0,3 hrs/mes  | \$ 1,83   | x |   |   |   |   | VAC  |
| 6   | Recepción de documento                                                         | Gerente General          | cada 1     | semanas     | 1       | documentos      | 5        | minutos     | 0,00043768 | 0,22%   | 0,3 hrs/mes  | \$ 7,36   | x |   |   |   |   | VAC  |
| 7   | Cálculo de tasa de resolución                                                  | Gerente General          | cada 1     | semanas     | 1       | documentos      | 40       | minutos     | 0,00043768 | 1,75%   | 2,8 hrs/mes  | \$ 58,89  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 8   | Generación de informe estadístico                                              | Gerente General          | cada 1     | semanas     | 1       | informes        | 30       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes  | \$ 44,17  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 9   | Envío de informe finalizado                                                    | Gerente General          | cada 1     | semanas     | 1       | envío           | 10       | minutos     | 0,00043768 | 0,44%   | 0,7 hrs/mes  | \$ 14,72  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 10  | Archivo del informe                                                            | Asistente Administrativo | cada 1     | semanas     | 1       | informes        | 10       | minutos     | 0,00043768 | 0,44%   | 0,7 hrs/mes  | \$ 3,66   |   |   |   |   | x | VAN  |



## **ANEXO 4**

### **Tablas de actividades de procesos mejorados**

## 1. Proceso Recepción Documental y recopilación de información mejorado

| No. | Actividad                                                                                              | Responsable              | Frecuencia | Escala Fre. | Volumen | Escala Vol.    | Duración | Escala Dur. | FTE        | % Carga | Carga         | Costo     | O | □ | ð | D | s | Tipo |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|---------|----------------|----------|-------------|------------|---------|---------------|-----------|---|---|---|---|---|------|
| 1   | Recepción de incidencias y solicitudes del cliente                                                     | Software FSM             | cada 1     | días        | 4       | solicitudes    | 15       | minutos     | 0,00208333 | 12,50%  | 19,8 hrs/mes  | \$ -      | x |   |   |   |   | VAC  |
| 2   | Recibe llamada de cliente                                                                              | Asistente Administrativo | cada 1     | días        | 4       | llamadas       | 20       | minutos     | 0,00208333 | 16,67%  | 26,4 hrs/mes  | \$ 139,51 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 3   | Crear ticket en plataforma FSM                                                                         | Asistente Administrativo | cada 1     | días        | 4       | tickets        | 15       | minutos     | 0,00208333 | 12,50%  | 19,8 hrs/mes  | \$ 104,63 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 4   | Cliente ingresa solicitud mediante ticket directamente desde plataforma                                | Software FSM             | cada 1     | días        | 4       | tickets        | 15       | minutos     | 0,00208333 | 12,50%  | 19,8 hrs/mes  | \$ -      | x |   |   |   |   | VAC  |
| 5   | Sistema FSM genera OT automática                                                                       | Software FSM             | cada 1     | días        | 4       | ordenes        | 5        | minutos     | 0,00208333 | 4,17%   | 6,6 hrs/mes   | \$ -      | x |   |   |   |   | VAC  |
| 6   | Proceso de espera de notificación mediante plataforma                                                  |                          | cada 1     | días        | 4       | notificaciones | 1        | minutos     | 0,00208333 | 0,83%   | 1,3 hrs/mes   |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 7   | Asignación de personal y despacho logístico mediante la aplicación FSM                                 | Asistente Administrativo | cada 1     | días        | 6       | asignaciones   | 5        | minutos     | 0,00208333 | 6,25%   | 9,9 hrs/mes   | \$ 52,32  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 8   | Comunicación al personal sobre trabajo emergente a realizar vía plataforma FSM                         | Asistente Administrativo | cada 1     | días        | 6       | comunicaciones | 5        | minutos     | 0,00208333 | 6,25%   | 9,9 hrs/mes   | \$ 52,32  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 9   | Proceso de espera respuesta hasta disponibilidad del técnico                                           |                          | cada 1     | días        | 6       | solicitudes    | 15       | minutos     | 0,00208333 | 18,75%  | 29,8 hrs/mes  |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 10  | Asignación de personal y despacho logístico mediante la aplicación FSM (reproceso)                     | Asistente Administrativo | cada 1     | días        | 2       | asignaciones   | 5        | minutos     | 0,00208333 | 2,08%   | 3,3 hrs/mes   | \$ 17,44  | x |   |   |   |   | NAV  |
| 11  | Comunicación al personal sobre trabajo emergente a realizar vía plataforma FSM (reproceso)             | Asistente Administrativo | cada 1     | días        | 2       | comunicaciones | 5        | minutos     | 0,00208333 | 2,08%   | 3,3 hrs/mes   | \$ 17,44  | x |   |   |   |   | NAV  |
| 12  | Proceso de espera respuesta hasta disponibilidad del técnico (reproceso)                               |                          | cada 1     | días        | 2       | solicitudes    | 15       | minutos     | 0,00208333 | 6,25%   | 9,9 hrs/mes   |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 13  | Técnico asignado recibe y revisa la información                                                        | Técnicos                 | cada 1     | días        | 4       | revisiones     | 10       | minutos     | 0,00208333 | 8,33%   | 13,2 hrs/mes  | \$ 69,76  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 14  | Espera a respuesta de disponibilidad de herramientas y repuestos por parte del técnico                 |                          | cada 1     | días        | 4       | solicitudes    | 10       | minutos     | 0,00208333 | 8,33%   | 13,2 hrs/mes  |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 15  | Técnico con herramientas disponibles se traslada al área y realiza contacto visual con el equipo de AA | Técnicos                 | cada 1     | días        | 4       | traslados      | 90       | minutos     | 0,00208333 | 75,00%  | 119,0 hrs/mes | \$ 627,80 |   |   | x |   |   | VAN  |
| 16  | Tiempo de espera (Diagnóstico de equipo)                                                               |                          | cada 1     | días        | 4       | solicitudes    | 3        | horas       | 0,12500000 | 150,00% | 238,0 hrs/mes |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 17  | Envío de Reporte de Servicio desde plataforma FSM                                                      | Técnicos                 | cada 1     | días        | 4       | reportes       | 10       | minutos     | 0,00208333 | 8,33%   | 13,2 hrs/mes  | \$ 69,76  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 18  | Elaboración de informe técnico desde plataforma FSM                                                    | Software FSM             | cada 1     | días        | 4       | informes       | 5        | minutos     | 0,00208333 | 4,17%   | 6,6 hrs/mes   | \$ -      | x |   |   |   |   | VAC  |
| 19  | Software envía informe a asistente                                                                     | Software FSM             | cada 1     | días        | 4       | informes       | 5        | minutos     | 0,00208333 | 4,17%   | 6,6 hrs/mes   | \$ -      | x |   |   |   |   | VAC  |
| 20  | Recepción y revisión de informe de trabajo                                                             | Asistente Administrativo | cada 1     | días        | 4       | informes       | 30       | minutos     | 0,00208333 | 25,00%  | 39,7 hrs/mes  | \$ 209,27 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 21  | Realiza cambios mínimos                                                                                | Asistente Administrativo | cada 1     | días        | 1       | informes       | 15       | minutos     | 0,00208333 | 3,13%   | 5,0 hrs/mes   | \$ 26,16  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 22  | Revisión de informe de trabajo (reproceso)                                                             | Asistente Administrativo | cada 1     | días        | 1       | informes       | 10       | minutos     | 0,00208333 | 2,08%   | 3,3 hrs/mes   | \$ 17,44  | x |   |   |   |   | NAV  |
| 23  | Envío de informe                                                                                       | Asistente Administrativo | cada 1     | días        | 4       | informes       | 10       | minutos     | 0,00208333 | 8,33%   | 13,2 hrs/mes  | \$ 69,76  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 24  | Recepción de informe de trabajo                                                                        | Gerente de Proyectos     | cada 1     | días        | 4       | informes       | 5        | minutos     | 0,00208333 | 4,17%   | 6,6 hrs/mes   | \$ 84,75  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 25  | Envío de informe de trabajo a cliente y gerente general                                                | Gerente de Proyectos     | cada 1     | días        | 4       | informes       | 10       | minutos     | 0,00208333 | 8,33%   | 13,2 hrs/mes  | \$ 169,49 | x |   |   |   |   | VAC  |

| No. | Actividad                                       | Responsable          | Frecuencia | Escala Fre. | Volumen | Escala Vol.  | Duración | Escala Dur. | FTE        | % Carga | Carga        | Costo     | O | □ | ð | D | s | Tipo |
|-----|-------------------------------------------------|----------------------|------------|-------------|---------|--------------|----------|-------------|------------|---------|--------------|-----------|---|---|---|---|---|------|
| 26  | Información es guardada en base de datos de FSM | Software FSM         | cada 1     | días        | 4       | informes     | 5        | minutos     | 0,00208333 | 4,17%   | 6,6 hrs/mes  | \$ -      |   |   |   |   | x | VAN  |
| 27  | Recepción de informe de trabajo                 | Gerente General      | cada 1     | días        | 4       | informes     | 5        | minutos     | 0,00208333 | 4,17%   | 6,6 hrs/mes  | \$ 140,16 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 28  | Revisión de métricas de desempeño               | Gerente General      | cada 1     | días        | 4       | métricas     | 10       | minutos     | 0,00208333 | 8,33%   | 13,2 hrs/mes | \$ 280,31 |   | x |   |   |   | VAN  |
| 29  | Seguimiento postventa                           | Gerente de Proyectos | cada 1     | semanas     | 20      | seguimientos | 20       | minutos     | 0,00043768 | 17,51%  | 27,8 hrs/mes | \$ 356,08 | x |   |   |   |   | VAC  |

## 2. Proceso de Diagnóstico de equipos en campo mejorado

| No. | Actividad                                                                                              | Responsable              | Frecuencia | Escala Fre. | Volumen | Escala Vol.     | Duración | Escala Dur. | FTE        | % Carga | Carga        | Costo     | O | □ | ð | D | s | Tipo |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|---------|-----------------|----------|-------------|------------|---------|--------------|-----------|---|---|---|---|---|------|
| 1   | Envío de documentación técnica e historial del equipo por plataforma FSM                               | Software FSM             | cada 1     | semanas     | 3       | recepciones     | 5        | minutos     | 0,00043768 | 0,66%   | 1,0 hrs/mes  | \$ -      | x |   |   |   |   | VAC  |
| 2   | Entrega de herramientas y repuestos de acuerdo a historial técnico entregado por plataforma FSM        | Asistente Administrativo | cada 1     | semanas     | 3       | entregas        | 15       | minutos     | 0,00043768 | 1,97%   | 3,1 hrs/mes  | \$ 16,49  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 3   | Arribo donde el cliente y registro en garita                                                           | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | arribos         | 10       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes  | \$ 10,99  |   |   | x |   |   | VAN  |
| 4   | Proceso de espera para autorización de ingreso                                                         |                          | cada 1     | semanas     | 3       | solicitudes     | 20       | minutos     | 0,00043768 | 2,63%   | 4,2 hrs/mes  |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 5   | Traslado hacia el área donde se encuentra el activo                                                    | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | desplazamientos | 10       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes  | \$ 10,99  |   |   | x |   |   | VAC  |
| 6   | Reconocimiento visual del equipo a intervenir                                                          | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | reconocimientos | 10       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes  | \$ 10,99  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 7   | Desmontaje de carcaza del equipo y reconocimiento de fallas                                            | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | desmontajes     | 20       | minutos     | 0,00043768 | 2,63%   | 4,2 hrs/mes  | \$ 21,98  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 8   | Inspección visual técnica de componentes internos del equipo en búsqueda de posibles fallas            | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | inspecciones    | 20       | minutos     | 0,00043768 | 2,63%   | 4,2 hrs/mes  | \$ 21,98  |   | x |   |   |   | VAN  |
| 9   | Uso de herramientas de medición (amperímetro, manómetro y otros) para mediciones técnicas              | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | mediciones      | 30       | minutos     | 0,00043768 | 3,94%   | 6,3 hrs/mes  | \$ 32,97  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 10  | Proceso de espera hasta estabilización del sistema y presiones                                         |                          | cada 1     | semanas     | 3       | esperas         | 15       | minutos     | 0,00043768 | 1,97%   | 3,1 hrs/mes  |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 11  | Toma de lecturas analógicas de los datos obtenidos por la medición respaldados por información técnica | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | lecturas        | 10       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes  | \$ 10,99  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 12  | Determinación respaldada con información técnica de causa del fallo del equipo                         | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | dictámenes      | 10       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes  | \$ 10,99  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 13  | Proceso de espera a respuesta de oficina central                                                       |                          | cada 1     | semanas     | 3       | solicitudes     | 10       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes  |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 14  | Autorización para proceder con el arreglo por parte de gerencia                                        | Gerente de Proyectos     | cada 1     | semanas     | 3       | autorizaciones  | 15       | minutos     | 0,00043768 | 1,97%   | 3,1 hrs/mes  | \$ 40,06  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 15  | Procedimiento de reparación del equipo                                                                 | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 3       | reparaciones    | 4        | horas       | 0,02626050 | 31,51%  | 50,0 hrs/mes | \$ 263,78 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 16  | Llenar en plataforma reporte de servicio con las observaciones, datos de equipo y trabajo realizado    | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 4       | reportes        | 20       | minutos     | 0,00043768 | 3,50%   | 5,6 hrs/mes  | \$ 29,31  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 17  | Software envía reporte de servicio directamente al cliente                                             | Software FSM             | cada 1     | semanas     | 4       | reportes        | 5        | minutos     | 0,00043768 | 0,88%   | 1,4 hrs/mes  | \$ -      | x |   |   |   |   | VAC  |
| 18  | Software envía reporte de servicio directamente a oficina central                                      | Software FSM             | cada 1     | semanas     | 4       | reportes        | 40       | minutos     | 0,00043768 | 7,00%   | 11,1 hrs/mes | \$ -      | x |   |   |   |   | VAC  |
| 19  | Salida de las instalaciones del cliente                                                                | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 4       | salidas         | 20       | minutos     | 0,00043768 | 3,50%   | 5,6 hrs/mes  | \$ 29,31  |   |   | x |   |   | VAN  |

### 3. Proceso de Flujo logístico y de visitas técnicas mejorado

| No. | Actividad                                                                              | Responsable              | Frecuencia | Escala Fre. | Volumen | Escala Vol.     | Duración | Escala Dur. | FTE        | % Carga | Carga         | Costo     | O | □ | ð | D | s | Tipo |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|---------|-----------------|----------|-------------|------------|---------|---------------|-----------|---|---|---|---|---|------|
| 1   | Sistema FSM entrega documentación técnica e historial de activo                        | Software FSM             | cada 1     | días        | 6       | entregas        | 30       | minutos     | 0,00208333 | 37,50%  | 59,5 hrs/mes  | \$ -      | x |   |   |   |   | VAC  |
| 2   | Preparación completa de equipo de mantenimiento y repuestos de acuerdo a documentación | Técnicos                 | cada 1     | días        | 6       | preparación     | 30       | minutos     | 0,00208333 | 37,50%  | 59,5 hrs/mes  | \$ 313,90 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 3   | Desplazamiento de personal desde oficina central                                       | Técnicos                 | cada 1     | días        | 3       | desplazamientos | 1        | horas       | 0,12500000 | 37,50%  | 59,5 hrs/mes  | \$ 313,90 |   |   | x |   |   | VAN  |
| 4   | Búsqueda de herramientas y repuestos en unidad móvil y mochila                         | Técnicos                 | cada 1     | semanas     | 5       | búsquedas       | 20       | minutos     | 0,00043768 | 4,38%   | 6,9 hrs/mes   | \$ 36,64  |   | x |   |   |   | VAN  |
| 5   | Proceso de espera de verificación del equipo de climatización in situ                  |                          | cada 1     | días        | 5       | solicitudes     | 2        | horas       | 0,12500000 | 125,00% | 198,3 hrs/mes |           |   |   |   | x |   | NAV  |
| 6   | Traslado de personal técnico a oficina central                                         | Técnicos                 | cada 1     | días        | 3       | traslados       | 40       | minutos     | 0,00208333 | 25,00%  | 39,7 hrs/mes  | \$ 209,27 |   |   | x |   |   | VAN  |
| 7   | Verificación de herramientas y repuestos en oficina central a través de software       | Software FSM             | cada 1     | días        | 6       | recepciones     | 30       | minutos     | 0,00208333 | 37,50%  | 59,5 hrs/mes  | \$ -      |   | x |   |   |   | VAN  |
| 8   | Verificación y recepción de vehículos en oficina central                               | Asistente Administrativo | cada 1     | días        | 6       | recepciones     | 30       | minutos     | 0,00208333 | 37,50%  | 59,5 hrs/mes  | \$ 313,90 |   | x |   |   |   | VAN  |

#### 4. Proceso de Medición del indicador FTFR mejorado

| No. | Actividad                                                             | Responsable              | Frecuencia | Escala Fre. | Volumen | Escala Vol.   | Duración | Escala Dur. | FTE        | % Carga | Carga        | Costo    | O | □ | ð | D | s | Tipo |
|-----|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|---------|---------------|----------|-------------|------------|---------|--------------|----------|---|---|---|---|---|------|
| 1   | Búsqueda de documentación en base de datos FSM                        | Asistente Administrativo | cada 1     | semanas     | 30      | informes      | 5        | minutos     | 0,00043768 | 6,57%   | 10,4 hrs/mes | \$ 54,95 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 2   | Solicitud de generación de reporte                                    | Asistente Administrativo | cada 1     | semanas     | 1       | solicitud     | 10       | minutos     | 0,00043768 | 0,44%   | 0,7 hrs/mes  | \$ 3,66  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 3   | Generación de informe con estadísticas tasa FTFR                      | Software FSM             | cada 1     | semanas     | 1       | informes      | 15       | minutos     | 0,00043768 | 0,66%   | 1,0 hrs/mes  | \$ -     | x |   |   |   |   | VAC  |
| 4   | Generación de recomendaciones de mejora de acuerdo a tasa FTFR actual | Software FSM             | cada 1     | semanas     | 1       | documentos    | 15       | minutos     | 0,00043768 | 0,66%   | 1,0 hrs/mes  | \$ -     | x |   |   |   |   | VAC  |
| 5   | Envío de informe y recomendaciones a Gerente General                  | Asistente Administrativo | cada 1     | semanas     | 1       | informes      | 30       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes  | \$ 10,99 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 6   | Recepción de informe                                                  | Gerente General          | cada 1     | semanas     | 1       | informes      | 5        | minutos     | 0,00043768 | 0,22%   | 0,3 hrs/mes  | \$ 7,36  | x |   |   |   |   | VAC  |
| 7   | Revisión de tasa FTFR y recomendaciones                               | Gerente General          | cada 1     | semanas     | 1       | revisión      | 30       | minutos     | 0,00043768 | 1,31%   | 2,1 hrs/mes  | \$ 44,17 | x |   |   |   |   | VAC  |
| 8   | Planificación de acuerdo a la tasa mensual y recomendaciones          | Gerente General          | cada 1     | semanas     | 1       | planificación | 1        | horas       | 0,02626050 | 2,63%   | 4,2 hrs/mes  | \$ 88,33 | x |   |   |   |   | VAC  |

## **ANEXO 5**

### **Formato de lista de verificación para mantenimiento correctivo – Metodología Poka-Yoke**

### Formato de lista de verificación para mantenimiento correctivo

Los campos marcados con (\*) son obligatorios. El sistema no habilita el cierre de la orden mientras estos campos permanezcan vacíos.

#### 1. Identificación del servicio y del equipo

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>N.º de orden de trabajo (*)</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Fecha y hora de atención (*)</b>                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Técnico responsable (*)</b>                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Cliente / sede / ubicación (*)</b>               |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Tipo de equipo (*)</b>                           | <input type="checkbox"/> Split 12/18/24k<br><input type="checkbox"/> Split ducto<br><input type="checkbox"/> Fan coil<br><input type="checkbox"/> Piso-techo 36–60k<br><input type="checkbox"/> Paquete 60–240k+<br><input type="checkbox"/> VRF Hitachi<br><input type="checkbox"/> Otro |
| <b>Modo de operación (*)</b>                        | <input type="checkbox"/> DX (on/off)<br><input type="checkbox"/> Inverter (si es Inverter, frecuencia/capacidad al medir): _____ Hz / %                                                                                                                                                   |
| <b>Marca / modelo / N.º de serie (*)</b>            |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Refrigerante (*)</b>                             | <input type="checkbox"/> R-410A<br><input type="checkbox"/> R-32<br><input type="checkbox"/> R-22                                                                                                                                                                                         |
| <b>Síntoma o falla reportada por el cliente (*)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

## 2. Verificación previa de seguridad

|                                                                       |                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Sistema sin energía antes de la intervención eléctrica (*)</b>     | <input type="checkbox"/> Verificado                                    |
| <b>Equipos con R-32: área ventilada y sin fuentes de ignición (*)</b> | <input type="checkbox"/> Verificado <input type="checkbox"/> No aplica |
| <b>Detector de fugas y herramienta apta para R-32 disponibles</b>     | <input type="checkbox"/> Verificado <input type="checkbox"/> No aplica |

### 3. Inspección diagnóstica inicial (evaluación contra condición aceptable)

*El técnico registra el valor medido de cada punto y lo contrasta con la condición aceptable de referencia parametrizada para el equipo.*

| Punto de inspección / variable                              | Valor medido | Condición aceptable de referencia                             | Conforme                                                   |
|-------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>3.1 Mediciones eléctricas</b>                            |              |                                                               |                                                            |
| Voltaje de alimentación                                     |              | $\pm 10 \% \text{ del nominal}$                               | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Voltaje en bornes del compresor                             |              | <i>Según placa</i>                                            | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Amperaje del compresor                                      |              | $\leq RLA \text{ de placa}$                                   | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Voltaje motor ventilador (condensador)                      |              | <i>Según placa</i>                                            | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Amperaje motor ventilador (condensador)                     |              | $\leq FLA \text{ de placa}$                                   | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Amperaje motor ventilador (evaporador / blower)             |              | $\leq FLA \text{ de placa}$                                   | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Capacitor del compresor ( $\mu F$ )                         |              | $\pm 6 \% \text{ del nominal}$                                | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Capacitor del ventilador ( $\mu F$ )                        |              | $\pm 6 \% \text{ del nominal}$                                | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Estado de contactor / relés                                 |              | <i>Sin picado ni recalentamiento</i>                          | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Apriete de conexiones eléctricas                            |              | <i>Firmes, sin oxidación</i>                                  | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| <b>3.2 Mediciones de refrigeración (sólo en correctivo)</b> |              |                                                               |                                                            |
| Presión de succión (baja)                                   |              | <i>Según refrigerante y diseño</i>                            | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Presión de descarga (alta)                                  |              | <i>Según refrigerante y diseño</i>                            | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Sobrecalentamiento (superheat)                              |              | <i>Rango del fabricante</i>                                   | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Subenfriamiento (subcooling)                                |              | <i>Rango del fabricante</i>                                   | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Delta T del aire (retorno – suministro)                     |              | $\approx 8^{\circ}C \text{ a } 12^{\circ}C$<br>(parametrizar) | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |

|                                                                                                                                                                                   |  |                                                                 |                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Indicios de fuga / nivel de carga                                                                                                                                                 |  | <i>Sin fugas detectadas</i>                                     | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| <i>En equipos Inverter, registrar la frecuencia (Hz) o capacidad de operación a la que se tomó la medición: presiones y amperajes solo son comparables a la misma frecuencia.</i> |  |                                                                 |                                                            |
| <b>3.3 Inspección física</b>                                                                                                                                                      |  |                                                                 |                                                            |
| Estado del filtro de aire                                                                                                                                                         |  | <i>Limpio / sin obstrucción</i>                                 | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Limpieza de serpentines (evaporador / condensador)                                                                                                                                |  | <i>Sin suciedad ni incrustaciones</i>                           | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Drenaje de condensado / sifón                                                                                                                                                     |  | <i>Libre flujo, sin fugas</i>                                   | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Aislamiento de tuberías                                                                                                                                                           |  | <i>Íntegro, sin condensación</i>                                | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Ruidos o vibraciones anómalas                                                                                                                                                     |  | <i>Ausentes</i>                                                 | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| <b>3.4 Diagnóstico electrónico (sólo VRF Hitachi / Inverter)</b>                                                                                                                  |  |                                                                 |                                                            |
| Código de falla del sistema (controlador / H-Link)                                                                                                                                |  | <i>Sin códigos activos; leer con herramienta del fabricante</i> | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Comunicación entre unidades                                                                                                                                                       |  | <i>Correcta</i>                                                 | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |

#### 4. Diagnóstico: condición no aceptable identificada

|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Condición no aceptable identificada (causa raíz) (*)</b> |                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Clasificación de la falla (*)</b>                        | <input type="checkbox"/> Eléctrica<br><input type="checkbox"/> Mecánica<br><input type="checkbox"/> Refrigeración<br><input type="checkbox"/> Control/Electrónica<br><input type="checkbox"/> Drenaje<br><input type="checkbox"/> Otra |
| <b>Componentes afectados</b>                                |                                                                                                                                                                                                                                        |

#### 5. Acción correctiva ejecutada

|                                                         |                                                                                             |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Descripción del trabajo correctivo realizado (*)</b> |                                                                                             |
| <b>Repuestos / insumos utilizados</b>                   |                                                                                             |
| <b>Herramienta especializada requerida</b>              |                                                                                             |
| <b>¿Se requiere una segunda visita? (*)</b>             | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No<br><br>Si es Sí, indicar motivo: |

## 6. Verificación posterior a la reparación

*Confirma que las variables críticas retornaron a su condición aceptable antes de cerrar la orden.*

| Variable verificada tras la reparación          | Valor medido | ¿En rango?                                                 | Conforme                                                   |
|-------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Voltajes y amperajes (compresor y ventiladores) |              | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Presiones de operación (alta / baja)            |              | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Sobrecalentamiento / subenfriamiento            |              | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Delta T del aire                                |              | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Prueba de fugas (especialmente en R-32)         |              | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Sin códigos de falla activos (VRF / Inverter)   |              | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| Operación general del equipo                    |              | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |

## 7. Cierre de la orden de trabajo

|                                                            |                                                            |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Equipo operativo y entregado al cliente (*)</b>         | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| <b>¿Resuelto en la primera visita? (*)</b>                 | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| <b>Evidencia fotográfica adjunta (antes / después) (*)</b> | <input type="checkbox"/> Sí<br><input type="checkbox"/> No |
| <b>Recomendaciones al cliente / observaciones</b>          |                                                            |
| <b>Firma digital del técnico (*)</b>                       |                                                            |
| <b>Conformidad / firma del cliente (*)</b>                 |                                                            |

*Nota. El presente formato es de elaboración propia y no reproduce las tablas de la norma ANSI/ASHRAE/ACCA 180.*

**ANEXO 5**

**Cronograma de despliegue y capacitación  
FSM y Checklist**

## Cronograma de despliegue y capacitación FSM y Checklist

*Cronograma referencial de 10 semanas. Los dos procesos —parametrización de la plataforma FSM y plan de capacitación.*

| Semana                                                            |                                                                         |                      |              |           |            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------|-----------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| ID                                                                | Actividad                                                               | Responsable          | Inicio (sem) | Fin (sem) | Dur. (sem) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| PROCESO 1 — Parametrización e implementación de la plataforma FSM |                                                                         |                      |              |           |            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 1.1                                                               | Configuración del sistema FSM y estructura de la empresa                | Proveedor FSM        | 1            | 1         | 1          | ■ |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 1.2                                                               | Carga de catálogo de clientes, equipos y técnicos                       | Administración / TI  | 1            | 2         | 2          | ■ | ■ |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 1.3                                                               | Parametrización de checklists (correctivo y preventivo) ASHRAE 180      | Coordinador técnico  | 2            | 4         | 3          |   | ■ | ■ | ■ |   |   |   |   |   |    |
| 1.4                                                               | Configuración de campos obligatorios y reglas Poka-Yoke de cierre de OT | Coord. técnico / FSM | 3            | 4         | 2          |   |   | ■ | ■ |   |   |   |   |   |    |
| 1.5                                                               | Configuración de flujos de OT, roles y notificaciones                   | Administración / FSM | 4            | 5         | 2          |   |   |   | ■ | ■ |   |   |   |   |    |
| 1.6                                                               | Instalación y configuración de la app en dispositivos técnicos          | TI                   | 5            | 6         | 2          |   |   |   |   | ■ | ■ |   |   |   |    |
| 1.7                                                               | Pruebas piloto con grupo reducido                                       | Grupo Piloto         | 6            | 7         | 2          |   |   |   |   |   | ■ | ■ |   |   |    |
| 1.8                                                               | Ajustes finales y puesta en marcha                                      | Gerencia / TI        | 8            | 8         | 1          |   |   |   |   |   |   |   | ■ |   |    |
| PROCESO 2 — Plan de capacitación obligatorio                      |                                                                         |                      |              |           |            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 2.1                                                               | Diseño del plan y material de capacitación                              | Coordinador técnico  | 1            | 2         | 3          | ■ | ■ |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 2.2                                                               | Capacitación al personal administrativo (gestión de OT)                 | Coordinador técnico  | 4            | 5         | 2          |   |   |   | ■ | ■ |   |   |   |   |    |

