

**UNIVERSIDAD CENTRAL
VICERRECTORÍA ACADÉMICA**

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE UN MODELO EFICIENTE PARA EL
CÁLCULO DE REQUERIMIENTOS DE PERSONAL DE UN
CENTRO DE CONTACTOS MEDIANTE LA METODOLOGÍA
DMAIC**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO
ACADÉMICO DE BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

ESTUDIANTE: DAYANA SABORÍO VARGAS

TUTOR: ING. PAOLA CASTRO MARTÍNEZ

**SEDE METROPOLITANA, COSTA RICA
AGOSTO, 2025**

CONTENIDO

CONTENIDO	I
TABLAS.....	V
FIGURAS.....	VII
DEDICATORIA	IX
AGRADECIMIENTOS	X
EPÍGRAFE	XI
RESUMEN.....	XII
CAPÍTULO I. PROBLEMA.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 ANTECEDENTES	5
1.4.1 Antecedentes nacionales	5
1.4.2 Antecedentes internacionales	6
1.5 PROYECCIONES.....	7
1.5.1 Alcances	7
1.5.2 Limitaciones	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	9
2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES	10
2.1.1 Herramienta DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar).....	10
2.1.2 Análisis de stakeholders	11
2.1.3 Grupos focales	11
2.1.4 Matriz FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas).....	11
2.1.5 Diagrama de SIPOC (proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes)..	12
2.1.6 Análisis de brechas	13
2.1.7 Diagrama de flujo	14
2.1.8 Datos históricos.....	16

2.1.9 Gráfico de barras	16
2.1.10 Promedio simple	17
2.1.11 Gráfico lineal	17
2.1.12 Reunión kaizen	18
2.1.13 Lluvia de ideas	18
2.1.14 Diagrama de Ishikawa.....	19
2.1.15 Multivoto.....	20
2.1.16 Diagrama de Pareto	21
2.1.17 Teoría de colas–distribución de Erlang C	21
2.1.18 Complemento de Excel de Erlang C	22
2.1.19 Fórmulas y definiciones del centro de contactos.....	24
2.1.20 Diagrama de Gantt.....	26
2.1.21 Indicador ROI	26
2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	27
2.2.1 Visión/misión	27
2.2.2 Antecedentes históricos	27
2.2.3 Ubicación geográfica.....	28
2.2.4 Estructura organizacional.....	28
2.2.5 Cantidad de empleados	29
2.2.6 Tipos de productos.....	30
2.2.7 Mercado de exportación.....	31
2.2.8 Descripción general del proceso productivo	32
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	34
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	35
3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	35
3.2.1 Definir.....	36
3.2.2 Medir	37
3.2.3 Analizar	37
3.2.4 Mejorar	38
3.2.5 Controlar	38
3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN	39

3.3.1 Sujetos de información.....	40
3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS.....	41
3.5 INSTRUMENTOS.....	43
3.5.1 Observación.....	43
3.5.2 Datos históricos.....	43
3.5.3 Herramientas ingenieriles	43
3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	45
3.6.1 Diagrama de flujo de las herramientas ingenieriles de recolección de datos ..	46
3.6.2 Diagrama de Gantt.....	47
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS	49
4.1 DEFINIR	50
4.1.1 Análisis de stakeholders	50
4.1.2 Grupo focal-VoC	52
4.1.3 FODA.....	54
4.1.4 SIPOC.....	55
4.1.5 Análisis de brechas	57
4.1.6 Diagrama de flujo del proceso actual	59
4.2 MEDIR.....	62
4.2.1 Datos históricos del SLA	62
4.2.2 Distribución y análisis de las tasas de abandono de llamadas	66
4.2.3 Gráfico lineal del abandono de llamadas	70
4.2.4 Gráfico de barras de la comparativa del pago de horas extras vs. el costo operativo	73
4.2.5 Cálculo de la capacidad actual.....	76
4.2.6 Comparativa de la demanda actual vs. la oferta actual de horarios	82
4.3 ANALIZAR.....	87
4.3.1 Reunión kaizen	87
4.3.2 Lluvia de ideas	87
4.3.3 Diagrama de Ishikawa.....	89
4.3.4 Multivoto.....	93
4.3.5 Diagrama de Pareto	94

CAPÍTULO V. PROPUESTA	97
5.1 MEJORAR.....	98
5.1.1 Propuesta del modelo de cálculo de requerimientos Erlang C.....	98
5.1.2 Propuesta de redistribución de horarios.....	104
5.1.3 Propuesta de reforecast.....	108
5.1.4 Estandarización del proceso del cálculo del requerimiento.....	110
5.2 CONTROLAR.....	115
5.2.1 Auditorías.....	115
5.2.2 Calibraciones	117
5.2.3 Diagrama de Gantt.....	118
5.2.4 ROI.....	120
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	123
CONCLUSIONES	124
RECOMENDACIONES	125
REFERENCIAS	126
APÉNDICES.....	133
APÉNDICE 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	134
APÉNDICE 2: FORMULARIO DE LA LLUVIA DE IDEAS.....	136
APÉNDICE 3: DEFINICIONES DE LAS FUNCIONES DEL COMPLEMENTO ERLANG C	137
APÉNDICE 4: PLANTILLA DE LA PROPUESTA DEL MODELO ERLANG C	138
APÉNDICE 5: CHECKLIST DE LA PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN	139
APÉNDICE 6: FORMULARIO DE LA AUDITORÍA.....	140
ANEXOS.....	141
ANEXO 1: COMPLEMENTO ERLANG C	142

TABLAS

Tabla 2.1: Cantidad de empleados por área.....	30
Tabla 3.1: Project charter	40
Tabla 3.2: Variables de la investigación por objetivo específico.....	42
Tabla 3.3: Lista de actividades según el diagrama Gantt	47
Tabla 4.1: SLA por intervalo	65
Tabla 4.2: Análisis de abandono: cantidad de llamadas abandonadas por intervalo	69
Tabla 4.3: Análisis de las horas extra: cantidad de horas extras reclutadas por intervalo	75
Tabla 4.4: Cálculo del requerimiento actual del modelo workload	77
Tabla 4.5: AHT actual de los datos semana tras semana	78
Tabla 4.6: Desglose de la SHK planeada	79
Tabla 4.7: SHK actual, datos semana tras semana.....	80
Tabla 4.8: Modelo actual (workload): demanda vs. oferta	83
Tabla 4.9: Patrón de arribo modelo	85
Tabla 4.10: Horarios actuales del personal	86
Tabla 4.11: Multivoto para obtener el valor de cada causa	93
Tabla 5.1: Definiciones de las funciones de Erlang C	99
Tabla 5.2: Modelo propuesto (Erlang C): demanda vs. oferta	100
Tabla 5.3: Proyección del SLA con el modelo Erlang C	102
Tabla 5.4: Costos de la propuesta del modelo Erlang C	104
Tabla 5.5: Utilización actual por intervalos	105
Tabla 5.6: Mapa de calor de la concentración del volumen por intervalo	106
Tabla 5.7: Utilización comparativa actual vs. mejora	107
Tabla 5.8: Costos de la propuesta de redistribución de horarios.....	107
Tabla 5.9: Volumen manejado vs. volumen pronosticado y porcentaje de desviación	109
Tabla 5.10: Costo de la propuesta de análisis del pronóstico post mortem.....	109
Tabla 5.11: Propuesta de estandarización del checklist semanal	113
Tabla 5.12: Costos de la propuesta de estandarización del proceso del cálculo del requerimiento.....	114

Tabla 5.13: Tabla resumen de las propuestas de solución 114

Tabla 5.14: Tabla de distribución del ahorro y ROI 121

FIGURAS

Figura 2.1: Ejemplo de la herramienta DMAIC	10
Figura 2.2: Ejemplo de un análisis de stakeholders	11
Figura 2.3: Ejemplo de una matriz FODA.....	12
Figura 2.4: Ejemplo de SIPOC	13
Figura 2.5: Ejemplo del paso a paso de un análisis de brecha.....	14
Figura 2.6: Ejemplo de un diagrama de flujo	15
Figura 2.7: Ejemplo de datos históricos.....	16
Figura 2.8: Ejemplo de un gráfico de barras.....	17
Figura 2.9: Fórmula del promedio simple	17
Figura 2.10: Ejemplo de un gráfico lineal	18
Figura 2.11: Ejemplo de una lluvia de ideas.....	19
Figura 2.12: Ejemplo de un diagrama de Ishikawa.....	20
Figura 2.13: Ejemplo de un multivoto	20
Figura 2.14: Ejemplo de un gráfico de Pareto	21
Figura 2.15: Ejemplo de la fórmula Erlang C	22
Figura 2.16: Complemento de Erlang C	23
Figura 2.17: Funciones del complemento de Erlang C.....	24
Figura 2.18: Ejemplo de un diagrama de Gantt.....	26
Figura 2.19: Fórmula ROI.....	27
Figura 2.20: Mapa satelital de Mova.....	28
Figura 2.21: Organigrama de Mova	29
Figura 2.22: Proceso productivo del Centro de Contactos	32
Figura 3.1: Método de investigación: DMAIC	36
Figura 3.2: Diagrama de flujo de las herramientas de recolección de datos	46
Figura 3.3: Diagrama de Gantt	48
Figura 4.1: Análisis de stakeholders.....	51
Figura 4.2: VoC del grupo focal	53
Figura 4.3: FODA	54
Figura 4.4: SIPOC	55

Figura 4.5: Análisis de brechas	58
Figura 4.6: Diagrama de flujo del proceso actual del cálculo de requerimientos de personal (workload)	61
Figura 4.7: Gráfico de barras de la tendencia del SLA semana tras semana.....	63
Figura 4.8: Gráfico lineal de la tendencia del porcentaje de las llamadas abandonadas.....	71
Figura 4.9: Gráfico de correlación del volumen pronosticado, el volumen ofertado y las llamadas abandonadas	72
Figura 4.10: Gráfico de barras de la tendencia de las horas extras vs. el impacto financiero.....	73
Figura 4.11: Lluvia de ideas de las posibles causas que provocan el impacto en los niveles de servicio	88
Figura 4.12: Diagrama de Ishikawa del incumplimiento del SLA y el aumento de horas extras.....	90
Figura 4.13: Diagrama de Pareto de las causas que impactan el incumplimiento del SLA y el aumento de horas extras	95
Figura 5.1: Fórmula agents en Erlang C en Excel	99
Figura 5.2: Plantilla de correo de la propuesta de cálculo del requerimiento	103
Figura 5.3: Diagrama de flujo de la propuesta de cálculo de requerimientos de personal (Erlang C)	111
Figura 5.4: Auditorías del modelo Erlang C	116
Figura 5.5: Documentación de las calibraciones	117
Figura 5.6: Diagrama de Gantt de control	120

DEDICATORIA

Dedico este logro, en primer lugar, a Dios, porque sin Él nada somos. Desde el vientre de mi madre conocí mi propósito y por su gracia he sido sostenida. Cada paso de este camino ha estado marcado por su fidelidad, por ello, esta meta alcanzada le pertenece.

A mis padres, Grettel y Francisco, quienes con amor, esfuerzo y ejemplo me enseñaron que todo se puede lograr con dedicación, honestidad y trabajo constante. Ustedes son la base firme de cada uno de mis logros.

A mis hermanos, especialmente a David y Joan. David, por enseñarme a disfrutar los pequeños momentos de felicidad que hacen valiosa la vida. Joan, por llenar mis días de alegría, por hacerme reír incluso cuando me sacas de quicio... y por recordarme, a tu manera, que siempre hay motivos para seguir.

A cada persona que me sostuvo, creyó en mí y me inspiró, incluso en los momentos en los que yo misma dudé. Este logro también es suyo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios, por su amor incondicional y porque sus misericordias se renuevan cada día en mi vida. Sin Él, este camino no hubiese sido posible. Gracias por sostenerme desde el inicio hasta el final de mi carrera, aun en los procesos más difíciles. En cada paso, su mano me sostuvo.

A mis padres, Grettel y Francisco, por ser mi ejemplo y guía. Gracias por inculcarme los valores que hoy son la base sólida de cada peldaño profesional que he alcanzado. Su apoyo constante ha sido mi motor.

A mis hermanos, David y Joan, quienes me han acompañado incondicionalmente. Gracias por creer en mí cuando incluso yo dudaba, por su amor, palabras de aliento y por estar presentes durante todo el proceso de elaboración de este trabajo.

A mi querida amiga Elena, gracias por sembrar la semilla que me llevó a elegir esta carrera. Por aquel primer día en que me acompañaste a matricular y por inspirarme con tu ejemplo. Y a mi amiga Lucía, porque aunque el camino académico tuvo pausas, fuiste quien me impulsó a continuar.

A mis profesores de la Universidad, gracias por la formación académica brindada. En especial, a la profesora Joel, por ser una profesional apasionada y comprometida. Su entrega y vocación marcaron profundamente mi proceso de aprendizaje.

A mis compañeros de trabajo a lo largo de estos últimos diez años, porque en el camino laboral cada uno me ha enseñado algo valioso. Gracias por compartir sus experiencias y por permitirme crecer junto a ustedes.

Finalmente, a mi tutora Paola Castro, gracias por su guía, paciencia y compromiso durante el desarrollo de este trabajo. Su confianza en este proyecto fue un impulso clave en momentos de duda.

EPÍGRAFE

Si lo puedes soñar, lo puedes lograr.

Walt Disney

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló en el Centro de Contactos de la empresa Mova Technologies, ubicado en la Zona Franca Ultrapark I, Heredia, Costa Rica. El análisis se centró en la línea de atención relacionada con los viajes en vehículos autónomos, la cual experimentó una disminución durante más de 6 semanas en su indicador de nivel de servicio (SLA), generando sobrecostos por pago de horas extras.

En el capítulo IV, se aplicaron herramientas ingenieriles propias del enfoque DMAIC, tales como análisis de *stakeholders*, grupo focal, FODA, SIPOC y diagrama de flujo, lo que permitió delimitar la problemática y caracterizar el proceso actual de cálculo de requerimientos. Por su parte, la fase de medición evidenció un incumplimiento persistente del SLA objetivo (80 % en los primeros 3 minutos), una tasa de abandono superior a lo establecido y una demanda mal alineada con la oferta de personal. Asimismo, por medio de lluvias de ideas, análisis causa-efecto, multivoto y Pareto, se identificaron como principales causas: la exclusión del SLA en el modelo de proyección, deficiencias en la redistribución horaria, y ausencia de un proceso estandarizado de control.

A su vez, en el capítulo V, se desarrolló y validó un modelo de dimensionamiento basado en la fórmula Erlang C, que incorpora el SLA como variable crítica. Además, se propusieron ajustes operativos como la redistribución de horarios según la concentración de volumen, la implementación de *reforecasts* semanales, y la estandarización del proceso de cálculo mediante *checklists* y auditorías periódicas.

Con base en los resultados, se concluye que el objetivo general sí se alcanzó, al proponer un modelo más preciso, eficiente y adaptable que permite optimizar la planificación de personal, mejorar el nivel de servicio y reducir costos operativos.

Palabras clave: DMAIC, cálculo de requerimientos, nivel de servicio, Erlang C, centros de contacto, SLA.

CAPÍTULO I. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente estudio se realiza en el Centro de Contactos de la empresa Mova Technologies, el cual actualmente gestiona la atención de clientes por medio de llamadas para diversos productos.

En el Centro de Contactos de la empresa, específicamente en la línea de atención dedicada al soporte de viajes en vehículos, se ha identificado un deterioro continuo en el indicador de nivel de servicio (SLA). Durante más de seis semanas consecutivas, el SLA ha mostrado una desviación significativa respecto a la meta, la misma establece que el 80 % de las llamadas deben atenderse dentro de los primeros tres minutos. Esta desviación ha generado un impacto directo sobre los principales indicadores de eficiencia operativa y ha forzado a la organización a recurrir al pago de horas extras como mecanismo de compensación para mitigar el incumplimiento, situación que provoca sobre costos no planificados, incremento del volumen no contestado (abandonado) y una sobrecarga operativa adicional.

Las posibles causas en la demora para la atención de clientes que ingresan al Centro de Contactos pueden ir desde la falta de personal y ausentismo no planeado, la mala distribución de horarios, así como un mal cálculo en el requerimiento para cubrir la demanda, ya que este cálculo se basa solo en considerar la carga de trabajo pronosticado, sin tomar en cuenta el factor de SLA.

Por tanto, ¿cómo se puede optimizar el cálculo de los requerimientos de demanda en la línea de viajes del Centro de Contactos de Mova Technologies mediante la metodología DMAIC, para mejorar el SLA y reducir los costos operativos?

1.2 OBJETIVOS

En el caso del estudio, se definen un objetivo general y cuatro objetivos específicos que se detallan a continuación.

1.2.1 Objetivo general

Proponer un modelo eficiente en el cálculo de requerimientos de personal con el fin de mejorar el indicador establecido y reducir los costos operativos en la línea de viajes autónomos del Centro de Contactos de Mova Technologies, mediante el uso de herramientas ingenieriles y la metodología DMAIC.

1.2.2 Objetivos específicos

- Describir el proceso actual del cálculo de requerimientos de personal, identificando las variables que influyen en este y afectan el logro del indicador establecido.
- Medir el impacto que genera un proceso de cálculo de requerimientos de personal ineficiente en la operación.
- Analizar las variables que permiten la identificación de los parámetros que optimizan el cálculo de requerimientos de personal y mejoran el SLA.
- Proponer un modelo eficiente en el cálculo de requerimientos de personal, incluyendo un sistema de control que garantice su efectividad y continuidad a lo largo del tiempo.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La optimización en el cálculo del requerimiento para la línea de viajes autónomos en el Centro de Contactos de Mova Technologies es importante para mejorar el SLA y reducir los costos operativos. Un SLA bien gestionado no solo define expectativas claras, sino que también fomenta una cultura de mejora continua.

La empresa enfrenta pérdidas económicas relacionadas con el pago de horas extras para cubrir los niveles de servicio óptimos, debido a una planificación de capacidad ineficiente. Ahora bien, aun cuando no se ha cuantificado el porcentaje de este sobre costo atribuible directamente a un mal cálculo de capacidad (dato que se estima en el desarrollo de la

investigación), es evidente que este representa un gasto adicional significativo para la empresa, pues el costo de cada hora extra ronda los \$ 23.13 en hora diurna.

Además, en las últimas semanas se ha observado una disminución sostenida en los niveles de servicio, ubicándose consistentemente por debajo de la meta establecida (80 % de contactos atendidos en los primeros 3 minutos). Esta disminución ha generado un incremento en la cantidad de casos acumulados o pendientes de atención (*backlog*), lo que afecta los tiempos de resolución y provoca una carga operativa adicional.

Esta situación no solo impacta en la eficiencia operativa y los costos, sino que también pone en riesgo la percepción de la calidad del servicio por parte del cliente, lo que a mediano plazo podría ocasionar una afectación directa en la satisfacción del cliente y su lealtad hacia el servicio.

La implementación de una estrategia fundamentada en el análisis de datos ayuda a identificar las oportunidades de mejora en cuanto al SLA. Por consiguiente, este proyecto busca generarle beneficios a la empresa, permitiendo una mayor eficiencia operativa al reducir los costos asociados al pago de horas extras, una mejor utilización de los recursos humanos basada en la demanda, y una experiencia de cliente significativamente mejorada al reducir los tiempos de espera y los casos acumulados.

Los beneficios que obtiene la empresa si implementa las recomendaciones planteadas durante el desarrollo de la investigación se centran en lograr un SLA en meta (80 % de los contactos resueltos en los primeros 3 minutos de espera); reducir el costo asociado a las horas extras por un mal cálculo de personal, ajustando la planificación de manera eficiente y equilibrada a lo largo de las horas de operación; y dotar a la empresa de una herramienta práctica y escalable para la optimización del cálculo del requerimiento y demanda, que integre sus niveles de servicio como una variable importante.

1.4 ANTECEDENTES

A inicios de la década de los 60, cuando comenzaron a implementarse los primeros sistemas centralizados de atención telefónica para grandes empresas, se empezó a evidenciar la necesidad y el desafío que representa la planificación de personal de los centros de contacto. Durante décadas la asignación de recurso humano en estos centros de llamadas se ha basado en modelos matemáticos y estadísticos como el Erlang C, el cual determina la estimación de agentes necesarios para atender un volumen específico de llamadas (Gans et al., 2003). La fórmula de Erlang C fue desarrollada por el matemático Agner Krarup Erlang cerca del año 1917 e inicialmente se utilizó para calcular la capacidad de líneas de centrales telefónicas.

1.4.1 Antecedentes nacionales

En primer lugar, Quesada y Cordero (2015) analizaron la proporción óptima de funcionarios en las Oficinas de Gestión Institucional de Recursos Humanos (OGEREH) en relación con el número total de empleados en las instituciones cubiertas por el Régimen de Servicio Civil. Así, en este informe se destacó la importancia de una adecuada planificación para gestionar de manera eficiente los recursos humanos.

En segundo lugar, la Dirección General de Servicio Civil (2020) en Costa Rica desarrolló un proceso de planificación de recursos humanos en el Régimen de Servicio Civil (Boletín Informativo B-02-2020), en donde se abordó la implementación de procesos de planificación de recurso humano en el sector público, haciendo énfasis en la relevancia de anticipar las necesidades de personal y asegurarse de esa forma de tener la dotación adecuada en las instituciones gubernamentales.

Por otro lado, considerar el cálculo del personal requerido para un centro de contactos es vital, ya que de esto depende la productividad de los agentes de servicio. Al respecto, en el artículo de Piedra (2020) se analizaron temas sobre la organización del trabajo en los

centros de contactos, las exigencias de productividad y las implicaciones que estas tienen en el rendimiento de los empleados.

Cabe destacar que un estudio sobre la madurez de los Centros de Servicios Compartidos (CSC), llevado a cabo por la Cámara de Servicios Corporativos de Alta Tecnología de Costa Rica (CamSCAT, 2021), concluyó que los centros de servicios en Costa Rica se encuentran en una fase de evolución y desarrollo, adaptándose a la digitalización, de modo que mejoran sus procesos de manera constante para aumentar la eficiencia operativa.

Por último, como se planteó en la tesis de investigación de Herrera et al. (2024), el síndrome de *burnout* influye en la satisfacción de los empleados de los centros de contacto. En cuanto a esto, se analizaron factores como cargas de trabajo, horas extras y el impacto de los mismos en el rendimiento de los indicadores de productividad y servicio.

1.4.2 Antecedentes internacionales

Primeramente, referente a la administración de centros de llamadas, Cleveland y Mayben (1997) expusieron las características principales por tener en cuenta cuando se administra un centro de contactos. De este modo, describieron los retos relacionados con la estimación del volumen, el SLA y otros puntos clave ligados a la administración de estos centros.

Asimismo, Mehrotra (1997) compartió una introducción a las definiciones asociadas con los centros de contactos, en la que se detallan los procesos de planificación del personal y el estudio de los modelos.

Ahora bien, en el estudio de Mason et al. (1998) se describió de una manera más amplia cómo se determinan los requerimientos de personal, considerando la planificación y la optimización de los centros de contactos.

Por su parte, existe una amplia literatura sobre cómo realizar la programación de personal, en esta se incluye la utilización de la matemática entera para establecer cuál es la mejor configuración de horarios, teniendo en cuenta las restricciones de días libres (Caprara et al., 2003).

Finalmente, en la norma ISO 18295-1:2017 se detalla la gestión de centros de contacto con el cliente, por lo que se encuentran los requisitos para la gestión de un centro de contactos, enfocándose en la mejora de calidad y la eficiencia operativa mediante la implementación de procesos estándar y capacitación de personal.

1.5 PROYECCIONES

Las proyecciones buscan validar la viabilidad del modelo propuesto para el cálculo de requerimientos de personal en la línea de atención de viajes autónomos del Centro de Contactos de Mova Technologies. A continuación, se enumeran las mismas:

- Incrementar el SLA entre un 15 a un 20 %, de manera que semana tras semana se aprecie un impacto positivo en este indicador.
- Reducir al menos en un 15 % los costos adicionales ligados al pago de horas extras.
- Recomendar un sistema y modelo de planificación que reduzca la cantidad de agentes necesarios sin afectar el SLA.
- Disminuir el tiempo promedio de respuesta al cliente tras la implementación del modelo, mejorando la eficiencia operativa y la experiencia del usuario.
- Incrementar la precisión de los cálculos de capacidad, reduciendo la necesidad de retrabajos o ajustes de última hora.

1.5.1 Alcances

El estudio se realiza en el Centro de Contactos de Mova Technologies, específicamente en la línea de negocios de transporte de pasajeros de vehículos, la cual opera en el

horario de 6 a.m. a 10 p.m. (CST) y en la actualidad cuenta con una operación de 15 agentes de servicio telefónico, por lo que la investigación se limita a datos históricos y operativos de los últimos meses.

1.5.2 Limitaciones

Respecto a las limitaciones para el presente estudio, se identifica una principalmente, a saber:

- Confidencialidad de los datos: algunas métricas y datos financieros se consideran sensibles, por tanto, no pueden divulgarse fuera de la empresa, lo que limita la posibilidad de compartir los hallazgos en foros académicos.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

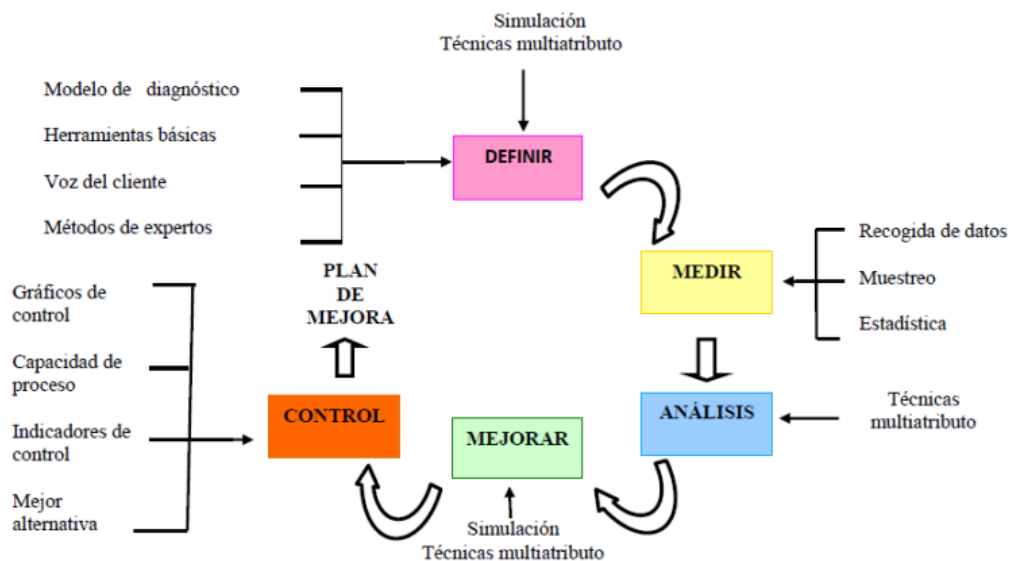
2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES

A continuación, se detallan las herramientas y conceptos ingenieriles tomados en cuenta para el desarrollo del presente estudio en la empresa Mova Technologies.

2.1.1 Herramienta DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar)

Como parte de las herramientas de mejora continua, se utiliza la metodología DMAIC, la cual se considera un marco muy bien estructurado y eficaz para abordar y resolver los diferentes problemas, debido a su enfoque sistemático para identificar las deficiencias actuales y, así, diseñar soluciones efectivas con el fin de asegurar la calidad del producto que se entrega al cliente (Garza et al., 2016).

Figura 2.1: Ejemplo de la herramienta DMAIC



Fuente: Garza et al., 2016.

Gracias a esta herramienta, no solo se propone una recomendación para la resolución de los problemas actuales, sino también se desarrolla una investigación robusta para la mejora continua y se garantiza el SLA en los distintos canales de atención al cliente.

2.1.2 Análisis de stakeholders

El análisis de *stakeholders* se emplea para reflejar los intereses con los que cuentan las organizaciones para mejorar la gestión de estos (Acuña, 2012).

Figura 2.2: Ejemplo de un análisis de stakeholders



Fuente: Acuña, 2012.

2.1.3 Grupos focales

Los grupos focales son una metodología cualitativa adecuada para explorar aspectos profundos de un tema en un entorno de interacción controlada (García y Mateo, 2000). Estas sesiones permiten recolectar opiniones verbales y ayudan a observar comportamientos no verbales por parte del observador o líder del grupo.

2.1.4 Matriz FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas)

La matriz FODA es una de las herramientas para el análisis situacional de las organizaciones, la cual posibilita asociar factores internos y externos. Al respecto, seguidamente se explica cada uno de sus elementos:

- Las debilidades son aspectos internos que no garantizan el efectivo logro de los objetivos ni el éxito en una eventual confrontación con la competencia.
- Las fortalezas se entienden como aspectos internos de la compañía que, evaluados comparativamente, permiten advertir un buen desempeño de estos frente a la competencia o las adversidades del medio.
- Las oportunidades son campos atractivos para la acción de la compañía y para explotar una ventaja competitiva.
- Las amenazas son el resultado de un análisis de los retos presentados por el medio (Rojas, 2006).

Figura 2.3: Ejemplo de una matriz FODA

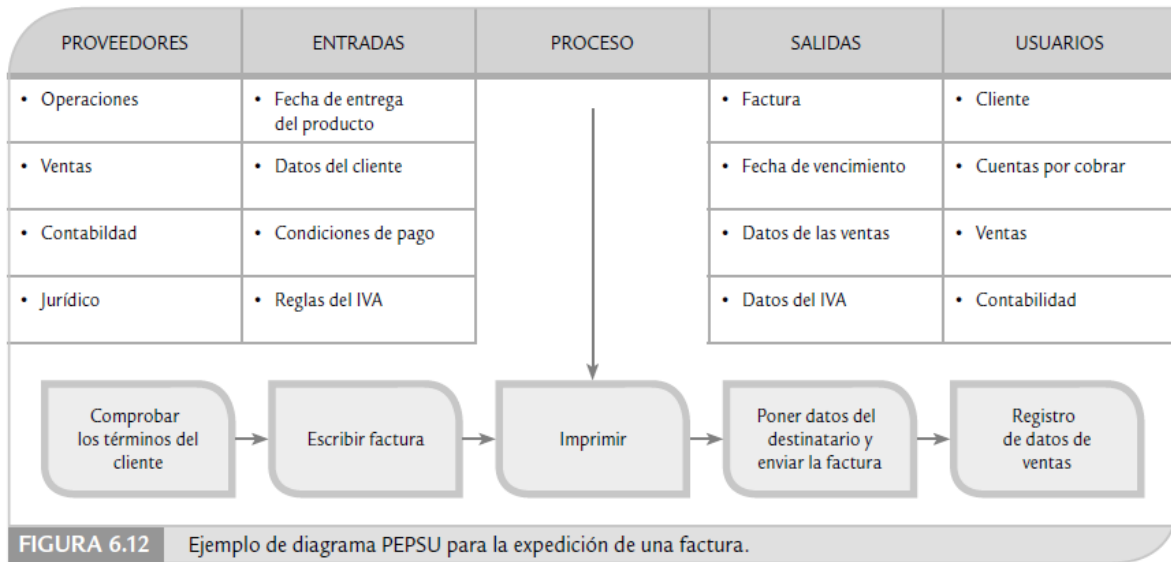
	Fortalezas	Debilidades
Oportunidades	Estrategia FO También es conocida como estrategia maxi-maxi, es una situación ideal a la que se pretende lleguen las estrategias de la compañía.	Estrategia DO Otro nombre es mini-max, buscan minimizar puntos débiles para hacer frente a las oportunidades.
Amenazas	Estrategia FA Se puede llamar también maxi-mini, su finalidad es maximizar las fortalezas y minimizar las amenazas.	Estrategia DA denominadas como mini-mini, están orientadas a minimizar debilidades y amenazas.

Fuente: Rojas, 2006.

2.1.5 Diagrama de SIPOC (proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes)

Un diagrama SIPOC (de las siglas en inglés *suppliers, inputs, process, outputs and customers*) es una herramienta versátil que se puede utilizar en una amplia gama de diferentes contextos, por medio de la que se identifican los proveedores, las entradas, el proceso mismo, sus salidas y los usuarios (Gutiérrez y De la Vara, 2023).

Figura 2.4: Ejemplo de SIPOC



Fuente: Gutiérrez y De la Vara, 2023.

Mediante el análisis de *stakeholders*, se garantiza identificar las partes involucradas y hacerlas parte del proyecto, de manera que sea posible definir estrategias para evaluar su impacto.

2.1.6 Análisis de brechas

Es un estudio que compara la situación actual de una empresa con las metas que se desean alcanzar en un futuro. Concretamente, consiste en identificar la brecha o diferencia entre el estado actual y el deseado para determinar las acciones necesarias y conseguir cubrir esta brecha.

Figura 2.5: Ejemplo del paso a paso de un análisis de brecha

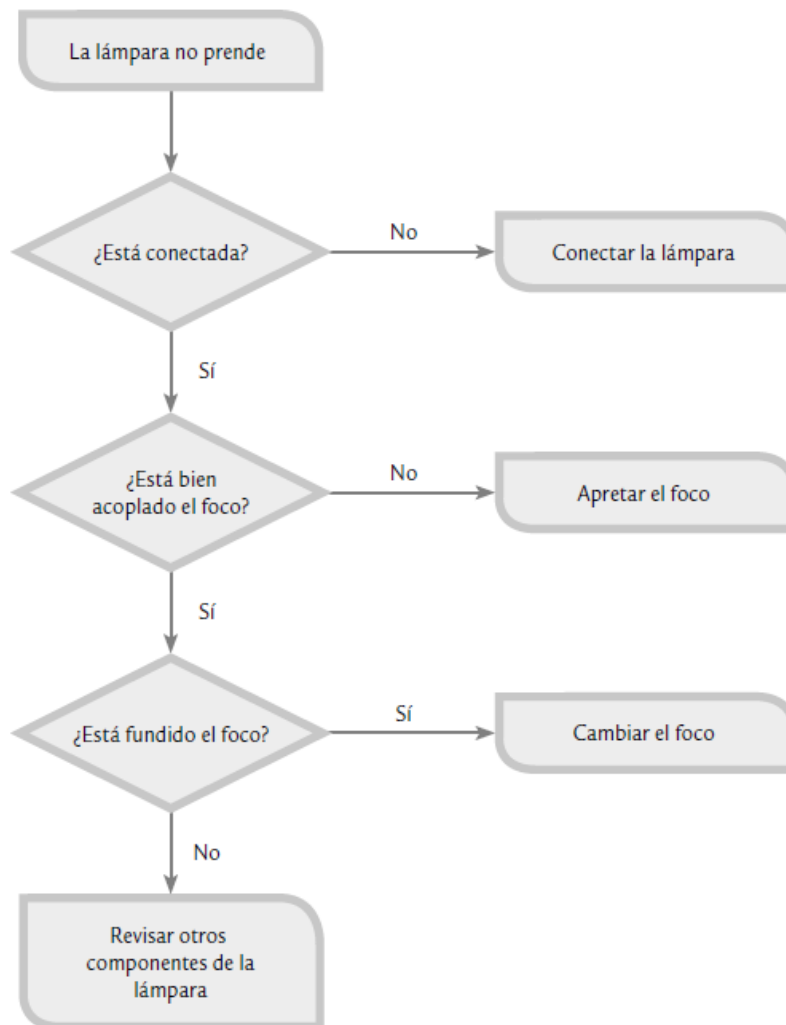


Fuente: Redacción Team, 2023.

2.1.7 Diagrama de flujo

Los diagramas de flujo son las representaciones con diferentes figuras de las secuencias de los pasos o actividades de un proceso, en las cuales se incluyen transportes, inspecciones, esperas, almacenamientos, actividades de retrabajo o reprocesos. Un diagrama de flujo es importante para determinar algunos beneficios y brindar una visualización clara de los procesos completos. Esto les facilita la comprensión tanto a los expertos como a las personas menos familiarizadas con el proceso (Gutiérrez y De la Vara, 2023).

Figura 2.6: Ejemplo de un diagrama de flujo



Fuente: Gutiérrez y De la Vara, 2023.

A partir de los diagramas de flujo, se define el proceso por el que se realizan las operaciones en el Centro de Contactos, desde la atención de un caso hasta cómo los distintos departamentos interactúan en el análisis y cálculo de la demanda.

2.1.8 Datos históricos

Los datos históricos son los valores que reflejan la realidad de un proceso bajo un análisis durante un tiempo predeterminado en el que no se llevan a cabo modificaciones significativas (Gutiérrez y De la Vara, 2023).

Figura 2.7: Ejemplo de datos históricos

Datos para el ejercicio 21.					
SUBGRUPO	TEMPERATURA	RANGO MÓVIL	SUBGRUPO	TEMPERATURA	RANGO MÓVIL
1	27.4		24	26.5	2.7
2	26.8	0.6	25	23.3	3.2
3	24.3	2.5	26	23.8	0.5
4	26.6	2.3	27	25.5	1.7
5	26.5	0.1	28	26.4	0.9
6	25.6	0.9	29	27.5	1.1
7	25.1	0.5	30	27.7	0.2
8	26.5	1.4	31	28.5	0.8
9	25.8	0.7	32	29.8	1.3
10	24.7	1.1	33	25.1	4.7
11	23.3	1.4	34	25.0	0.1
12	23.3	0.0	35	22.9	2.1
13	24.7	1.4	36	23.6	0.7
14	23.4	1.3	37	24.7	1.1
15	27.4	4.0	38	24.4	0.3
16	24.7	2.7	39	25.4	1.0
17	21.7	3.0	40	23.5	1.9
18	26.7	5.0	41	27.8	4.3
19	24.2	2.5	42	25.5	2.3
20	25.5	1.3	43	26.5	0.9
21	25.3	0.2	44	24.5	1.9
22	25.0	0.3	45	23.5	1.0
23	23.8	1.2			
			Media	25.32	1.57

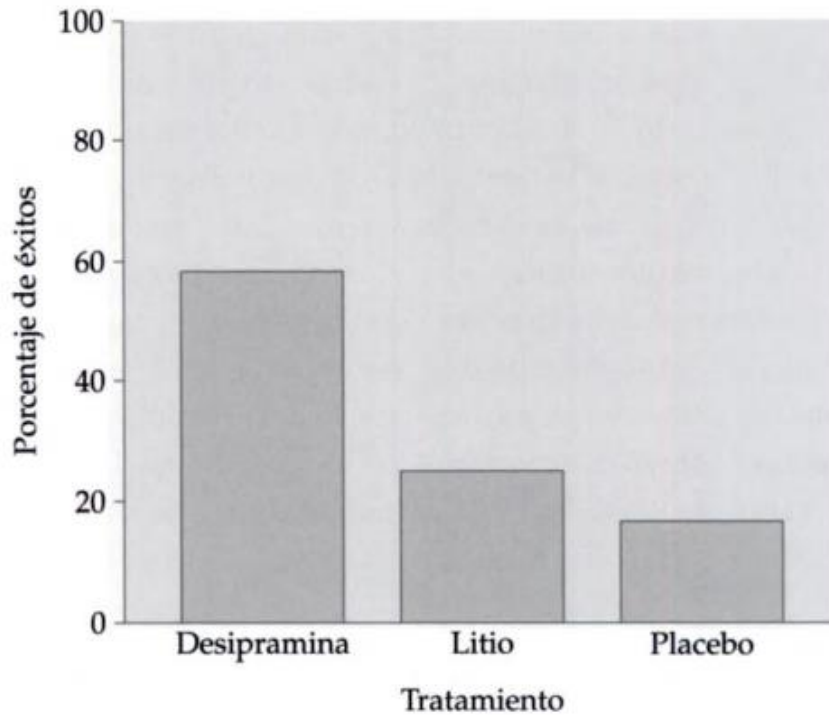
Fuente: Gutiérrez y De la Vara, 2023.

Los datos históricos son una parte fundamental para comprender la situación actual del problema dentro de un proyecto.

2.1.9 Gráfico de barras

Un gráfico de barras permite la comparación de diferentes datos de una forma visual realmente efectiva. Esto puede ser crucial para comunicar eficazmente los resultados y tendencias en los distintos escenarios deseados (Moore, 2009).

Figura 2.8: Ejemplo de un gráfico de barras



Fuente: Moore, 2009.

2.1.10 Promedio simple

El promedio simple se calcula sumando todos los valores de un conjunto de datos y dividiendo el resultado entre el número total de valores (Webster, 2019).

Figura 2.9: Fórmula del promedio simple

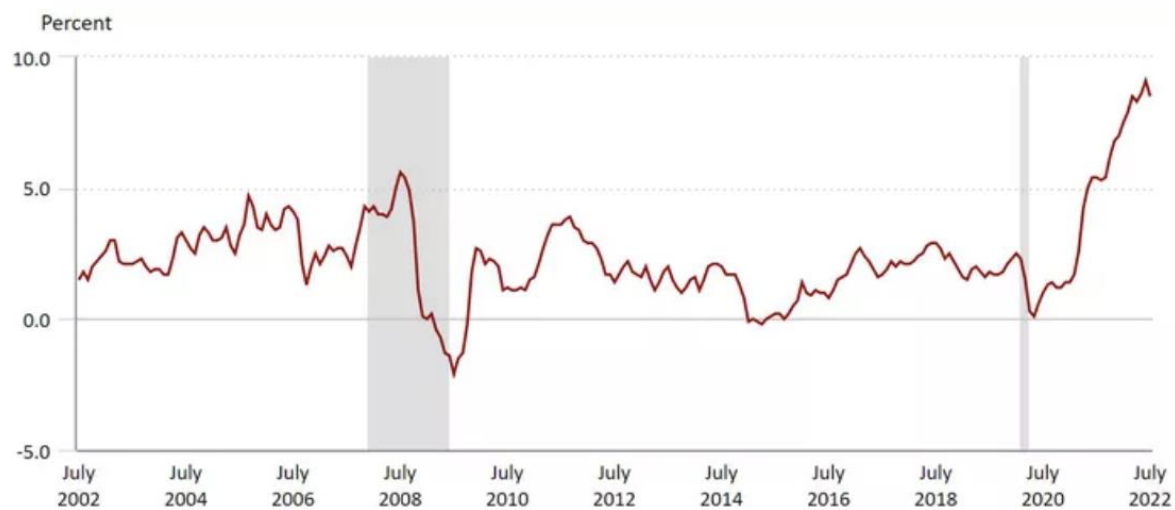
$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + \dots + x_n}{N}$$

Fuente: Elaboración propia, 2025.

2.1.11 Gráfico lineal

Los gráficos lineales permiten visualizar la evolución de una variable a lo largo del tiempo, lo cual facilita identificar tendencias, patrones o fluctuaciones (Peters, 2025). Para el estudio, se emplean gráficos para mostrar comportamientos semana tras semana.

Figura 2.10: Ejemplo de un gráfico lineal



Fuente: Peters, 2025.

2.1.12 Reunión kaizen

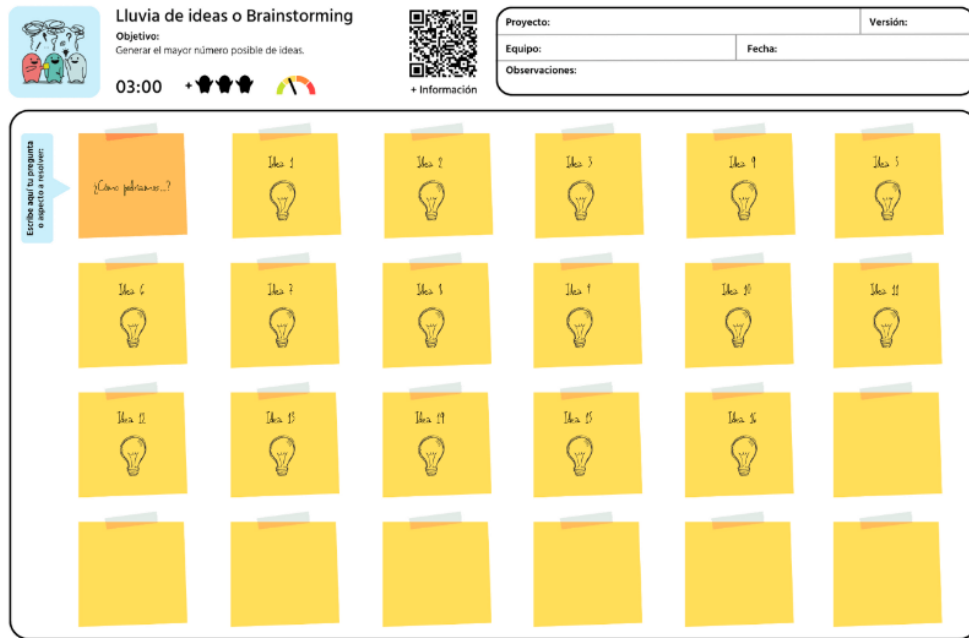
El *kaizen* es un concepto originario de Japón, este significa 'cambio para mejorar'. Es una filosofía que engloba la mejora continua y gradual en todos los procesos de una organización (Imai, 1986).

Esta filosofía busca la optimización constante por medio de pequeños ajustes incrementales e involucra activamente a todo el personal. Dentro de esta, se dan reuniones *kaizen*, que son encuentros de corta duración, diseñados para resolver de forma intensiva problemas específicos, donde por lo general hay equipos multidisciplinarios que analizan las causas raíz y desarrollan e implementan medidas efectivas.

2.1.13 Lluvia de ideas

La lluvia de ideas es una forma en que un equipo genera pensamientos creativos con libertad (Design Thinking, 2025).

Figura 2.11: Ejemplo de una lluvia de ideas

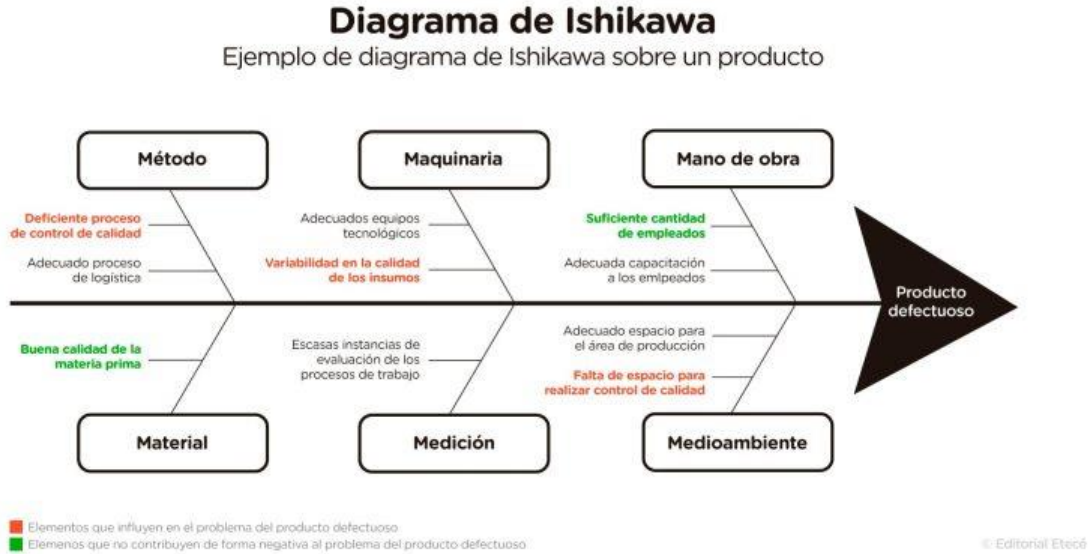


Fuente: Design Thinking, 2025.

2.1.14 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, también denominado diagrama de causa y efecto o de espina de pescado, es un organizador gráfico que representa las distintas causas de un problema, para encontrar una solución, o de un hecho, con la finalidad de conocer qué eventos lo produjeron. Una vez detectado qué elemento genera el inconveniente, es posible plantear una solución para mejorar la calidad de un servicio o un producto, alcanzar la eficiencia en un proceso o lograr un objetivo.

Figura 2.12: Ejemplo de un diagrama de Ishikawa



Fuente: Ríos, 2025.

2.1.15 Multivoto

Técnica que se trabaja en grupo con el objeto de reducir la lista de ideas generadas en la fase de lluvia de ideas. Al respecto, se busca seleccionar las ideas más convenientes.

Para realizar el multivoto, se debe enumerar cada causa. Seguidamente, se debe elegir el voto o puntuación para darles peso a las causas y, luego, se ordenan de mayor a menor para identificar las que tienen mayor peso.

Figura 2.13: Ejemplo de un multivoto

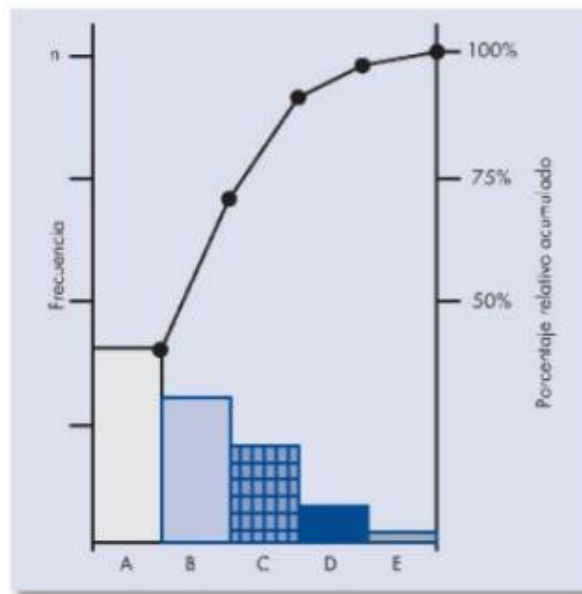
Causas del problema	Votaciones						Total	%	Acumulada
	1	2	3	4	5	6			
Las combinaciones numéricas varían para cada acreedor	7	8	5	5	6	8	39	26%	26%
Se pierde mucho tiempo escuchando la contestadora	6	7	7	6	7	2	35	23%	49%
El proceso es muy repetitivo	5	2	2	8	3	4	24	16%	65%
Falta de entrenamiento para los agentes	2	4	4	3	5	6	24	16%	81%
Poca experiencia de los agentes	3	1	3	2	1	5	15	10%	91%
Muchas distracciones en el ambiente	1	3	1	1	4	3	13	9%	100%
Total	24	25	22	25	26	28	150	100%	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

2.1.16 Diagrama de Pareto

Un diagrama de Pareto se utiliza principalmente para organizar los datos en orden descendente. Con esto se detectan los principales problemas y, así, la causa raíz. Ahora bien, para la interpretación es fundamental la ley de Pareto, regla 80/20, la cual dice que el 20 % de las causas es responsable del 80 % de las quejas (Sánchez, 2022).

Figura 2.14: Ejemplo de un gráfico de Pareto



Fuente: Sánchez, 2022.

2.1.17 Teoría de colas—distribución de Erlang C

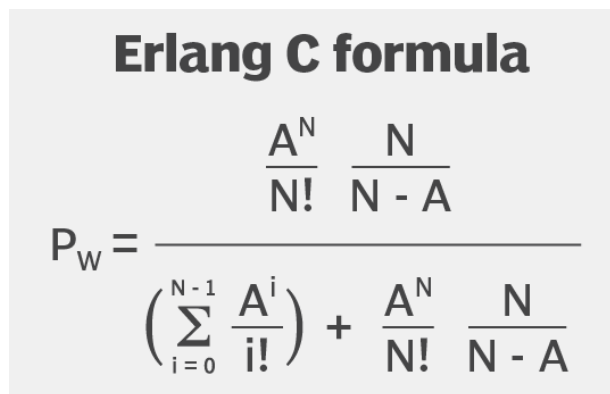
La teoría de colas estudia los fenómenos de espera en diversos sistemas. Se centra en analizar situaciones donde clientes arriban en un sistema y si el sistema no tiene la capacidad suficiente para atenderlos de inmediato, estos deben esperar en una cola.

Uno de los modelos más utilizados en la industria de los centros de contactos es el modelo Erlang C, formulado por el ingeniero danés Agner Krarup Erlang a inicios del siglo XX. Se trata de una herramienta estadística basada en la teoría de colas de tipo M/M/c.

y es uno de los modelos más utilizados para el dimensionamiento de los centros de contacto bajo condiciones de Poisson (Kooile, 2013).

Su utilidad se basa en la posibilidad de estimar el número mínimo de agentes requeridos para alcanzar un determinado SLA bajo condiciones de llamadas aleatorias y tiempos de atención exponencialmente distribuidos. Este modelo considera variables como el volumen de llamadas, el tiempo promedio de atención (AHT) y la tolerancia al tiempo de espera, representando un enfoque para la planificación fundamentado en criterios cuantitativos.

Figura 2.15: Ejemplo de la fórmula Erlang C

A diagram showing the Erlang C formula. At the top, it says "Erlang C formula". Below that, the formula is presented as P_w = (A^N / N!) * (N / (N - A)) / ((sum from i=0 to N-1 of A^i / i!) + (A^N / N!) * (N / (N - A))).
$$P_w = \frac{\frac{A^N}{N!} \frac{N}{N - A}}{\left(\sum_{i=0}^{N-1} \frac{A^i}{i!} \right) + \frac{A^N}{N!} \frac{N}{N - A}}$$

Fuente: Awati, 2022.

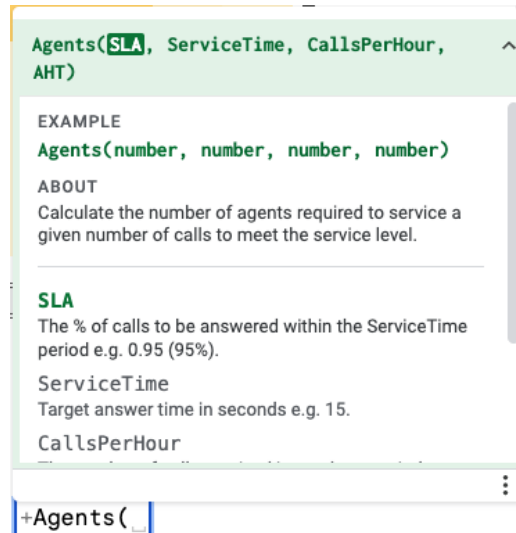
Esta fórmula describe la proporción de tiempo en que todos los servidores están ocupados y la fracción de tiempo en que una llamada espera en cola. Asume una tasa de arribo y una duración promedio del servicio, con 'n' servidores trabajando de manera simultánea. Estadísticamente, el modelo de Erlang-C mide la probabilidad de que en estado regular todos los agentes estén ocupados cuando una llamada telefónica ingresa al sistema.

2.1.18 Complemento de Excel de Erlang C

Microsoft Excel ofrece un complemento con funciones en las cuales se pueden simular requerimientos de personal y otros indicadores como capacidad, nivel de ocupación y

SLA. Estas funciones se pueden habilitar en Excel descargando el complemento Erlang Calculator desde la web, o bien, agregando de forma manual el *script* que habilita las funciones.

Figura 2.16: Complemento de Erlang C



Fuente: Elaboración propia, 2025.

A continuación, se detallan algunas funciones definidas dentro del complemento de Erlang C para Microsoft Excel:

Figura 2.17: Funciones del complemento de Erlang C

Nombre de la Fórmula	¿Para qué sirve?	Variables Necesarias
Agents()	Calcular la cantidad de agentes necesarios para atender una cantidad determinada de llamadas para cumplir con el nivel de servicio.	SLA: El porcentaje de llamadas atendidas dentro del periodo de Tiempo de Servicio, p. ej., 0.80 (80%). Service Time: Tiempo de respuesta objetivo en segundos. Calls per Hour: Número de llamadas recibidas en una hora. AHT: Duración de la llamada, incluyendo el trabajo posterior, en segundos.
SLA()	Calcular el nivel de servicio alcanzado para el número dado de agentes.	Agentes: Número de agentes disponibles. Service Time: Tiempo de respuesta objetivo en segundos. Calls Per hour: Número de llamadas recibidas en una hora. AHT: Duración de la llamada, incluyendo el trabajo posterior, en segundos.
Utilisation()	Calcular el porcentaje de utilización para el número dado de agentes.	Agentes: Número de agentes disponibles. Calls Per hour: Número de llamadas recibidas en una hora. AHT: Duración de la llamada, incluyendo el tiempo de respuesta en segundos.
Abandon()	Calcular el porcentaje de llamadas que abandonarán después del tiempo dado	Agentes: Número de agentes disponibles. Tiempo de abandono: Tiempo en segundos antes de que la persona que llama abandone la llamada. Calls per hour: Número de llamadas recibidas en una hora. AHT: Duración de la llamada, incluyendo el trabajo posterior, en segundos.
CallCapacity()	Calcule la cantidad de llamadas que puede gestionar un número determinado de agentes manteniendo el nivel de servicio requerido.	NoAgents: Número de agentes disponibles. SLA: Porcentaje objetivo de llamadas atendidas, p. ej., 0,85 = 85 %. ServiceTime: Tiempo objetivo de respuesta en segundos, p. ej., 15. AHT: Duración de la llamada, incluyendo el trabajo posterior, en segundos.
QueueSize()	Calcular el tamaño promedio de la cola para una cantidad determinada de agentes.	Agentes: Número de agentes disponibles. Calls per hour: Número de llamadas recibidas en una hora. AHT: Duración de la llamada, incluyendo el tiempo de respuesta en segundos.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

2.1.19 Fórmulas y definiciones del centro de contactos

Con el fin de facilitar la comprensión del proyecto y el entorno en donde se desarrolla, seguidamente se brindan algunas definiciones y fórmulas que se utilizan en el estudio:

- **SLA:** Porcentaje de llamadas que cumplen con la condición de ser contestadas dentro de un tiempo objetivo (por ejemplo, los primeros 3 minutos), mientras que las llamadas ofertadas son todas aquellas que ingresan al centro de llamadas aun cuando estas hayan sido abandonadas por el usuario, es decir, aquellas que no se contestaron.

$$SLA = \frac{\Sigma \text{ Llamadas dentro del Nivel de Servicio}}{\Sigma \text{ Llamadas Ofertadas}} * 100$$

- **Abandono:** Porcentaje de llamadas que no logran ser conectadas con un agente de servicio telefónico antes de ser finalizadas por el usuario. La meta actual para esta métrica de abandono se establece en un 4 %.

$$Abandono = \frac{\Sigma \text{Llamadas Abandonadas}}{\Sigma \text{Llamadas Ofertadas}} * 100$$

- **Shrinkage o merma (SHK):** Representa el porcentaje del tiempo total que, por diversas razones, el agente no está disponible o productivo para atender llamadas. Incluye tiempo dentro de la oficina (desarrollo profesional, descansos, reuniones) y fuera de la oficina (vacaciones, licencias, ausentismo por enfermedad).

$$SHK = \frac{\text{Tiempo no productivo}}{\text{Tiempo Staff Total}} * 100$$

- **Ocupación (occupancy):** Se refiere al porcentaje del tiempo productivo que un agente se dedica a atender llamadas. Por ejemplo, un 80 % de ocupación implica que, de su tiempo disponible para tomar llamadas, el agente pasa el 80 % en llamadas y el 20 % restante esperando la siguiente. Este indicador es crucial para buscar un equilibrio y evitar fatiga y la rotación de personal.

$$Occ = \frac{\Sigma \text{Tiempo en llamada}}{\Sigma \text{Tiempo en llamada} + \Sigma \text{Tiempo disponible}} * 100$$

- **FTE (full time equivalent):** El FTE es una medida estandarizada que representa la cantidad de trabajo que equivale a un trabajador a tiempo completo. En la industria de los centros de contactos, por lo general se considera que 1 FTE representa 40 horas de trabajo semanal como estándar. Sirve como una unidad de medida consistente para comparar y planificar la dotación de personal independientemente de las jornadas laborales.
 - **Net FTE (NFTE):** FTE netos realmente necesarios para manejar llamadas. Es el personal indispensable para la operación directa, sin considerar tiempos no productivos o ausencias.

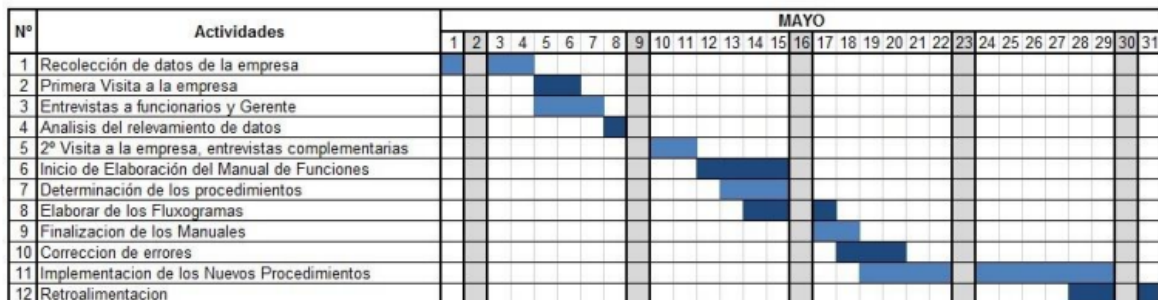
- **Gross FTE (GFTE):** FTE necesarios por contratar, teniendo en cuenta las ineficiencias operativas como ausencias y tiempos no productivos que se pueden presentar en las operaciones, con el propósito de asegurar que se disponga de capacidad requerida para satisfacer la demanda.
- **FTE REQ (*workload*):** Cantidad de FTE netos realmente necesarios para manejar llamadas. Este cálculo considera el volumen semanal, el AHT, las horas semanales estándar y el nivel de ocupación.

$$FTE REQ = \frac{Volume * AHT}{3600s * 40hrs * Occupancy}$$

2.1.20 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta útil para planificar y programar tareas; además, ayuda a visualizar el tiempo que toma cada tarea (López y Rodríguez, 2014).

Figura 2.18: Ejemplo de un diagrama de Gantt



Fuente: López y Rodríguez, 2014.

2.1.21 Indicador ROI

El retorno de la inversión (ROI, por sus siglas en inglés) es una métrica financiera muy utilizada para evaluar la rentabilidad de una inversión. Su cálculo es la relación entre la ganancia neta generada por la inversión y el costo de la inversión, expresada generalmente como un porcentaje (Brealey et al., 2016).

Figura 2.19: Fórmula ROI

$$ROI = \frac{Ingresos - Inversión}{Inversión} * 100$$

Fuente: Elaboración propia, 2025.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

A continuación, se exponen los detalles más importantes de la empresa Mova Technologies, donde se realiza el estudio.

2.2.1 Visión/misión

La visión y misión de la empresa se muestran seguidamente.

Visión

"Crear un futuro en el que la movilidad sea completamente autónoma, eléctrica y compartida" (Mova Technologies, 2025).

Misión

"Transportar a las personas de manera confiable y accesible, en cualquier momento y en cualquier lugar" (Mova Technologies, 2025).

2.2.2 Antecedentes históricos

Mova Technologies se fundó en 2009 por Garrett Camp y Travis Kalanick con el objetivo de brindar un servicio de transporte *premium* bajo demanda. En 2010 utilizó el nombre de Mova Cab en San Francisco, California, cuando lanzó su aplicación en esta localidad, la cual permitía que los usuarios pudieran solicitar servicios de transporte por medio de sus celulares.

En 2011, la empresa cambió su nombre a Mova y comenzó a expandirse a otras ciudades de Estados Unidos. Entre 2012 y 2014, siguió expandiéndose rápidamente en Europa, Asia y América Latina. Para el 2015 ya estaba operando en más de 60 ciudades a nivel mundial. La aplicación comenzó a ganar popularidad por su conveniencia y facilidad de uso. Finalmente, se hizo pública en mayo de 2019 en la Bolsa de Nueva York.

2.2.3 Ubicación geográfica

Al ser una empresa ubicada en diferentes ciudades alrededor del mundo, es importante recalcar que para el estudio se trabaja en el Centro de Contactos ubicado en la Zona Franca Ultrapark I, La Aurora, Heredia.

Figura 2.20: Mapa satelital de Mova



Fuente: Google Maps, 2025.

2.2.4 Estructura organizacional

El organigrama de la empresa es amplio al esta contar con departamentos globales y divididos por verticales y productos, por lo que para el estudio se desarrolla únicamente el organigrama con las áreas que operan en el COE CR y están involucradas en el estudio. Seguidamente, se aprecia el organigrama:

Figura 2.21: Organigrama de Mova



Fuente: RR. HH. de Mova, 2025.

2.2.5 Cantidad de empleados

En la compañía se emplea a más de 28 000 personas, pero en la sede de Heredia, Costa Rica, se emplea a más de 300 personas, distribuidas en diferentes horarios (Mova, 2025). No obstante, para este proyecto final de graduación, en la siguiente tabla se detalla el personal involucrado y sus respectivas funciones.

Tabla 2.1: Cantidad de empleados por área

Puesto o área	Cantidad
Gerente de sitio	1
Gerentes de operaciones	1
Supervisores de operaciones	3
Agentes de operación	15
Gerente Sr WFM	1
Supervisor WFM	1
Analistas de WFM	6
Analista de nómina	1
Total	29

Fuente: RR. HH. de Mova, 2025.

Con relación a la tabla anterior, el equipo de operaciones es el encargado de atender los distintos canales de servicio al cliente de la empresa. En situaciones donde se presenta un desfase entre la capacidad proyectada y la demanda real, los analistas del Área de Workforce Management (WFM) emiten una solicitud formal de horas extraordinarias a los supervisores operativos, quienes gestionan la asignación de personal adicional conforme con las necesidades del servicio.

2.2.6 Tipos de productos

Al ser una empresa de tecnología que ofrece servicios de transporte y entrega por medio de una plataforma digital, no tiene productos físicos tangibles ni mercados de exportación en el sentido tradicional. Su "producto" principal es la plataforma en sí misma, que conecta a conductores y repartidores con usuarios que necesitan transporte o entrega de alimentos y otros artículos. Sin embargo, se puede desglosar la oferta de Mova en diferentes tipos de servicios que funcionan como "productos" dentro de su plataforma:

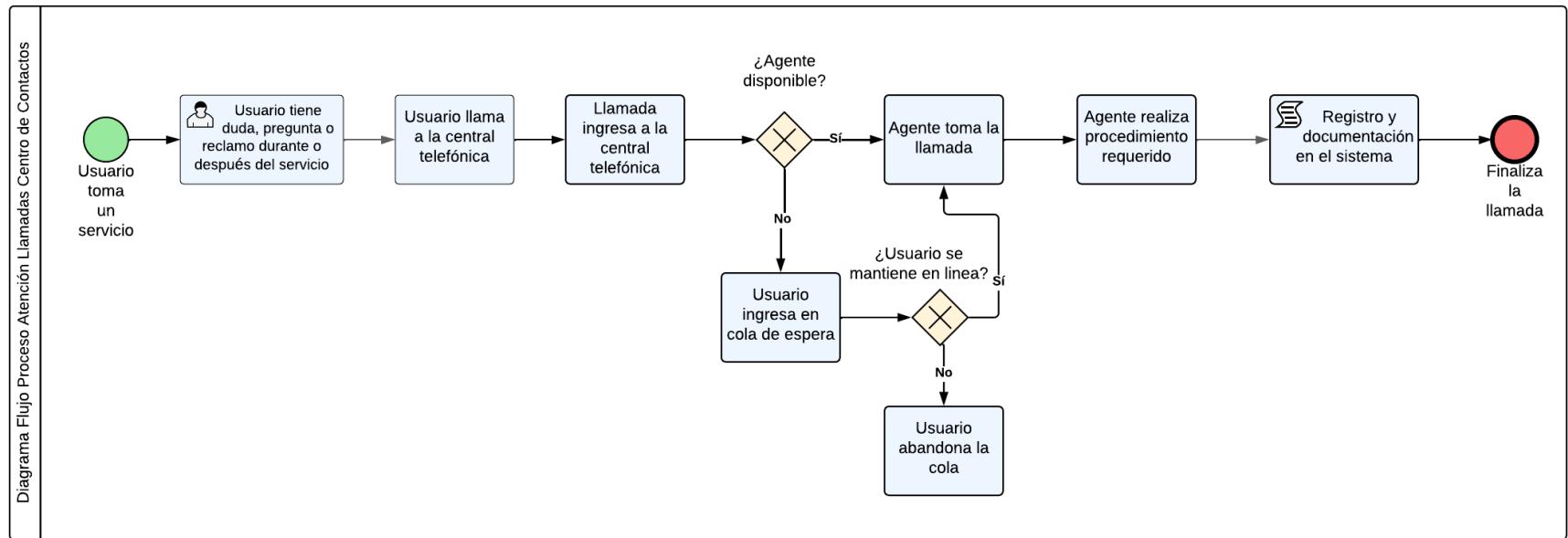
- Mova Rides: el servicio original de transporte de pasajeros, que conecta a usuarios con conductores privados.
- Mova Eats: servicio de entrega de alimentos a domicilio, que conecta a usuarios con restaurantes y repartidores.
- Mova Freight: plataforma de logística, que conecta a transportistas con empresas que necesitan mover carga.
- Mova for Business: soluciones de transporte para empresas, que permite a las compañías gestionar los viajes de sus empleados.
- Otros servicios: Mova también ofrece servicios como alquiler de bicicletas y *scooters* eléctricos (Mova Jump, Mova Bike), transporte en helicóptero (Movacopter), opciones de transporte compartido (Mova Pool) y Mova Autonomous/Mova ATG (Advanced Technologies Group), que se centra en el desarrollo de vehículos autónomos sin conductor para la movilidad del futuro, con pruebas en diversas ciudades.

2.2.7 Mercado de exportación

En cuanto a los mercados de exportación, Mova opera en más de 10 000 ciudades alrededor del mundo, por lo que su "exportación" se da por medio de la expansión de su plataforma y servicios a nuevos mercados geográficos. Cabe destacar que la disponibilidad de los servicios puede variar dentro de cada país, ya que la empresa se adapta a las regulaciones y necesidades locales de cada ciudad donde opera, lo que implica un proceso de localización de su plataforma y servicios.

2.2.8 Descripción general del proceso productivo

Figura 2.22: Proceso productivo del Centro de Contactos



Fuente: Elaboración propia, 2025.

El proceso se inicia cuando un usuario hace uso del servicio de viajes y, durante o después de su finalización, tiene una duda o reclamo y decide comunicarse con soporte. Cuando el usuario realiza la llamada, el sistema valida si hay disponibilidad de agentes. Si hay disponibilidad, la llamada se atiende de inmediato por un agente. Si, por el contrario, no hay agentes libres, el usuario entra en una cola de espera hasta que se liberen más agentes. Mientras que el usuario se encuentra en espera, tiene dos opciones: permanecer en la línea hasta ser atendido o abandonar la cola si decide no seguir esperando. Si el usuario permanece en espera, finalmente es atendido.

Durante la llamada, el agente sigue el procedimiento para resolver la consulta del usuario, asimismo documenta los detalles de la llamada en los sistemas internos, asegurando que el proceso ejecutado quede en un historial.

Una vez que el usuario recibe la información o solución correspondiente y no tiene más consultas, la llamada se finaliza.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo utiliza un enfoque de investigación mixto, al emplear la combinación de datos cuantitativos y cualitativos dentro de sus etapas de investigación y desarrollo de las herramientas; por ejemplo, se usan herramientas cuantitativas como datos históricos y cualitativas como el análisis FODA.

Hernández et al. (2014) agregan:

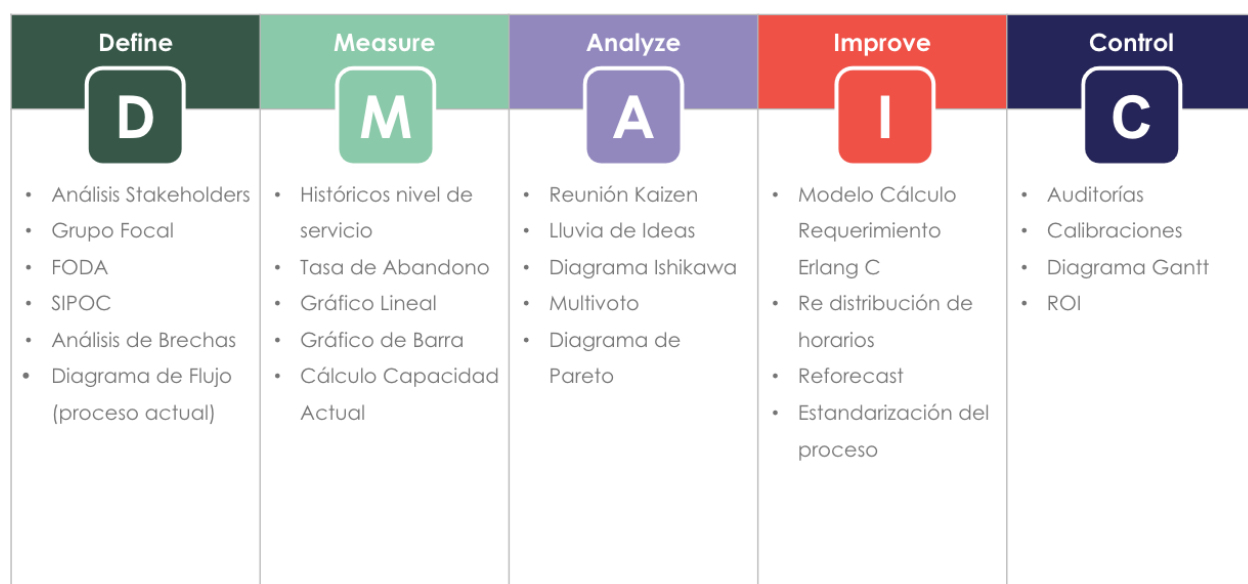
El enfoque mixto entre otros aspectos logra una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno, ayuda a formular el planteamiento del problema con mayor claridad, produce datos más “ricos” y variados, potencia la creatividad teórica, apoya con mayor fluidez las inferencias científicas, y permite una mayor “exploración y explotación” de los datos (p. 594).

Por lo tanto, se considera este enfoque de investigación con el propósito de lograr una comprensión más profunda y completa del fenómeno de estudio al combinar ambos enfoques.

3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación, según Hernández et al. (2014), “se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de resolver el planteamiento del problema” (p. 128). En el presente proyecto, basándose en el planteamiento del problema, se selecciona el método DMAIC, por medio del que se desarrollan herramientas ingenieriles en cada una de sus fases, a saber, definir, medir, analizar, mejorar y controlar, según los requerimientos de cada una. Las herramientas se exponen en la figura 3.1:

Figura 3.1: Método de investigación: DMAIC



Fuente: Elaboración propia , 2025.

Así, de acuerdo a la figura anterior, a continuación se detalla la selección de los procesos y herramientas DMAIC.

3.2.1 Definir

En cuanto a esta etapa, se utilizan las siguientes herramientas ingenieriles para definir y delimitar la problemática:

- **Análisis de *stakeholders*:** permite determinar quiénes son las personas participantes, ya sean directas o indirectas, en el proceso por estudiar. Lo anterior facilita definir puntos de contacto, roles, responsabilidades y niveles en la jerarquía que representan.
- **SIPOC:** este diagrama es necesario para definir los factores por considerar en cada parte del proceso, ya que posibilita identificar el alcance del proyecto y asegurarse de mantener el enfoque en las necesidades del cliente, lo que traza el camino para las mejoras en las siguientes etapas.

- **Análisis de brecha:** esta herramienta define la situación actual en relación con las metas por alcanzar, al determinar la brecha para posteriormente generar acciones con el objetivo de cubrir la misma.
- **Diagrama de flujo:** hace posible entender el proceso productivo actual y el proceso mediante el que el Departamento de WFM (encargado de hacer las proyecciones) realiza el cálculo de necesidad de personal, de forma que se pueda mapear cada proceso utilizado.

3.2.2 Medir

Respecto a esta etapa, se utilizan herramientas ingenieriles para medir y cuantificar la problemática.

- **Datos históricos:** se analizan 6 semanas de datos históricos de distintos indicadores, como la tasa de abandono y el SLA, los cuales son una parte fundamental para desarrollar las propuestas de solución en las siguientes etapas, pues brindan un parámetro de medición de la situación actual.
- **Gráficos de barras:** al contar con información histórica, se requiere interpretar la misma de una manera visual más amigable, por lo que la medición mediante gráficos permite medir los resultados actuales del SLA de una forma más ágil.
- **Promedio simple:** esta herramienta ayuda a promediar la cantidad de contactos que no están alcanzando la meta, así como a definir el promedio de horas extras necesarias para cubrir las demandas actuales.

3.2.3 Analizar

Referente a esta etapa, se emplean herramientas ingenieriles para el análisis de la problemática, de manera que se puedan seleccionar las causas raíz de mayor impacto para su posterior mejora.

- Lluvia de ideas: permite conocer los problemas que se experimentan y afectan los niveles de servicio. Esta herramienta se plantea desde diferentes puntos de vista al involucrar a distintos *stakeholders*, lo que hace posible un análisis más integral de la situación.
- Diagrama de Ishikawa: por medio de este diagrama, se determinan las posibles causas raíz del problema en estudio mencionadas en la lluvia de ideas, siendo que la constante desviación del SLA se puede deber a diferentes causas.
- Multivoto: luego del análisis en el diagrama de Ishikawa, se interpretan los problemas más críticos percibidos según el criterio que se le brinde a cada uno.
- Gráfico de Pareto: define la criticidad de los posibles problemas percibidos, generándose un *ranking* con las causas más votadas, de manera que se pueda determinar el principio 80-20 de criticidad.

3.2.4 Mejorar

En cuanto a esta etapa, se utilizan herramientas ingenieriles para la recomendación de mejoras a la problemática:

- Erlang C: mediante el cálculo de requerimientos basado en la fórmula de Erlang C, se determina la necesidad de personal real, además si la cantidad de personal actual es la ideal y se encuentra bien definida.
- Análisis de capacidad: permite el análisis del personal requerido considerando variables como volumen de llamadas, tiempo de respuesta promedio, ineficiencias en producción, entre otras.

3.2.5 Controlar

Con relación a esta etapa, se emplean herramientas ingenieriles para el control de las recomendaciones, de modo que se puedan mantener en el tiempo, así como herramientas para evidenciar el impacto económico que las recomendaciones generarían en caso de implementarse.

- ROI: en caso de optar por las propuestas, el ROI define en cuánto tiempo se recupera la inversión, por lo que es importante considerar todos los costos asociados a la implementación de las mismas y los ahorros que estas generarían.
- Diagrama Gantt: es una herramienta esencial para planificar y gestionar el proyecto de mejora, de manera que se puedan medir de forma visual las tareas, su duración y las dependencias entre estas.

3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información se definen como todos los datos utilizados dentro del proyecto de investigación. Entre las fuentes necesarias, se pueden mencionar los datos históricos, gráficas, reuniones, entre otras.

Según Hernández et al. (2014):

Revisión de la literatura, paso de la investigación que consiste en detectar, consultar y obtener la bibliografía y otros materiales útiles para los propósitos del estudio, de los cuales se extrae y recopila información relevante y necesaria para el problema de investigación (p. 61).

A efectos del presente estudio, las fuentes de información primaria consisten en reportes históricos del último trimestre, observaciones en las cuales se realizan sesiones de uno a uno para entender el proceso de planificación actual y reportes internos enviados por el Departamento de WFM.

Como fuentes secundarias, se definen todas las revisiones bibliográficas para el desarrollo de esta investigación, que consisten en el material dirigido al cálculo de requerimientos de personal mediante la fórmula Erlang C y todo lo relacionado a los centros de contacto.

3.3.1 Sujetos de información

Entre los sujetos de información tomados en cuenta para el proyecto, se encuentran los analistas de WFM y los líderes de operación de la empresa de Mova Costa Rica, mismos que se detallan en el siguiente *project charter*:

Tabla 3.1: Project charter

ACTA CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO	
1.- Fecha: 1/2/25	2.- Nombre de Proyecto: PROPUESTA DE UN MODELO EFICIENTE PARA EL CÁLCULO DE REQUERIMIENTOS DE PERSONAL DE UN CENTRO DE CONTACTOS MEDIANTE LA METODOLOGÍA DMAIC
3.- Miembros 3.1 Equipo de trabajo: Dayana Saborio Vargas Jason Varela & Andres Quiros 3.2 Supervisores del Proyecto: Dayana Saborio & Jason Varela	4.- Área de aplicación, interesados del proyecto: Operaciones (Liderazgo) Andres Quirós WFM (Analistas y Gerente) Jason Varela , Dayana Saborio
5.- Fecha de inicio del proyecto: 01/02/2025	6.- Fecha tentativa finalización: 15/08/2025
7.- Objetivos del proyecto: 7.1 Objetivo General: Proponer un modelo eficiente en el cálculo de requerimientos de personal con el fin de mejorar el indicador establecido y reducir los costos operativos en la línea de viajes autónomos del centro de contacto Mova Technologies, mediante el uso de herramientas ingenieriles y la metodología DMAIC. 7.2. Objetivos Especificos: • Describir el proceso actual del cálculo de requerimiento de personal actual, identificando las variables que influyen en él y que afectan alcanzar el indicador establecido. • Medir el impacto que genera un proceso de cálculo de requerimientos de personal ineficiente en la operación. • Analizar las variables para identificar los parámetros que, al ser considerados, optimizan el cálculo de requerimientos de personal y mejoran el nivel de servicio. • Proponer un modelo eficiente en el cálculo de requerimientos de personal, incluyendo un sistema de control que garantice su efectividad y continuidad a lo largo del tiempo.	
Descripción del producto:	
Necesidad del proyecto: Mejorar el nivel de servicio y reducir los costos por pago de horas extras	
Posibles restricciones: Confidencialidad de los datos y tiempo para desarrollo del estudio.	
Supuestos: No se definen de momento	
Identificación de grupos de interés (Stakeholders): Autor Cliente(s) directo(s): Empresa Mova Technologies Cientes indirectos: Departamento de Operaciones y WFM	
Aprobado por: Líder del proyecto de investigación	Firma:
Presentado por: Dayana Saborio Vargas	Firmas:

Fuente: Elaboración propia, 2025.

3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS

En la siguiente tabla se definen las variables de análisis por estudiar para cumplir con cada objetivo específico. Cada variable está delimitada; al respecto, la definición conceptual se enfoca en brindar un significado teórico, la definición operacional se centra en las actividades y/u operaciones para la medición de variables y la definición instrumental se enfoca en las distintas herramientas ingenieriles.

Tabla 3.2: Variables de la investigación por objetivo específico

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Operacionalización	Instrumentalización
Describir el proceso actual del cálculo de requerimientos de personal, identificando las variables que influyen en este y afectan el logro del indicador establecido.	Proceso actual	Secuencia de actividades, entradas, salidas y actores involucrados en el cálculo del personal necesario.	Observación de actividades, recopilación de documentación, entrevistas a responsables.	Análisis de <i>stakeholders</i> , grupo focal (voz del cliente [VoC]), FODA, SIPOC, análisis de brechas, diagrama de flujo.
Medir el impacto que genera un proceso de cálculo de requerimientos de personal ineficiente en la operación.	Impacto operacional	Consecuencias de un mal dimensionamiento del personal con base en los resultados del centro (costos, tiempos, satisfacción).	Análisis de métricas históricas: SLA, abandono, horas extras, oferta vs. demanda.	Datos históricos del SLA, análisis de abandono, gráfico lineal, gráfico de barras, cálculo de capacidad actual, comparativa de la demanda vs. oferta.
Analizar las variables que permiten la identificación de los parámetros que optimizan el cálculo de requerimientos de personal y mejoran el SLA.	Variables críticas	Factores clave (internos y externos) que impactan en la precisión del cálculo de personal.	Identificación de causas raíz, priorización y validación participativa.	Reunión <i>kaizen</i> , lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, multivoto, diagrama de Pareto.
Proponer un modelo eficiente en el cálculo de requerimientos de personal, incluyendo un sistema de control que garantice su efectividad y continuidad a lo largo del tiempo.	Modelo de cálculo y control	Sistema estructurado basado en métodos cuantitativos y control operativo para una planificación eficiente.	Diseño de un modelo matemático, validación, implementación de controles, documentación operativa.	Modelo Erlang C, <i>reforecast</i> , redistribución de horarios, estandarización del proceso, auditorías, calibraciones, diagrama de Gantt, ROI.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

3.5 INSTRUMENTOS

Para llevar a cabo la recolección de la información utilizada en este proyecto, se emplean los siguientes instrumentos: observación, registros históricos y herramientas ingenieriles, los cuales se detallan a continuación.

3.5.1 Observación

Es la observación directa del sujeto de estudio en su entorno cotidiano. En este caso, se observa cómo se ejecuta el proceso correspondiente al cálculo del personal.

Referente a este instrumento, Barrantes (2014) establece:

[...] la ciencia comienza con la observación y, finalmente, tiene que volver a ella para su validación final. En cualquier sector de la investigación científica, cabe la observación para descubrir y poner en evidencia las condiciones de los fenómenos (puede ser cotidiana o científica). Ambas se utilizan para obtener conocimientos, pero la segunda es la que debe aplicarse en la investigación (p. 259).

3.5.2 Datos históricos

Los datos brindan un parámetro de medición de la situación actual. Estos datos históricos se recopilan mediante el sistema de manejo de contactos interno de la empresa, el mismo se define como Analytics, de forma que la extracción de los datos se efectúa de manera sistemática, automática y diaria, para su posterior análisis.

3.5.3 Herramientas ingenieriles

A continuación, se exponen algunas herramientas ingenieriles utilizadas como instrumentos:

- Diagrama de flujo: hace posible entender el proceso productivo actual y el proceso mediante el que el Departamento de WFM (encargado de hacer las proyecciones) realiza el cálculo de necesidad de personal, de manera que se pueda mapear cada proceso utilizado.
- Análisis de *stakeholders*: en la etapa correspondiente a definir, es importante determinar quiénes son las personas participantes, ya sean directas o indirectas, en el proceso por estudiar. De este modo, es crucial definir puntos de contacto, roles, responsabilidades y nivel en la jerarquía que representan.
- SIPOC: este diagrama es necesario para definir los factores por considerar en cada parte del proceso, ya que posibilita identificar el alcance del proyecto y asegurarse de mantener el enfoque en las necesidades del cliente, lo que traza el camino para las mejoras en las siguientes etapas.
- Análisis de brecha: esta herramienta define la situación actual en relación con las metas por alcanzar, al determinar la brecha para posteriormente generar acciones con el objetivo de cubrir la misma.
- Lluvia de ideas: permite conocer los problemas que se experimentan y afectan los niveles de servicio. Esta herramienta se plantea desde diferentes puntos de vista al involucrar a distintos *stakeholders*, lo que hace posible un análisis más integral de la situación.
- Diagrama de Ishikawa: por medio de este diagrama, se determinan las posibles causas raíz del problema en estudio mencionadas en la lluvia de ideas, siendo que la constante desviación del SLA se puede deber a diferentes causas.
- Multivoto: luego del análisis en el diagrama de Ishikawa, se interpretan los problemas más críticos percibidos según el criterio que se le brinde a cada uno.
- Gráfico de Pareto: define la criticidad de los posibles problemas percibidos, generándose un *ranking* con las causas más votadas, de manera que se pueda determinar el principio 80-20 de criticidad.

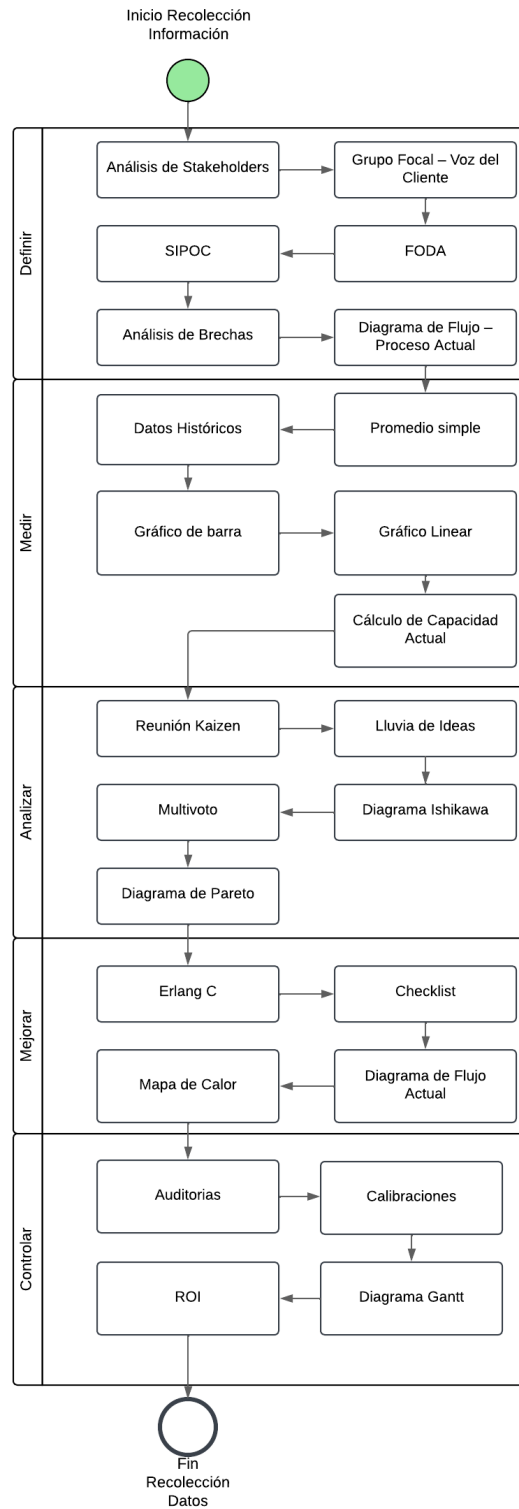
3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

Para la recolección de datos en la investigación, se requieren varias herramientas y técnicas ingenieriles, por lo que a continuación se indica un diagrama de flujo con todas las herramientas ingenieriles utilizadas en orden cronológico.

Además, se adjunta el diagrama de Gantt con las respectivas actividades definidas en cada una de las etapas del proyecto, de manera que por medio de un esquema se presenta la recolección y análisis de los datos.

3.6.1 Diagrama de flujo de las herramientas ingenieriles de recolección de datos

Figura 3.2: Diagrama de flujo de las herramientas de recolección de datos



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En el diagrama de flujo anterior, se aprecia cómo en cada etapa del DMAIC se recolectan y analizan datos que se utilizan para desarrollar la investigación y, así, responder al planteamiento del problema definido al inicio del proyecto.

3.6.2 Diagrama de Gantt

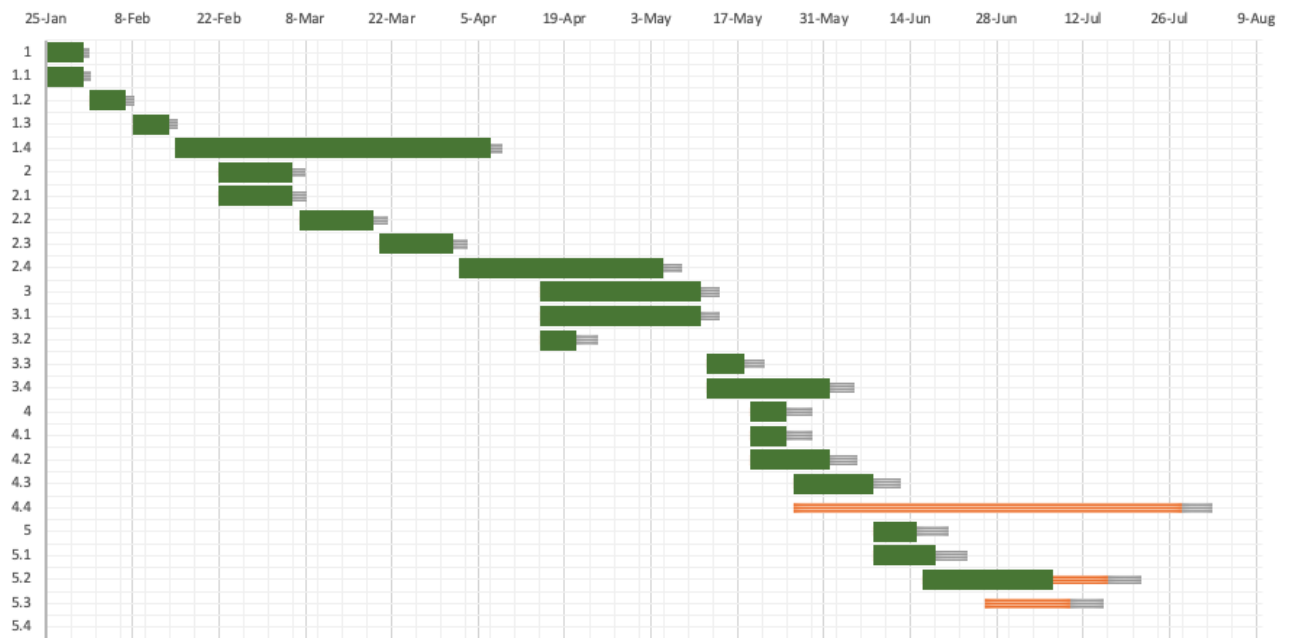
A continuación, se definen las fases de planeación de este proyecto en las cuales se recolectan distintas informaciones:

Tabla 3.3: Lista de actividades según el diagrama Gantt

Actividades	Descripción	Fecha de Inicio	Fecha Final	Días	Progreso	Validación
1	Fase 1: Planificación y Definición Proyecto	25-Jan	21-Feb	27	100%	27
1.1	Reunion con el tutor para definir el tema y objetivos del proyecto	25-Jan	31-Jan	6	100%	6
1.2	Investigación Preliminar y revisión bibliografica (antecedentes)	1-Feb	7-Feb	6	100%	6
1.3	Elaboración Anteproyecto (planteamiento problema, justificacion, Objetivos, alcance)	8-Feb	14-Feb	6	100%	6
1.4	Presentación y aprobación anteproyecto	15-Feb	21-Feb	6	100%	6
2	Fase 2: Investigación y Análisis	22-Feb	14-Apr	51	100%	51
2.1	Recopilacion de datos primarios y secundarios (Datos historicos , observaciones)	22-Feb	6-Mar	12	100%	12
2.2	Analisis de la información recopilada (gráficos)	7-Mar	19-Mar	12	100%	12
2.3	Diagnóstico de la situacion actual (identificacion problemas y oportunidades)	20-Mar	1-Apr	12	100%	12
2.4	Revisión y validación de los resultados con el tutor	2-Apr	14-Apr	12	100%	12
3	Fase 3: Diseño y propuesta de Soluciones	15-Apr	18-May	33	100%	33
3.1	Diseño de propuesta de mejora (herramientas)	15-Apr	11-May	26	100%	26
3.2	Evaluacion de alternativas(viabilidad)	15-Apr	11-May	26	100%	26
3.3	Seleccion de la mejor alternativa	12-May	18-May	6	100%	6
3.4	Elaboracion de recomendacion para implementación	12-May	18-May	6	100%	6
4	Fase 4: Desarrollo y Validación	19-May	8-Jun	20	100%	20
4.1	Simulación solución propuesta	19-May	25-May	6	100%	6
4.2	Pruebas y validación	19-May	25-May	6	100%	6
4.3	Ajustes y optimización	26-May	8-Jun	13	100%	13
4.4	Revisión y retroalimentación con el tutor	26-May	8-Jun	13	100%	13
5	Fase 5: Redacción y Presentación Final	8-Jun	10-Aug	63	0%	0
5.1	Redacción informe final	8-Jun	15-Jun	7	100%	7
5.2	Revisión y corrección del informe con tutor	16-Jun	26-Jun	10	100%	10
5.3	Preparación de la presenacion final (diapositivas)	26-Jun	26-Jul	30	70%	21
5.4	Presentación y defensa del proyecto ante jurado	27-Jul	10-Aug	14	0%	0

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 3.3: Diagrama de Gantt



Fuente: Elaboración propia, 2025.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este proyecto se lleva a cabo en el Centro de Contactos de Mova Technologies, ubicado en Heredia, Costa Rica. Dentro de las distintas líneas de atención que maneja la empresa, se elige trabajar con la operación de viajes en vehículos autónomos, un servicio que, por su carácter innovador y estratégico, ha cobrado gran importancia en los últimos meses.

Esta línea presenta retos particulares en el cumplimiento de su SLA, lo que ha generado costos adicionales y afectado la experiencia del cliente. La decisión de enfocar el estudio en esta área responde tanto al impacto que tiene en la operación como a la oportunidad de aportar mejoras reales en la planificación de personal, especialmente en los turnos de mayor volumen de interacciones.

A partir de este contexto, se desarrolla la investigación utilizando el modelo DMAIC.

4.1 DEFINIR

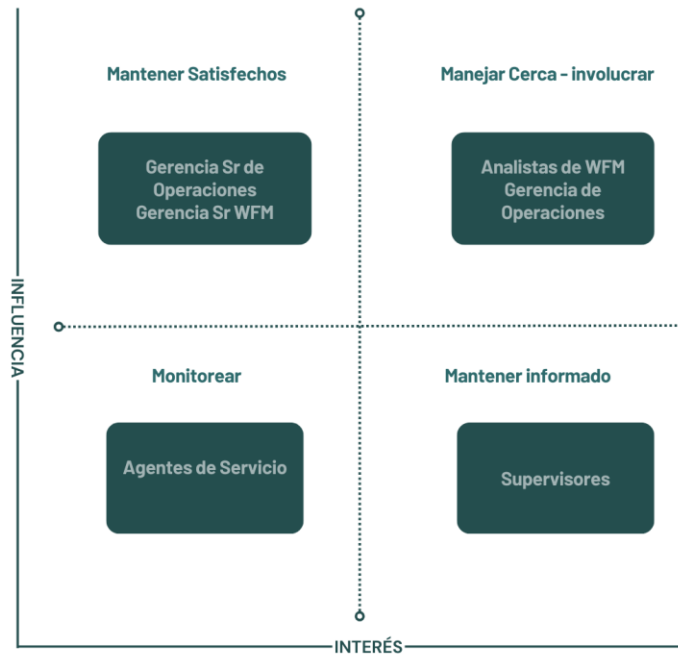
En esta etapa se busca delimitar el alcance del proyecto, identificar a los involucrados y establecer la base para el análisis y la mejora, por lo que se aplican distintas herramientas ingenieriles.

4.1.1 Análisis de stakeholders

Se identifican los actores clave involucrados en el proceso de cálculo de requerimientos de personal, a partir de observaciones directas y un grupo focal. Esto permite entender los intereses y niveles de influencia, de manera que se pueda trabajar en una estrategia de comunicación y participación dentro del desarrollo del proyecto.

Al respecto, la Gerencia de Operaciones en conjunto con los analistas de WFM son los *stakeholders* con mayor influencia e interés en el desarrollo de la investigación.

Figura 4.1: Análisis de stakeholders



Fuente: Elaboración propia, 2025.

A continuación, se detalla cada cuadrante:

- **Manejar de cerca—involucrar:** son los *stakeholders* con el poder y el interés más altos dentro del proyecto. En este caso, se encuentran los analistas de WFM, quienes realizan los cálculos de requerimientos en el Centro de Contactos, asimismo se encargan de monitorear KPI (*key performance indicator*) como el SLA, ausentismo, tiempo promedio de espera y horas extras. Por otra parte, la Gerencia de Operaciones es responsable de liderar de forma estratégica y táctica el Centro de Contactos, con el fin de garantizar que el negocio cumpla sus objetivos y opere de modo rentable y eficiente sin descuidar la calidad del servicio. Estos *stakeholders* deben gestionarse de cerca e involucrarse de manera activa. Por lo tanto, colaborar y asegurar que sus necesidades y expectativas se consideren es crucial para el éxito del proyecto.
- **Mantener satisfechos:** estos son los *stakeholders* con un alto poder dentro del proyecto, sin embargo, poseen bajo interés. En el proyecto, se define en este

cuadrante a la Gerencia Sr de Operaciones y la Gerencia Sr de WFM, a las que es importante mantener satisfechas y al tanto de los avances por medio de una buena comunicación, pero sus necesidades e inquietudes se abordan sin involucrarlas en cada detalle.

- Mantener informado: son los *stakeholders* con bajo poder y alto interés. En cuanto a estos, se requiere mantener un canal de comunicación sobre el progreso, los cambios y los beneficios del proyecto. Dentro de este cuadrante, se encuentran los supervisores de operaciones, dado que si en algún momento se realizan ajustes en horarios, horas de operación, entre otros, se debe contar con su apoyo para prevenir posibles resistencias basadas en la falta de información.
- Monitorear: son los *stakeholders* con bajo interés y bajo poder. No requieren de una gestión activa, pero se deben considerar porque en algún punto pueden moverse de cuadrante.

4.1.2 Grupo focal-VoC

La VoC se obtiene directamente de un grupo focal con los equipos involucrados, lo que permite identificar puntos débiles, necesidades y oportunidades de mejora para definir el proyecto.

Por consiguiente, de acuerdo a la sesión, se definen como puntos importantes los siguientes:

- La necesidad de un modelo de cálculo de personal que considere el SLA, además del volumen.
- Operaciones requiere mayor comunicación y visibilidad anticipada sobre futuras necesidades de personal, para evitar la solicitud de horas extras de último momento y la frustración por no alcanzar las metas debido a la falta de personal.
- Se busca mejorar el modelo de predictibilidad en la planificación para mitigar el desgaste del personal.

Figura 4.2: VoC del grupo focal

May 14, 2025 3:30 PM 📅 Grupo Focal: Cálculo de REQ y Rendimiento de SLAs

Moderador: Dayana Saborío & Jason Fonseca

Attendees:

- Daniel Ugalde - RTA
- Dayana Saborio - WFM TL II
- Carlos Mata - Scheduler
- Jason Fonseca - WFM Manager
- Andres Blanco - Site Leader
- Angélica Vargas - WFM Analyst
- Luis Mora - TL II

Objetivo:

Analizar el proceso de planificación de personal para identificar problemas y oportunidades, especialmente en la integración del SLA.

Hallazgos clave:

- Falta de un modelo que integre el SLA

Los cálculos actuales se basan solo en el volumen de interacciones, sin mostrar cómo esto afecta el SLA. "Hacemos los cálculos por volumen, pero no nos dicen qué tanto se afecta el SLA".

- Poca comunicación y visibilidad en la planificación
No se comunica con suficiente antelación la necesidad de personal, lo que genera problemas en Operaciones. "Nos gustaría saber con anticipación si vamos a necesitar más gente".
- Urgencia en la planificación y agotamiento del personal
Se recurre a tiempo extra de última hora, lo que causa frustración y agotamiento en el personal de Operaciones. "Nos piden OT a último momento". "Hay frustración cuando no se alcanzan las metas por falta de personal".

Próximos Pasos

- El equipo del proyecto analizará esta información para:
 - Diseñar un nuevo modelo de planificación que integre el SLA.
 - Crear estrategias para anticipar mejor las necesidades de personal y reducir el impacto negativo en los agentes.

Preparado por: Dayana Saborío

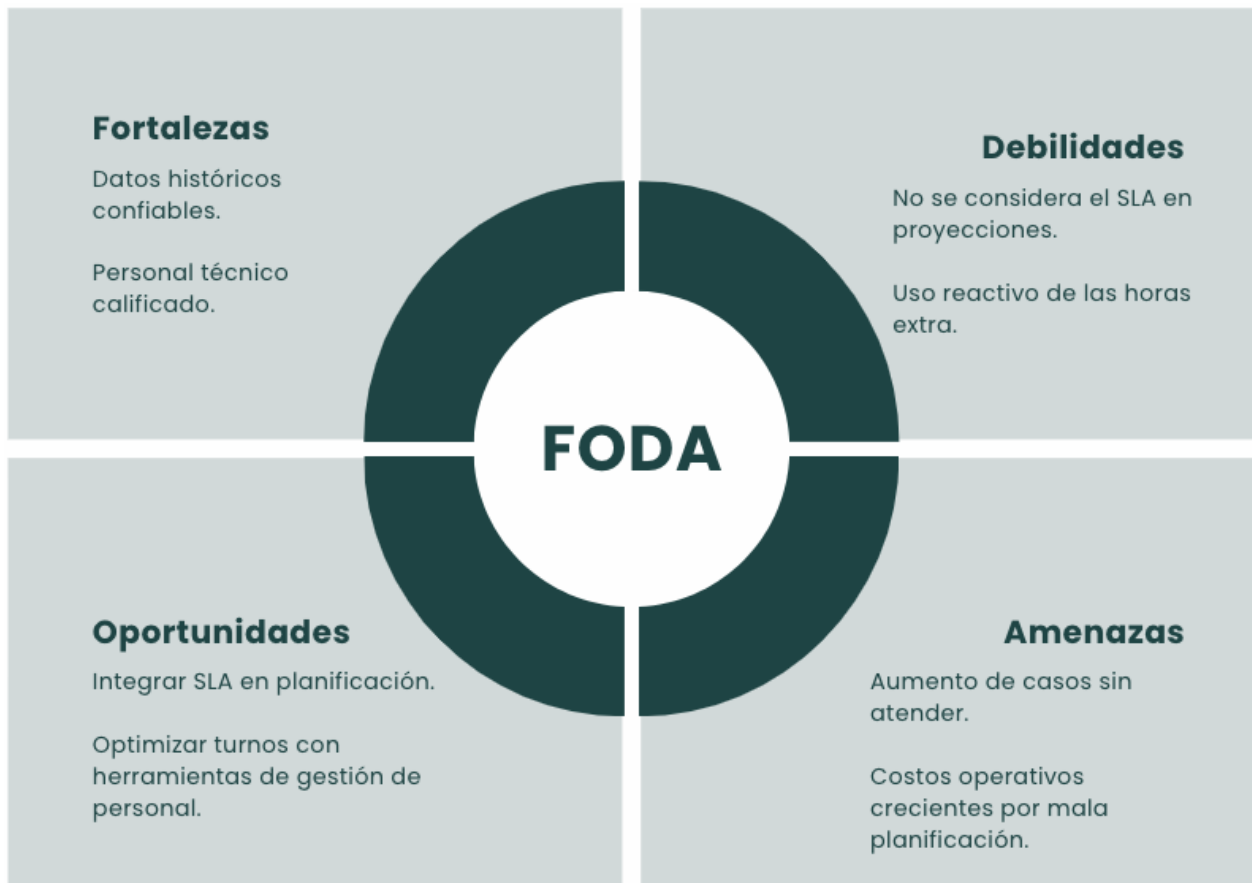
Fecha: 19 de mayo de 2025

Fuente: Mova Technologies, 2025.

4.1.3 FODA

Con el objetivo de proporcionar una visión más general de la situación actual y brindar estrategias para abordar las debilidades, se trabaja en el siguiente análisis FODA:

Figura 4.3: FODA



Fuente: Elaboración propia, 2025.

- **Fortalezas:** se definen los factores internos del proyecto considerados una ventaja, en este caso son los datos históricos confiables, los cuales son una fortaleza significativa para la planificación y la futura toma de decisiones, y el contar con personal técnico calificado, como lo es el equipo de WFM, lo que es una ventaja para la resolución de problemas y el apoyo operativo.
- **Debilidades:** como desventajas o áreas de oportunidad, se evidencia el hecho de no considerar el SLA en las proyecciones, esto puede hacer que la planificación

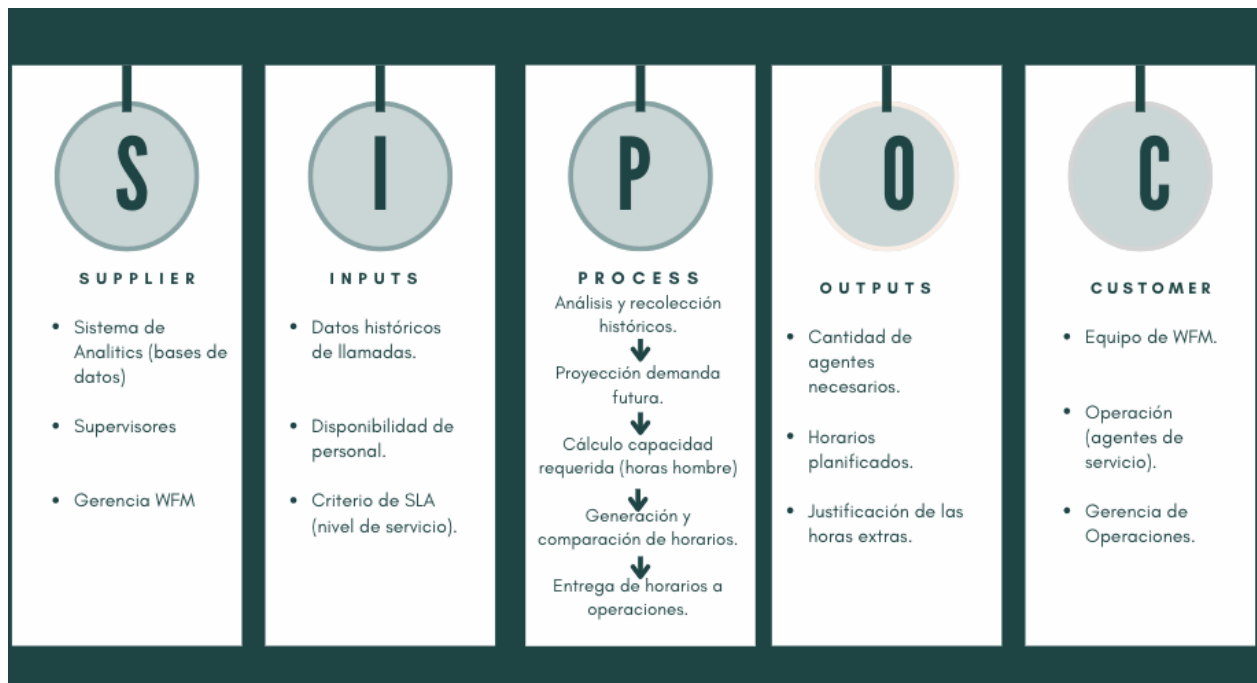
sea deficiente y no se cumplan los objetivos; así como el uso reactivo de las horas extras, las cuales aumentan el costo operativo.

- Oportunidades: integrar de manera más eficiente el SLA en la planificación del recurso y la optimización de los turnos (horarios), para reducir los costos operativos.
- Amenazas: el aumento de casos sin atender representa una posible amenaza para la satisfacción del cliente y el cumplimiento de los SLA, así como los costos operativos crecientes de forma innecesaria.

4.1.4 SIPOC

Por medio de un grupo focal y un mapeo de procesos con el equipo de WFM, se definen claramente los proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes involucrados.

Figura 4.4: SIPOC



Fuente: Elaboración propia, 2025.

A continuación, se detalla cada uno de los elementos clave en el proceso:

- *Suppliers* (proveedores): son aquellos que proporcionan los recursos o información para el proceso. En este caso, los proveedores son:
 - Sistema de Analytics (bases de datos): proporciona datos históricos de llamadas, cruciales para el análisis y la planificación.
 - Supervisores: aportan información sobre la disponibilidad del personal y la posible visión sobre el rendimiento.
 - Gerencia de WFM: proporciona criterios de SLA, que definen los objetivos de rendimiento del Centro de Contactos.
- *Inputs* (entradas): acá se establecen los recursos y datos que el proceso requiere para llevar a cabo la actividad. Referente a este proceso, las entradas son:
 - Datos históricos de llamadas: registros pasados del volumen de llamadas, duración, patrones, entre otros, esenciales para la previsión.
 - Disponibilidad de personal: información sobre cuántos agentes están disponibles para trabajar en un momento dado.
 - Criterio de SLA: los objetivos de rendimiento que el Centro de Contactos debe alcanzar (por ejemplo, porcentaje de llamadas contestadas en un tiempo determinado: 80 % del volumen contestado en los primeros 3 minutos).
- *Processes* (procesos): son las principales actividades que se llevan a cabo para transformar las entradas en salidas. Al respecto, el proceso inicia con la recolección y análisis de los datos históricos de llamadas, estos se utilizan para identificar patrones y proyectar la demanda futura mediante el método de tendencias, generalmente para un futuro de 4 semanas. A partir del volumen proyectado, se calcula la capacidad requerida mediante el modelo de *workload* (horas hombre), considerando el AHT, descansos y otros factores operativos. Luego, se generan los horarios en función de la disponibilidad de agentes y las necesidades del servicio.

Si existe una brecha entre las horas requeridas y planificadas, se solicitan horas extras al equipo operativo. Una vez confirmadas, se actualizan los horarios y se comunica la planificación a la operación. Este proceso no contempla el SLA en sus

cálculos y es de naturaleza reactiva, ya que depende de la disponibilidad del personal para cubrir brechas mediante horas extra.

- *Outputs* (salidas): son los resultados generados por el proceso. En cuanto a este proyecto, son:
 - Cantidad de agentes necesarios: el número total de agentes requeridos para cubrir la demanda.
 - Horarios planificados: los horarios de trabajo asignados a los agentes.
 - Justificación de las horas extras: en caso de ser necesarias, la razón por la que se requiere tiempo extra de los agentes.
- *Customers* (clientes): estos son los receptores de las salidas o quienes se benefician. Aquí los clientes se definen como:
 - Equipo de WFM: utiliza la información de la planificación para crear los horarios detallados y gestionar la fuerza laboral.
 - Operación (agentes de servicio): siguen los horarios planificados para atender las llamadas.
 - Gerencia de Operaciones: emplea la información para supervisar la eficiencia, el cumplimiento de los SLA y la gestión de costos.

4.1.5 Análisis de brechas

Para el desarrollo del análisis de brechas, se definen los indicadores meta vs. los indicadores actuales, como lo son el SLA, horas extras, tiempo de atención y casos en cola (*backlog*). Estos datos permiten evidenciar las desviaciones entre el estado actual y el deseado, lo que sirve como una base para la identificación de oportunidades.

Figura 4.5: Análisis de brechas

Análisis de Brecha				
ELEMENTO	SITUACIÓN EXISTENTE	META DESEADA	BRECHAS	ACCIONES
NIVEL DE SERVICIO	65% - 70% DE CUMPLIMIENTO EN PROMEDIO.	80% VOLUMEN EN LOS PRIMEROS 3 MINUTOS.	ENTRE EL 10% Y 15% DESVIACIÓN.	EVALUAR POSIBLES CAUSAS RAICES QUE IMPACTAN DIRECTAMENTE EL KPI.
COSTO HORAS EXTRAS	AUMENTO DEL COSTO OPERATIVO NO PREVISTO.	REDUCCIÓN DE UN 15% DE LOS COSTOS POR HORAS EXTRAS.	SOBREPAGO DE HORAS NO PLANEADAS.	MEJORAR LA PRECISION EN LA PLANEACIÓN DE PERSONAL
TIEMPO PROMEDIO ATENCIÓN	MAYOR A 3 MINUTOS DE ESPERA PARA LA ATENCIÓN INICIAL	MENOR O IGUAL A 3 MINUTOS	EXCESO EN EL TIEMPO DE RESPUESTA	MEJORAR COBERTURA EN HORARIOS CRITICOS
LLAMADAS EN COLA	ACUMULACION DE LLAMADAS EN COLA	REDUCCION DE LAS COLAS	IMPACTO EN LA CALIDAD Y TIEMPO DE RESOLUCION	ALINEAR EL PERSONAL A LA DEMANDA REAL

Fuente: Elaboración propia, 2025.

- **SLA:** la situación actual corresponde a un cumplimiento de entre el 65 y 70 % en promedio del volumen de llamadas atendidas en los primeros 3 minutos. En relación con la meta, se aspira a cumplir el 80 % del volumen de llamadas en los primeros 3 minutos, por lo que la brecha identificada se ubica entre el 10 % y el 15 %.
Entre las acciones para identificar las oportunidades, es importante evaluar las posibles causas que impactan directamente el KPI.
- **Costo de las horas extras:** en la situación actual se registra un incremento en el costo operativo por pago de horas extras. Referente a esto, la meta deseada no es evitar el pago de las mismas; sin embargo, a efectos del estudio, se propone una meta de reducción del 15 %, la cual se pretende accionar con la mejora de la precisión en la planeación del personal.
- **AHT:** en la definición de este indicador, se establece atender la llamada en los primeros 3 minutos de arribar a la cola; no obstante, la situación actual denota que este tiempo está por arriba de los 3 minutos. Por ende, las acciones por tomar

comprenden identificar los intervalos de mayor demanda y mejorar la cobertura en esos horarios críticos.

- Llamadas en cola: en el estado actual se evidencian llamadas en la cola de espera, pero la meta es reducir las colas para mejorar el tiempo de resolución con la alineación del personal.

4.1.6 Diagrama de flujo del proceso actual

Con la finalidad de comprender mejor y definir el proceso actual del cálculo de requerimientos de personal, se realiza un mapeo del proceso para identificar el paso a paso y las oportunidades del mismo. A continuación, se detalla el proceso.

La recolección de datos históricos es el punto inicial del proceso. Aquí, los datos de las llamadas se almacenan en las bases de datos que luego se consultan para descargar la información de acuerdo a la granularidad requerida (datos diarios, mensuales, por intervalo). Luego, WFM analiza los datos para identificar tendencias, picos de llamadas, días de la semana con mayor volumen, entre otros. Una vez con los datos organizados y mediante el método de tendencias, se lleva a cabo una proyección o pronóstico de las llamadas esperadas en un periodo futuro (4 semanas).

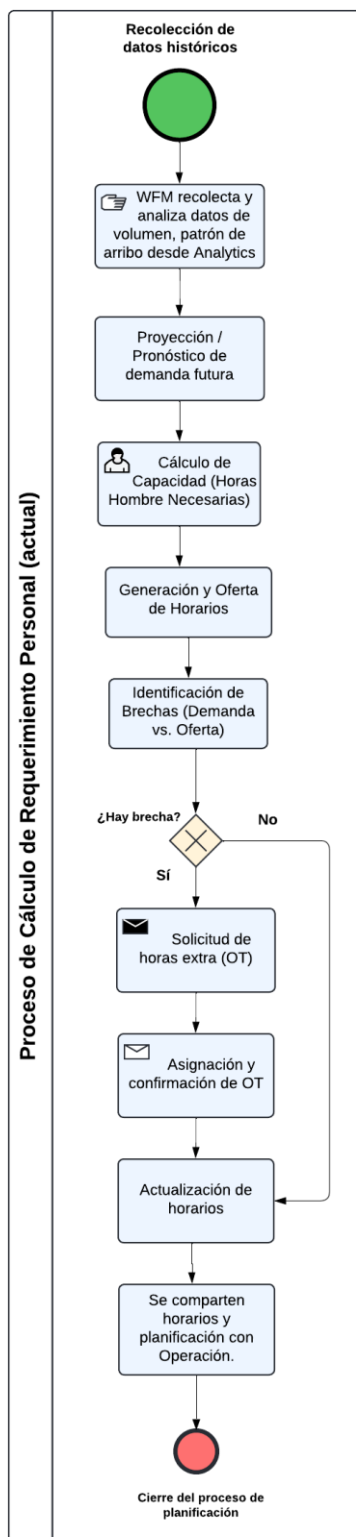
Definida la demanda de llamadas, se realiza el cálculo de la capacidad requerida utilizando un método comúnmente denominado *workload* u horas hombre por cargas de trabajo. Así, se pretende determinar cuántas horas de trabajo se necesitan para cubrir el volumen esperado. Este cálculo emplea parámetros como el AHT, volumen y tiempos de desperdicios propios de la operación (tiempos de descanso, tiempos de baño, entre otros).

A partir del cálculo de las horas hombre, se generan los horarios considerando la cantidad de agentes disponibles y las horas de operación actuales, por lo que luego de crearse se comparan las horas planificadas contra las horas requeridas. Si hay una diferencia negativa, se identifica una brecha; si hay brecha, se solicitan horas extras al equipo

operativo para reclutarlas. Una vez asignadas y confirmadas, se actualizan los horarios, para finalmente compartir los horarios y la planificación de las semanas futuras a la operación, con lo que se estaría cerrando el proceso.

En este proceso, no se toma en cuenta el SLA dentro de sus cálculos. Por otra parte, es un proceso reactivo, ya que está sujeto a la disponibilidad de que los agentes de servicio puedan hacer horas extras para cumplir con la demanda si se encuentra una brecha muy marcada.

Figura 4.6: Diagrama de flujo del proceso actual del cálculo de requerimientos de personal (workload)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.2 MEDIR

Se obtienen datos históricos para medir las oportunidades en el cálculo de requerimientos de personal, los mismos se comparten a continuación.

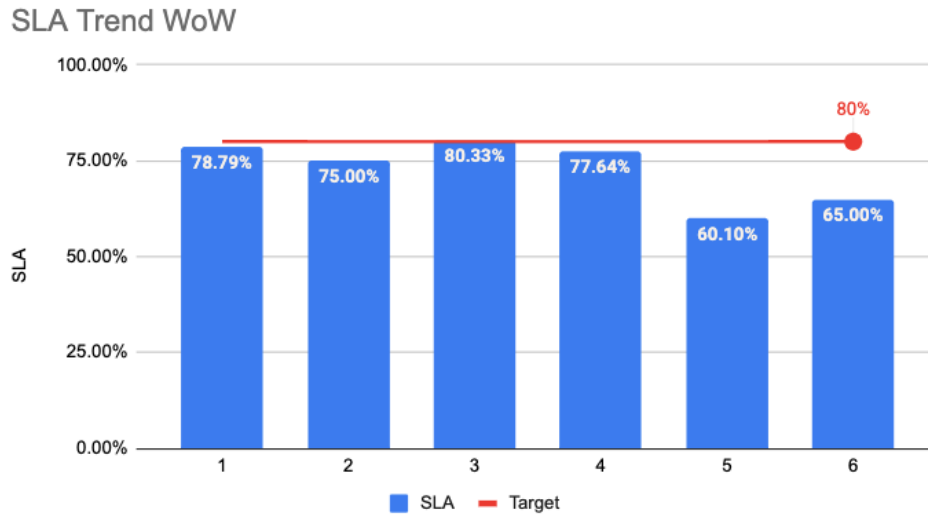
4.2.1 Datos históricos del SLA

Se recopilan y organizan los datos históricos obtenidos de las bases de datos internas de las últimas 6 semanas, y se obtiene el porcentaje de llamadas respondidas dentro de los primeros 3 minutos. Al respecto, la meta establecida por la empresa es un SLA del 80 % del volumen contestado en los primeros 3 minutos. La fórmula para calcular el indicador es la siguiente:

$$SLA = \frac{\Sigma \text{Llamadas dentro del Nivel de Servicio}}{\Sigma \text{Llamadas Ofertadas}} * 100$$

Las llamadas dentro del SLA son aquellas que cumplen con la condición de ser contestadas dentro de los primeros 3 minutos, mientras que las llamadas ofertadas son todas aquellas que ingresan al centro de llamadas aun cuando estas hayan sido abandonadas por el usuario, es decir, aquellas que no se contestaron. En el siguiente gráfico, se detallan los porcentajes de abandono semanales:

Figura 4.7: Gráfico de barras de la tendencia del SLA semana tras semana



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la figura 4.7, se aprecia que la línea alcanza la meta esperada únicamente en la semana 3, con un indicador del 80.33 % de SLA. Sin embargo, esta semana el SLA se logra debido a que el volumen ofertado es un ~6 % menor al volumen pronosticado. Por otro lado, las demás muestras están fuera de la especificación dada, en donde el promedio es de ~72.8 %, lo cual evidencia una brecha entre el SLA meta y el actual de ~7.2 %.

La fórmula para calcular el promedio es la siguiente:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{m}$$

Sustituyendo los valores, se tiene entonces:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{436.8\%}{6} = 72.8\%$$

Además, con el fin de establecer el impacto a nivel de intervalo de tiempo, se tabulan los datos del SLA por día de la semana y por intervalo de día. La tabla 4.1 del SLA por

intervalos utiliza un sistema de codificación de colores tipo semáforo para visualizar rápidamente el grado de cumplimiento del SLA en diferentes bloques horarios del día.

Cada celda representa un intervalo específico de tiempo, y su color indica el resultado alcanzado respecto a la meta establecida (por ejemplo, 80 % de atención dentro de los primeros 3 minutos):

- Verde: intervalo donde el SLA cumple o supera la meta.
- Rojo: intervalo donde el SLA está por debajo de la meta.

Este semáforo permite identificar visualmente los periodos críticos en los que se requiere mayor cobertura de personal o ajustes en la planificación. Su simplicidad facilita la toma de decisiones tácticas por parte de los analistas y supervisores.

Tabla 4.1: SLA por intervalo

Week	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6
Service Level %	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	
5:00	-	83.3%	75.0%	77.8%	-	66.7%	83.3%	77.8%	83.3%	66.7%	77.8%	83.3%	66.7%	77.8%	83.3%	-	-	75.0%	75.0%	-	85.7%	83.3%	66.7%	66.7%	77.8%	-	-	83.3%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	100.0%	55.6%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	-			
6:00	77.8%	81.3%	83.3%	77.8%	75.0%	75.0%	77.8%	75.0%	77.8%	75.0%	77.8%	66.7%	83.3%	-	80.0%	78.6%	75.0%	-	-	80.0%	80.0%	77.8%	75.0%	75.0%	83.3%	83.3%	83.3%	75.0%	-	61.1%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%		
7:00	75.0%	80.0%	79.2%	83.3%	80.0%	77.8%	81.0%	77.8%	74.1%	75.0%	75.0%	77.8%	-	77.8%	81.3%	80.0%	80.0%	81.3%	75.0%	75.0%	80.0%	77.8%	80.0%	80.0%	77.8%	75.0%	-	79.2%	60.0%	58.3%	60.0%	55.6%	58.3%	55.6%	58.3%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	
08:00	77.8%	77.3%	75.0%	77.8%	81.0%	77.8%	93.3%	76.2%	75.0%	76.2%	75.0%	75.0%	66.7%	75.0%	80.0%	88.2%	82.4%	75.0%	75.0%	75.0%	81.3%	77.8%	76.7%	75.0%	80.0%	80.0%	75.0%	78.8%	61.1%	58.3%	66.7%	66.7%	58.3%	55.6%	60.0%	59.5%	58.8%	58.3%	55.6%	55.6%	66.7%	62.5%	
09:00	80.0%	81.0%	78.6%	80.0%	77.8%	83.3%	80.0%	76.2%	66.7%	75.0%	75.0%	73.3%	83.3%	76.7%	80.8%	78.6%	82.4%	80.0%	80.0%	78.6%	82.4%	80.0%	75.0%	75.0%	71.4%	80.0%	-	78.6%	58.3%	58.3%	58.3%	55.6%	60.0%	66.7%	60.6%	64.7%	66.7%	63.6%	66.7%	66.7%	66.7%	64.0%	
10:00	83.3%	79.2%	81.0%	77.8%	77.8%	75.0%	77.8%	75.0%	73.3%	75.0%	76.7%	77.8%	-	76.2%	80.8%	82.4%	81.8%	80.0%	80.0%	85.7%	80.7%	78.6%	75.0%	77.8%	75.0%	79.2%	83.3%	76.7%	51.5%	59.3%	61.9%	66.7%	60.0%	60.0%	59.3%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	63.6%		
11:00	75.0%	75.0%	81.0%	81.0%	77.8%	75.0%	75.0%	83.3%	75.0%	75.0%	75.0%	73.3%	66.7%	77.8%	80.0%	82.4%	75.0%	-	85.7%	75.0%	80.9%	76.7%	83.3%	77.8%	77.8%	76.2%	83.3%	78.6%	60.0%	58.3%	60.0%	60.0%	58.3%	58.3%	61.1%	65.4%	64.0%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	64.1%	
12:00	80.0%	77.4%	77.8%	79.2%	80.0%	66.7%	81.0%	66.7%	66.7%	75.0%	66.7%	57.1%	66.7%	70.8%	80.0%	78.3%	80.8%	75.0%	78.6%	85.7%	80.0%	78.6%	80.0%	75.0%	77.8%	75.0%	77.8%	77.8%	60.0%	58.3%	60.0%	55.6%	58.3%	61.9%	61.1%	65.4%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%		
13:00	83.3%	66.7%	77.8%	80.0%	78.6%	77.8%	81.0%	77.8%	75.0%	75.0%	77.8%	77.8%	77.8%	76.2%	79.3%	80.8%	76.9%	85.7%	-	-	78.3%	79.2%	80.0%	77.8%	83.3%	66.7%	77.8%	77.8%	58.3%	55.6%	61.1%	66.7%	-	61.1%	63.6%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	65.0%			
14:00	75.0%	80.0%	78.8%	80.0%	77.8%	83.3%	81.0%	75.0%	76.7%	75.0%	75.0%	73.3%	66.7%	73.3%	82.4%	75.0%	81.3%	80.0%	81.8%	75.0%	82.4%	77.8%	80.0%	77.8%	80.0%	80.0%	83.3%	77.8%	60.0%	60.6%	66.7%	61.1%	60.0%	59.3%	61.1%	55.6%	62.5%	58.3%	55.6%	66.7%	66.7%	66.7%	
15:00	77.8%	77.8%	79.2%	80.0%	-	80.0%	77.8%	75.0%	74.1%	83.3%	77.8%	75.0%	77.8%	74.1%	80.0%	75.0%	85.7%	81.8%	81.8%	-	78.3%	76.7%	77.8%	76.2%	79.2%	77.8%	66.7%	76.2%	61.9%	58.3%	58.3%	66.7%	61.1%	66.7%	59.3%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	62.5%	64.7%		
16:00	77.8%	77.8%	75.0%	77.8%	83.3%	77.8%	81.0%	77.8%	75.0%	76.2%	75.0%	77.8%	-	73.3%	81.8%	80.0%	80.0%	75.0%	81.8%	78.6%	81.3%	76.7%	66.7%	77.8%	75.0%	-	66.7%	75.0%	66.7%	61.1%	55.6%	58.3%	65.6%	60.0%	60.0%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	
17:00	83.3%	66.7%	80.0%	83.3%	75.0%	83.3%	66.7%	75.0%	75.0%	75.0%	77.8%	83.3%	66.7%	77.8%	78.3%	83.3%	85.7%	85.7%	85.7%	75.0%	81.8%	75.0%	75.0%	77.8%	79.2%	66.7%	83.3%	79.2%	58.3%	61.1%	60.0%	58.3%	58.3%	61.1%	61.1%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	
18:00	66.7%	83.3%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	83.3%	-	66.7%	77.8%	83.3%	66.7%	75.0%	77.8%	81.8%	80.0%	75.0%	75.0%	75.0%	-	79.3%	77.8%	77.8%	77.8%	66.7%	-	80.0%	61.9%	58.3%	60.0%	66.7%	61.9%	66.7%	61.1%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%		
19:00	81.0%	83.3%	66.7%	75.0%	66.7%	83.3%	75.0%	83.3%	77.8%	76.2%	83.3%	77.8%	83.3%	73.3%	79.3%	81.8%	75.0%	77.8%	83.3%	80.0%	80.8%	-	77.8%	77.8%	75.0%	83.3%	66.7%	77.8%	60.0%	66.7%	58.3%	66.7%	58.3%	61.1%	60.0%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	
20:00	66.7%	66.7%	80.0%	80.0%	77.8%	75.0%	77.8%	66.7%	66.7%	73.3%	73.3%	-	77.8%	83.3%	75.0%	79.3%	75.0%	83.3%	83.3%	80.0%	81.8%	77.8%	75.0%	75.0%	83.3%	77.8%	75.0%	75.0%	61.1%	66.7%	66.7%	-	55.6%	60.6%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%		
21:00	-	77.8%	77.8%	75.0%	80.0%	83.3%	77.8%	66.7%	66.7%	73.3%	83.3%	83.3%	75.0%	75.0%	80.0%	81.8%	75.0%	-	83.3%	85.7%	76.9%	83.3%	83.3%	76.2%	77.8%	-	83.3%	66.7%	58.3%	58.3%	66.7%	55.6%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	66.7%	
SLA Daily	78.1%	78.6%	78.5%	78.7%	78.1%	77.6%	80.7%	75.1%	74.0%	75.3%	75.3%	74.0%	75.9%	75.5%	80.2%	80.4%	80.2%	80.1%	80.9%	79.2%	80.5%	78.0%	77.3%	76.8%	77.8%	77.8%	78.2%	77.9%	59.3%	59.5%	60.6%	61.0%	59.6%	60.8%	60.5%	64.5%	65.3%	64.7%	64.2%	65.1%	66.3%	65.4%	
SLA Weekly	78.8%							75.0%							80.3%							77.6%							60.1%														

Nota: **Valores con “-“ con intervalos sin volumen de llamadas entrantes.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

- Semana 1: en 46 intervalos de 119 de la semana, se alcanza el SLA, cerrando la semana en un 78.8 %, lo que se encuentra por debajo del objetivo. Se determina un rendimiento regular y mayormente un SLA positivo en algunos intervalos en las mañanas, siendo el domingo el único día cuando el SLA logra cumplirse.
- Semana 2: en 14 intervalos de 119 de la semana, se alcanza el SLA, cerrando la semana en un 75 %, el cual se encuentra por debajo del objetivo. Esta semana evidencia un rendimiento bajo y una caída en los niveles de servicio, siendo los intervalos de la tarde los de un mejor desempeño.
- Semana 3: en 69 intervalos de 119 de la semana, se logra el SLA. Se encuentran consistencias notables el martes y viernes, hay algunas caídas leves, pero se compensan en otros intervalos. El SLA de esta semana se alcanza en un 80.3 %.
- Semana 4: en 28 intervalos de 119 de la semana, se logra el SLA, lo que genera un impacto negativo al cerrar el indicador en un 77.6 %. Así, se identifica una caída respecto a la semana anterior. Es notable que el sábado, domingo y lunes presentan el peor rendimiento de la semana.
- Semana 5: únicamente en 1 intervalo se alcanza el SLA. En cuanto a esto, en la tabla se aprecia un rojo dominante, pues casi todos los días e intervalos están por debajo de la especificación del 80 %. Se cierra la semana en un 60.1 % de SLA.
- Semana 6: el SLA semanal es del 65 % y continúa un rojo consistente que evidencia un desempeño deficiente. Con relación a lo expuesto, el lunes y domingo reflejan impactos importantes.

4.2.2 Distribución y análisis de las tasas de abandono de llamadas

Por otra parte, se cuantifican las llamadas abandonadas y las tasas de abandono, definidas como aquellas llamadas que no logran conectarse con un agente de servicio telefónico antes de finalizarse por el usuario. Actualmente la meta para esta métrica de abandono se establece en un 4 %, por lo que estar fuera de ese indicador impacta directamente las métricas del SLA.

La fórmula para calcular el indicador es la siguiente:

$$\text{Abandono} = \frac{\Sigma \text{Llamadas Abandonadas}}{\Sigma \text{Llamadas Ofertadas}} * 100$$

En la tabla 4.2 se desglosan las llamadas perdidas representadas en un mapa de calor, una herramienta visual que permite identificar de forma rápida y comprensible los periodos del día con mayor concentración de llamadas perdidas. En esta visualización, los datos se organizan por intervalos horarios de una hora, y cada celda muestra el número de llamadas abandonadas en ese periodo. La intensidad del color rojo se utiliza como escala visual:

- Rojo claro: volumen bajo de abandono.
- Rojo medio: volumen moderado.
- Rojo intenso: concentración alta de abandono.

A diferencia de otros KPI como el SLA, el abandono es un indicador negativo, es decir, un mayor volumen implica un mayor número de clientes que no recibieron atención. Por tanto, los tonos más intensos de rojo indican fallas críticas en la cobertura operativa, usualmente asociadas a desajustes entre la demanda real y la cantidad de personal disponible.

Este tipo de mapa de calor permite a los analistas visualizar patrones diarios o semanales y focalizar acciones correctivas en las franjas horarias más afectadas. A continuación, se detalla la interpretación de la tabla:

- *Week* (semana): esta columna es el identificador de la semana a la que corresponden los datos.
- *Day* (día): indica el día de la semana (por ejemplo, lunes, martes) para el cual se presentan los datos. Esto es importante para determinar variaciones y correlaciones.
- *Interval* (intervalo): representa un segmento de tiempo granular (por hora) dentro de un día operativo, permitiendo identificar picos de llamadas abandonadas.

- *Total calls* ABA (llamadas abandonadas): muestra la sumatoria y número absoluto de las llamadas desconectadas por el usuario antes de ser respondidas por un agente. Este valor es el numerador en el cálculo de la tasa de abandono.
- *Daily abandon rate* % (porcentaje de abandono diario): esta métrica se calcula como el cociente entre las "llamadas abandonadas" y el "volumen ofertado", expresado como un porcentaje a nivel día.
- *Weekly abandon rate* % (porcentaje de abandono semanal): esta métrica se calcula como el cociente entre las "llamadas abandonadas" y el "volumen ofertado", expresado como un porcentaje a nivel semanal.

Tabla 4.2: Análisis de abandono: cantidad de llamadas abandonadas por intervalo

Week	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	
Calls Abandoned	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	
5:00	0	0	1	1	0	0	0	2	0	1	0	2	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	2	3	0	2	0	0	0	0	
6:00	0	2	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	4	0	2	0	0	0	1	
7:00	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	2	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	2	0	0	0	1	3	2	0	0	0	2	1	4	0	2	0	0	1	0	
08:00	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	1	
09:00	1	0	0	2	1	0	1	0	0	1	2	1	2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4	3	1	0	0	1	1	0	0	1	3	1	4	3	
10:00	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	4	6	2	0	0	1	3	0	0	2	5	2	0	3	
11:00	0	0	1	0	2	0	0	2	0	0	1	0	1	1	2	2	2	1	0	1	0	1	0	0	3	1	2	0	3	3	6	2	0	1	2	1	1	1	0	2	1	0	4
12:00	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	2	2	0	1	0	1	4	2	0	2	2	0	2	1	2	2	0	1	2	4	3	2	0	1	0	1	6	
13:00	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	2	0	1	1	0	0	0	0	2	2	1	0	2	1	1	3	0	0	2	2	0	2	7	2	2	2	0	0	1	2	
14:00	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	3	1	1	1	0	2	2	0	2	0	1	0	0	2	2	1	0	3	1	2	1	0	0	2	2	0	1	2	0	1	2	1	
15:00	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	1	1	2	1	1	0	1	0	0	0	1	2	2	2	0	2	3	2	3	0	1	3	2	1	0	2	0	2	5		
16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	1	2	2	1	2	3	0	1	2	2	1	0	0	1	7	0	1	0	2	0	2	2	1	
17:00	0	1	0	1	0	2	1	0	1	1	2	2	0	1	0	1	0	0	0	0	2	4	2	2	2	1	3	2	4	0	0	0	2	7	5	1	2	2	0	3	6	2	
18:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2	0	3	2	1	1	0	0	0	0	1	4	1	2	0	1	0	1	4	0	1	0	1	2	1	1	2	1	1	1	0	4	
19:00	1	1	1	3	1	1	0	0	2	2	1	0	2	1	1	2	0	0	0	1	1	0	2	3	0	0	1	0	3	2	0	0	2	5	4	1	1	0	2	1	0	4	
20:00	0	0	2	2	0	1	1	0	1	2	1	0	4	0	1	0	1	0	0	0	1	2	2	0	1	0	3	0	2	1	0	0	1	7	4	1	2	1	1	1	0	4	
21:00	0	0	1	3	1	2	1	0	0	2	0	1	2	0	1	2	1	0	0	0	2	3	0	0	2	0	2	0	0	2	0	2	1	1	4	1	2	1	1	0	0	3	
Total Calls ABA	3	5	11	16	8	6	8	7	5	16	23	16	23	12	15	19	13	3	5	3	18	23	16	17	22	10	11	21	38	32	14	5	11	46	41	27	15	22	16	15	21	44	
Daily Abandon Rate %	1.6%	2.4%	3.9%	6.4%	4.4%	4.1%	3.0%	2.8%	2.0%	6.2%	8.6%	9.0%	26.4%	4.3%	4.4%	6.9%	7.6%	2.2%	4.3%	2.8%	5.0%	7.4%	7.4%	6.4%	8.7%	6.5%	12.6%	5.1%	15.6%	10.9%	7.1%	3.5%	4.9%	19.8%	13.4%	7.4%	4.7%	6.3%	6.5%	7.7%	12.2%	13.1%	
Weekly Abandon Rate %	3.7%							6.5%							5.1%							7.1%																					

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la tabla 4.2 se observan las pérdidas de llamadas según el día de la semana e intervalo de acuerdo a las horas de operación de la línea, así como el porcentaje diario que esas llamadas representan; por consiguiente, cualquier día de la semana que esté por arriba del 4 % meta se encuentra en color rojo.

La tabla 4.2 muestra un claro patrón de deterioro en la gestión de llamadas, pues se evidencia un aumento progresivo de las tasas de abandono a lo largo de las seis semanas.

- Semana 1: la tasa de abandono es del 3.7 %, lo cual es relativamente abajo de la meta del 4 %. Se aprecian picos el jueves, pero aún con cifras controladas.
- Semana 2: el porcentaje de abandono para esta semana es del 6.5 %, lo que muestra una desviación de la meta. Los picos identificados se concentran el sábado entre las 18:00 h y las 20:00 h, además el sábado es el día con el mayor abandono de la semana porcentualmente.
- Semana 3: la tasa de abandono es del 5.1 %. Aunque el abandono presenta una baja con respecto a la semana anterior, sigue estando fuera de la especificación del 4 %. Los picos de abandono se concentran el lunes, martes y domingo.
- Semana 4: el porcentaje de abandono es del 7.1 %. Se observa un rendimiento al alza. Para esta semana, se encuentra que todos los días están fuera de la meta del 4 %. Los picos se identifican el jueves (8.7 %) y el sábado (12.6 %).
- Semana 5: tasa de abandono del 11.4 %. Es la semana con el mayor deterioro general hasta la fecha, con una tasa de abandono semanal que supera el 10 %; así, varios días experimentan tasas muy altas. Los picos diarios se concentran el sábado (19.8 %), domingo (13.4 %) y lunes (15.6 %).
- Semana 6: la tasa de abandono es del 8.1 % y continúa una tendencia negativa con tasas muy elevadas los fines de semana, especialmente el domingo.

Los fines de semana (viernes, sábado y domingo) y ciertas franjas horarias (media mañana, final de tarde, noche) son consistentemente los puntos más débiles.

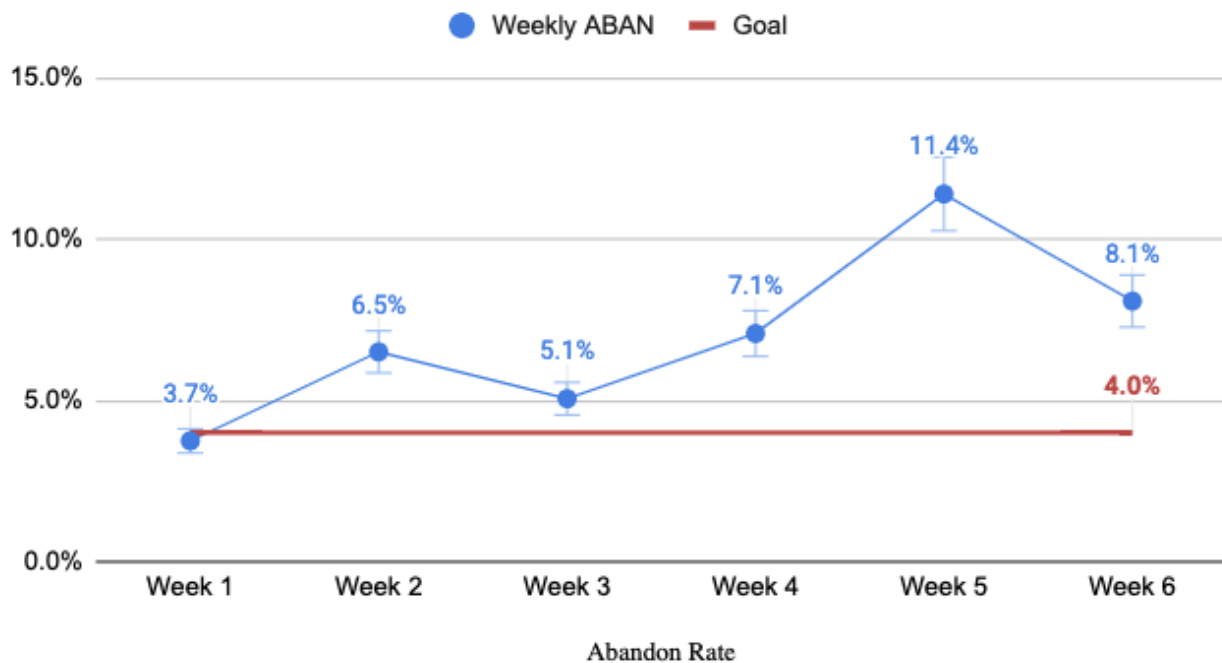
4.2.3 Gráfico lineal del abandono de llamadas

El siguiente gráfico muestra el porcentaje de llamadas abandonadas por semana. Al respecto, el abandono corresponde al porcentaje de llamadas en las que el cliente

abandona la línea de llamada antes de ser atendido, generando un impacto directo en el SLA.

Figura 4.8: Gráfico lineal de la tendencia del porcentaje de las llamadas abandonadas

Weekly Abandon Rate



Fuente: Elaboración propia, 2025.

La figura 4.8, que expone el comportamiento del abandono semana tras semana, permite visualizar con claridad cómo se comporta el KPI. En cuanto a esto, en promedio se abandona un 7 % del volumen total de llamadas por semana, el cual se encuentra desviado del porcentaje meta, que se define en un 4 % semanal. Así, se evidencia que, durante el periodo observado, la tasa de abandono se mantiene consistentemente por encima de los niveles esperados o planificados, a excepción de la semana 1.

En gran medida, este incremento se explica por un volumen real de llamadas superior al proyectado, lo que provoca una saturación en la capacidad operativa. La discrepancia entre la demanda pronosticada y la demanda real genera una cobertura insuficiente, lo que lleva a un aumento en la cantidad de llamadas abandonadas. Por ejemplo, la semana 5 tiene un pico de abandono muy por encima de las demás semanas, esto se correlaciona

a un volumen mayor de llamadas ofertadas, como se detalla en la siguiente gráfica del volumen de llamadas ofertado vs. el volumen de llamadas pronosticado.

Figura 4.9: Gráfico de correlación del volumen pronosticado, el volumen ofertado y las llamadas abandonadas



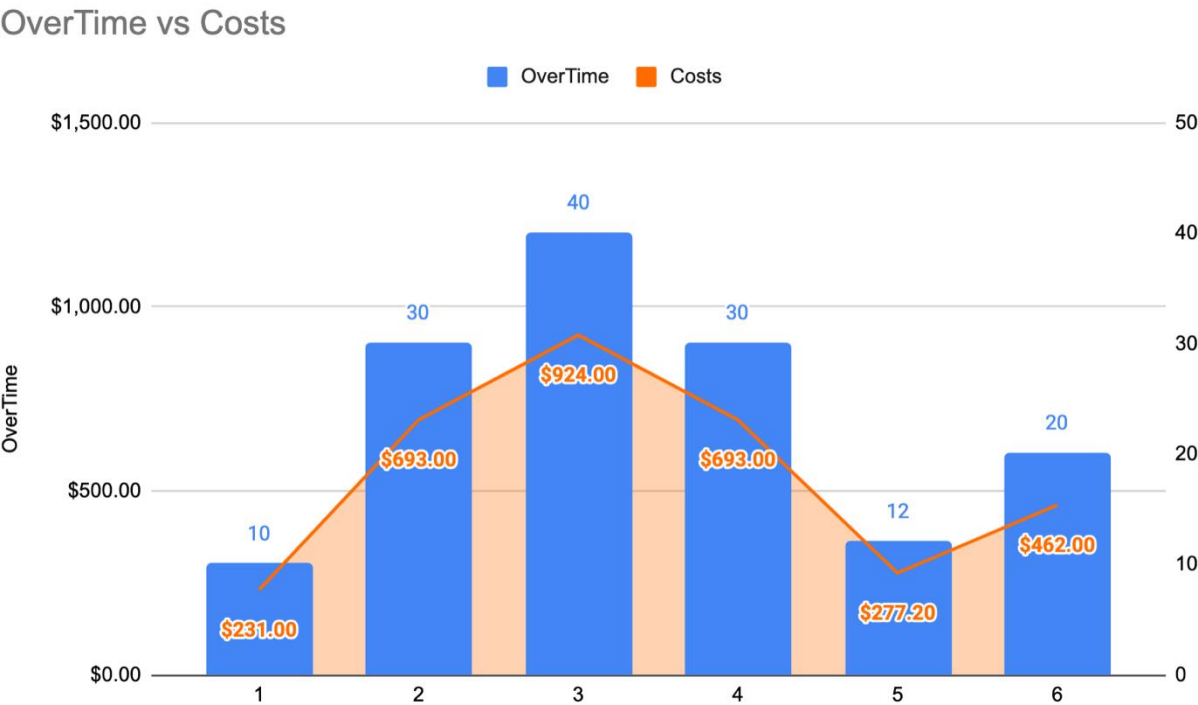
Fuente: Elaboración propia, 2025.

La combinación de un pronóstico de demanda poco ajustado a las condiciones reales y una planificación de personal rígida contribuye directamente al deterioro del indicador de abandono. Este hallazgo resalta la importancia de fortalecer los procesos de *reforecast* y planificación dinámica.

4.2.4 Gráfico de barras de la comparativa del pago de horas extras vs. el costo operativo

El siguiente gráfico indica la cantidad de horas extras trabajadas en las últimas 6 semanas para minimizar el impacto del bajo SLA, así como el detalle de su impacto financiero.

Figura 4.10: Gráfico de barras de la tendencia de las horas extras vs. el impacto financiero



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Para mitigar el impacto de las desviaciones en el SLA y las llamadas abandonadas, el equipo de WFM define en qué intervalos es necesario colocar horas extras. Esta recomendación se basa directamente en el análisis de los intervalos horarios, donde se observa la mayor pérdida de llamadas y el incumplimiento del SLA según las tablas 4.1 y 4.2.

Se estima que en promedio se reclutan alrededor de 22 horas extras semanales, equivalentes a 0.5 FTE, que a su vez representan un costo promedio por semana de \$ 505.63 y de \$ 2022.52 mensuales. Esta inversión adicional es necesaria para cubrir las

deficiencias en la planificación, la cual podría optimizarse mediante un modelo más preciso.

Por otra parte, se evidencia la distribución de las horas extras realizadas por los agentes de servicio. En la actualidad, las horas se ofertan a los 15 agentes en general y estos son quienes se encargan de establecer cuáles espacios toman para apoyar y minimizar los impactos. Estas horas extras se detallan a continuación:

Tabla 4.3: Análisis de las horas extra: cantidad de horas extras reclutadas por intervalo

Week	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6		
OverTime Hours	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
5:00																																										
6:00																																										
7:00																																										
08:00																																										
09:00																																										
10:00																																										
11:00																																										
12:00					2	2				2	2	3	3	3	2							2	2	1	1	1	2			1	1				1	1						
13:00																																										
14:00																																									1	
15:00				2		2					4	2		4								2			2	1														1		
16:00				2							4	2		4							2	1	1	1	2	1												3	3			
17:00											4	2		4							2			2	1												2	3				
18:00																																								3		
19:00																																										
20:00																																										
21:00																																										
Total Over Time	0	0	0	4	2	4	0	0	0	10	6	3	11	0	8	4	5	7	5	2	9	8	2	1	5	3	2	9	0	1	1	4	5	1	0	0	1	1	0	1	6	11
Weekly Over Time	10							30							40							30						12							20							

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Cabe señalar que la tabla 4.3 no muestra el total de las horas extras solicitadas para cubrir la brecha, sino específicamente las horas extras concretadas por los agentes. Esto significa que, incluso con estas horas extras reclutadas, la operación aún puede enfrentar desafíos si la demanda excede las horas que finalmente se cubren, lo cual resalta la naturaleza reactiva del proceso actual.

Interpretando la tabla anterior, hay una presencia consistente de horas extras alrededor del mediodía (11:00 a.m.-12:00 p.m.) y, más prominentemente, a partir de las 14:00 p.m. hasta las 17:00 p.m.-18:00 p.m. Los intervalos donde se requieren horas extras se definen basados en los intervalos en los que se concentra el abandono de llamadas, como se ejemplifica en la tabla 4.2, siendo los sábados, domingos y lunes los días con mayor necesidad de personal adicional. Esto sugiere que el equipo a menudo requiere soporte extendido durante los intervalos de la tarde y los fines de semana para balancear la carga de trabajo.

4.2.5 Cálculo de la capacidad actual

En la actualidad, el Departamento de WFM realiza el cálculo de requerimientos de personal para asegurar una adecuada dotación que permita satisfacer la demanda del servicio. Este proceso integra una fórmula matemática, así como ciertos supuestos y consideraciones que reflejan la necesidad operativa.

Además, esta carga de trabajo se mide en unidades FTE, la cual es una medida estandarizada que representa la cantidad de trabajo o la capacidad laboral de un trabajador a tiempo completo. En la industria de los centros de contactos, por lo general 1 FTE representa 40 horas de trabajo semanal como estándar.

De esta medida de FTE, se derivan dos conceptos: el NFTE, que supone la cantidad de FTE realmente necesarios para manejar llamadas, y los GFTE, que son aquellos FTE requeridos por contratar teniendo en cuenta las ineficiencias operativas como las ausencias y tiempos no productivos que se puedan experimentar en las operaciones.

A continuación, se desglosa el cálculo presentado y el detalle de cada componente:

Tabla 4.4: Cálculo del requerimiento actual del modelo workload

Requerimientos Semanales	
Volumen	1,500
Tiempo Promedio de Manejo (AHT)	600
Ocupación	80%
Shrinkage (Merma)	25%
Jornada Promedio (hrs)	40
Net FTEs	7.8
Gross FTEs	10.4
Cantidad de Personal Requerido	12
Cantidad de Personal Contratado	15
Nivel de dotación de personal	125%

Fuente: Elaboración propia, 2025.

El punto de inicio del cálculo de requerimientos parte de una demanda de servicio, cuantificada aquí como el volumen semanal, establecido en 1500 llamadas. Este número representa la expectativa de llamadas que el equipo de esta línea debe procesar a lo largo de una semana.

Ligado a este volumen, se encuentra el AHT, este se determina en 600 segundos, equivalentes a 10 minutos. El AHT engloba todo el tiempo que un agente dedica a una sola interacción, abarcando desde el momento en que se inicia el contacto con el cliente hasta la finalización de cualquier tarea correspondiente a la atención del cliente. Este

indicador es fundamental porque impacta en la cantidad de personal requerido. Si el AHT se eleva, naturalmente el modelo exige más agentes para gestionar el mismo volumen.

En la actualidad el equipo mantiene este indicador dentro de la meta con un promedio de 598.6 segundos, como se detalla en la siguiente tabla de los datos históricos de las últimas semanas:

Tabla 4.5: AHT actual de los datos semana tras semana

Semana	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Promedio
AHT	515.0	590.2	611.2	601.0	631.6	642.9	598.6

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Según la tabla 4.5, las semanas iniciales tienen un AHT más bajo (515.0 en la semana 1), aumentando progresivamente a 642.9 en la semana 6. Un AHT más bajo en la semana 1, cuando el volumen de llamadas es menor en comparación con las últimas semanas, sugiere una mayor eficiencia en el manejo de las llamadas y menos *burnout* en los agentes.

Por otra parte, el concepto de SHK se supone en un 25 %, el cual se define como una meta operativa considerando factores de la industria de los centros de contactos y factores directamente ligados a Costa Rica (por ejemplo, la cantidad de días feriados que como país posee afecta directamente el indicador). Este factor es crítico en la planificación de personal, al representar el porcentaje del tiempo total que el agente no está disponible por diversas razones. Ese 25 % se desglosa de la siguiente manera:

Tabla 4.6: Desglose de la SHK planeada

Merma dentro de la Oficina (SHK IO)		%
Tiempo Desarrollo Personal		1%
Tiempo de Café		6%
Sesión uno a uno		1%
Reunión de Equipo		3%
Total		11%
Merma fuera de la Oficina (SHK OOO)		%
Tiempo de Vacación		8%
Tiempo Sabático o Parental		2%
Tiempo de Incapacidad		4%
Total		14%
Total Shrinkage		25%

Fuente: Elaboración propia, 2025.

- Merma dentro de la oficina o *shrinkage in office* (SHK IO): es el tiempo que un agente no está disponible mientras se encuentra en la oficina. La meta se define en un 11 % y se desglosa según la actividad, por ejemplo, tiempo para el desarrollo profesional de los agentes; tiempo para descansos, café y baño; tiempo uno a uno para la gestión del supervisor con el agente, y tiempo para reuniones de equipo.
- Merma fuera de la oficina o *shrinkage out of office* (SHK OOO): se considera un 14 % y se atribuye al ausentismo planificado, que incluye vacaciones programadas, licencia de sabático o licencia parental, inasistencias por enfermedad con comprobante médico o cualquier otra ausencia que le impida al agente estar disponible para trabajar.

En la siguiente tabla se tabulan los datos de SHK actuales con su desglose dentro de la oficina (IO) y fuera de la oficina (OOO):

Tabla 4.7: SHK actual, datos semana tras semana

Semana	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Promedio
SHK OOO	5.0%	3.2%	10.3%	14.3%	7.5%	6.0%	7.7%
SHK IO	15.0%	13.2%	14.3%	10.2%	10.9%	11.3%	12.5%
SHK Total	20.0%	16.4%	24.6%	24.5%	18.4%	17.3%	20.2%

Fuente: Elaboración propia, 2025.

La tabla 4.7 desglosa el SHK IO y el SHK OOO durante 6 semanas, con un SHK total promedio del 20.2 %. Al inicio del período, el SHK IO es mayor (15.0 % en la semana 1), debido a la necesidad de capacitaciones intensivas y reuniones para un producto nuevo. Por otro lado, el SHK OOO se mantiene bajo en las semanas iniciales (5.0 % en la semana 1) porque, al tratarse de un producto nuevo, aún no se acumulan muchos permisos de vacaciones o tiempos sabáticos planificados.

Asimismo, otro supuesto es el nivel de ocupación (*occupancy* en inglés), indicado en la tabla 4.4 como un 80 %. Este porcentaje denota la cantidad de tiempo productivo que un agente se dedica activamente a tender llamadas. Por ejemplo, un 80 % de ocupación implica que, de su tiempo disponible para tomar llamadas, el agente pasa el 80 % en llamadas y el 20 % restante esperando la siguiente, con el fin de buscar un equilibrio y evitar un agotamiento y rotación de personal.

Por último, se considera la jornada laboral semanal estándar. Actualmente la operación maneja una jornada promedio de 40 h semanales, resultado de las dos jornadas que se manejan en el Centro de Contactos (diurna de 9 h y mixta de 8 h).

La fórmula para calcular el requerimiento de personal mediante el método de *workload*/cargas de trabajo en FTE es la siguiente:

$$FTE\ REQ = \frac{Volume * AHT}{3600s * Jornada\ Promedio * Ocupación}$$

Sustituyendo los valores, se tiene entonces:

$$FTE\ REQ = \frac{1500 * 600s}{3600s * 40hrs * 80\%} = 7.8\ FTEs$$

Se calcula el volumen total de trabajo que la operación debe manejar en segundos. Esto se logra multiplicando el volumen semanal de interacciones (1500) por el AHT en segundos (600). El resultado es 900 000 segundos, que al ser dividido por 3600 (segundos por hora), se convierte en 250 horas de trabajo bruto. Estas 250 horas representan el tiempo puro de llamada que todo el equipo debe cumplir para atender la demanda. Una vez obtenidas las horas necesarias, se agregan los porcentajes de SHK y nivel de ocupación y se toma en cuenta la jornada promedio de un agente de manera que se puedan garantizar en todo momento los 7.8 FTE netos requeridos para sacar la demanda de trabajo.

También, se deben considerar las SHK, por lo que a estos 7.8 NFTE se les debe incrementar el porcentaje planeado de 25 % para obtener el GFTE, de modo que se pueda prever cualquier ineficiencia como tiempos fuera del teléfono o ausencias.

$$Gross\ FTE\ REQ = \frac{Net\ FTEs}{(1 - SHK)}$$

Sustituyendo los valores, se tiene entonces:

$$Gross\ FTE\ REQ = \frac{7.8\ Net\ FTEs}{(1 - 25\%)} = 10.41\ Gross\ FTEs$$

Por lo tanto, de acuerdo a los cálculos e indicadores de planeación actuales, se requiere un 10.4 GFTE para satisfacer la demanda, sin considerar el SLA.

4.2.6 Comparativa de la demanda actual vs. la oferta actual de horarios

En la siguiente tabla se aprecia el cálculo actual a nivel de intervalo y se evidencian los requerimientos de cada hora y día al utilizar el modelo *workload* actual, el cual considera un volumen fijo de 1500 llamadas.

Actualmente, este modelo considera que este volumen es fijo, por consiguiente, los requerimientos son estáticos, no sufren cambios a lo largo del tiempo, sin tomar en cuenta las posibles fluctuaciones o cambios que los indicadores de rendimiento como AHT puedan tener semana tras semana.

Tabla 4.8: Modelo actual (workload): demanda vs. oferta

GFTE REQ (Workload)	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
5:00	0.0	1.6	3.3	4.9	0.0	0.8	1.6
6:00	2.5	4.4	1.6	2.5	3.3	3.3	4.9
7:00	3.3	4.1	6.6	1.6	4.1	2.5	5.8
08:00	7.4	6.0	3.3	9.9	5.8	4.9	8.2
09:00	4.1	5.8	11.5	4.1	7.4	1.6	4.1
10:00	1.6	6.6	5.8	4.9	4.9	3.3	4.9
11:00	3.3	3.3	5.8	5.8	2.5	3.3	3.3
12:00	4.1	8.5	2.5	6.6	4.1	0.8	5.8
13:00	1.6	0.8	2.5	4.1	3.8	2.5	5.8
14:00	3.3	4.1	9.0	4.1	2.5	1.6	5.8
15:00	4.9	2.5	6.6	4.1	0.0	4.1	4.9
16:00	4.9	2.5	3.3	2.5	1.6	2.5	5.8
17:00	1.6	0.8	4.1	1.6	3.3	1.6	0.8
18:00	0.8	1.6	0.8	0.8	0.8	0.8	1.6
19:00	5.8	1.6	0.8	3.3	0.8	1.6	3.3
20:00	0.8	0.8	4.1	4.1	2.5	3.3	2.5
21:00	0.0	2.5	4.9	3.3	2.7	1.6	4.9
Total GFTEs	6.3	7.2	9.6	8.5	6.3	5.0	9.2
Weekly GFTEs	10.4						

GFTE Scheduled	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
5:00	4.3	5.3	9.6	9.6	9.6	5.3	4.3
6:00	4.3	5.3	9.6	9.6	9.6	5.3	4.3
7:00	4.3	5.3	9.6	9.6	9.6	5.3	4.3
8:00	4.3	5.3	9.6	9.6	9.6	5.3	4.3
9:00	4.3	5.3	9.6	9.6	9.6	5.3	4.3
10:00	4.3	5.3	9.6	9.6	9.6	5.3	4.3
11:00	4.3	5.3	9.6	9.6	9.6	5.3	4.3
12:00	4.3	5.3	9.6	9.6	9.6	5.3	4.3
13:00	7.4	8.5	15.9	15.9	15.9	8.5	7.4
14:00	7.4	8.5	15.9	15.9	15.9	8.5	7.4
15:00	3.2	3.2	6.4	6.4	6.4	3.2	3.2
16:00	3.2	3.2	6.4	6.4	6.4	3.2	3.2
17:00	3.2	3.2	6.4	6.4	6.4	3.2	3.2
18:00	3.2	3.2	6.4	6.4	6.4	3.2	3.2
19:00	3.2	3.2	6.4	6.4	6.4	3.2	3.2
20:00	3.2	3.2	6.4	6.4	6.4	3.2	3.2
21:00	3.2	3.2	6.4	6.4	6.4	3.2	3.2
Total GFTEs	8.9	10.2	19.1	19.1	19.1	10.2	8.9
Weekly FTEs	13.7						

Over & Under	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
5:00	4.3	3.7	6.3	4.6	9.6	4.5	2.6
6:00	1.8	0.9	7.9	7.1	6.3	2.0	-0.7
7:00	1.0	1.2	3.0	7.9	5.5	2.8	-1.5
8:00	-3.1	-0.7	6.3	-0.3	3.8	0.4	-4.0
9:00	0.1	-0.4	-1.9	5.5	2.2	3.7	0.1
10:00	2.6	-1.3	3.8	4.6	4.6	2.0	-0.7
11:00	1.0	2.0	3.8	3.8	7.1	2.0	1.0
12:00	0.1	-3.2	7.1	3.0	5.5	4.5	-1.5
13:00	5.8	7.7	13.5	11.8	12.1	6.0	1.7
14:00	4.2	4.4	6.9	11.8	13.5	6.9	1.7
15:00	-1.7	0.7	-0.2	2.3	6.4	-0.9	-1.7
16:00	-1.7	0.7	3.1	3.9	4.7	0.7	-2.6
17:00	1.5	2.4	2.3	4.7	3.1	1.5	2.4
18:00	2.4	1.5	5.6	5.6	5.6	2.4	1.5
19:00	-2.6	1.5	5.6	3.1	5.6	1.5	-0.1
20:00	2.4	2.4	2.3	2.3	3.9	-0.1	0.7
21:00	3.2	0.7	1.4	3.1	3.6	1.5	-1.7
Total GFTEs	2.6	3.0	9.6	10.6	12.9	5.2	-0.3
Weekly FTEs	3.2						

Fuente: Elaboración propia, 2025.

La primera sección de la tabla 4.8, "GFTE REQ (workload)", detalla el número de equivalentes a tiempo completo (FTE) que son estrictamente necesarios por hora y día de la semana para manejar la demanda de llamadas, reflejando así el volumen real de trabajo; al respecto, se puede ver como a nivel de día los requerimientos son fluctuantes.

También se observa que el miércoles y domingo son los días con el requerimiento de personal más alto; sin embargo, el cálculo actual considera las 1500 llamadas pronosticadas semanales de forma estática, las cuales se distribuyen a lo largo del día según un patrón de arribo modelo.

Un patrón de arribo es una distribución estadística que indica cómo las llamadas llegan al centro a lo largo de un período, por ejemplo, cada hora. Esto ayuda a identificar los picos de mayor demanda. Dado que esta es una línea de producto completamente nueva y no se cuenta con datos históricos propios para simular el comportamiento de las llamadas, se utiliza como referencia, por parte de WFM, el patrón de arribo de otra línea de servicio similar y de tamaño comparable que ya cuenta con soporte. A continuación, se expone el patrón de arribo utilizado, que de manera porcentual detalla cómo las llamadas potencialmente pueden arribar:

Tabla 4.9: Patrón de arribo modelo

Patrón de Arribo Modelo	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom
5:00	0.00%	1.15%	0.79%	1.18%	0.00%	0.20%	0.00%
6:00	0.59%	0.00%	0.39%	0.59%	0.79%	0.79%	0.59%
7:00	0.79%	0.57%	1.58%	0.39%	0.99%	0.59%	0.79%
08:00	1.78%	1.53%	0.79%	2.37%	1.38%	1.18%	1.78%
09:00	0.99%	1.91%	2.76%	0.99%	1.78%	0.39%	0.99%
10:00	0.39%	1.34%	1.38%	1.18%	1.18%	0.79%	0.39%
11:00	0.79%	1.15%	1.38%	1.38%	0.59%	0.79%	0.79%
12:00	0.99%	1.53%	0.59%	1.58%	0.99%	0.20%	0.99%
13:00	0.39%	1.34%	0.59%	0.99%	0.92%	0.59%	0.39%
14:00	0.79%	0.96%	2.17%	0.99%	0.59%	0.39%	0.79%
15:00	1.18%	1.72%	1.58%	0.99%	0.00%	0.99%	1.18%
16:00	1.18%	0.96%	0.79%	0.59%	0.39%	0.59%	1.18%
17:00	0.39%	0.57%	0.99%	0.39%	0.79%	0.39%	0.39%
18:00	0.20%	1.15%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%
19:00	1.38%	0.96%	0.20%	0.79%	0.20%	0.39%	1.38%
20:00	0.20%	0.38%	0.99%	0.99%	0.59%	0.79%	0.20%
21:00	0.00%	0.77%	1.18%	0.79%	0.66%	0.39%	0.00%

Fuente: Elaboración propia, 2025.

La segunda sección de la tabla 4.8, "GFTE scheduled", muestra la cantidad de FTE que en la actualidad se programan para trabajar en esos mismos intervalos, lo que representa la oferta de personal. De este modo, el martes, miércoles y jueves son los días cuando se concentra la mayor cantidad del recurso. Estos GFTE vienen de los horarios actuales de los 15 agentes de servicio, los cuales se convierten a FTE y se distribuyen a lo largo de las horas de operación por intervalo por parte del equipo de WFM, basándose en el patrón de arribo modelo. En la siguiente tabla, se observan los horarios de cada agente:

Tabla 4.10: Horarios actuales del personal

Name	Team	From	To	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Weekly Working Hours	FTEs
Agent 1	A	5:00	15:00	x	x	x	x	x	-	-	45.0	1.1
Agent 2	A	5:00	15:00	x	x	x	x	x	-	-	45.0	1.1
Agent 3	A	5:00	15:00	x	x	x	x	x	-	-	45.0	1.1
Agent 4	A	5:00	15:00	x	x	x	x	x	-	-	45.0	1.1
Agent 5	A	5:00	15:00	-	-	x	x	x	x	x	45.0	1.1
Agent 6	A	5:00	15:00	-	-	x	x	x	x	x	45.0	1.1
Agent 7	A	5:00	15:00	-	-	x	x	x	x	x	45.0	1.1
Agent 8	A	5:00	15:00	-	-	x	x	x	x	x	45.0	1.1
Agent 9	A	5:00	15:00	-	x	x	x	x	x	-	45.0	1.1
Agent 10	A	13:00	22:00	x	x	x	x	x	-	-	40.0	1.0
Agent 11	A	13:00	22:00	x	x	x	x	x	-	-	40.0	1.0
Agent 12	A	13:00	22:00	x	x	x	x	x	-	-	40.0	1.0
Agent 13	A	13:00	22:00	-	-	x	x	x	x	x	40.0	1.0
Agent 14	A	13:00	22:00	-	-	x	x	x	x	x	40.0	1.0
Agent 15	A	13:00	22:00	-	-	x	x	x	x	x	40.0	1.0
Total											645.0	16.1

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Para convertir horas productivas a FTE, se utiliza la siguiente fórmula por cada uno de los horarios de los agentes:

$$FTE = \frac{Weekly\ Hours}{40\ Hours}$$

Finalmente, la tercera sección de la tabla 4.8, "Over & under", es el resultado de comparar las dos anteriores (*scheduled* menos *required*). Los valores positivos en verde indican períodos de sobreprogramación, es decir, cuando se tiene más personal del necesario; mientras que los valores negativos en rojo señalan momentos de déficit de personal. Por lo tanto, a un nivel semanal, hay más personal del supuesto requerido; así, este no se encuentra bien distribuido ya que el domingo se experimenta una deficiencia consistente a lo largo del día, destacando las ineficiencias y los posibles riesgos para el SLA.

4.3 ANALIZAR

En la tercera etapa del DMAIC, como parte del análisis de la situación y posibles causas, se desarrolla una serie de herramientas ingenieriles con el fin de entender por qué sucede la problemática actual y se genera este impacto.

4.3.1 Reunión kaizen

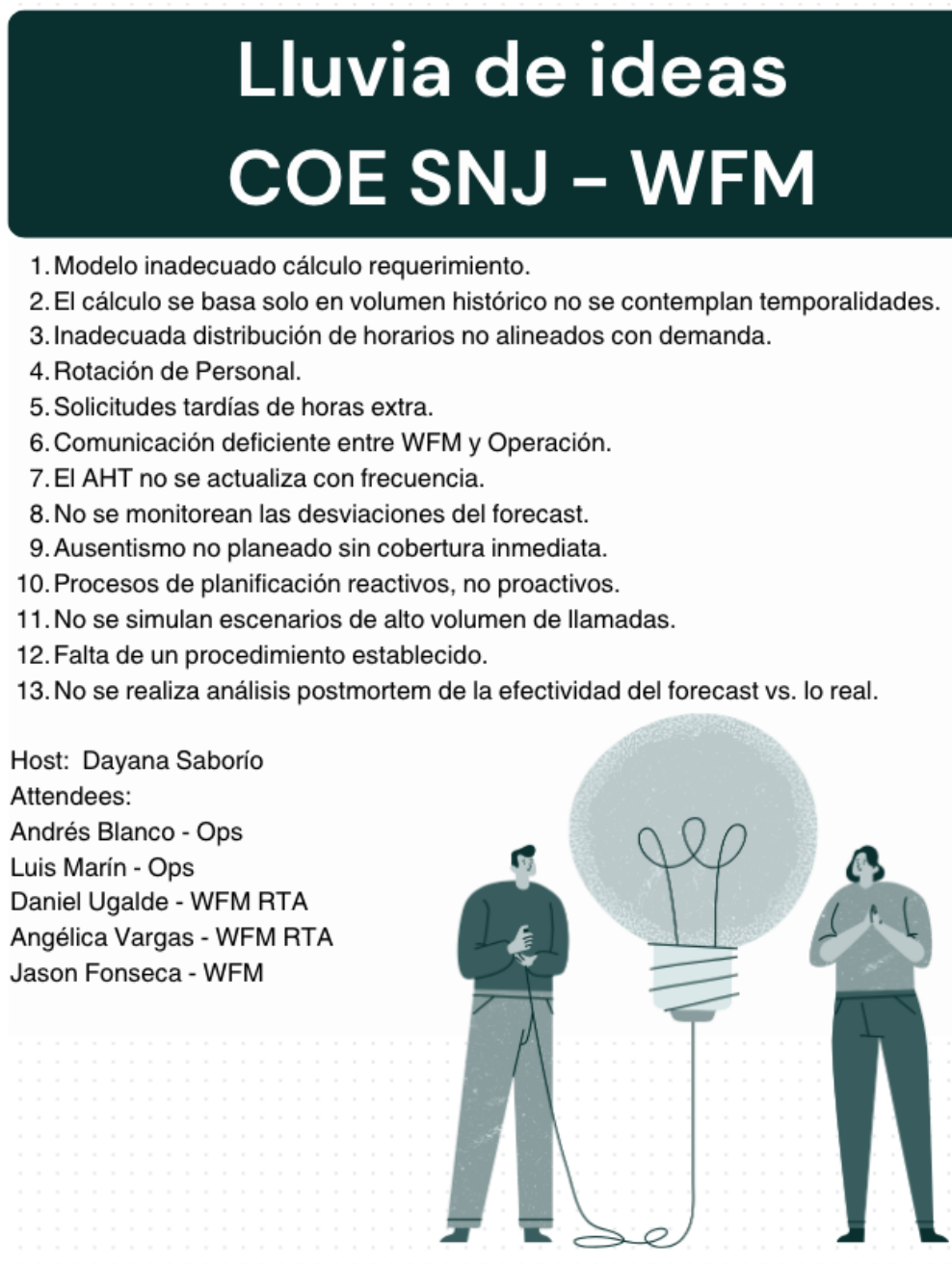
Se lleva a cabo una minirreunión *kaizen* con el equipo y miembros clave del proyecto. La sesión es colaborativa, de manera que primero se procura una discusión enfocada en orientar a los miembros sobre la problemática actual, para después crear la lluvia de ideas y, luego, identificar las posibles causas vinculadas al problema de los bajos niveles de servicio y la falta de personal. A continuación, se indica el equipo que tiene participación dentro de la sesión:

- A. Director de operaciones.
- B. Gerente de operaciones.
- C. Analista de WFM.
- D. Analista de WFM.
- E. Gerente *senior* WFM.
- F. Supervisor WFM (líder proyecto).

4.3.2 Lluvia de ideas

Después de la discusión, se trabaja en la técnica de lluvia de ideas para recopilar los datos de las posibles causas que influyen en el impacto del SLA. Cada uno de los participantes aporta ideas desde su punto de vista y experiencia en el proceso. Seguidamente, se aprecia la lluvia de ideas:

Figura 4.11: Lluvia de ideas de las posibles causas que provocan el impacto en los niveles de servicio



Fuente: Elaboración propia, 2025.

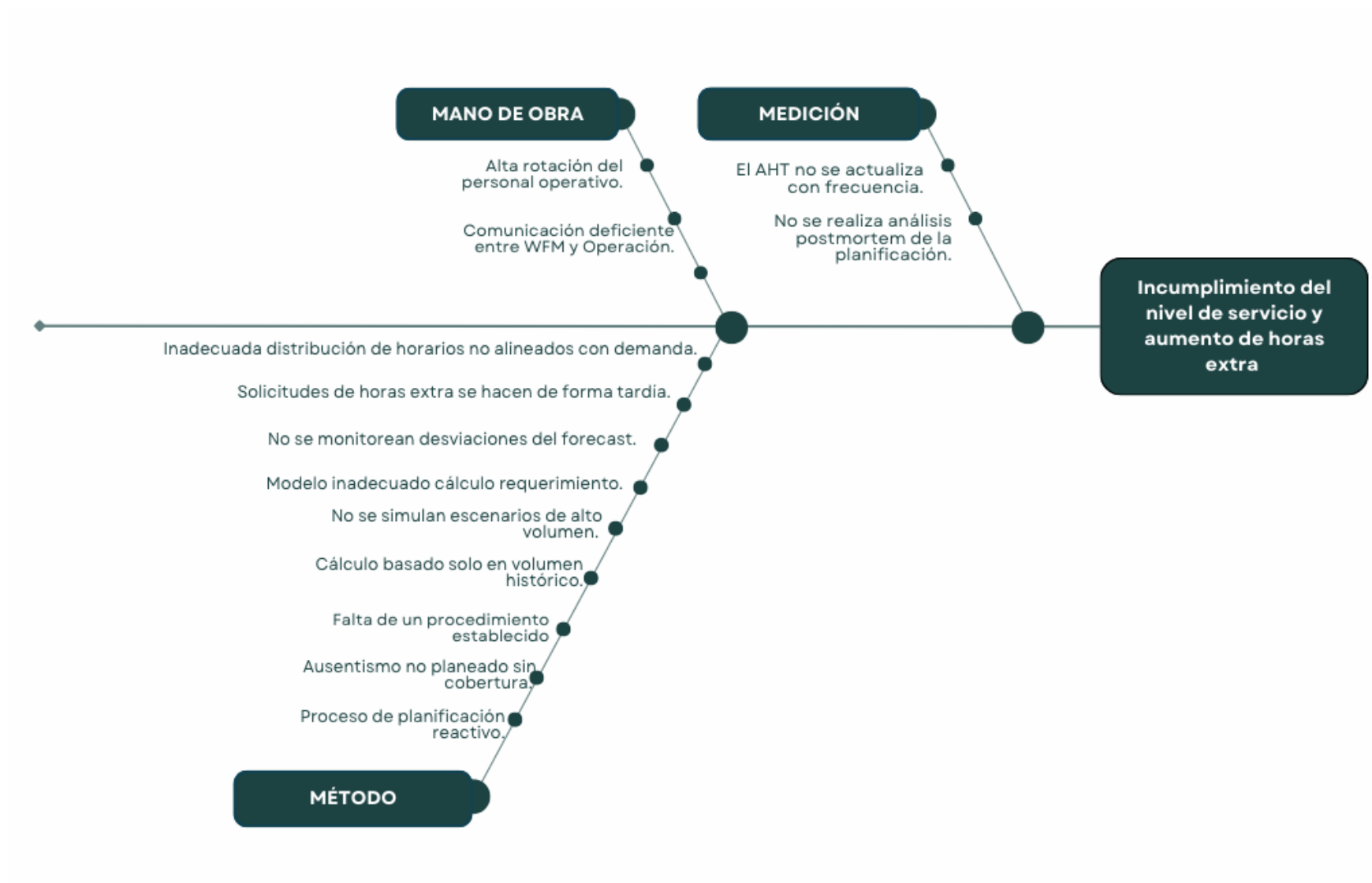
En la figura anterior, se exponen las trece posibles causas encontradas por el equipo que participa en la lluvia de ideas, las cuales provocan el impacto en el SLA.

4.3.3 Diagrama de Ishikawa

Efectuada la lluvia de ideas, se crea el diagrama de Ishikawa con el propósito de agrupar cada posible causa asociada al problema del incumplimiento del SLA y aumento de las horas extras. Al respecto, en este diagrama se agrupan las causas en las categorías de máquina, medición, materiales, máquinas, método y medio ambiente.

En la figura 4.12, se muestran las causas según su categoría:

Figura 4.12: Diagrama de Ishikawa del incumplimiento del SLA y el aumento de horas extras



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Mano de obra: son los aspectos relacionados al personal involucrado en la operación.

- **Alta rotación de personal:** durante las últimas semanas, se identifican algunas salidas de personal, lo que es inusual en la empresa; sin embargo, esto provoca brechas de cobertura.
- **Comunicación deficiente entre WFM y Operaciones:** la falta de retroalimentación o de una sesión semanal para revisar los indicadores impide una toma de decisiones proactivas.

Medición: hace referencia al seguimiento de los KPI que alimentan el proceso de planificación.

- **El AHT no se actualiza con frecuencia:** el tiempo promedio en una llamada es una variable muy crítica para calcular los requerimientos, por lo que no monitorear el indicador y no efectuar una actualización para las proyecciones puede generar oportunidades en el cálculo del requerimiento.
- **No se realiza un análisis *post mortem* del forecast:** cuando se termina el periodo, no se revisa el pronóstico, es decir, si este se mantiene dentro de los límites de precisión, lo que impide la mejora continua.

Método: corresponde a la planificación y ejecución de los procesos en relación con la gestión del personal.

- **Ausentismo no planeado:** cuando un agente de servicio sin previo aviso se ausenta, no existe un mecanismo para reemplazarlo, afectando la cobertura.
- **Modelo inadecuado para el cálculo del requerimiento:** el modelo actual no integra el SLA como parámetro determinante, lo cual impide que se pueda asegurar una cobertura óptima para alcanzar los tiempos de atención.
- **Cálculo basado solo en el volumen histórico:** actualmente solo se utilizan históricos simples para proyectar una demanda, por lo que no se consideran tendencias estacionales o temporalidades (festividades, días feriados o meses de temporada alta o baja).
- **Planificación reactiva:** las decisiones se toman de manera retrasada luego de haber surgido una necesidad y salirse de control el *queue* de llamadas, esto

genera que no se tenga un enfoque más proactivo en anticipar las posibles brechas de cobertura.

- **Falta de un procedimiento establecido:** no existe un procedimiento formal documentado que permita planificar, esto puede dar lugar a variaciones en los criterios según el analista que trabaje las proyecciones.
- **No se simulan escenarios de alto volumen:** el proceso utilizado en la actualidad no posibilita simular escenarios de alta demanda para validar variaciones o contingencias.
- **Inadecuada distribución de horarios no alineados con la demanda:** los turnos de los agentes no están alineados con los intervalos con mayor flujo de llamadas, esto provoca colas en el sistema.
- **Solicitudes tardías de horas extras:** la necesidad de horas extras se detecta cuando el *queue* se sale de control, esto limita la capacidad de responder y reclutar las horas extras necesarias.
- **No se monitorean las desviaciones del *forecast* (pronóstico):** las diferencias entre la demanda proyectada y la real no se analizan ni se revisan para poder corregir errores en el modelo, lo cual genera que no exista un ciclo de mejora continua o mediciones para controlar el indicador desviado.

Por tanto, la categoría del método posee nueve causas identificadas, a saber: proceso de planificación reactivo, cálculo basado solo en el volumen histórico, modelo inadecuado para el cálculo del requerimiento, falta de un procedimiento establecido, no se simulan escenarios de alto volumen, inadecuada distribución de horarios no alineados con demanda, solicitudes de horas extras se hacen de forma tardía, ausentismo no planeado sin cobertura y no se monitorean desviaciones del *forecast*. Lo anterior evidencia que las ineficiencias radican en cómo se planifican y ejecutan los procesos de gestión de personal, lo que sugiere la necesidad de una revisión profunda y optimización del método actual.

4.3.4 Multivoto

Categorizadas las causas en el diagrama de Ishikawa, se efectúa el multivoto en una minirreunión con el mismo equipo conformado para la reunión *kaizen*.

Así, en la reunión *kaizen* se toma un espacio para exponer todas las posibles causas a los seis individuos de las áreas de operaciones y WFM. Luego, se les indica a los participantes que cada uno posee 30 puntos y los pueden distribuir entre todas las ideas según su propio criterio de importancia, incluso pueden asignar todos los puntos a una sola causa o darle el valor de cero puntos.

La multivotación se lleva a cabo dentro de la sesión de *kaizen* utilizando documentos compartidos de Google Sheets. Al finalizar la votación, toda la información recolectada se tabula y analiza de manera que se obtiene la siguiente tabla de resultados:

Tabla 4.11: Multivoto para obtener el valor de cada causa

#	Causa	Dayana	Andrés	Luis	Daniela	Angélica	Total	%
1	Modelo inadecuado cálculo requerimiento	8	6	10	5	5	34	22.67%
2	Inadecuada distribución de horarios no alineados con demanda	6	8	5	4	8	31	20.67%
3	No se realiza análisis postmortem	3	5	5	6	5	24	16.00%
4	Falta de un procedimiento establecido	5	4	5	5	4	23	15.33%
5	Cálculo basado solo en volumen histórico	5	3	1	2	3	14	9.33%
6	El AHT no se actualiza con frecuencia	1	2	1	3	1	8	5.33%
7	Planificación reactiva	1	0	0	2	1	4	2.67%
12	No se monitorean desviaciones del forecast	0	0	1	1	1	3	2.00%
9	Rotación de Personal	0	0	1	1	1	3	2.00%
10	Ausentismo sin cobertura inmediata	0	1	1	0	0	2	1.33%
8	Comunicación deficiente entre WFM y Operación	0	1	0	0	1	2	1.33%
11	Solicitudes tardías de horas extra	1	0	0	0	0	1	0.67%
13	No se simulan escenarios de alto volumen	0	0	0	1	0	1	0.67%
TOTAL		30	30	30	30	30		

Fuente: Elaboración propia, 2025.

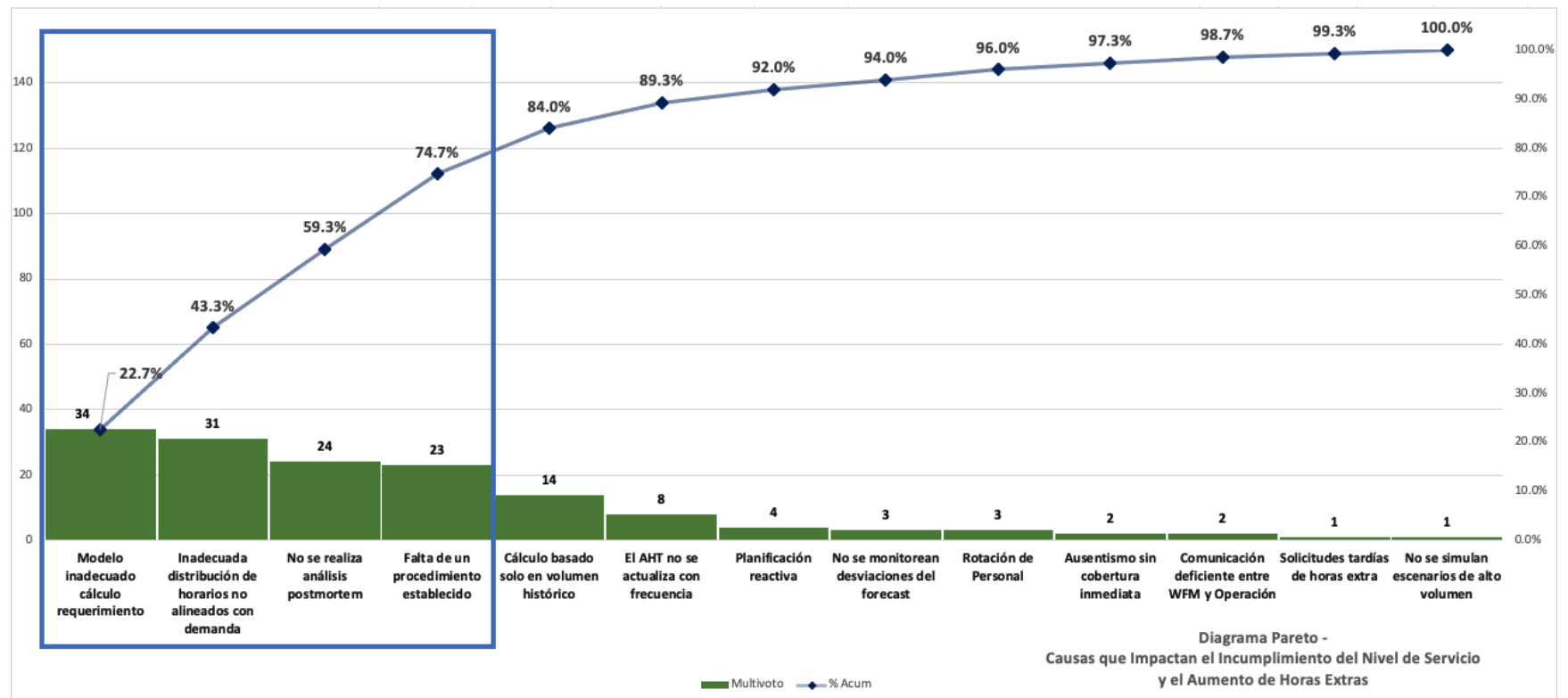
En síntesis, según el multivoto, de las trece causas principales identificadas en la lluvia de ideas, las primeras cuatro causas son las más votadas, es decir: modelo inadecuado para el cálculo del requerimiento, inadecuada distribución de horarios no alineados con

la demanda, no se realiza un análisis *post mortem* y falta de un procedimiento establecido.

4.3.5 Diagrama de Pareto

Con base en la tabla obtenida en el multivoto, se elabora un diagrama Pareto en el que se demuestra la afectación de cada causa por medio de los porcentajes acumulados.

Figura 4.13: Diagrama de Pareto de las causas que impactan el incumplimiento del SLA y el aumento de horas extras



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Según el diagrama de Pareto, hay cuatro causas en las que se concentra un 80 % aproximadamente, o sea, es el mayor impacto acumulado. Estas se deben gestionar con atención para lograr mejoras, pero las restantes nueve causas no deben dejarse de lado ya que también generan impacto.

Por consiguiente, las causas más críticas son:

- A. Modelo inadecuado para el cálculo del requerimiento, con 34 votos, equivalentes a un 22.7 % del total acumulado de las causas. Esto sugiere que el modelo no considera variables como lo son el SLA o la variabilidad del volumen.
- B. Inadecuada distribución de horarios no alineados con la demanda, 31 votos, equivalentes a un 43.3 % del total acumulado. En otras palabras, aun cuando la demanda se logra calcular de manera eficiente, si no se distribuyen los horarios de forma correcta, van a existir momentos con excesos o déficits de personal.
- C. No se realiza un análisis *post mortem*, con 24 votos, equivalentes al 59.3 % del total acumulado. Esta causa implica la ausencia de un proceso para retroalimentar la planificación y analizar los pronósticos de volumen contra la realidad.
- D.** Falta de un procedimiento establecido, con 23 votos, equivalentes a un 74.7 % del total acumulado. Indica que no existe un proceso documentado y consistente de pasos para llevar a cabo el proceso de cálculo de requerimientos de personal.

De manera que analizados los datos, se consideran las primeras cuatro causas como relevantes, estas representan el 74.7 % y son las causas que sirven como base para trabajar en las siguientes etapas del DMAIC.

CAPÍTULO V. PROPUESTA

Las recomendaciones de solución son parte del ciclo de DMAIC, por lo que en este capítulo se desarrollan las propuestas a las causas más críticas identificadas en el capítulo IV, así como los mecanismos para controlar dichas propuestas a lo largo del tiempo.

5.1 MEJORAR

En esta etapa se plantean mejoras para las causas críticas determinadas en el capítulo anterior; por consiguiente, basándose en la dinámica de la empresa y la disponibilidad de recursos, en los siguientes apartados se describen las principales propuestas.

5.1.1 Propuesta del modelo de cálculo de requerimientos Erlang C

Actualmente, el proceso de cálculo de requerimientos de personal se lleva a cabo solo sobre el volumen proyectado y la carga de trabajo en horas hombre o *workload*. Sin embargo, este modelo no considera variables clave como el SLA. Por tanto, se recomienda implementar las teorías de colas y el modelo de distribución matemático de Erlang C, el cual permite realizar un cálculo más preciso de la cantidad de agentes requeridos para cumplir con la meta del SLA.

La propuesta consiste en los siguientes pasos:

- A. Desarrollar una plantilla automatizada en Excel que incorpore la fórmula de Erlang C:** Microsoft Excel ofrece un complemento con funciones de centro de contactos por medio de las que se pueden simular requerimientos de personal y otros indicadores como capacidad, nivel de ocupación y SLA. Estas funciones se pueden habilitar en Excel, descargando el complemento Erlang C desde la web y agregando de forma manual el *script*. Este último se puede copiar y pegar en complementos (*add-ins*) o macros VBA para Microsoft Excel o Google Sheets (ver anexo 1). Dentro del complemento de Erlang C para Excel, se encuentran algunas fórmulas que se emplean en la plantilla; a continuación, se desglosan las mismas:

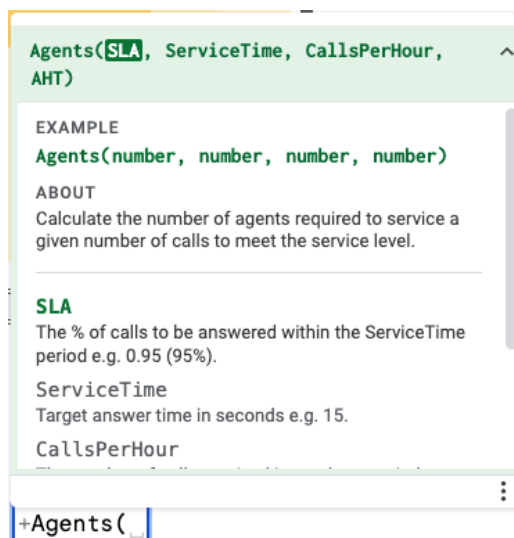
Tabla 5.1: Definiciones de las funciones de Erlang C

Nombre de la Fórmula	¿Para qué sirve?	Variables Necesarias
Agents()	Calcular la cantidad de agentes necesarios para atender una cantidad determinada de llamadas para cumplir con el nivel de servicio.	SLA: El porcentaje de llamadas atendidas dentro del periodo de Tiempo de Servicio, p. ej., 0.80 (80%). Service Time: Tiempo de respuesta objetivo en segundos. Calls per Hour: Número de llamadas recibidas en una hora. AHT: Duración de la llamada, incluyendo el trabajo posterior, en segundos.
SLA()	Calcular el nivel de servicio alcanzado para el número dado de agentes.	Agentes: Número de agentes disponibles. Service Time: Tiempo de respuesta objetivo en segundos. Calls Per hour: Número de llamadas recibidas en una hora. AHT: Duración de la llamada, incluyendo el trabajo posterior, en segundos.
Utilisation()	Calcular el porcentaje de utilización para el número dado de agentes.	Agentes: Número de agentes disponibles. Calls Per hour: Número de llamadas recibidas en una hora. AHT: Duración de la llamada, incluyendo el tiempo de respuesta en segundos.
Abandon()	Calcular el porcentaje de llamadas que abandonarán después del tiempo dado	Agentes: Número de agentes disponibles. Tiempo de abandono: Tiempo en segundos antes de que la persona que llama abandone la llamada. Calls per hour: Número de llamadas recibidas en una hora. AHT: Duración de la llamada, incluyendo el trabajo posterior, en segundos.
CallCapacity()	Calcule la cantidad de llamadas que puede gestionar un número determinado de agentes manteniendo el nivel de servicio requerido.	NoAgents: Número de agentes disponibles. SLA: Porcentaje objetivo de llamadas atendidas, p. ej., 0,85 = 85 %. ServiceTime: Tiempo objetivo de respuesta en segundos, p. ej., 15. AHT: Duración de la llamada, incluyendo el trabajo posterior, en segundos.
QueueSize()	Calcular el tamaño promedio de la cola para una cantidad determinada de agentes.	Agentes: Número de agentes disponibles. Calls per hour: Número de llamadas recibidas en una hora. AHT: Duración de la llamada, incluyendo el tiempo de respuesta en segundos.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

La plantilla se elabora para mostrar los datos por intervalo de hora, utilizando la fórmula *agents* que permite calcular los FTE requeridos:

Figura 5.1: Fórmula agents en Erlang C en Excel



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Tabla 5.2: Modelo propuesto (Erlang C): demanda vs. oferta

CST	REQUIRED FTE (Base Requirement)							Planned FTE (Manual Input)							OVER/UNDER						
	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN
5:00	2.7	5.3	8.0	10.7	1.3	4.0	5.3	4.0	5.0	9.0	9.0	9.0	5.0	4.0	+1.3	(0.3)	+1.0	(1.7)	+7.7	+1.0	(1.3)
6:00	6.7	10.7	5.3	6.7	8.0	8.0	10.7	4.0	5.0	9.0	9.0	9.0	5.0	4.0	(2.7)	(5.7)	+3.7	+2.3	+1.0	(3.0)	(6.7)
7:00	8.0	9.3	14.7	5.3	9.3	6.7	13.3	4.0	5.0	9.0	9.0	9.0	5.0	4.0	(4.0)	(4.3)	(5.7)	+3.7	(0.3)	(1.7)	(9.3)
8:00	16.0	13.3	8.0	9.3	13.3	10.7	17.3	4.0	5.0	9.0	9.0	9.0	5.0	4.0	(12.0)	(8.3)	+1.0	(0.3)	(4.3)	(5.7)	(13.3)
9:00	9.3	13.3	20.0	20.0	16.0	5.3	9.3	4.0	5.0	9.0	9.0	9.0	5.0	4.0	(5.3)	(8.3)	(11.0)	(11.0)	(7.0)	(0.3)	(5.3)
10:00	5.3	14.7	13.3	10.7	10.7	8.0	10.7	4.0	5.0	9.0	9.0	9.0	5.0	4.0	(1.3)	(9.7)	(4.3)	(1.7)	(1.7)	(3.0)	(6.7)
11:00	8.0	8.0	13.3	13.3	6.7	8.0	8.0	4.0	5.0	9.0	9.0	9.0	5.0	4.0	(4.0)	(3.0)	(4.3)	(4.3)	+2.3	(3.0)	(4.0)
12:00	9.3	12.0	6.7	14.7	9.3	4.0	13.3	4.0	5.0	9.0	9.0	9.0	5.0	4.0	(5.3)	(7.0)	+2.3	(5.7)	(0.3)	+1.0	(9.3)
13:00	5.3	4.0	6.7	9.3	9.3	6.7	13.3	7.0	8.0	15.0	15.0	15.0	8.0	7.0	+1.7	+4.0	+8.3	+5.7	+5.7	+1.3	(6.3)
14:00	8.0	9.3	17.3	9.3	6.7	5.3	13.3	7.0	8.0	15.0	15.0	15.0	8.0	7.0	(1.0)	(1.3)	(2.3)	+5.7	+8.3	+2.7	(6.3)
15:00	10.7	6.7	12.0	9.3	1.3	9.3	10.7	3.0	3.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	(7.7)	(3.7)	(6.0)	(3.3)	+4.7	(6.3)	(7.7)
16:00	10.7	6.7	8.0	6.7	5.3	6.7	13.3	3.0	3.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	(7.7)	(3.7)	(2.0)	(0.7)	+0.7	(3.7)	(10.3)
17:00	5.3	4.0	9.3	5.3	8.0	5.3	4.0	3.0	3.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	(2.3)	(1.0)	(3.3)	+0.7	(2.0)	(2.3)	(1.0)
18:00	4.0	5.3	4.0	4.0	4.0	4.0	5.3	3.0	3.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	(1.0)	(2.3)	+2.0	+2.0	+2.0	(1.0)	(2.3)
19:00	13.3	5.3	4.0	8.0	4.0	5.3	8.0	3.0	3.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	(10.3)	(2.3)	+2.0	(2.0)	+2.0	(2.3)	(5.0)
20:00	4.0	4.0	9.3	9.3	6.7	8.0	6.7	3.0	3.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	(1.0)	(1.0)	(3.3)	(3.3)	(0.7)	(5.0)	(3.7)
21:00	1.3	6.7	10.7	8.0	6.7	5.3	10.7	3.0	3.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	+1.7	(3.7)	(4.7)	(2.0)	(0.7)	(2.3)	(7.7)
	16.0	17.3	21.3	20.0	15.8	13.8	21.7	8.4	9.6	18.0	18.0	18.0	9.6	8.4	-7.6	-7.7	-3.3	-2.0	2.2	-4.2	-13.3
							25.2							12.9							-12.3

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Para el cálculo de requerimientos Erlang C, se utilizan los mismos parámetros que con el modelo actual de *workload*, únicamente agregando el SLA y el tiempo de servicio (*service time*) como variables. Este último se define como el límite de tiempo establecido medido en segundos dentro del cual se espera que una llamada sea atendida para cumplir con el SLA deseado. Seguidamente, se adjuntan los detalles:

- SLA: 80 %.
- *Service time*: 180 segundos (3 min).
- SHK: 25 %.
- AHT: 600 segundos.
- Volumen semanal: 1500 llamadas.

Por su parte, dentro de la plantilla se propone agregar la proyección del SLA por intervalo, métrica que es importante para la operación. Así, en la tabla 5.3, se indica el SLA por intervalo de hora proyectado con este modelo propuesto:

Tabla 5.3: Proyección del SLA con el modelo Erlang C

CST	SLA PROJECTION						
	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN
5:00	99.8%	97.6%	99.5%	92.0%	100.0%	99.9%	90.5%
6:00	62.3%	0.0%	100.0%	99.9%	99.5%	59.0%	0.0%
7:00	0.0%	0.0%	51.6%	100.0%	97.6%	87.0%	0.0%
8:00	0.0%	0.0%	99.5%	97.6%	78.9%	0.0%	0.0%
9:00	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	97.6%	0.0%
10:00	90.5%	0.0%	78.9%	92.0%	92.0%	59.0%	0.0%
11:00	0.0%	59.0%	71.8%	71.8%	99.9%	59.0%	0.0%
12:00	0.0%	0.0%	99.9%	51.6%	97.6%	99.9%	0.0%
13:00	99.9%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	99.7%	0.0%
14:00	94.5%	93.2%	97.7%	100.0%	100.0%	100.0%	0.0%
15:00	0.0%	0.0%	0.0%	56.5%	100.0%	0.0%	0.0%
16:00	0.0%	0.0%	84.4%	96.0%	99.5%	0.0%	0.0%
17:00	67.1%	95.0%	56.5%	99.5%	84.4%	67.1%	95.0%
18:00	95.0%	67.1%	100.0%	100.0%	100.0%	95.0%	67.1%
19:00	0.0%	67.1%	100.0%	84.4%	100.0%	67.1%	0.0%
20:00	95.0%	95.0%	56.5%	56.5%	96.0%	0.0%	0.0%
21:00	100.0%	0.0%	0.0%	84.4%	93.3%	67.1%	0.0%
	20.8%	20.8%	56.4%	70.3%	80.0%	48.1%	4.5%
							42.3%

Fuente: Elaboración propia, 2025.

De acuerdo con la tabla 5.2, donde se observa la comparativa del requerimiento vs. el *staff* planeado, la cantidad de personal actual es insuficiente para lograr las metas del SLA, mismo hecho que se aprecia con la proyección del SLA en la tabla 5.3, en la que el único día cuando se proyecta alcanzar el SLA es el viernes, esto es coherente con el desempeño actual de la línea.

La plantilla va a permitir la simulación de diferentes escenarios y establecer de manera exacta la cantidad de personal para cada intervalo de tiempo. Esta plantilla debe utilizarse por el equipo de WFM, específicamente por los analistas y como parte de su ciclo de planificación de personal semanal, para la toma de decisiones.

B. Generación de un análisis de brechas: una vez generada la plantilla, es necesario efectuar el análisis de la capacidad actual vs. la requerida, por lo que identificar las brechas es fundamental. Se propone que el analista de WFM, quien es el experto en el campo, luego de generar la vista de los requerimientos en la

plantilla, los analice y cree un plan de acción para mitigar los impactos. Esto se debe comunicar a los *stakeholders* mediante un correo electrónico con las recomendaciones por seguir. En la figura 5.2, se ejemplifica el correo:

Figura 5.2: Plantilla de correo de la propuesta de cálculo del requerimiento



El correo comunica la necesidad de personal, lo que da lugar a algunas acciones por tener en cuenta para minimizar los impactos en el SLA.

La elaboración de la plantilla no implica una inversión externa, ya que se desarrolla internamente. De este modo, se estima una inversión de 13 horas del equipo de WFM, lo cual representa un costo operativo aproximado de USD 140.26. Esta mejora tiene un impacto directo en la reducción de sobrecostos por mala planificación y contribuye al cumplimiento del SLA.

Tabla 5.4: Costos de la propuesta del modelo Erlang C

Actividad	Responsable	Participantes	Duración Estimada	Costo por Hora	Costo Total
Reunión de comunicación interna (alineamiento de criterios)	Supervisor de WFM	Equipo WFM (6)	6 hrs (1 hr de trabajo por participante)	\$9.71	\$58.25
Creación de la plantilla y ajustes al modelo	Supervisor de WFM	Supervisor de WFM	2 hrs	\$13.22	\$26.44
	Analista WFM	Analista WFM	2hrs	\$9.71	\$19.42
Redacción y envío de correo oficial con nueva propuesta a Ops	Analista de WFM	Analista WFM (1)	1hrs	\$9.71	\$9.71
Validación del nuevo modelo de planificación semanal con Operaciones (retroalimentación)	Supervisor de WFM	Lider de Operación	1hrs	\$13.22	\$13.22
		Supervisor de WFM	1hrs	\$13.22	\$13.22
Total			13 hrs		\$140.26

Fuente: Elaboración propia, 2025.

No se contemplan costos de capacitación en el modelo nuevo pues el equipo de WFM está entrenado en el uso de diferentes modelos matemáticos, incluyendo este, por lo que no se requiere recibir capacitación.

5.1.2 Propuesta de redistribución de horarios

Otro de los hallazgos del estudio es la existencia de oportunidades significativas entre los turnos asignados a los agentes y la curva real de demanda por hora. Esto genera, en muchas ocasiones, una sobrecarga en algunos intervalos del día, mientras que en otros intervalos el personal se encuentra subutilizado. Para corregir esta situación, se propone una redistribución de los horarios laborales, ajustándolos de forma precisa a la curva de demanda, lo cual permite mejorar la eficiencia operativa y cumplir con los indicadores de servicio sin necesidad de incurrir en horas extras.

Empleando la fórmula de Erlang C, llamada *utilisation*, se proyecta la utilización por intervalo del día, considerando los agentes programados, el AHT y las llamadas por hora. Lo expuesto se ilustra con una tabla:

Tabla 5.5: Utilización actual por intervalos

Utilización Actual						
MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN
16.7%	40.0%	44.4%	66.7%	0.0%	20.0%	50.0%
75.0%	100.0%	22.2%	33.3%	44.4%	80.0%	100.0%
100.0%	100.0%	88.9%	22.2%	55.6%	60.0%	100.0%
100.0%	100.0%	44.4%	55.6%	77.8%	100.0%	100.0%
100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	40.0%	100.0%
50.0%	100.0%	77.8%	66.7%	66.7%	80.0%	100.0%
100.0%	80.0%	81.5%	81.5%	33.3%	80.0%	100.0%
100.0%	100.0%	33.3%	88.9%	55.6%	20.0%	100.0%
28.6%	12.5%	20.0%	33.3%	31.1%	37.5%	100.0%
57.1%	62.5%	66.7%	33.3%	20.0%	25.0%	100.0%
100.0%	100.0%	100.0%	83.3%	0.0%	100.0%	100.0%
100.0%	100.0%	66.7%	50.0%	33.3%	100.0%	100.0%
66.7%	33.3%	83.3%	33.3%	66.7%	66.7%	33.3%
33.3%	66.7%	16.7%	16.7%	16.7%	33.3%	66.7%
100.0%	66.7%	16.7%	66.7%	16.7%	66.7%	100.0%
33.3%	33.3%	83.3%	83.3%	50.0%	100.0%	100.0%
0.0%	100.0%	100.0%	66.7%	55.6%	66.7%	100.0%
88.7%	89.4%	75.8%	67.9%	58.8%	74.6%	97.4%
					79.6%	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Como se evidencia, existen intervalos en el día cuando la utilización cae drásticamente y otros cuando esta se encuentra en el tope del 100 %, aun cuando el porcentaje semanal se mantiene dentro de un número aceptable de 80 %, se observan días con un 97 % de utilización como el domingo, por ejemplo.

La propuesta contempla realizar un análisis del volumen de llamadas entrantes por intervalo (mapa de calor) para identificar con claridad las horas de mayor concentración

de contactos. A partir de este análisis, se diseñan nuevos esquemas de turnos basados en las restricciones actuales de la empresa, estos deben validarse por Recursos Humanos para garantizar el cumplimiento del marco legal y acuerdos actuales existentes. Dentro de las posibles redistribuciones, se contemplan, por ejemplo, cambios de días libres y cambios de jornadas, que estén alineados a las necesidades reales de cobertura.

Tabla 5.6: Mapa de calor de la concentración del volumen por intervalo

CST	HEATMAP (Manual Input)							TX FORECAST						
	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN
6:00	0.59%	1.05%	0.39%	0.59%	0.79%	0.79%	1.18%	9	16	6	9	12	12	18
7:00	0.79%	0.99%	1.58%	0.39%	0.99%	0.59%	1.38%	12	15	24	6	15	9	21
8:00	1.78%	1.45%	0.79%	0.99%	1.38%	1.18%	1.97%	27	22	12	15	21	18	30
9:00	0.99%	1.38%	2.76%	2.37%	1.78%	0.39%	0.99%	15	21	35	36	27	6	15
10:00	0.39%	1.58%	1.38%	1.18%	1.18%	0.79%	1.18%	6	24	21	18	18	12	18
11:00	0.79%	0.79%	1.38%	1.38%	0.59%	0.79%	0.79%	12	12	22	22	9	12	12
12:00	0.99%	2.04%	0.59%	1.58%	0.99%	0.20%	1.38%	15	20	9	24	15	3	21
13:00	0.39%	0.20%	0.59%	0.99%	0.92%	0.59%	1.38%	6	3	9	15	14	9	21
14:00	0.79%	0.99%	2.17%	0.99%	0.59%	0.39%	1.38%	12	15	30	15	9	6	21
15:00	1.18%	0.59%	1.58%	0.99%	0.00%	0.99%	1.18%	18	9	20	15	0	15	18
16:00	1.18%	0.59%	0.79%	0.59%	0.39%	0.59%	1.38%	18	9	12	9	6	9	21
17:00	0.39%	0.20%	0.99%	0.39%	0.79%	0.39%	0.20%	6	3	15	6	12	6	3
18:00	0.20%	0.39%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.39%	3	6	3	3	3	3	6
19:00	1.38%	0.39%	0.20%	0.79%	0.20%	0.39%	0.79%	21	6	3	12	3	6	12
20:00	0.20%	0.20%	0.99%	0.99%	0.59%	0.79%	0.59%	3	3	15	15	9	12	9
21:00	0.00%	0.59%	1.18%	0.79%	0.66%	0.39%	1.18%	0	9	18	12	10	6	18
	12%	14%	18%	16%	12%	10%	18%	185	199	266	250	183	147	270
	100.0%							1,500						

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Haciendo un ajuste preliminar de horarios con el *staff* actual, la utilización se logra balancear a lo largo de la semana, mejorando en un 0.7 % la utilización, lo que se traduce en 7.1 horas semanales mejor utilizadas y de ahorro en horas extras.

Tabla 5.7: Utilización comparativa actual vs. mejora

Utilización Actual								Utilización Mejora							
CST	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	
5:00	16.7%	40.0%	44.4%	66.7%	0.0%	20.0%	50.0%	16.7%	33.3%	66.7%	100.0%	0.0%	20.0%	50.0%	
6:00	75.0%	100.0%	22.2%	33.3%	44.4%	80.0%	100.0%	75.0%	88.9%	33.3%	50.0%	100.0%	80.0%	100.0%	
7:00	100.0%	100.0%	88.9%	22.2%	55.6%	60.0%	100.0%	80.0%	71.4%	100.0%	28.6%	100.0%	60.0%	100.0%	
8:00	100.0%	100.0%	44.4%	55.6%	77.8%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	57.1%	71.4%	100.0%	100.0%	100.0%	
9:00	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	40.0%	100.0%	83.3%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	33.3%	83.3%	
10:00	50.0%	100.0%	77.8%	66.7%	66.7%	80.0%	100.0%	33.3%	100.0%	100.0%	75.0%	100.0%	66.7%	100.0%	
11:00	100.0%	80.0%	81.5%	81.5%	33.3%	80.0%	100.0%	66.7%	57.1%	100.0%	91.7%	60.0%	66.7%	66.7%	
12:00	100.0%	100.0%	33.3%	88.9%	55.6%	20.0%	100.0%	83.3%	95.2%	42.9%	100.0%	100.0%	16.7%	100.0%	
13:00	28.6%	12.5%	20.0%	33.3%	31.1%	37.5%	100.0%	20.0%	9.1%	27.3%	38.5%	51.9%	30.0%	63.6%	
14:00	57.1%	62.5%	66.7%	33.3%	20.0%	25.0%	100.0%	40.0%	45.5%	90.9%	38.5%	33.3%	20.0%	63.6%	
15:00	100.0%	100.0%	100.0%	83.3%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%	60.0%	100.0%	71.4%	0.0%	100.0%	85.7%	
16:00	100.0%	100.0%	66.7%	50.0%	33.3%	100.0%	100.0%	100.0%	60.0%	80.0%	42.9%	40.0%	60.0%	100.0%	
17:00	66.7%	33.3%	83.3%	33.3%	66.7%	66.7%	33.3%	40.0%	25.0%	100.0%	33.3%	80.0%	40.0%	16.7%	
18:00	33.3%	66.7%	16.7%	16.7%	16.7%	33.3%	66.7%	20.0%	50.0%	25.0%	16.7%	20.0%	20.0%	33.3%	
19:00	100.0%	66.7%	16.7%	66.7%	16.7%	66.7%	100.0%	100.0%	50.0%	25.0%	80.0%	25.0%	50.0%	80.0%	
20:00	33.3%	33.3%	83.3%	83.3%	50.0%	100.0%	100.0%	25.0%	25.0%	100.0%	100.0%	75.0%	100.0%	60.0%	
21:00	0.0%	100.0%	100.0%	66.7%	55.6%	66.7%	100.0%	0.0%	75.0%	100.0%	80.0%	83.3%	50.0%	100.0%	
88.7%								79.3%							
89.4%								77.4%							
75.8%								87.6%							
67.9%								76.5%							
58.8%								83.1%							
74.6%								66.3%							
97.4%								85.2%							
79.6%								80.4%							

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Posteriormente, se comparte con los equipos operativos mediante una sesión informativa y la publicación anticipada de los horarios. La implementación de esta medida no requiere de inversión adicional, sin embargo, se estima la cantidad de horas hombre dedicadas a este proceso pues se basa en el análisis de datos ya disponibles y parte de la rutina del analista de WFM, por lo que se estima una inversión de \$ 42.35.

Tabla 5.8: Costos de la propuesta de redistribución de horarios

Actividad	Responsable	Duración Estimada	Costo por Hora (USD)	Costo Total (USD)
Generar mapa de calor - Concentración del Volumen	Analista WFM	1 hora	\$9.71	\$9.71
Diseño de nuevos turnos	Analista WFM	2 horas	\$9.71	\$19.42
Validación con RRHH	Supervisor WFM	30 minutos	\$13.22	\$6.61
Comunicación a operaciones	Supervisor WFM	30 minutos	\$13.22	\$6.61
Total estimado		4hrs		\$42.35

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Asimismo, el impacto potencial en términos de reducción de horas extras puede alcanzar ahorros mensuales superiores a 28.4 h menos de horas extras, esto se traduce en \$ 656.04 de ahorro, haciendo de esta propuesta viable por costo-beneficio.

5.1.3 Propuesta de reforecast

Como siguiente propuesta, y apoyada como posible causa del bajo SLA, se encuentra la retroalimentación estructurada sobre la precisión del pronóstico de llamadas, lo cual impide evaluar qué tan alineado a la realidad es este e identificar patrones de error recurrentes. En la actualidad el pronóstico es estático en 1500 llamadas semanales, por esta razón, se propone la creación de un análisis *post mortem* del pronóstico que permita contrastar la proyección de llamadas realizadas con la demanda real observada, con el fin de medir la exactitud y ajustar futuras proyecciones.

Este análisis se ejecuta semanalmente por parte del equipo de WFM. Consiste en comparar el volumen proyectado vs. el volumen real por intervalos y a nivel semanal, calculando el error porcentual de cada uno. A partir de estos resultados, se establecen categorías de precisión (error bajo = < 10 %, alto > 10 %), lo que posibilita generar alertas y acciones correctivas cuando se detecten desviaciones significativas.

Week		1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6					
DOW		Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday							
	5:00	0	6	12	18	0	3	6	9	6	3	9	6	3	18	12	0	0	4	4	0	7	6	3	3	9	0	0	6	6	6	3	6	6	1	9	18	12	12	3	9	6	0
	6:00	9	16	6	9	12	12	18	12	9	12	9	3	6	0	20	14	8	0	0	5	10	18	12	12	6	6	6	12	0	18	6	6	3	3	3	18	12	9	6	21	6	9
	7:00	12	15	24	6	15	9	21	18	27	12	24	18	0	9	32	20	20	16	4	8	10	9	15	15	18	12	0	24	15	12	15	9	24	9	24	18	12	15	21	9	12	
	08:00	27	22	12	36	21	18	30	21	24	21	36	12	3	24	20	17	17	4	4	8	32	9	30	12	15	15	12	33	18	24	6	6	12	9	15	42	34	36	27	27	3	16
	09:00	15	21	42	15	27	6	15	21	3	24	12	15	6	30	26	28	17	20	10	14	17	15	24	24	21	15	0	42	12	24	24	9	15	3	33	17	27	33	9	9	12	25
	10:00	6	24	21	18	18	12	18	36	15	28	30	18	0	21	35	17	11	20	10	7	57	42	12	27	12	24	6	30	33	27	21	6	15	30	27	27	18	15	21	15	9	33
	11:00	12	12	21	21	9	12	12	6	24	12	36	15	3	18	20	17	4	0	7	4	47	30	6	9	18	21	6	42	15	24	15	15	24	12	18	26	25	18	27	9	18	39
	12:00	15	31	9	24	15	3	21	27	27	12	27	21	3	24	20	23	26	8	14	7	10	42	15	12	27	12	9	36	15	24	15	9	24	21	18	26	27	18	21	12	3	24
	13:00	6	3	9	15	14	9	21	18	12	12	9	9	9	21	29	26	13	7	0	0	23	24	15	27	6	3	9	54	12	9	18	6	0	18	18	33	15	30	27	6	6	20
	14:00	12	15	33	15	9	6	21	36	30	24	12	15	3	15	17	8	16	10	11	8	17	9	15	18	15	15	6	27	15	33	3	18	15	27	36	27	24	36	18	12	3	21
	15:00	18	9	24	15	0	15	18	12	27	6	9	12	9	27	20	8	7	11	11	0	23	30	18	21	24	9	3	21	21	24	12	6	18	6	27	27	21	24	24	6	16	34
	16:00	18	9	12	9	6	9	21	9	12	12	9	0	0	15	11	20	10	4	11	14	16	30	3	18	12	0	3	12	3	18												

Esta actividad es responsabilidad directa de los analistas de WFM, quienes dedican alrededor de dos horas semanales a su ejecución. El supervisor de WFM valida los hallazgos y coordina acciones correctivas cuando corresponda, mismas que se comunican al equipo de Operaciones mediante correo electrónico. La capacitación para el uso e interpretación de este análisis se brinda al inicio por medio de una sesión de 1 hora, la cual es una reunión para comunicar los criterios internamente entre WFM.

Actividad	Responsable	Participantes	Duración Estimada	Costo por Hora	Costo Total
Reunión de comunicación interna (alineamiento de criterios)	Supervisor de WFM	Equipo WFM (6)	6 hrs (1 hr de trabajo por participante)	\$9.71	\$58.25
Análisis postmortem	Analista WFM	Analista WFM	2 horas	\$9.71	\$19.42
Revisión de hallazgos	Supervisor WFM	Supervisor WFM	1 hora	\$13.22	\$13.22
Difusión por correo	Supervisor WFM	Supervisor WFM	1 hora	\$13.22	\$13.22
Total estimado			10 hrs		\$104.11

Este mecanismo representa un bajo costo de implementación dado que el equipo de WFM tiene conocimiento técnico para generar los análisis requeridos.

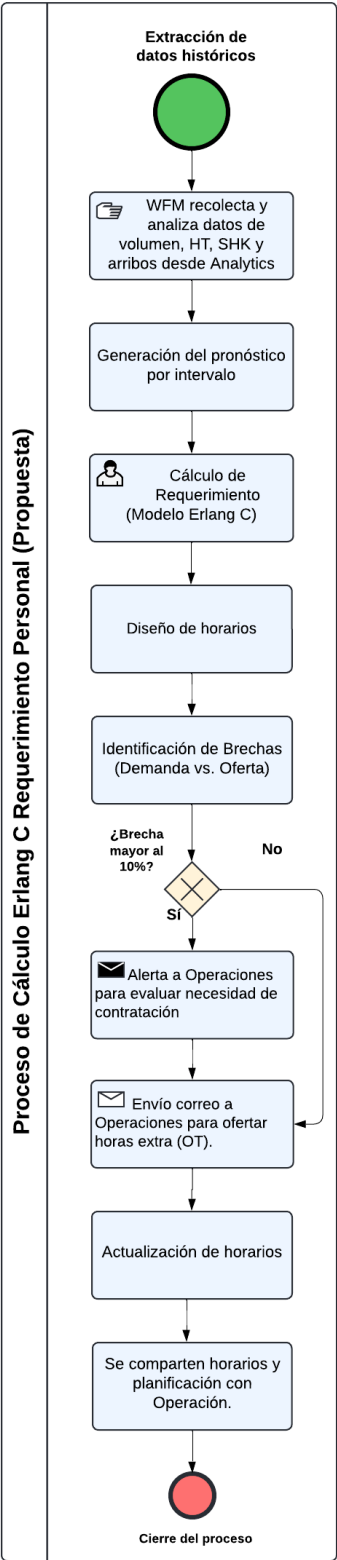
5.1.4 Estandarización del proceso del cálculo del requerimiento

En la actualidad el proceso de cálculo de requerimientos de personal carece de un procedimiento estandarizado, lo que genera variabilidad en su aplicación y dependencia del conocimiento de los analistas.

Para mitigar este riesgo y asegurar la continuidad operativa, se propone formalizar y documentar el proceso mediante la creación de un nuevo diagrama de flujo, que detalle de forma clara y secuencial todas las actividades necesarias para llevar a cabo una planificación efectiva. El diagrama de flujo se elabora utilizando Lucidchart, la cual es una herramienta gratuita y está disponible en una carpeta compartida a la que tiene acceso todo el equipo de WFM.

Esto no solo facilita la capacitación de nuevos colaboradores, sino que también permite auditorías internas más eficientes y mejoras continuas al proceso.

Figura 5.3: Diagrama de flujo de la propuesta de cálculo de requerimientos de personal (Erlang C)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

El nuevo procedimiento estandarizado para la planificación de personal inicia con la extracción de datos históricos. En esta etapa se recolectan parámetros clave: volumen de llamadas, AHT y SHK. Esta información se obtiene directamente desde las bases de datos internas de monitoreo de WFM. Extraídos los datos, se procede con el análisis de los mismos, donde el analista evalúa posibles desviaciones inusuales o cambios en el comportamiento operativo. En esta etapa se consideran eventos especiales (como campañas, feriados, entre otros), así como variaciones atípicas en el AHT o el SHK, lo que posibilita realizar ajustes antes de crear el pronóstico.

Posteriormente, se lleva a cabo la generación del pronóstico de llamadas, utilizando modelos que proyectan el volumen por intervalo horario. Este pronóstico toma en cuenta tanto las tendencias actuales como los patrones semanales, lo cual asegura una estimación lo más precisa posible del comportamiento esperado de la demanda.

Con el pronóstico de llamadas ya afinado, se calcula el requerimiento de personal mediante el modelo Erlang C, este permite determinar cuántos agentes son necesarios en cada intervalo para cumplir con el SLA definido. Este modelo toma como insumo el volumen pronosticado, el AHT y el SHK, entregando una cantidad exacta de agentes requeridos.

A partir del requerimiento obtenido, se efectúa el diseño de los horarios. Esta actividad consiste en la distribución de turnos de trabajo que se alineen con la demanda proyectada y, una vez creados los horarios, el equipo de WFM procede con la identificación de brechas entre la capacidad disponible (agentes actuales) y el requerimiento calculado.

En caso de que la brecha supere el 10 %, se elabora un reporte formal dirigido al Área de Operaciones para evaluar la posibilidad de contratar personal adicional. Si, por el contrario, la brecha es menor o igual al 10 %, se considera como una oportunidad de cubrirla mediante horas extras y se envía un correo con la propuesta al equipo operativo.

Finalmente, se lleva a cabo la publicación de los horarios, compartiéndolos con los líderes de operaciones para su implementación. Esta publicación debe realizarse con antelación suficiente y quedar documentada como parte del control interno del proceso de planificación.

Además del diagrama de flujo, se diseña una lista de verificación (*checklist*) que debe completarse por el analista responsable al finalizar cada ciclo de planificación, asegurando el cumplimiento de todos los pasos establecidos.

Tabla 5.11: Propuesta de estandarización del checklist semanal

Checklist Semanal - Cálculo Requerimientos				
Analista WFM _____				
Semana: _____				
#	Paso del Proceso	Detalles a verificar	¿Completado?	Observaciones
1	Extracción de datos históricos	Datos de volumen, AHT y SHK correctamente extraídos y completos.	Si ▼	
2	Análisis de datos	Revisadas desviaciones anómalas. Ajustes aplicados si corresponde.	No ▼	
3	Generación del pronóstico	Forecast por intervalo generado usando parámetros actualizados.	Parcial ▼	
4	Cálculo de requerimiento con Erlang C	Plantilla usada correctamente. Parámetros validados.	Si ▼	
5	Diseño de horarios	Turnos ajustados según requerimientos por intervalo.	No ▼	
6	Revisión de brechas	Comparación contra disponibilidad realizada. % de brecha calculado.	Parcial ▼	
7a	Comunicación si brecha >10%	Reporte enviado a Operaciones para contratación.	Si ▼	
7b	Oferta de OT si brecha ≤10%	Correo enviado a Operaciones con horas extra ofrecidas.	No ▼	
8	Publicación de horarios	Horarios enviados a Supervisores/Operaciones y archivados.	Parcial ▼	
9	Validación del Supervisor	Verificación del cumplimiento del checklist.	Parcial ▼	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

La implementación de esta propuesta requiere una inversión estimada de 6 horas de trabajo por parte del equipo de WFM y aproximadamente 6 horas para divulgación, con una inversión estimada total de \$ 127.04. La formalización del proceso ayuda a mejorar la calidad de la planificación que hoy se entrega a la operación.

Tabla 5.12: Costos de la propuesta de estandarización del proceso del cálculo del requerimiento

Actividad	Responsable	Participantes	Duración Estimada	Costo por Hora	Costo Total
Diseño del nuevo proceso (flujo)	Analista WFM	Analista WFM	2hrs	\$9.71	\$19.42
Revisión y ajustes del diseño	Supervisor WFM	Supervisor WFM	1 hr	\$13.22	\$13.22
Creación del checklist operacional	Analista WFM	Analista WFM	1 hr	\$9.71	\$9.71
		Supervisor WFM	1 hr	\$13.22	\$13.22
Validación interna del proceso estandarizado	Supervisor WFM	Supervisor WFM	1 hora	\$13.22	\$13.22
Publicación y comunicación (envío a equipo)	Supervisor WFM	Equipo WFM (6)	6 hrs (1 hr de trabajo por participante)	\$9.71	\$58.25
Total estimado			12 hrs		\$127.04

Fuente: Elaboración propia, 2025.

A continuación, en una tabla se resumen los costos asociados a las propuestas, de manera que se puedan visualizar la inversión y el tiempo requerido:

Tabla 5.13: Tabla resumen de las propuestas de solución

Propuesta	Inversion Tiempo (horas)	Costo Total	Ahorro esperado
Modelo Erlang C	13	\$140.26	\$102.84
Re- Distribución de horarios	4	\$42.35	\$31.05
Reforecast	10	\$104.11	\$76.34
Estandarización del Proceso	12	\$127.04	\$93.15
Total estimado	39	\$413.76	\$303.38

Fuente: Elaboración propia, 2025.

De acuerdo con la tabla 5.13, la propuesta del modelo Erlang C representa una inversión más sustancial en términos de tiempo y recursos financieros, requiriendo 13 horas de dedicación y un costo de \$ 140.26. Seguidamente, en segundo lugar se posiciona la propuesta de estandarización del proceso, la cual necesita 12 horas y un costo de \$ 127.04.

En tercer lugar, se ubica la propuesta de *reforecast*, que implica una inversión de 10 horas y un costo de \$ 104.11. Por último, la redistribución de horarios es la propuesta con menor impacto en términos de tiempo y costo, requiriendo solo 4 horas y \$ 42.35.

En conjunto, la implementación de estas cuatro propuestas suma una inversión total estimada de 39 horas de trabajo y una inversión económica de \$ 413.76.

5.2 CONTROLAR

Esta etapa es el último paso dentro de la metodología DMAIC y corresponde a brindar propuestas de control para dar continuidad y seguimiento a las mejoras planteadas. Esto ayuda a que las mejoras sean a largo plazo y sólidas a lo largo del tiempo, de manera que las propuestas sean exitosas en su posible implementación. En los siguientes apartados, se enumeran las actividades de control propuestas.

5.2.1 Auditorías

Se pretenden hacer auditorías aleatorias al menos de forma semanal, con el objetivo de verificar que el proceso estandarizado del cálculo del requerimiento con el modelo Erlang C se esté aplicando de manera correcta.

El responsable de la auditoría es el supervisor de WFM, quien audita al analista de WFM encargado de correr el nuevo proceso, por lo que esta se enfoca en:

1. Seleccionar aleatoriamente una semana de planificación anterior.
2. Revisar que se utilizara la plantilla oficial (Erlang C).
3. Validar si se aplicaron correctamente los parámetros (volumen, AHT, SHK).
4. Confirmar si se identificaron y gestionaron las brechas según lo establecido ($> 10\%$ = contratación, $\leq 10\%$ = OT).
5. Documentar los hallazgos y recomendaciones de mejora.

La auditoría se efectúa mediante un formulario creado en la herramienta Google Forms, de modo que todas las respuestas se puedan ir guardando para su posterior análisis.

Figura 5.4: Auditorías del modelo Erlang C

The image shows a Google Form titled "Auditorías - Modelo Erlang C". At the top, it displays the user's email "dsaborio@uber.com" with a "Switch account" link and a "Not shared" status. The form contains several sections: 1. "Analista Auditado" with a dropdown menu currently showing "Choose". 2. "Auditor" with a text input field labeled "Your answer". 3. "¿Realizó el uso de plantilla Erlang C?" with radio button options for "Sí" and "No". 4. "¿Están los indicadores de AHT, SHK y Volumen actualizados?" with radio button options for "Sí" and "No". 5. "¿Revisión de brechas realizada?" with radio button options for "Sí" and "No". 6. "¿Comunicación con Operaciones ejecutada?" with radio button options for "Sí" and "No".

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Realizada la auditoría semanal, el supervisor de WFM debe llevar a cabo el posterior análisis de los datos con la finalidad de encontrar hallazgos que le permitan trabajar en las áreas de mejora encontradas, tanto con el analista como con el proceso como tal.

5.2.2 Calibraciones

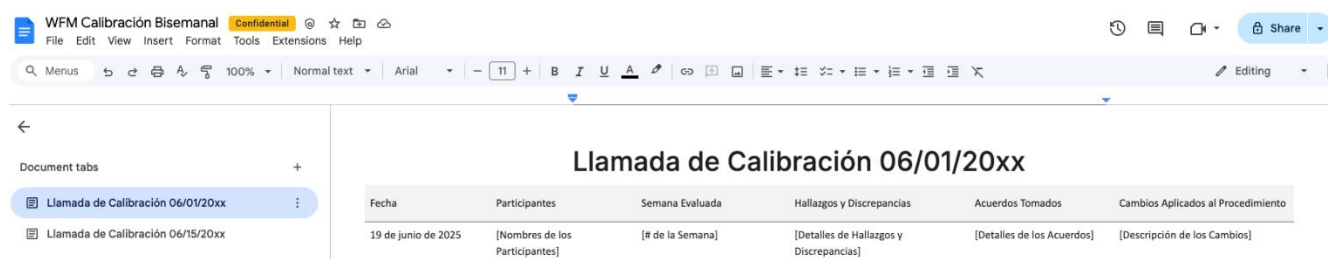
Por otra parte, se propone ejecutar dos tipos de calibraciones:

A. Calibraciones internas WFM

Estas tienen el fin de asegurar la consistencia en la aplicación de las mejoras antes planteadas entre los miembros del equipo y resolver criterios ambiguos. La frecuencia de estas calibraciones es bisemanal entre el supervisor de WFM y los analistas. Además, el líder de la sesión es el supervisor de WFM, quien documenta la misma.

Se pretende reunir a los miembros del equipo de manera presencial en la oficina y seleccionar de forma aleatoria una semana que ya fue planificada con el propósito de comparar cómo cada persona aplicó los criterios clave como el manejo de brechas, el diseño de horarios, entre otros, de modo tal que se puedan detectar discrepancias y consensuar ajustes. Estos ajustes se deben documentar en un acta para el correcto seguimiento, a la que todos los participantes tienen acceso al ser un documento en línea, como se ejemplifica a continuación:

Figura 5.5: Documentación de las calibraciones



The screenshot shows a Google Docs interface with the title 'WFM Calibración Bisemanal' and a 'Confidential' label. The document content is a table titled 'Llamada de Calibración 06/01/20xx'. The table has six columns: Fecha, Participantes, Semana Evaluada, Hallazgos y Discrepancias, Acuerdos Tomados, and Cambios Aplicados al Procedimiento. The first row contains the date '19 de junio de 2025', the participants '[Nombres de los Participantes]', the week '[# de la Semana]', and the other three columns contain placeholder text for findings, agreements, and changes.

Fecha	Participantes	Semana Evaluada	Hallazgos y Discrepancias	Acuerdos Tomados	Cambios Aplicados al Procedimiento
19 de junio de 2025	[Nombres de los Participantes]	[# de la Semana]	[Detalles de Hallazgos y Discrepancias]	[Detalles de los Acuerdos]	[Descripción de los Cambios]

Fuente: Elaboración propia, 2025.

B. Calibraciones kaizen

Este otro tipo de calibración se propone con el equipo involucrado, a saber, Operaciones y WFM, mediante una sesión presencial en la oficina de manera bisemanal, con la intención de dar visibilidad a los *stakeholders* sobre el avance, las acciones pendientes y las tareas desarrolladas. Estas reuniones también tienen el doble propósito de visibilizar operaciones en cuanto al desempeño de las métricas clave usadas en la planificación, que el equipo puede seguir para mejorarlas cuando se identifiquen desviaciones.

El supervisor de WFM y el encargado de las propuestas lideran y documentan las reuniones, esto último mediante un correo electrónico que se envía al finalizar la sesión con los puntos clave.

5.2.3 Diagrama de Gantt

Otra herramienta de control es un diagrama de Gantt que brinda de manera visual el detalle de las cuatro propuestas del proyecto. El cronograma se extiende desde el 15 de abril hasta el 18 de junio de 2025 y se estructura de modo secuencial y en ocasiones solapando para optimizar los tiempos sin comprometer la entrega del proceso.

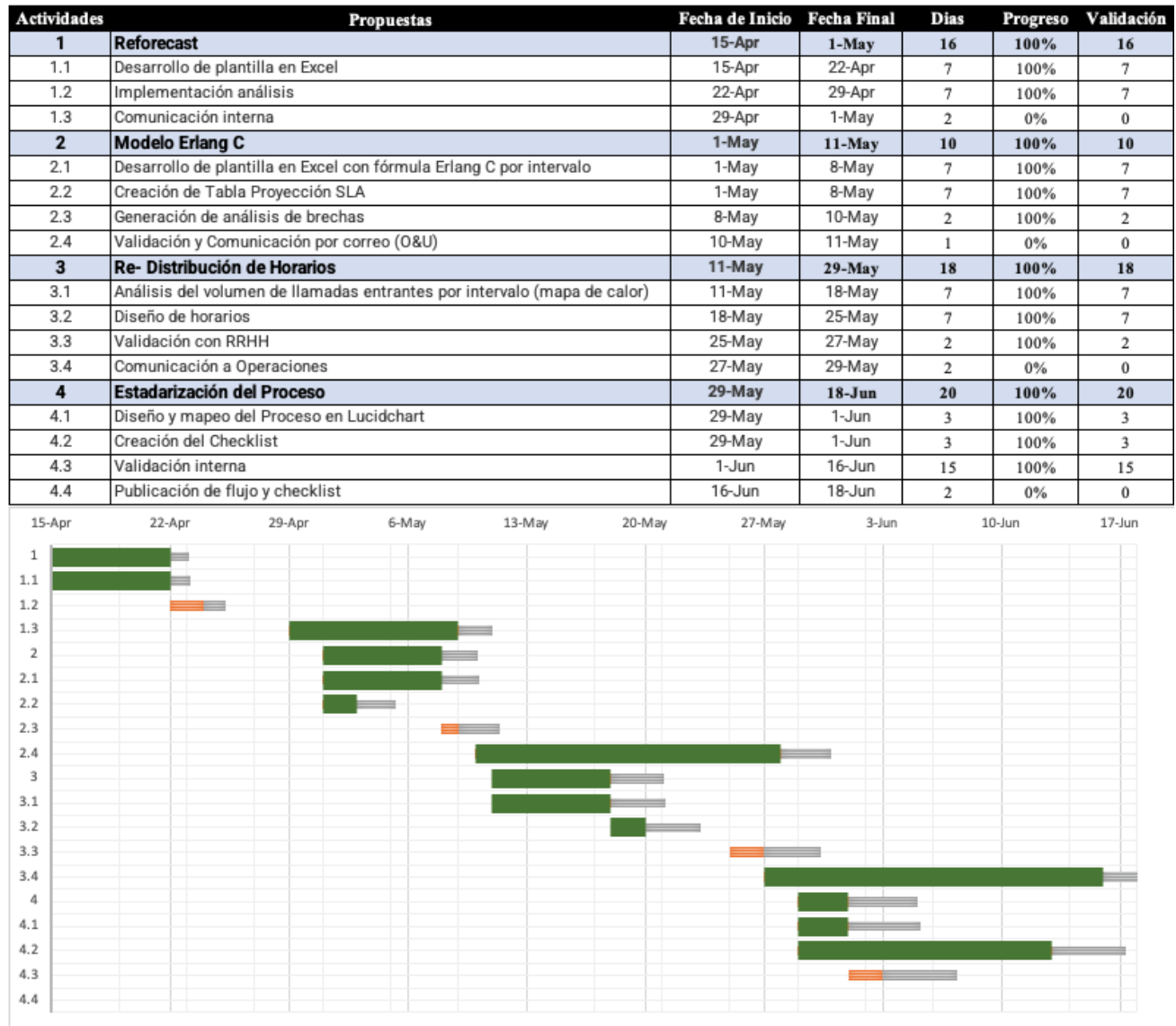
En primera instancia, se contempla la propuesta correspondiente al análisis *post mortem* del *forecast*, que inicia el 15 de abril con el diseño de la plantilla y finaliza con una reunión de comunicación interna entre el equipo de WFM. Luego, se desarrolla la plantilla basada en el modelo Erlang C (propuesta 5.1.1), cuya construcción y pruebas se distribuyen entre el 01 y 11 de mayo. Después, se inicia la propuesta 5.1.2, la cual consiste en la redistribución de horarios, esta se ejecuta entre el 11 y el 29 de mayo, con actividades como el análisis de demanda utilizando el mapa de calor, rediseño de turnos y validación con recursos humanos.

La propuesta final, centrada en la estandarización del proceso, se ejecuta entre el 29 de mayo y el 18 junio. En esta fase se llevan a cabo el diagrama de flujo y el *checklist*

semanal, además de realizar una validación interna y una publicación formal de los materiales generados.

Este diagrama de Gantt permite visualizar claramente las dependencias entre actividades, evitar cuellos de botella y garantizar que cada propuesta se implemente de forma ordenada, eficiente y controlada. La planificación propuesta también asegura que las acciones de control comiencen inmediatamente después de finalizar la fase de mejora, lo que posibilita así la sostenibilidad de los resultados obtenidos.

Figura 5.6: Diagrama de Gantt de control



Fuente: Elaboración propia, 2025.

5.2.4 ROI

Con el objetivo de demostrar la viabilidad económica de las propuestas recomendadas, se estima el ROI utilizando como único componente financiero el costo mensual por horas extras, identificado como el impacto económico más relevante en la fase de medir. De acuerdo con los datos históricos, el costo promedio mensual en pago de horas extras asciende a \$ 2022.52.

A partir de la implementación de las cuatro propuestas de mejora —modelo de cálculo Erlang C, redistribución de horarios, análisis *post mortem* del *forecast* y estandarización del proceso de planificación— se proyecta una reducción conjunta del 15 % en el pago mensual por horas extras, equivalente a un ahorro mensual de \$ 303.38.

$$\text{Ahorro Mensual Proyectado} = \text{Pago Horas Extra mensual} * 15\%$$

$$\text{Ahorro Mensual Proyectado} = \$2022.52 * 15\% = \$303.38$$

Este valor se emplea como base para calcular el ROI. Al respecto, el ahorro se asigna de forma proporcional según la inversión de tiempo, es decir, básicamente se distribuye el ahorro mensual de forma proporcional al tiempo que toma cada una de las propuestas. Por ejemplo, la propuesta del modelo Erlang C representa el 33.3 % de las 39 horas totales invertidas en las propuestas, por lo que se le asigna ese mismo porcentaje del ahorro estimado, de este modo, el 33.3 % de \$ 303.38 es \$ 101.13 de ahorro al mes; esta lógica asume que existe una correlación directa entre la inversión de tiempo y el impacto logrado. En la siguiente tabla se detallan las asignaciones:

Tabla 5.14: Tabla de distribución del ahorro y ROI

Propuesta	Costo Total Inversión	Peso del tiempo en la inversión	1 Mes	3 Meses	3 Meses
			Asignación de Ahorro según pesos	Asignación de Ahorro según pesos	ROI
Modelo Erlang C	\$140.26	33.3%	\$101.13	\$303.38	116.30%
Re- Distribución de horarios	\$42.35	10.3%	\$31.12	\$93.35	120.42%
Reforecast	\$104.11	25.6%	\$77.79	\$233.37	124.15%
Estandarización del Proceso	\$127.04	30.8%	\$93.35	\$280.04	120.44%
Totales	\$413.76	100.0%	\$303.38	\$910.13	120.0%

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Una vez distribuido el ahorro según los pesos, se realiza el cálculo del ROI empleando la siguiente fórmula:

$$\text{ROI} = \frac{\text{Ahorro} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}} \times 100$$

Los resultados muestran que aunque el modelo Erlang C es la propuesta con mayor inversión y tiempo, no es la que ofrece el mejor retorno. En contraste, *reforecast* y redistribución de horarios presentan una mayor eficiencia relativa, logrando un ROI de 124.15 % y 120.42 % respectivamente.

Como se puede evidenciar en el cálculo del ROI, las propuestas arrojan un valor por arriba del 100 %, esto indica que las propuestas resultan financieramente viables.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se detallan las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo del presente estudio.

Conclusiones

- A. Se evidenció que el proceso de cálculo de requerimientos vigente no considera variables críticas como el SLA, lo cual resulta en un bajo desempeño, por debajo del 80 %, y una dependencia de horas extras.
- B. El análisis de datos históricos mostró un cumplimiento promedio del SLA de apenas un 72.4 %, frente a la meta establecida del 80 % en los primeros 180 segundos; esto resulta en una desviación de aproximadamente 7.6 puntos porcentuales. Asimismo, la tasa de abandono semanal alcanzó hasta un 7.2 %, superando el límite aceptable del 4 %, y se incurrió en un gasto promedio de \$ 2022.52 por mes en horas extras, lo que representa un sobre costo significativo para la operación. Esto demuestra que la planificación ineficiente afecta tanto los resultados financieros como la experiencia del cliente.
- C. Se determinaron cuatro causas raíz clave mediante herramientas como el diagrama de Ishikawa, el Pareto y el multivoto, a saber, el modelo de cálculo inadecuado, los horarios mal distribuidos, la ausencia de análisis *post mortem* y la falta de un procedimiento establecido. Estas variables se validaron con datos históricos, reforzando su importancia en la planificación.
- D. Se diseñó un modelo de cálculo utilizando la fórmula de Erlang C, que integra como insumo el SLA objetivo y proyecta requerimientos más precisos. A partir de la aplicación de este modelo y las tres propuestas adicionales (redistribución horaria, *reforecast* semanal y estandarización del proceso), se estimó una reducción de horas extras del 15 % y un ROI de aproximadamente 120 % en el primer trimestre. De igual modo, se definieron controles operativos como las

auditorías quincenales y calibraciones mensuales, que permiten mantener la efectividad del modelo en el tiempo.

Recomendaciones

- A.** Ampliar la medición de beneficios a indicadores cualitativos; en cuanto a esto, además del ahorro en horas extras, se recomienda monitorear el impacto de las propuestas en indicadores de calidad como CSAT, así como en la percepción del usuario final. Esto permitirá demostrar el valor de las mejoras no solo en términos de eficiencia, sino también de experiencia del cliente.
- B.** Automatizar la plantilla Erlang C con macros, Power BI o por medio de algún *software* de WFM. A mediano plazo, se sugiere desarrollar una versión automatizada de la plantilla Erlang C, para ayudar a reducir errores manuales y acelerar el procesamiento de escenarios.
- C.** Elevar el proceso de planificación de personal a un nivel formal dentro de los procedimientos internos de la empresa, con su respectivo manual de operación, indicadores asociados, responsables definidos y ciclos de revisión periódica.
- D.** Considerando el posible impacto positivo logrado en la línea analizada, se recomienda escalar el modelo de planificación propuesto a otras líneas operativas similares, previa adaptación a sus características particulares (por ejemplo, AHT, volumen, horarios de atención o prioridades de servicio).
- E.** Establecer una cultura de análisis *post mortem* permanente y el análisis semanal del *forecast* frente a la demanda real debe convertirse en un hábito organizacional. Se sugiere institucionalizar esta práctica como parte del ciclo de planificación, ya que permite ajustar el modelo predictivo y aprender continuamente de los patrones históricos y errores cometidos.

REFERENCIAS

Libros

- Barrantes, R. (2014). *Investigación: un camino al conocimiento. Un enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto*. EUNED.
- Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R. y Weimer, D. L. (2018). *Cost-benefit analysis: concepts and practice*. (5° ed.). Pearson.
- Brealey, R. A., Myers, S. C. y Allen, F. (2016). *Principios de finanzas corporativas*. (12° ed.). McGraw Hill.
- Cleveland, B. y Mayben, J. (1997). *Call center management on fast forward: succeeding in today's dynamic inbound environment*. Call Center Press.
<http://trove.nla.gov.au/work/24749636>
- Damodaran, A. (2012). *Investment valuation: tools and techniques for determining the value of any asset*. (3° ed.). Wiley.
- Gutiérrez, H. y De la Vara, R. (2023). *Control estadístico de calidad y seis sigmas*. (2° ed.). McGraw Hill Interamericana.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill.
- Imai, M. (1986). *Kaizen: the key to Japan's competitive success*. McGraw Hill.
- Koole, G. (2013). *Call center optimization*. MG Books.
- López, M. y Rodríguez, R. (2014). *Aplicación práctica del diagrama de Gantt en la administración de un proyecto*. Universidad Nacional de Tucumán.

<https://face.unt.edu.ar/web/iadmin/wpcontent/uploads/sites/2/2014/12/Aplicaci%C3%B3n-pr%C3%A1ctica-Diagrama-de-Gantt-para-Jornada-IA-Handl.pdf>

Moore, D. S. (2009). *Estadística aplicada básica*. (2° ed.). Antoni Bosch.

Rojas, L. D. (2006). *Administración para ingenieros*. ECOE.

Spiegel, M. R. y Stephens, L. J. (2008). *Estadística*. (4° ed.). McGraw Hill.

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo [UAEH]. (2018). *Manual de imagen institucional 2018*. UAEH.

Webster, A. L. (2019). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. (4° ed.). McGraw Hill.

Proyectos de investigación

Herrera, M., Mendoza, Y., Ureña, M. F. y Viquez, A. (2024). *Incidencia del síndrome de burnout en la satisfacción laboral y la felicidad en el trabajo percibida por los colaboradores en el sector de call center en Costa Rica, durante el periodo 2023-2024* [Trabajo final de Licenciatura, Universidad Nacional de Costa Rica]. <https://repositorio.una.ac.cr/items/1b7d0bad-6ab1-475a-aaea-10c7b0cb7a99/full?utm>

Fuentes de Internet

Acuña, A. P. (19 y 20 de abril de 2012). *La gestión de los stakeholders: análisis de los diferentes modelos*. Encuentro Regional Zona Sur Adenag, Trelew, Argentina. <https://www.fundacionseres.org/lists/informes/attachments/1064/la%20gesti%C3%B3n-de%20los%20stakeholders.%20an%C3%A1lisis-de%20los%20diferentes%20modelos.pdf>

Awati, R. (2022). *Erlang* C. <https://www.techtarget.com/searchunifiedcommunications/definition/Erlang-C>

Cámara de Servicios Corporativos de Alta Tecnología de Costa Rica [CamSCAT]. (2021). *Estudio sobre la madurez de los Centros de Servicios Compartidos (CSC) en Costa Rica*. CamSCAT. https://www.camscat.org/2021/10/06/centros-de-servicios-compartidos-en-costa-rica-se-encuentran-en-fase-de-evolucion/?utm_

Caprara, A., Monaci, M. y Toth, P. (2003). Models and algorithms for a staff scheduling problem. *Mathematical Programming*, 98(1), 445-476. <http://dx.doi.org/10.1007/s10107-003-0413-7>

Design Thinking. (2025). *Lluvia de ideas (brainstorming)*. <https://designthinking.es/lluvia-de-ideas-brainstorming/>

Dirección General de Servicio Civil. (2020). *Desarrollando el proceso de planificación de recursos humanos en el Régimen de Servicio Civil (Boletín Informativo B-02-2020)*. Dirección General de Servicio Civil. https://www.dgsc.go.cr/documentos/comunicacion/Boletines-Informativos2020/B-02-2020_Desarrollando_la_Planificación_RRHH.pdf

FlexSim. (2025). *FlexSim: 3D simulation modeling and analysis software*. <https://www.flexsim.com/>

Fundación Wikimedia. (2015). *Diagrama de Ishikawa de la investigación*. https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Ishikawag%C3%ADa-de-la-Investigaci%C3%B3n.pdf

Gans, N., Koole, G. y Mandelbaum, A. (2003). Telephone call centers: tutorial, review, and research prospects. *Manufacturing & Service Operations Management*, 5(2), 79-141. <https://doi.org/10.1287/msom.5.2.79.16071>

García, M. M. y Mateo, I. (2000). El grupo focal como técnica de investigación cualitativa en salud: diseño y puesta en práctica. *Atención Primaria*, 25(3), 181–186. [https://doi.org/10.1016/S0212-6567\(00\)78485-X](https://doi.org/10.1016/S0212-6567(00)78485-X)

Garza, R. C., González, C. N., Rodríguez, E. L. y Hernández, C. M. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de seis sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, (22), 19-35. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5778889>

Google Maps. (2025). *UBER COE CR*. https://www.google.com/maps/place/UBER+COE+CR/@9.9851308,-84.1546835,1137m/data=!3m1!1e3!4m14!1m7!3m6!1s0x8fa0fa5323c9679f:0x19600120ce5933d1!2sUBER+COE+CR!8m2!3d9.9851308!4d-84.1521086!16s%2Fg%2F11dxbqq4zr!3m5!1s0x8fa0fa5323c9679f:0x19600120ce5933d1!8m2!3d9.9851308!4d-84.1521086!16s%2Fg%2F11dxbqq4zr?entry=tту&g_ep=EgoyMDI1MDIwNS4xIKXMDSOASAFQAw%3D%3D

Kanban Tool. (2023). *Standard operating procedure (SOP)*. <https://kanbantool.com/es/glosario/procedimiento-operativo-estandar-sop>

Lane, R. (2024). *12+ SOP examples + free templates to start writing SOPs*. <https://blog.screensteps.com/sop-examples-templates>

Mason, A. J., Ryan, D. M. y Panton, D. M. (1998). Integrated simulation, heuristic and optimisation approaches to staff scheduling. *Operations Research*, 46(2), 161–175. <http://dx.doi.org/10.1287/opre.46.2.161>

Mehrotra, V. (1997). Ringing up big business. *Operations Research/Management Science Today*, 24(4), 18–25. <http://www.orms-today.org/orms-8-97/CallCenter.html>

Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2017). *ISO 18295-1:2017 Customer contact centres—Part 1: Requirements for customer contact centres*.
<https://www.iso.org/standard/64739.html>

Pearce, J. (2025). *Erlang C formula—made simple with an easy worked example*.
<https://www.callcentrehelper.com/erlang-c-formula-example-121281.htm>

Peters, K. (2025). *Line graph: definition, types, parts, uses, and examples*.
<https://www.investopedia.com/terms/l/line-graph.asp>

Piedra, N. (2020). El trabajo en los call centers: la corporeidad de la experiencia laboral. *Revista Rupturas*, 10(1), 103-137. https://www.scielo.sa.cr/pdf/rup/v10n1/2215-2989-rup-10-01-103.pdf?utm_

Quesada, M. y Cordero, D. (2015). *Planificación de la gestión de recursos humanos: proporción de funcionarios en las OGEREH en relación al número de funcionarios totales en las instituciones cubiertas por el Régimen de Servicio Civil (Informe ADE-UNIDE-001-2015)*. Dirección General de Servicio Civil.
<https://www.dgsc.go.cr/documentos/desarrollo/Investigaci%C3%B3n-Planificaci%C3%B3n-de-la-Gesti%C3%B3n-de-Recursos-Humanos.pdf>

Redacción Team. (2023). *¿Qué es el content GAP analysis?*
<https://gaeapeople.com/marketing-estrategia/herramientas-content-gap-analysis/>

Ríos, J. (2025). *Diagrama de Ishikawa y su aplicación en logística*.
https://es.linkedin.com/posts/joeloy-r%C3%ADos_diagramadeishikawa-log%C3%ADstica-operaciones-activity-7287816284673617920-lafG

SlideTeam. (2025). *Tornado chart for population pyramid excel chart powerpoint layout*.
<https://www.slideteam.net/tornado-chart-for-population-pyramid-excel-chart-powerpoint-layout.html>

Uriarte, M. (s.f.). *Calculadora Erlang C*. <https://omniawfm.com/blog/calculadora-erlang.php>

APÉNDICES

APÉNDICE 1: Glosario de términos

Término	Definición
<i>Average handling time</i> (AHT)	Tiempo promedio que tarda un agente en gestionar una llamada completa, incluyendo la conversación, tiempo en espera (<i>hold</i>) y cierre o documentación posterior (<i>wrap-up</i>). Se expresa en segundos.
<i>Backlog</i>	Acumulación de contactos o casos pendientes de atención, debido a una dotación insuficiente o desvíos en la planificación.
Brecha de cobertura	Diferencia entre el número de agentes requeridos y los agentes disponibles. Puede ser positiva (exceso) o negativa (déficit).
Capacidad operativa	Volumen máximo de contactos que puede ser atendido por la fuerza laboral disponible, en función de su jornada, eficiencia y ocupación.
Contactabilidad	Porcentaje de intentos de contacto que logran ser atendidos efectivamente por un agente.
Distribución por intervalos	Agrupación del volumen o requerimientos por bloques horarios, típicamente de 30 o 60 minutos, para fines de análisis y programación.
Dotación (<i>staffing</i>)	Número de agentes necesarios para cubrir la demanda esperada, ajustado por factores como merma (<i>shrinkage</i>) y ocupación.
Eficiencia operativa	Grado en que los recursos disponibles logran resultados óptimos. Se mide mediante indicadores como SLA, AHT y tasa de abandono.
Erlang C	Modelo matemático de teoría de colas utilizado para calcular el número mínimo de agentes requeridos, considerando AHT, volumen, SLA y tiempo de espera permitido.
Forecast (pronóstico)	Proyección anticipada del volumen de llamadas o interacciones, basada en datos históricos, patrones de comportamiento y estacionalidades.
FTE (<i>full-time equivalent</i>)	Unidad estandarizada que representa la carga laboral de un empleado a tiempo completo, usualmente 40 horas por semana. Se usa para calcular la capacidad y dimensionamiento.
Horas extras (OT)	Tiempo laborado por un agente fuera de su horario regular, generalmente con recargo económico. Se utiliza para cubrir desfases de planificación o picos de demanda.
Intervalos de atención	Segmentos horarios específicos utilizados para analizar datos y asignar recursos de manera granular. Son clave en la planificación operativa.
<i>Key performance indicator</i> (KPI)	Indicadores clave que miden el desempeño de la operación, tales como SLA, tasa de abandono, ocupación y AHT.
Nivel de servicio (SLA)	Porcentaje de llamadas atendidas dentro de un tiempo objetivo predefinido (por ejemplo, 80 % en menos de 3 minutos). Refleja la capacidad de respuesta del centro.
Oferta vs. demanda	Comparación entre el personal disponible (oferta) y el requerido según la demanda de contactos. Un desbalance impacta el SLA y los costos.
Ocupación (<i>occupancy</i>)	Porcentaje del tiempo disponible en el que un agente está efectivamente atendiendo llamadas. Niveles excesivos pueden causar fatiga o <i>burnout</i> .
<i>Shrinkage</i> (SHK)	Porcentaje de tiempo en el que un agente no está disponible para atender llamadas, incluyendo descansos, vacaciones, ausencias, formaciones, entre otros.
Tiempo de servicio (<i>service time</i>)	Tiempo límite establecido en el SLA para atender una llamada antes de considerarla fuera del SLA.

Turnos operativos	Horarios asignados a los agentes para cubrir la demanda. Su correcta distribución es esencial para evitar subutilización o sobrecarga.
Utilización	Porcentaje del tiempo total del agente que se dedica a tareas productivas. Se diferencia de la ocupación al incluir otras actividades útiles además de llamadas.
Volumen de contactos	Total de llamadas u otras interacciones que ingresan al centro en un periodo determinado. Es la variable base para estimar la carga de trabajo.
Workforce Management (WFM)	Área responsable de la planificación, programación, monitoreo y análisis del personal en el Centro de Contactos. Su rol es fundamental en la gestión de recursos.
<i>Workload</i> (carga de trabajo)	Estimación del esfuerzo operativo (en horas) requerido para atender el volumen proyectado, considerando AHT, ocupación y otros factores.

APÉNDICE 2: Formulario de la lluvia de ideas

Formulario para la multivotación: Posibles causas que generan incumplimiento en el nivel de servicio y aumento de horas extras

Instrucciones: Cada participante posee 30 puntos los cuales pueden ser distribuidos entre las causas segun su propio criterio de importancia, pueden asignar todos los puntos a una sola causa o inclusive dar el valor de 0 puntos a otras si asi lo consideran

#	Causa	Dayana	Andrés	Luis	Daniel	Angélica	% Acumulado
1	Modelo inadecuado cálculo requerimiento						
2	Inadecuada distribución de horarios no alineados con demanda						
3	No se realiza análisis postmortem						
4	Falta de estandarización en el proceso						
5	Cálculo basado solo en volumen histórico						
6	El AHT no se actualiza con frecuencia						
7	Planificación reactiva						
12	No se monitorean desviaciones del forecast						
9	Rotación de Personal						
10	Ausentismo sin cobertura inmediata						
8	Comunicación deficiente entre WFM y Operación						
11	Solicitudes tardías de horas extra						
13	No se simulan escenarios de alto volumen						
TOTAL		0	0	0	0	0	

APÉNDICE 3: Definiciones de las funciones del complemento Erlang C

Nombre de la Fórmula	¿Para qué sirve?	Variables Necesarias
Agents()	Calcular la cantidad de agentes necesarios para atender una cantidad determinada de llamadas para cumplir con el nivel de servicio.	SLA: El porcentaje de llamadas atendidas dentro del periodo de Tiempo de Servicio, p. ej., 0.80 (80%). Service Time: Tiempo de respuesta objetivo en segundos. Calls per Hour: Número de llamadas recibidas en una hora. AHT: Duración de la llamada, incluyendo el trabajo posterior, en segundos.
SLA()	Calcular el nivel de servicio alcanzado para el número dado de agentes.	Agentes: Número de agentes disponibles. Service Time: Tiempo de respuesta objetivo en segundos. Calls Per hour: Número de llamadas recibidas en una hora. AHT: Duración de la llamada, incluyendo el trabajo posterior, en segundos.
Utilisation()	Calcular el porcentaje de utilización para el número dado de agentes.	Agentes: Número de agentes disponibles. Calls Per hour: Número de llamadas recibidas en una hora. AHT: Duración de la llamada, incluyendo el tiempo de respuesta en segundos.
Abandon()	Calcular el porcentaje de llamadas que abandonarán después del tiempo dado	Agentes: Número de agentes disponibles. Tiempo de abandono: Tiempo en segundos antes de que la persona que llama abandone la llamada. Calls per hour: Número de llamadas recibidas en una hora. AHT: Duración de la llamada, incluyendo el trabajo posterior, en segundos.
CallCapacity()	Calcule la cantidad de llamadas que puede gestionar un número determinado de agentes manteniendo el nivel de servicio requerido.	NoAgents: Número de agentes disponibles. SLA: Porcentaje objetivo de llamadas atendidas, p. ej., 0,85 = 85 %. ServiceTime: Tiempo objetivo de respuesta en segundos, p. ej., 15. AHT: Duración de la llamada, incluyendo el trabajo posterior, en segundos.
QueueSize()	Calcular el tamaño promedio de la cola para una cantidad determinada de agentes.	Agentes: Número de agentes disponibles. Calls per hour: Número de llamadas recibidas en una hora. AHT: Duración de la llamada, incluyendo el tiempo de respuesta en segundos.

APÉNDICE 4: Plantilla de la propuesta del modelo Erlang C

CST	REQUIRED FTE (Base Requirement)							Planned FTE (Manual Input)							OVER/UNDER						
	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN
5:00	2.7	5.3	8.0	10.7	1.3	4.0	5.3	4.0	5.0	9.0	9.0	9.0	5.0	4.0	+1.3	(0.3)	+1.0	(1.7)	+7.7	+1.0	(1.3)
6:00	6.7	10.7	5.3	6.7	8.0	8.0	10.7	4.0	5.0	9.0	9.0	9.0	5.0	4.0	(2.7)	(5.7)	+3.7	+2.3	+1.0	(3.0)	(6.7)
7:00	8.0	9.3	14.7	5.3	9.3	6.7	13.3	4.0	5.0	9.0	9.0	9.0	5.0	4.0	(4.0)	(4.3)	(5.7)	+3.7	(0.3)	(1.7)	(9.3)
8:00	16.0	13.3	8.0	9.3	13.3	10.7	17.3	4.0	5.0	9.0	9.0	9.0	5.0	4.0	(12.0)	(8.3)	+1.0	(0.3)	(4.3)	(5.7)	(13.3)
9:00	9.3	13.3	20.0	20.0	16.0	5.3	9.3	4.0	5.0	9.0	9.0	9.0	5.0	4.0	(5.3)	(8.3)	(11.0)	(11.0)	(7.0)	(0.3)	(5.3)
10:00	5.3	14.7	13.3	10.7	10.7	8.0	10.7	4.0	5.0	9.0	9.0	9.0	5.0	4.0	(1.3)	(9.7)	(4.3)	(1.7)	(1.7)	(3.0)	(6.7)
11:00	8.0	8.0	13.3	13.3	6.7	8.0	8.0	4.0	5.0	9.0	9.0	9.0	5.0	4.0	(4.0)	(3.0)	(4.3)	(4.3)	+2.3	(3.0)	(4.0)
12:00	9.3	12.0	6.7	14.7	9.3	4.0	13.3	4.0	5.0	9.0	9.0	9.0	5.0	4.0	(5.3)	(7.0)	+2.3	(5.7)	(0.3)	+1.0	(9.3)
13:00	5.3	4.0	6.7	9.3	9.3	6.7	13.3	7.0	8.0	15.0	15.0	15.0	8.0	7.0	+1.7	+4.0	+8.3	+5.7	+5.7	+1.3	(6.3)
14:00	8.0	9.3	17.3	9.3	6.7	5.3	13.3	7.0	8.0	15.0	15.0	15.0	8.0	7.0	(1.0)	(1.3)	(2.3)	+5.7	+8.3	+2.7	(6.3)
15:00	10.7	6.7	12.0	9.3	1.3	9.3	10.7	3.0	3.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	(7.7)	(3.7)	(6.0)	(3.3)	+4.7	(6.3)	(7.7)
16:00	10.7	6.7	8.0	6.7	5.3	6.7	13.3	3.0	3.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	(7.7)	(3.7)	(2.0)	(0.7)	+0.7	(3.7)	(10.3)
17:00	5.3	4.0	9.3	5.3	8.0	5.3	4.0	3.0	3.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	(2.3)	(1.0)	(3.3)	+0.7	(2.0)	(2.3)	(1.0)
18:00	4.0	5.3	4.0	4.0	4.0	4.0	5.3	3.0	3.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	(1.0)	(2.3)	+2.0	+2.0	+2.0	(1.0)	(2.3)
19:00	13.3	5.3	4.0	8.0	4.0	5.3	8.0	3.0	3.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	(10.3)	(2.3)	+2.0	(2.0)	+2.0	(2.3)	(5.0)
20:00	4.0	4.0	9.3	9.3	6.7	8.0	6.7	3.0	3.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	(1.0)	(1.0)	(3.3)	(3.3)	(0.7)	(5.0)	(3.7)
21:00	1.3	6.7	10.7	8.0	6.7	5.3	10.7	3.0	3.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	+1.7	(3.7)	(4.7)	(2.0)	(0.7)	(2.3)	(7.7)
	16.0	17.3	21.3	20.0	15.8	13.8	21.7	8.4	9.6	18.0	18.0	18.0	9.6	8.4	-7.6	-7.7	-3.3	-2.0	2.2	-4.2	-13.3
							25.2							12.9							-12.3

APÉNDICE 5: Checklist de la propuesta de estandarización

Checklist Semanal - Cálculo Requerimientos				
Analista WFM _____				
Semana: _____				
#	Paso del Proceso	Detalles a verificar	¿Completado?	Observaciones
1	Extracción de datos históricos	Datos de volumen, AHT y SHK correctamente extraídos y completos.	Si ▼	
2	Análisis de datos	Revisadas desviaciones anómalas. Ajustes aplicados si corresponde.	No ▼	
3	Generación del pronóstico	Forecast por intervalo generado usando parámetros actualizados.	Parcial ▼	
4	Cálculo de requerimiento con Erlang C	Plantilla usada correctamente. Parámetros validados.	Si ▼	
5	Diseño de horarios	Turnos ajustados según requerimientos por intervalo.	No ▼	
6	Revisión de brechas	Comparación contra disponibilidad realizada. % de brecha calculado.	Parcial ▼	
7a	Comunicación si brecha >10%	Reporte enviado a Operaciones para contratación.	Si ▼	
7b	Oferta de OT si brecha ≤10%	Correo enviado a Operaciones con horas extra ofrecidas.	No ▼	
8	Publicación de horarios	Horarios enviados a Supervisores/Operaciones y archivados.	Parcial ▼	
9	Validación del Supervisor	Verificación del cumplimiento del checklist.	Parcial ▼	

APÉNDICE 6: Formulario de la auditoría

Auditorias - Modelo Erlang C

1. Analista Auditado

Dropdown

Mark only one oval.

☐ Daniel Castro

☐ Angelica Urbina

2. Auditor

3. ¿Realizó el uso de plantilla Erlang C?

Mark only one oval.

☐ Si

☐ No

4. ¿Están los indicadores de AHT, SHK y Volumen actualizados?

Mark only one oval.

☐ Si

☐ No

5. ¿Revisión de brechas realizada?

Mark only one oval.

☐ Si

☐ No

6. ¿Comunicación con Operaciones ejecutada?

Mark only one oval.

☐ Si

☐ No

ANEXOS

ANEXO 1: Complemento Erlang C

```
//Erlang functions for Google Sheets
//Converted from Erlang for Excel at www.erlang.co.uk
//by Lester Bromley on 29 April 2016, Copyright Kenshiki Ltd 2016
//***This version is a straight conversion with no optimisation for the
JavaScript language***
//***Future versions may not expose all the functions below***
//There is a small variation between the Excel and Sheets versions due to
differences with the implementation of numeric variables,
//this only affects results to more than 4 decimal places
//Constant values
var MaxAccuracy = 0.00001;
var MaxLoops = 100;
//
function test() {
  NBAgents(100, 30, 180);
}
//
//Basic functions - these are normally not called directly
//
function ErlangB(Servers, Intensity) {
  //Copyright Kenshiki Ltd 2016
  //The Erlang B formula calculates the percentage likelihood of the call
  // being blocked, that is that all the trunks are in use and the caller
  // will receive a busy signal.
  // Servers = Number of telephone lines
  // Intensity = Arrival rate of calls / Completion rate of calls
  //   Arrival rate = the number of calls arriving per hour
  //   Completion rate = the number of calls completed per hour
  var Val, Last, B, Retries, Attempts;
  var Count, MaxIterate;
  try {
    if ((Servers < 0) || (Intensity < 0)) {
      return 0;
    }
    MaxIterate = ~~Servers; //truncate to integer
    Val = Intensity;
    Last = 1;
    for (Count = 1; Count <= MaxIterate; Count++) {
      B = (Val * Last) / (Count + (Val * Last));
      Last = B;
    }
  }
}
```

```

    }
    return MinMax(B, 0, 1);
}
catch (err) {
    return 0;
}
}

function ErlangBExt(Servers, Intensity, Retry) {
//Copyright Kenshiki Ltd 2016
//The Extended Erlang B formula calculates the percentage likelihood of the
call
// being blocked, that is that all the trunks are in use and the caller
// will receive a busy signal. The Extended version allows input of a
percentage
// figure for those blocked callers who will immediately retry.
// Servers = Number of telephone lines
// Intensity = Arrival rate of calls / Completion rate of calls
//   Arrival rate = the number of calls arriving per hour
//   Completion rate = the number of calls completed per hour
// Retry = Number of blocked callers who will retry immediately (0.1 = 10%)
var Val, Last, B, Retries, Attempts;
var Count, MaxIterate;
try {
    if ((Servers < 0) || (Intensity < 0)) {
        return 0;
    }
    MaxIterate = ~~Servers; //truncate to integer
    Retries = MinMax(Retry, 0, 1);
    Val = Intensity;
    Last = 1;
    for (Count = 1; Count <= MaxIterate; Count++) {
        B = (Val * Last) / (Count + (Val * Last));
        Attempts = 1 / (1 - (B * Retries));
        B = (Val * Last * Attempts) / (Count + (Val * Last * Attempts));
        Last = B;
    }
    return MinMax(B, 0, 1);
}
catch (err) {
    return 0;
}
}

```

```

function EngsetB(Servers, Events, Intensity) {
//Copyright Kenshiki Ltd 2016
//The Engset B formula calculates the percentage likelihood of the call
// being blocked, that is that all the trunks are in use and the caller
// will receive a busy signal. This uses the Engset model, based on the
// hindrance formula.
// Servers = Number of telephone lines
// Events = Number of calls
// Intensity = average intensity per call
var Val, Last, B, Ev;
var Count, MaxIterate;
try {
    if ((Servers < 0) || (Intensity < 0)) {
        return 0;
    }
    MaxIterate = ~~Servers; //truncate to integer
    Val = Intensity;
    Ev = Events;
    Last = 1;
    for (Count = 1; Count <= MaxIterate; Count++) {
        B = (Last * (Count / ((Ev - Count) * Val))) + 1;
        Last = B;
    }
    if (B == 0) return 0;
    return MinMax((1 / B), 0, 1);
}
catch (err) {
    return 0;
}
}

function ErlangC(Servers, Intensity) {
//Copyright Kenshiki Ltd 2016
//This formula gives the percentage likelihood of the caller being
// placed in a queue.
// Servers = Number of agents
// Intensity = Arrival rate of calls / Completion rate of calls
//   Arrival rate = the number of calls arriving per hour
//   Completion rate = the number of calls completed per hour
var B, C;
var Count, MaxIterate;
try {
    if ((Servers < 0) || (Intensity < 0)) {
        return 0;
    }

```

```

    }
    B = ErlangB(Servers, Intensity);
    C = B / (((Intensity / Servers) * B) + (1 - (Intensity / Servers)));
    return MinMax(C, 0, 1);
}
catch (err) {
    var m = err.message;
    return 0;
}
}

function NBTrunks(Intensity, Blocking) {
//Copyright Kenshiki Ltd 2016
//This function has been supplied by Edwin Barendse
//This formula gives the number of telephone lines required to
// handle the Busyhour traffic in Erlang against a required blocking factor
// Intensity = Busyhour Traffic in erlangs
// Blocking = blocking factor percentage e.g. 0.10 (10% of calls may receive
busy tone)

    var B, Count, SngCount;
    var MaxIterate;
    try {
        MaxIterate = 0;
        if ((Intensity < 0) || (Blocking , 0)) {
            return 0;
        }
        MaxIterate = 65535;
        for (Count = Math.ceil(Intensity); Count <= MaxIterate; Count++) {
            SngCount = Count;
            B = ErlangB(SngCount, Intensity);
            if (B <= Blocking) {
                break;
            }
        }
        if (Count == MaxIterate) {
            Count = 0; //answer not found after max loops
        }
        return Count;
    }
    catch (err) {
        return 0;
    }
}

```

```

function NumberTrunks(Servers, Intensity)
{
  //Copyright Kenshiki Ltd 2016
  //This formula gives the maximum number of telephone trunks required to
  // handle the answered and queuing calls. (up to a maximum of 255)
  // Servers = Number of agents
  // Intensity = Arrival rate of calls / Completion rate of calls
  //   Arrival rate = the number of calls arriving per hour
  //   Completion rate = the number of calls completed per hour
  var B, Server;
  var Count, MaxIterate;
  try {
    if ((Servers < 0) || (Intensity < 0)) {
      return 0;
    }
    MaxIterate = 65535;
    for (Count = Math.ceil(Servers); Count <= MaxIterate; Count++) {
      Server = Count;
      B = ErlangB(Server, Intensity);
      if (B < 0.001) {
        break;
      }
    }
    return Count;
  }
  catch (err) {
    return 0;
  }
}

function Servers(Blocking, Intensity) {
  //Copyright Kenshiki Ltd 2016
  //The Servers formula calculates the number of servers required to
  // service the given traffic intensity with the given blocking factor.
  // Blocking = The blocking factor requires <1, e.g. 0.80 = 80%
  // Intensity = Arrival rate of calls / Completion rate of calls
  //   Arrival rate = the number of calls arriving per hour
  //   Completion rate = the number of calls completed per hour
  var Val, Last, B;
  var Count;
  try {
    if ((Blocking < 0) || (Intensity < 0)) {
      return 0;
    }
  }
}

```

```

    Val = Intensity;
    Last = 1;
    B = 1;
    Count = 0;
    while ((B > Blocking) && (B > 0.001)) {
        Count++;
        B = (Val * Last) / (Count + (Val * Last));
        Last = B;
    }
    return Count;
}
catch (err) {
    return 0;
}
}

function Traffic(Servers, Blocking) {
//Copyright Kenshiki Ltd 2016
//The Traffic formula calculates the traffic intensity in erlangs for the
number
// of servers (trunks) with the given blocking factor.// Servers = Number of
trunks handling the traffic, whole number
// Blocking = The blocking factor achieved <1, e.g. 0.10 = 10%
    var B, Incr, Trunks;
    var MaxI;
    try {
        Trunks = ~~Servers;
        if ((Servers < 1) || (Blocking < 0)) {
            return 0;
        }
        MaxI = Trunks;
        B = ErlangB(Servers, MaxI);
        while (B < Blocking) {
            MaxI = MaxI * 2;
            B = ErlangB(Servers, MaxI);
        }
        Incr = 1;
        while (Incr <= (MaxI / 100)) {
            Incr = Incr * 10;
        }
        return LoopingTraffic(Trunks, Blocking, Incr, MaxI, 0);
    }
    catch (err) {
        return 0;
    }
}

```

```

    }
}
function LoopingTraffic(Trunks, Blocking, Increment, MaxIntensity,
MinIntensity) {
//Copyright Kenshiki Ltd 2016
//This function tries values from MinIntensity to MaxIntensity, increasing the
traffic by Increment until
// the approximate blocking is found, processing then loops with stepping of
Increment/10 (e.g. 10, 1, 0.1, 0.01, 0.001)
// until the value is found to the precision required (defined by global
constant MaxAccuracy)
    var Incr, LoopNo;
    var B, MinI, MaxI, Intensity;
    try {
        MinI = MinIntensity;
        MaxI = MaxIntensity;
        B = ErlangB(Trunks, MinI);
        if (B == Blocking) {
            return MinI;
        }
        Incr = Increment;
        Intensity = MinI;
        LoopNo = 0;
        while ((Incr >= MaxAccuracy) && (LoopNo < MaxLoops)) {
            B = ErlangB(Trunks, Intensity);
            if (B > Blocking) {
                MaxI = Intensity;
                Incr = Incr / 10;
                Intensity = MinI;
            }
            MinI = Intensity;
            Intensity = Intensity + Incr;
            LoopNo++;
        }
        return MinI;
    }
    catch (err) {
        return 0;
    }
}
//
//Call Centre functions
//

```

```

/**
 * Calculate the percentage of calls which will abandon after the time given
 *
 * @param {number} Agents The number of agents available.
 * @param {number} AbandonTime Time in seconds before the caller will abandon.
 * @param {number} CallsPerHour The number of calls received in one hour
period.
 * @param {number} AHT (Average Handle Time) The call duration including after
call work in seconds e.g 180.
 * @return The abandonment rate.
 * @customfunction
 */
function Abandon(Agents, AbandonTime, CallsPerHour, AHT) {
//Copyright Kenshiki Ltd 2016

    var BirthRate, DeathRate, TrafficRate;
    var Aband, C, Server, Utilisation;
    try {
        BirthRate = CallsPerHour;
        DeathRate = 3600 / AHT;
        TrafficRate = BirthRate / DeathRate;
        Server = Agents;
        Utilisation = TrafficRate / Server;
        if (Utilisation >= 1) {
            Utilisation = 0.99;
        }
        C = ErlangC(Server, TrafficRate);
        Aband = C * Math.exp((TrafficRate - Server) * (AbandonTime / AHT));
        return MinMax(Aband, 0, 1);
    }
    catch (err) {
        return 0;
    }
}

/**
 * Calculate the number of agents required to service a given number of calls
to meet the service level.
 * @param {number} SLA The % of calls to be answered within the ServiceTime
period e.g. 0.95 (95%).
 * @param {number} ServiceTime Target answer time in seconds e.g. 15.
 * @param {number} CallsPerHour The number of calls received in one hour
period.

```

```

    * @param {number} AHT The call duration including after call work in seconds
    e.g 180.
    * @customfunction
    */
function Agents(SLA, ServiceTime, CallsPerHour, AHT) {
//Copyright Kenshiki Ltd 2016

Utilities.sleep(150)

var BirthRate, DeathRate, TrafficRate;
var Erlangs, Utilisation, C, SLQueued;
var NoAgents, MaxIterate, Count;
var Server;
try {
    if (SLA > 1) {
        SLA = 1;
    }
    BirthRate = CallsPerHour;
    DeathRate = 3600 / AHT;
    TrafficRate = BirthRate / DeathRate;
    Erlangs = ~~((BirthRate * AHT) / 3600 + 0.5);
    if (Erlangs < 1) {
        NoAgents = 1;
    }
    else {
        NoAgents = ~~Erlangs;
    }
    Utilisation = TrafficRate / NoAgents;
    while (Utilisation >= 1) {
        NoAgents++;
        Utilisation = TrafficRate / NoAgents;
    }
    MaxIterate = NoAgents * 100;
    for (Count = 1; Count <= MaxIterate; Count++) {
        Utilisation = TrafficRate / NoAgents;
        if (Utilisation < 1) {
            Server = NoAgents;
            C = ErlangC(Server, TrafficRate);
            SLQueued = 1 - C * Math.exp((TrafficRate - Server) * ServiceTime /
AHT);
            if (SLQueued < 0) {
                SLQueued = 0;
            }
        }
    }
}

```

```

        if (SLQueued >= SLA) {
            break;
        }
        if (SLQueued > (1 - MaxAccuracy)) {
            break;
        }
    }
    if (Count != MaxIterate) {
        NoAgents++;
    }
}
return NoAgents;
}
catch (err) {
    return 0;
}
}

/**
 * Calculate the number of agents required to service a given number of calls
to meet the average speed of answer.
 * @param {number} ASA The Average speed of Answer in seconds.
 * @param {number} CallsPerHour The number of calls received in one hour
period.
 * @param {number} AHT The call duration including after call work in seconds
e.g 180.
 * @customfunction
 */
function AgentsASA(ASA, CallsPerHour, AHT) {
//Copyright Kenshiki Ltd 2016
    var BirthRate, DeathRate, TrafficRate;
    var Erlangs, Utilisation, C, AnswerTime
    var NoAgents, MaxIterate, Count;
    var Server;
    try {
        if (ASA < 1) {
            ASA = 1;
        }
        BirthRate = CallsPerHour;
        DeathRate = 3600 / AHT;
        TrafficRate = BirthRate / DeathRate;
        Erlangs = ~~((BirthRate * AHT) / 3600 + 0.5);

```

```

    if (Erlangs < 1) {
        NoAgents = 1;
    }
    else {
        NoAgents = ~~Erlangs;
    }
    Utilisation = TrafficRate / NoAgents;
    while (Utilisation >= 1) {
        NoAgents++;
        Utilisation = TrafficRate / NoAgents;
    }
    MaxIterate = NoAgents * 100;
    for (Count = 1; Count <= MaxIterate; Count++) {
        Server = NoAgents;
        Utilisation = TrafficRate / NoAgents;
        C = ErlangC(Server , TrafficRate);
        AnswerTime = C / (Server * DeathRate * (1 - Utilisation));
        if ((AnswerTime * 3600) <= ASA) {
            break;
        }
        if (Count != MaxIterate) {
            NoAgents++;
        }
    }
    return NoAgents;
}
catch (err) {
    return 0;
}
}
/**
 * Calculate the number of telephone lines required to handle the busy hour
traffic for a required blocking factor.
 * @param {number} CallsPerHour The number of calls received in one hour
period.
 * @param {number} AvgSA The average speed of answer.
 * @param {number} AvgHT The call duration including after call work in
seconds e.g 180.
 * @customfunction
 */
function NBAgents(CallsPerHour, AvgSA, AvgHT) {
//Copyright Kenshiki Ltd 2016
    var B, Count, SngCount;

```

```

var MaxIterate;
try {
    MaxIterate = 0;
    if ((CallsPerHour <= 0) || (AvgSA <= 0) || (AvgHT <= 0)) {
        return 0;
    }
    MaxIterate = 65535;
    for (Count = 1; Count <= MaxIterate; Count++) {
        SngCount = Count;
        B = ASA(SngCount, CallsPerHour, AvgHT)
        if (B <= AvgSA) {
            break;
        }
    }
    if (Count == MaxIterate) {
        Count = 0; //did not find the answer so return As Error
    }
    return Count
}
catch (err) {
    return 0;
}
}

/**
 * Calculate the Average Speed to Answer for the given number of agents.
 * @param {number} Agents The number of agents available.
 * @param {number} CallsPerHour The number of calls received in one hour
period.
 * @param {number} AHT The call duration including after call work in seconds
e.g 180.
 * @customfunction
 */
function ASA(Agents, CallsPerHour, AHT) {
//Copyright Kenshiki Ltd 2016
var BirthRate, DeathRate, TrafficRate;
var Utilisation, AnswerTime, AveAnswer;
var C, Server;

try {
    BirthRate = CallsPerHour;
    DeathRate = 3600 / AHT;
    TrafficRate = BirthRate / DeathRate;
    Server = Agents;

```

```

    Utilisation = TrafficRate / Server;
    if (Utilisation >= 1) {
        Utilisation = 0.99;
    }
    C = ErlangC(Server, TrafficRate);
    AnswerTime = C / (Server * DeathRate * (1 - Utilisation));
    AveAnswer = Secs(AnswerTime);
    return AveAnswer;
}
catch (err) {
    return 0;
}
}
/**
 * Calculate the number of calls which can be handled by the given number of
agents whilst still achieving the grade of service.
 * @param {number} NoAgents The number of agents available.
 * @param {number} SLA Target percentage of calls to be answered e.g. 0.85 =
85%.
 * @param {number} ServiceTime Target answer time in seconds e.g. 15.
 * @param {number} AHT The call duration including after call work in seconds
e.g 180.
 * @customfunction
 */
function CallCapacity(NoAgents, SLA, ServiceTime, AHT) {
//Copyright Kenshiki Ltd 2016
var Calls, xAgent, MaxIterate, xNoAgent
try {
    xNoAgent = ~~NoAgents;
    Calls = Math.ceil(3600 / AHT) * xNoAgent;
    xAgent = Agents(SLA, ServiceTime, Calls, AHT);
    while ((xAgent > xNoAgent) && (Calls > 0)) {
        Calls--;
        xAgent = Agents(SLA, ServiceTime, Calls, AHT);
    }
    return Calls;
}
catch(err) {
    return 0;
}
}
/**

```

```

* Calculate the number of agents required to service a given number of calls
to meet the service level.
* @param {number} SLA The % of calls to be answered within the ServiceTime
period e.g. 0.95 (95%).
* @param {number} ServiceTime Target answer time in seconds e.g. 15.
* @param {number} CallsPerHour The number of calls received in one hour
period.
* @param {number} AHT The call duration including after call work in seconds
e.g 180.
* @customfunction
*/
function FractionalAgents(SLA, ServiceTime, CallsPerHour, AHT) {
//Copyright Kenshiki Ltd 2016
var BirthRate, DeathRate, TrafficRate;
var Erlangs, Utilisation, C, SLQueued;
var LastSLQ, Fract, OneAgent, NoAgentsSng;
var NoAgents, MaxIterate, Count;
var Server;

try {
  if (SLA > 1) {
    SLA = 1;
  }
  BirthRate = CallsPerHour;
  DeathRate = 3600 / AHT;
  TrafficRate = BirthRate / DeathRate;
  Erlangs = ~~((BirthRate * (AHT)) / 3600 + 0.5)
  if (Erlangs < 1) {
    NoAgents = 1;
  }
  else {
    NoAgents = ~~Erlangs;
  }
  Utilisation = TrafficRate / NoAgents;
  while (Utilisation >= 1) {
    NoAgents = NoAgents + 1;
    Utilisation = TrafficRate / NoAgents;
  }
  SLQueued = 0;
  MaxIterate = NoAgents * 100;
  for (Count = 1; Count <= MaxIterate; Count++) {
    LastSLQ = SLQueued;
    Utilisation = TrafficRate / NoAgents;

```

```

    if (Utilisation < 1) {
        Server = NoAgents;
        C = ErlangC(Server, TrafficRate);
//find the level of SLA with this number of agents
        SLQueued = 1 - C * Math.exp((TrafficRate - Server) * ServiceTime /
AHT);
        SLQueued = MinMax(SLQueued, 0, 1);
        if (SLQueued >= SLA) {
            Count = MaxIterate;
        }
//put a limit on the accuracy required (it will never actually get to 100%)
        if (SLQueued > (1 - MaxAccuracy)) {
            Count = MaxIterate;
        }
    }
    if (Count != MaxIterate) {
        NoAgents = NoAgents + 1;
    }
}
NoAgentsSng = NoAgents;
if (SLQueued > SLA) { //any fraction to calculate?
    OneAgent = SLQueued - LastSLQ; //difference made by 1 agent
    Fract = SLA - LastSLQ; //difference we want
    NoAgentsSng = (Fract / OneAgent) + (NoAgents - 1);
}
return NoAgentsSng;
}
catch (err) {
    return 0;
}
}
/**
 * Calculate the number of calls which can be handled by the given number of
agents whilst still achieving the grade of service.
 * @param {number} NoAgents The number of agents available.
 * @param {number} SLA The % of calls to be answered within the ServiceTime
period e.g. 0.95 (95%).
 * @param {number} ServiceTime Target answer time in seconds e.g. 15.
 * @param {number} AHT The call duration including after call work in seconds
e.g 180.
 * @customfunction
 */
function FractionalCallCapacity(NoAgents, SLA, ServiceTime, AHT) {

```

```

//Copyright Kenshiki Ltd 2016
var Calls, xAgent, MaxIterate, xNoAgent;

try {
  xNoAgent = NoAgents;
  Calls = Math.ceil(3600 / AHT * xNoAgent);
  xAgent = FractionalAgents(SLA, ServiceTime, Calls, AHT);
  while ((xAgent > xNoAgent) && (Calls > 0)) {
    Calls--;
    xAgent = FractionalAgents(SLA, ServiceTime, Calls, AHT);
  }
  return Calls
}
catch (err) {
  return 0;
}
}

/**
 * Calculate the percentage of calls which will queue for the given number of
agents.
 * @param {number} Agents The number of agents available.
 * @param {number} CallsPerHour The number of calls received in one hour
period.
 * @param {number} AHT The call duration including after call work in seconds
e.g 180.
 * @customfunction
 */
function Queued(Agents, CallsPerHour, AHT) {
//Copyright Kenshiki Ltd 2016
var BirthRate, DeathRate, TrafficRate;
var Q, Server;
try {
  BirthRate = CallsPerHour;
  DeathRate = 3600 / AHT;
  TrafficRate = BirthRate / DeathRate;
  Server = Agents;
  Q = ErlangC(Server, TrafficRate);
  return MinMax(Q, 0, 1);
}
catch (err) {
  return 0;
}
}
}

```

```

/**
 * Calculate the average queue size for a given number of agents.
 * @param {number} Agents The number of agents available.
 * @param {number} CallsPerHour The number of calls received in one hour
period.
 * @param {number} AHT The call duration including after call work in seconds
e.g 180.
 * @customfunction
 */
function QueueSize(Agents, CallsPerHour, AHT) {
//Copyright Kenshiki Ltd 2016
    var BirthRate, DeathRate, TrafficRate;
    var C, Server, QSize, Utilisation;

    try {
        BirthRate = CallsPerHour;
        DeathRate = 3600 / AHT;
        TrafficRate = BirthRate / DeathRate;
        Server = Agents;
        Utilisation = TrafficRate / Server;
        if (Utilisation >= 1) {
            Utilisation = 0.99;
        }
        C = ErlangC(Server, TrafficRate);
        QSize = (Utilisation * C) / (1 - Utilisation);
        return ~(QSize + 0.5);
    }
    catch (err) {
        return 0;
    }
}

/**
 * Calculate the average queue time for those calls which will queue.
 * @param {number} Agents The number of agents available.
 * @param {number} CallsPerHour The number of calls received in one hour
period.
 * @param {number} AHT The call duration including after call work in seconds
e.g 180.
 * @customfunction
 */
function QueueTime(Agents, CallsPerHour, AHT) {
//Copyright Kenshiki Ltd 2016
    var BirthRate, DeathRate, TrafficRate;

```

```

var C, Server, QTime, Utilisation;

try {
    BirthRate = CallsPerHour;
    DeathRate = 3600 / AHT;
    TrafficRate = BirthRate / DeathRate;
    Server = Agents;
    Utilisation = TrafficRate / Server;
    if (Utilisation >= 1) {
        Utilisation = 0.99;
    }
    QTime = 1 / (Server * DeathRate * (1 - Utilisation));
    return Secs(QTime)
}
catch (err) {
    return 0;
}
}

/**
 * Calculate the average waiting time in which a given percentage of the calls
will be answered.
 * @param {number} NoAgents The number of agents available.
 * @param {number} SLA The % of calls to be answered within the ServiceTime
period e.g. 0.95 (95%).
 * @param {number} CallsPerHour The number of calls received in one hour
period.
 * @param {number} AHT The call duration including after call work in seconds
e.g 180.
 * @customfunction
 */
function ServiceTime(NoAgents, SLA, CallsPerHour, AHT) {
//Copyright Kenshiki Ltd 2016
    var BirthRate, DeathRate, TrafficRate, Utilisation;
    var C, Server, STime, QTime;
    var Ag, Adjust;

    try {
        Adjust = 0;
        BirthRate = CallsPerHour;
        DeathRate = 3600 / AHT;
        TrafficRate = BirthRate / DeathRate;
        C = ErlangC(NoAgents, TrafficRate);
        if (C < (1 - SLA)) {

```

```

        return 0; //none will be queued so return 0 seconds
    }
    Server = NoAgents;
    Utilisation = TrafficRate / Server;
    if (Utilisation >= 1) {
        Utilisation = 0.99;
    }
    QTime = 1 / (Server * DeathRate * (1 - Utilisation)) * 3600;
    STime = QTime * (1 - ((1 - SLA) / C));
//check rounding errors here and adjust
    Ag = Agents(SLA, ~~STime, CallsPerHour, AHT);
    if (Ag != NoAgents) {
        Adjust = 1;
    }
    return ~(STime + Adjust);
}
catch (err) {
    return 0;
}
}
/**
 * Calculate the service level achieved for the given number of agents.
 * @param {number} Agents The number of agents available.
 * @param {number} ServiceTime Target answer time in seconds e.g. 15.
 * @param {number} CallsPerHour The number of calls received in one hour
period.
 * @param {number} AHT The call duration including after call work in seconds
e.g 180.
 * @customfunction
 */
function SLA(Agents, ServiceTime, CallsPerHour, AHT) {
//Copyright Kenshiki Ltd 2016
    var BirthRate, DeathRate, TrafficRate;
    var Utilisation, C, SLQueued;
    var Server;

    try {
        BirthRate = CallsPerHour;
        DeathRate = 3600 / AHT;
        TrafficRate = BirthRate / DeathRate;
        Utilisation = TrafficRate / Agents;
        if (Utilisation >= 1) {
            Utilisation = 0.99;

```

```

    }
    Server = Agents;
    C = ErlangC(Server, TrafficRate);
    //now calculate SLA % as those not queuing plus those queuing
    //revised formula with thanks to Tim Bolte and Jørn Lodahl for their input
    SLQueued = 1 - C * Math.exp((TrafficRate - Server) * ServiceTime / AHT);
    return MinMax(SLQueued, 0, 1);
}
catch (err) {
    return 0;
}
}
/**
 * Calculate the number of telephone lines required to service a given number
of calls and agents.
 * @param {number} Agents The number of agents available.
 * @param {number} CallsPerHour The number of calls received in one hour
period.
 * @param {number} AHT The call duration including after call work in seconds
e.g 180.
 * @customfunction
 */
function Trunks(Agents, CallsPerHour, AHT) {
    //Copyright Kenshiki Ltd 2016
    var BirthRate, DeathRate, TrafficRate;
    var Utilisation, C, AnswerTime;
    var NoTrunks;
    var Server, R;

    try {
        BirthRate = CallsPerHour;
        DeathRate = 3600 / AHT;
        TrafficRate = BirthRate / DeathRate;
        Server = Agents;
        Utilisation = TrafficRate / Server;
        if (Utilisation >= 1) {
            Utilisation = 0.99;
        }
        C = ErlangC(Server, TrafficRate);
        AnswerTime = C / (Server * DeathRate * (1 - Utilisation));
        //now calculate new intensity using average life time of call (queuing time +
handle time)
        R = BirthRate / (3600 / (AHT + Secs(AnswerTime)));
    }
}

```

```

    NoTrunks = NumberTrunks(Server, R);
//if there is traffic (Trafficrate>0) then always return at least 1 trunk
    if ((NoTrunks < 1) && (TrafficRate > 0)) {
        NoTrunks = 1;
    }
    return NoTrunks;
}
catch (err) {
    return 0;
}
}
/**
 * Calculate the utilisation percentage for the given number of agents.
 * @param {number} Agents The number of agents available.
 * @param {number} CallsPerHour The number of calls received in one hour
period.
 * @param {number} AHT The call duration including after call work in seconds
e.g 180.
 * @customfunction
 */
function Utilisation(Agents, CallsPerHour, AHT) {
//Copyright Kenshiki Ltd 2016
    var BirthRate, DeathRate, TrafficRate;
    var Util;

    try {
        BirthRate = CallsPerHour;
        DeathRate = 3600 / AHT;
        TrafficRate = BirthRate / DeathRate;
        Util = TrafficRate / Agents;
        return MinMax(Util, 0, 1);
    }
    catch (err) {
        return 0;
    }
}
//Misc functions
function MinMax(input, min, max)
{
    return Math.min(Math.max(input, min), max);
}
function Secs(Amount) {
//Convert a number of hours into seconds

```

```
return ~(Amount * 3600 + 0.5) //truncate to integer  
}
```