

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA EL MANEJO DE
RECLAMOS TÉCNICOS DE PRODUCTOS EN EL CENTRO DE
SERVICIOS BAYER COSTA RICA

Trabajo final de investigación aplicada sometido a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ingeniería Industrial, para optar al grado y título de Maestría Profesional en Ingeniería Industrial con énfasis en Administración Industrial.

ANGÉLICA ACUÑA GONZÁLEZ

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2022

Dedicatoria

Mi madre, hermanos y sobrinos que siempre están para apoyarme y me llenan de vida. Y una dedicatoria especial a mi padre que me trató con igualdad y su deseo era que estudiara.

Agradecimientos

Al Centro de Servicios Bayer Costa Rica, por darme la oportunidad de realizar este proyecto en su departamento de manejo de reclamos técnicos de productos y por brindarme los recursos necesarios para finalizarlo.

Al Posgrado de Ingeniería Industrial, sus profesores y personal administrativo por facilitarme la plataforma y conocimientos para la elaboración de este trabajo.

A mi compañero de posgrado Rainer Morales por ayudarme y motivarme.

“Este trabajo final de investigación aplicada fue aceptado por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ingeniería Industrial, de la Universidad de Costa Rica, como requisito para obtener el grado y título de Maestría Profesional en Ingeniería Industrial con énfasis en Administración Industrial”

Dr. Roberto Quiros Vargas
**Representante de la Decana
Sistema de Estudios de Posgrado**

Mag. Fernán Cañas Coto
Profesor Guía

Dr. Ronny Pacheco Segura
Lector

Dr. Hanzel Grillo Espinoza
Lector

Mag. Ileana Aguilar Mata
Directora Programa de Posgrado en Ingeniería Industrial

Angélica Acuña González
Sustentante

Tabla de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	ii
Abstract.....	vii
Lista de tablas.....	viii
Lista de figuras.....	ix
Lista de abreviaturas	x
1. CAPÍTULO I: El problema y su importancia.....	1
1.1 Problema	2
1.2 Antecedentes	2
1.3 Justificación de la problemática.....	4
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos	6
1.5 Alcance de la investigación y sus limitaciones.....	7
2. CAPÍTULO II: Marco teórico referencial	9
2.1 Referencia conceptual.....	9
2.1.1 Sistema de administración de la calidad	9
2.1.2 Diagrama de flujo o mapa de proceso.....	10
2.1.3 Pronósticos.....	10
2.1.4 Simulación de procesos.....	14
2.2 Referencia contextual.....	15
2.2.1 Regulaciones internacionales aplicables al manejo de reclamos.....	16
2.2.2 Sistema de administración de la calidad	16
2.2.3 Normativa ISO10002:2018.....	17
2.2.4 Procesos productivos	18
2.2.5 Diseño de operaciones	19
2.2.6 Tipos de procesos productivos en manufactura	20
2.2.7 Tipos de procesos productivos en servicios.....	21
2.2.8 Secuenciación de los trabajos	22
2.2.9 Estimación de tiempos de actividades	22
2.2.10 Planeación de la capacidad en los servicios.....	24

3. CAPÍTULO III: Metodología de la investigación.....	26
3.1 Tipo de investigación.....	26
3.2 Definición de los elementos de estudio	26
3.3 Diseño metodológico	27
4. CAPÍTULO IV: Resultados y discusión	30
4.1 Tipos de reclamos técnicos y requerimientos de procesamiento.....	30
4.2 Diagrama de flujo para el procesamiento de los reclamos técnicos	33
4.3 Estudio de tiempos por tipo de reclamo.....	38
4.4 Medición del tiempo disponible para ingreso y cierre de reclamos.....	44
4.5 Pronóstico de demanda por tipo de reclamo	46
4.5.1 Pronóstico para reclamo riesgo inicial I.....	48
4.5.2 Pronóstico para reclamo riesgo inicial II	49
4.5.3 Pronóstico para reclamo riesgo inicial III.....	51
4.5.4 Pronóstico para reclamo riesgo inicial IV.....	52
4.5.5 Pronóstico para reclamos de usabilidad.....	54
4.6 Diseño del proceso productivo.....	56
4.7 Validación del proceso productivo	63
5. CAPITULO VI: Conclusiones y recomendaciones.....	71
5.1 Conclusiones.....	71
5.2 Recomendaciones	73
6. BIBLIOGRAFÍA.....	74
7. APÉNDICES	78
Apéndice 1 Muestreo para casos de riesgo II y tiempo estándar calculado.....	78
Apéndice 2 Muestreo para casos de riesgo III y tiempo estándar calculado	79
Apéndice 3 Muestreo para casos de riesgo IV y tiempo estándar calculado	80
Apéndice 4 Muestreo para casos de usabilidad y tiempo estándar calculado.....	81
Apéndice 5 Muestreo para cierre de casos y tiempo estándar calculado	82
Apéndice 6 Muestreo para triaje y tiempo estándar calculado	83
Apéndice 7 Holguras recomendadas por la oficina internacional del trabajo de Estados Unidos	84
Apéndice 8. Histórico de reclamos técnicos por tipo de mayo 2018 a abril 2021.....	85
Apéndice 9. Datos de entrada para modelo con RAQS	86

Resumen

El siguiente proyecto de graduación desarrolla las etapas del diseño del proceso productivo para el manejo de reclamos técnicos de productos en el Centro de Servicios Bayer Costa Rica.

Como primer paso se caracterizó el proceso mediante diagramas de flujo y requerimientos de procesamiento para poder definir los diferentes tipos de reclamos de calidad. Para cada tipo de reclamo, se realizó la medición de tiempos de procesamiento, se estimó el tiempo disponible por colaborador para el manejo de estos y se pronosticó la demanda por tipo de reclamo. Estos resultados fueron utilizados luego en el diseño del proceso productivo.

Seguidamente, con base en la teoría sobre procesos productivos se eligió el método de células de producción como el diseño que traería mayores beneficios al procesamiento de reclamos de calidad con la menor cantidad de recursos. El balanceo de línea se basó en la cantidad de reclamos recibidos, tiempos de proceso y tiempo diario disponible.

Finalmente, se validó el diseño propuesto mediante teoría de colas para el modelo del proceso productivo de manejo de reclamos de calidad y se realizaron dos escenarios adicionales: uno para alcanzar los objetivos de cumplimiento con los tiempos de procesamiento y el otro para la utilización del tiempo.

Abstract

The following graduation project develops the steps for the design of the production process for product technical complaints handling at the Bayer Costa Rica Service Center.

As a first step, the process was characterized using swim lane flow charts and the processing requirements to define the different types of quality complaints. For each type of complaint, processing times were measured, the time available per collaborator for handling them was estimated, and the demand per complaint type was forecasted. These results were then used in the design of the production process.

Next, based on production processes theory, the production cells were selected as the design that allowed more benefits in the processing of quality complaints with the least number of resources. The line balancing was based on the number of complaints received, processing times, and daily available time.

Finally, the proposed design was validated using queuing theory for the model of the production process for quality complaints handling and two additional scenarios were done: one to reach the objective of processing the cases without delay and another one for time utilization.

Lista de tablas

Tabla 1	Objetivos de gestión y resultados esperados.....	4
Tabla 2	Comparación de los tipos de pronósticos	13
Tabla 3	Resumen del diseño metodológico	29
Tabla 4	Caracterización de los tipos de reclamos técnicos.....	32
Tabla 5	Tipos de reclamos técnicos y requerimientos de procesamiento	33
Tabla 6	Tiempo promedio observado por actividad, desviación estándar y tamaño de muestra necesario.....	41
Tabla 7	Tipos de holgura y porcentajes incluidos en el estudio	43
Tabla 8	Tiempo promedio estándar por actividad y desviación estándar	44
Tabla 9	Lista de actividades de los encargados de manejo de reclamos de calidad según volumen, tiempo por actividad y tiempo total mensual.....	45
Tabla 10	Pronóstico obtenido mediante el método de suavización exponencial para los reclamos de riesgo I	48
Tabla 11	Pronóstico obtenido mediante el método de suavización exponencial para los reclamos de riesgo II.....	50
Tabla 12	Pronóstico obtenido con suavización exponencial para los reclamos de riesgo III	52
Tabla 13	Pronóstico con Box-Jenkins para los reclamos de riesgo IV.....	53
Tabla 14	Pronóstico obtenido mediante suavización exponencial para los reclamos de usabilidad.....	55
Tabla 15	Pronóstico obtenido para todos los reclamos de mayo 2021 a abril 2022.....	56
Tabla 16	Promedio mensual de casos por tipo de reclamo de todos los países	57
Tabla 17	Estrategia de producción según la estandarización y volumen de casos.	58
Tabla 18	Balance de las células de producción	62
Tabla 19	Reporte de salida RAQS con modelo diseñado	66
Tabla 20	Reporte de salida RAQS con segundo modelo.....	67
Tabla 21	Reporte de salida RAQS con tercer modelo	69

Lista de figuras

Figura 1 Diagrama PEPSU de proceso de manejo de reclamos técnicos en centro de servicios Bayer.....	7
Figura 2 Fases principales de un estudio de simulación.....	14
Figura 3 Diagrama de flujo en carriles para el proceso de ingreso de reclamos técnicos riesgo I y II.....	35
Figura 4 Diagrama de flujo en carriles para el proceso de ingreso de reclamos técnicos riesgo III y IV.....	36
Figura 5 Diagrama de flujo en carriles para el proceso de ingreso de reclamos técnicos de usabilidad o riesgo V.	37
Figura 6 Gráfica del pronóstico con suavización exponencial para reclamos riesgo inicial I.....	49
Figura 7 Gráfica del pronóstico con suavización exponencial para reclamos riesgo II....	50
Figura 8 Gráfico del pronóstico con suavización exponencial para reclamo de riesgo III.	52
Figura 9 Gráfico del pronóstico con Box-Jenkins para reclamo de riesgo IV.....	53
Figura 10 Gráfica de pronóstico con suavización exponencial para reclamos de usabilidad	55
Figura 11 Diseño por célula de producción para manejo de reclamos de calidad.....	60
Figura 12 Datos de ingreso para modelo en RAQS.....	65

Lista de abreviaturas

ANSI (American National Standards Institute): Instituto Americano de Estándares Nacionales

AR (Arrival rate): tasa de llegada

ARIMA (Autoregressive integrated moving average): Media móvil integrado autorregresiva

CP (Critical proportion): proporción crítica

EDD (Earliest due date): Fecha de vencimiento más temprana

FDA (Food and drug administration): Administración de alimentos y medicamentos

FIFO (First in, first out): Primero en llegar y primero en salir

ILO (International Labour Office): Oficina Internacional del Trabajo

ISO (International organization for standardization): Organización internacional de normalización

LPT (Longest process time): Mayor tiempo de proceso

MAPE (Mean absolute percentage error): Error porcentual absoluto medio

MAD (Mean absolute deviation): Error porcentual absoluto medio

MSD (Mean square deviation): Desviación cuadrática media

PIB: Producto Interno bruto

PEPSU: Diagrama proveedores, entradas, proceso, salidas y usuarios

RAQS (Rapid analysis of queueing systems): Análisis rápido de sistemas de colas

SPT (Shortest processing time): El tiempo de procesamiento más corto

SCV (square coefficient of variation): Coeficiente de variación al cuadrado

TE: tiempo estándar

TN: tiempo normal

TO: tiempo observado



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

SEP Sistema de
Estudios de Posgrado

Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, Angélica Acuña González, con cédula de identidad 701800081, en mi condición de autor del TFG titulado:
Diseño del proceso productivo para el manejo de reclamos técnicos de productos en el Centro de Servicios Bayer
Costa Rica

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI NO *

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no solo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

1. CAPÍTULO I: El problema y su importancia

En este capítulo se hará una introducción al Centro de Servicios Bayer Costa Rica, el sector industrial y los productos que desarrolla, así como los procesos de negocios que este Centro facilita a filiales de Bayer en otros países como resultado de una estrategia empresarial global. Además, se expondrá el contexto específico y el problema encontrado en la administración del proceso productivo de manejo de reclamos técnicos de productos.

El Centro está ubicado en el régimen de zonas francas, en donde la prestación de servicios profesionales ha tenido un crecimiento constante, con una tasa promedio anual de 10% entre los años 2014 y 2018. Según la Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (2019) en el 2018, la contribución absoluta del Régimen como porcentaje del PIB, alcanzó los \$4 721 millones que representan el 8% del Producto Interno Bruto (PIB) del país, lo cual contribuyó a impulsar significativamente el desarrollo nacional.

Este crecimiento en la prestación de servicios se ha desarrollado como consecuencia de los altos estándares de calidad por los que es reconocido el país, gracias al nivel de escolaridad de la población y eficiencia de los procesos empresariales, los cuales han convertido a Costa Rica en una fuente de talento atractiva para las empresas multinacionales.

Este proyecto, enfocado en mejorar la eficiencia y conformidad de los servicios brindados en el Centro de Servicios Bayer Costa Rica, es de gran importancia, dada la posibilidad de mejorar el proceso de manejo de reclamos técnicos en este y otros centros de Bayer en donde se realiza esta misma operación. Con lo que se estaría apoyando la decisión de mantener al país como centro de operaciones de Bayer para dar soporte a las operaciones en el continente americano.

1.1 Problema

El nuevo departamento para el manejo de reclamos técnicos no tiene definido el proceso productivo de manejo de reclamos técnicos de productos. No obstante, se tiene planificado aumentar el volumen y complejidad de los reclamos técnicos recibidos y se busca una mayor estandarización y eficiencia en el manejo de estos.

1.2 Antecedentes

Bayer AG es una empresa de ciencias de la vida con más de 150 años de historia. Desde su comienzo en Alemania, ha llegado a convertirse en un grupo multi empresarial con presencia global, enfocado en las industrias de farmacéuticos, dispositivos médicos y agricultura.

Su estrategia global consiste en ampliar la cantidad de procesos comerciales que se realizan completamente en sus Centros de Servicios con sedes ubicadas en India, España, Costa Rica, Polonia, Filipinas y China. Estos Centros permiten atender las necesidades comerciales de la empresa en diferentes idiomas y tiempos horarios, así como impulsar un enfoque estandarizado para la gestión de procesos y transformación de negocios.

El Centro de Servicios Bayer Costa Rica comenzó operaciones en 2017, el mismo es una organización multifuncional de Bayer que da soporte a distintos países, principalmente de América. Se realizan una gran variedad de procesos de soporte, por ejemplo, se sirven las áreas de finanzas grupales, recursos humanos, pedidos de efectivo y adquisiciones. En el año 2019, el Centro pasó de tener 285 colaboradores a más 500 colaboradores, lo cual demuestra el potencial de crecimiento y la confianza que tiene la empresa en el país.

A raíz del éxito en el soporte brindado a los procesos empresariales anteriormente mencionados, la empresa decide hacer un proyecto muy ambicioso y desarrolla el plan para transferir a Costa Rica el proceso de manejo de reclamos técnicos de productos,

proveniente de los siguientes países: Canadá, Estados Unidos, Argentina, Chile, Uruguay, Paraguay, Bolivia, España y Portugal, para el año 2022.

Se han encontrado desafíos importantes en la transferencia e implementación de los procesos, debido a la rigurosidad que debe seguirse en el manejo de los reclamos de calidad, en comparación con otros servicios de soporte empresarial. Este departamento, es nuevo a nivel global en los Centros de Servicio, por lo que no hay referencias de otros países sobre el proceso productivo. Los procedimientos que se han creado al transferir el proceso están sujetos a cambios constantes, creando incertidumbre e indecisión entre los colaboradores durante las etapas iniciales de la transferencia del proceso, lo cual perdurará hasta que se alcance la consolidación del proceso, se incorporen los ajustes y se equilibre la curva de aprendizaje.

A octubre de 2020, se ha completado el traslado de esta función desde Argentina, Chile, Uruguay, Paraguay, Bolivia, España, Portugal y Canadá. Esta experiencia inicial ha permitido observar que los países tienen necesidades específicas, según su legislación local, esto ocasiona que se deban incorporar excepciones al proceso originalmente planteado por las oficinas centrales.

Los objetivos planteados para la administración del servicio incluyen los aspectos de eficiencia, conformidad, y desempeño del proceso. Eficiencia se refiere a procesar la mayor cantidad de reclamos con la menor cantidad de recursos. Conformidad es la medida en que el proceso permite cumplir con las legislaciones locales y globales, así como la calidad del proceso. Finalmente, el desempeño del proceso, que es el cumplimiento de los tiempos máximos establecidos para el ingreso y cierre de casos.

En la Tabla 1 se muestran los objetivos para la administración del servicio y los resultados esperados.

Tabla 1 Objetivos de gestión y resultados esperados.

Objetivos	Resultados esperados
Eficiencia	Procesar la mayor cantidad de reclamos con la menor cantidad de recursos
Conformidad	Porcentaje de 90% de casos ingresados sin errores.
Desempeño	Tiempos de ingreso y cierre de casos para riesgo inicial I y II de 1 día, para riesgo III y IV de 5 días.

Fuente: Elaboración propia.

Para enero de 2021, se proyecta el inicio del procesamiento de los casos provenientes de Estados Unidos, que es el mayor mercado de Bayer y fuente de reclamos técnicos a nivel global. A pesar de que este proceso cuenta con procedimientos operativos globales y guías de trabajo para los sistemas de información, el proyecto no contempló el diseño del proceso productivo de manejo de reclamos, medición de desempeño y mejoramiento de la eficiencia.

1.3 Justificación de la problemática

El proceso de manejo de reclamos técnicos de productos se diferencia de otros procesos de servicios comerciales en que debe de cumplir tanto con normas internacionales, como específicas de cada país, lo cual agrega complejidad al análisis y manejo de los casos. Esta situación ha provocado que se dificulte la estandarización del proceso a nivel global e inclusive entre países, como se tenía inicialmente planteado en el proyecto.

El manejo de reclamos dentro de los tiempos establecidos según la criticidad de cada caso por parte del Centro de Servicios es muy importante, con el fin de que Bayer pueda monitorear y asegurar la alta calidad y seguridad de sus productos. Toda la información recopilada en las investigaciones de calidad de los productos es analizada para poder

garantizar la seguridad de los dispositivos médicos y de los productos, así como poder gestionar en el debido tiempo el riesgo del consumidor.

El proceso que debe seguir un reclamo de calidad depende del riesgo potencial a la salud que el defecto reportado constituya para el consumidor, este riesgo debe ser analizado por el colaborador a cargo. Lo anterior hace necesario que la capacitación del personal en los productos y su uso correcto sea extensiva, de manera tal que, se defina de manera veraz y constante el riesgo a la salud. La complejidad de esta tarea aumenta al incluir productos de varias clasificaciones a saber farmacéuticos, médicos y de cuidado personal.

El manejo de reclamos técnicos es un servicio nuevo para el Centro de Servicios y actualmente, no se tienen establecidos parámetros de referencia de desempeño, ni tampoco mediciones de tiempo de los procesos para controlar la eficiencia del proceso. Actualmente, todos los tipos de casos se dividen entre los colaboradores sin hacer diferencias entre el grado de experiencia y escolaridad, siguiendo una priorización de primero en llegar, primero en salir.

La clasificación inicial de muchos de los reclamos y por ende del flujo de proceso por seguir depende del análisis técnico de la persona que recibe el caso. Los reclamos que expresan un alto riesgo para la salud del consumidor siguen una ruta con tiempo de ingreso y cierre más cortos y además se notifica a diferentes partes involucradas, incluyendo las instituciones de salud. Errores de comunicación, omisión de casos y apertura tardía pueden generar serias consecuencias para la reputación de Bayer y para la salud de sus consumidores, máxime si no se tienen controles claros de cómo evitar que esto ocurra.

Al finalizar el año 2020, se completó la transferencia del proceso de los países mencionados anteriormente, por lo que actualmente se cuenta con la experiencia del manejo de al menos 2500 reclamos técnicos entre 6 colaboradores. Por otra parte, para el año 2021, se espera recibir un volumen mucho mayor de casos, aproximadamente de 30 000 reclamos técnicos anuales y se tienen 15 colaboradores dedicados a este proceso.

Actualmente, no se tiene definido un diseño del proceso productivo del manejo de reclamos técnicos de productos, lo cual dificulta la planificación de la cantidad de personal necesario para cumplir con la demanda. Además, no existe medición de tiempos de proceso, estimación de capacidad actual ni pronósticos fiables de la demanda real del servicio, incluyendo la etapa de ingreso y la de cierre de casos.

Dadas las razones anteriormente expuestas, queda en evidencia, la necesidad de diseñar el proceso productivo para el manejo de reclamos técnicos de productos farmacéuticos y dispositivos médicos comercializados por la empresa Bayer, lo cual permitirá al departamento cumplir con los objetivos de gestión, especialmente dado el contexto actual, en el que se espera recibir al menos el doble de casos durante el siguiente año.

Este proyecto ofrece la oportunidad de consolidar al Centro de Servicios de Bayer Costa Rica con un enfoque mejorado, en eficiencia y eficacia en los procesos de apoyo empresarial, lo cual es clave para que la empresa conserve su competitividad global y su ventaja en los diferentes mercados de los cuales forma parte.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar el proceso productivo para el manejo de reclamos técnicos, recibidos en el Centro de Servicios Bayer Costa Rica, con el fin de cumplir con los objetivos de eficiencia, conformidad, y desempeño del proceso ante la creciente demanda.

1.4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el proceso de manejo de reclamos técnicos mediante el análisis de procesos y capacidad, estimación de tiempos de procesamiento de reclamos y pronósticos de demanda con el fin de evaluar los recursos disponibles.

- Diseñar el proceso productivo para el manejo de reclamos técnicos de productos, basado en cálculos de tiempos de proceso, capacidad y balanceo de línea con el fin de mejorar la eficiencia, conformidad y desempeño del manejo de reclamos.
- Usar teoría de colas para validar el proceso productivo propuesto.

1.5 Alcance de la investigación y sus limitaciones

Esta investigación se enfoca en buscar las mejores prácticas industriales actuales, con el fin de diseñar el proceso productivo de manejo de reclamos técnicos de productos en el Centro de Servicios Bayer Costa Rica. Este proceso consta de 7 actividades generales, de los cuales 6 son llevados a cabo por personal en Costa Rica.

Las etapas de inicio, cierre de caso, solicitud de información, manejo de muestra y respuesta al cliente son las que se realizaran en el Centro de Servicio. Únicamente, la etapa de investigación del reclamo se realiza en el sitio de fabricación del producto, como se muestra en la Figura 1.

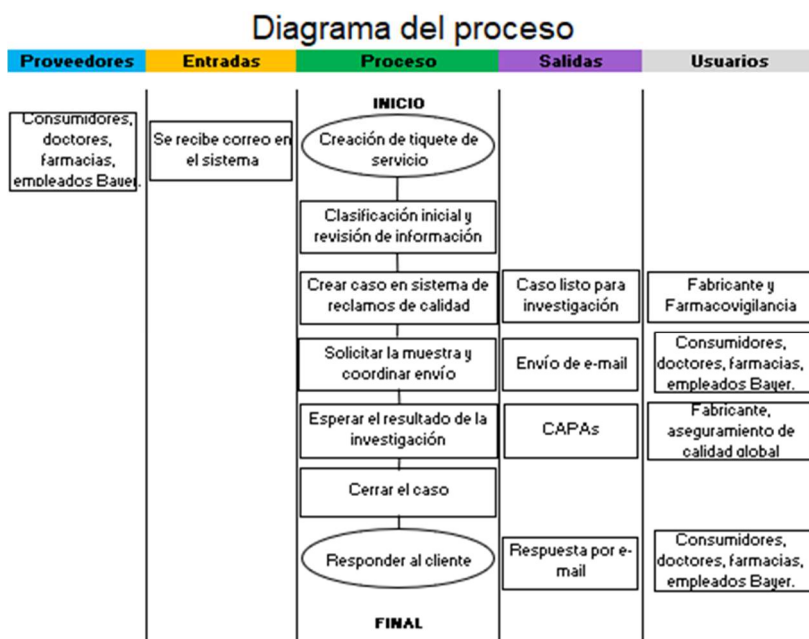


Figura 1 Diagrama PEPSU de proceso de manejo de reclamos técnicos en centro de servicios Bayer.

Fuente: Elaboración propia.

Al ser un departamento relacionado con la calidad de productos farmacéuticos y médicos, es necesario resaltar que todas las acciones deben estar debidamente documentadas, siguiendo las buenas prácticas de documentación, así como el sistema de manejo de calidad.

Las limitaciones encontradas al presente proyecto de investigación son:

- La disponibilidad de información sobre el diseño de procesos productivos en servicios es muy limitada, en comparación con la información sobre el diseño de procesos productivos en manufactura.
- No se puede comparar el nuevo proceso productivo a instalarse en Bayer Costa Rica con datos históricos de otros procesos y filiales, ya que es un proceso nuevo y especializado, que no se hacía en los Centro de Servicios.
- Se deben seguir los procedimientos operativos estándar globales en el manejo de reclamos técnicos y cualquier cambio será efectuado sólo con la aprobación del departamento de calidad global en Alemania.
- Hay poca información disponible sobre como manejan otras empresas los reclamos técnicos para realizar un estudio comparativo, ya que es un proceso confidencial y específico de cada empresa.

El hecho que el enfoque de la investigación se limite al proceso de manejo de reclamos de calidad en el Centro de Servicios Bayer facilita la consecución de los objetivos, tal como se explica más adelante en la metodología. No obstante, se observa que hay dificultades para desarrollar el proyecto debido a la falta de información relacionada con el diseño de procesos productivos en el área de servicios.

2. CAPÍTULO II: Marco teórico referencial

El capítulo de marco teórico se dividirá en dos secciones: la referencia conceptual y la referencia contextual. La primera parte abarca la referencia conceptual, donde se definirán los conceptos de relevancia para el estudio, con el fin de lograr un entendimiento en las secciones subsecuentes, donde se hará el desarrollo del proyecto de investigación aplicada.

La segunda parte, definirá una referencia contextual, la cual busca describir el ambiente actual, así como sus condiciones espaciales y temporales con respecto a la industria en que se desarrolla el presente trabajo de investigación aplicada.

2.1 Referencia conceptual

A continuación, se ampliará acerca de los conceptos más importantes por utilizar, para poder tener un marco de referencia común antes de desarrollar el capítulo de metodología de la investigación y diseño. En esta sección, se hará una descripción de los conceptos como: diseño de operaciones, diagramas de flujo o mapas de proceso, capacidad de procesos, demanda, tipos de pronósticos y simulación de procesos. Estas herramientas cuantitativas y cualitativas, además de la teoría de administración de operaciones, permitirán el desarrollo de los objetivos planteados en las diferentes etapas de diagnóstico, diseño y validación.

2.1.1 Sistema de administración de la calidad

De acuerdo con Evans y Lindsay (2008), un sistema de administración de la calidad debe de involucrar toda la empresa, en donde los problemas son solucionados en equipos de trabajo basado en herramientas y técnicas para la mejora continua. Además, la alta dirección debe enfocar los esfuerzos de mejora ligados con las metas estratégicas de la organización, monitoreando el impacto por medio de mediciones de desempeño clave.

2.1.2 Diagrama de flujo o mapa de proceso

El diagrama de flujo comprende todas las actividades que realiza una empresa desde el proveedor o inicio del proceso hasta el consumidor final. Según Munro, Ramu, & Zrymiak (2015), el objetivo de este diagrama es identificar los pasos separados de un proceso en orden secuencial, incluidos los materiales o servicios que entran y salen del proceso (entradas y salidas), decisiones que se deben tomar, personas y tiempo involucrado en cada paso y/o mediciones del proceso.

Para Evans & Lindsay (2008), los diagramas de flujo ayudan a todos los colaboradores a entender su función en un proceso, así como quiénes son sus proveedores y clientes. Adicionalmente, permiten determinar qué pasos del proceso es importante mantener y cuales se puede prescindir, se pueden formular las siguientes preguntas:

1. ¿Podría el cliente notar una pérdida de valor si este paso fuera eliminado?
2. ¿Podría el producto o servicio ser obviamente incompleto sin este paso?
3. Si fuera forzado a completar el producto o servicio en un caso de emergencia ¿es este paso tan importante como para saltarlo?
4. Si fuera dueño de un negocio y pudiera ahorrar saltándose este paso ¿lo incluiría?
5. Si este paso es una revisión o inspección, ¿es significativa la tasa de rechazos?

2.1.3 Pronósticos

Los pronósticos son un método que se utiliza ampliamente en el análisis de datos históricos para predecir valores de cualidades de importancia para el negocio o estudios tales como ventas, demanda, producción entre otras. El tipo de datos estadísticos que se recopilan de forma periódica ya sea, semanal, mensual, semestral o anual se le denomina series de tiempo.

Existen pronósticos cuantitativos y cualitativos, los pronósticos cualitativos, se basan en estimados y opiniones. Por otra parte, los cuantitativos, se basan en la idea de que es posible

utilizar información relacionada con la demanda pasada para predecir la demanda futura. Existen dos tipos de demanda dependiente e independiente, la dependiente es la demanda provocada por la solicitud de otro producto o servicio, por otra parte, la demanda independiente, no se deriva directamente de la demanda de otros productos (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009).

De los pronósticos cuantitativos, el más común es el análisis de series de tiempos. Los datos de una serie de tiempo se analizan, entre otros aspectos, según dos componentes básicos de variación, los cuales, multiplicados o en adición, contribuyen a los cambios observados en un período de tiempo y dan a la serie su aspecto errático.

Estos dos componentes son: tendencia y estacionalidad. La tendencia de una serie viene dada por el movimiento general a largo plazo de la serie, esta línea de tendencia muestra que algo aumenta o disminuye a un ritmo constante. El componente de la serie de tiempo que representa la variabilidad en los datos debida a influencias de las estaciones, se llama componente estacional (Unison, 2021).

2.1.3.1 Promedio móvil

Según Hanke & Wichern (2006) el pronóstico generado mediante este método se basa en hacer promedios de observaciones pasadas de una serie de tiempo. Conforme se tienen nuevas observaciones, se calcula una nueva media al sumar el valor más reciente y al eliminar el más antiguo. En un promedio móvil se asignan pesos iguales a cada observación. Se puede utilizar este procedimiento cuando los datos no tienen un componente de tendencia.

2.1.3.2 Suavización exponencial individual

Este método se basa en promediar los valores pasados de una serie otorgando ponderaciones decrecientes a las observaciones más antiguas. Esto quiere decir que la observación más próxima recibe el peso más grande, la siguiente observación recibe menos peso y así sucesivamente. Usualmente, el modelo es adecuado para datos que no tienen una

tendencia predecible ascendente o descendente, en este caso, se estima el nivel real de los datos, el cual se emplea luego como el pronóstico de valores futuros (Hanke & Wichern, 2006).

2.1.3.3 Suavización exponencial doble

Se suavizan los datos usando la fórmula de pronóstico de ARIMA óptimo (0,2,2) de un paso adelante. Este procedimiento puede funcionar adecuadamente cuando hay una tendencia, pero también puede servir como un método de suavización general. La suavización exponencial doble calcula las estimaciones dinámicas para dos componentes: nivel y tendencia (Hanke & Wichern, 2006)

2.1.3.4 Método de Winters

Suaviza los datos mediante la suavización exponencial de Holt-Winters, la cual anticipa una tendencia en una serie de tiempo, usando constantes de suavización. Se utiliza este procedimiento cuando hay tendencia y estacionalidad, siendo estos dos componentes o aditivos o multiplicativos. El método de Winters, calcula estimaciones dinámicas para tres componentes: nivel, tendencia y estacional (Hanke & Wichern, 2006)

Los datos de una serie de tiempo se deben analizar inicialmente para definir si presentan un componente estacional y de tendencia. Existen métodos de pronóstico que se ajustan mejor a los datos históricos y permiten hacer un pronóstico con menos error, si se consideran los componentes de la serie de tiempo, a la hora de elegir el método de pronóstico, como se muestra en la Tabla 2, a continuación:

Tabla 2 Comparación de los tipos de pronósticos

Tipos de pronósticos	Estacional	Tendencia	Cálculo
Promedio móvil	sí o no	No	Promedia las observaciones recientes y excluye las antiguas
Suavización exponencial simple	no	No	Ponderaciones decrecientes a las observaciones más antiguas
Suavización exponencial doble	no	Si	Ponderaciones decrecientes a las observaciones más antiguas
Método Winters	si	sí o no	Ponderaciones decrecientes a las observaciones más antiguas

Fuente: Elaboración propia.

Una vez seleccionado el mejor pronóstico para las características de la serie de tiempo, se deben de comparar los ajustes de los modelos y de los valores pronosticados de los diferentes modelos con los valores históricos, particularmente al final de las series.

Adicionalmente, están los estadísticos que permiten medir la exactitud del pronóstico y los cuales se usan para seleccionar el pronóstico que mejor se ajusta a la realidad, los 3 estadísticos más utilizados son: el error porcentual absoluto medio (Mean absolute percentage error por sus siglas en inglés-MAPE), La desviación absoluta de la media (MAD- Mean absolute deviation) y la desviación cuadrática media (Mean square deviation - MSD). Estos estadísticos se definen de la siguiente manera:

- El error porcentual absoluto medio: expresa la exactitud como un porcentaje del error. Debido a que el MAPE es un porcentaje, puede ser más fácil de entender que otros estadísticos de medición de exactitud. Por ejemplo, si el MAPE es 5, en promedio, el pronóstico está errado en un 5%
- La desviación absoluta de la media: expresa exactitud en las mismas unidades que los datos, lo que ayuda a conceptualizar la cantidad del error.

- La desviación cuadrática media: mide la exactitud de los valores ajustados de las series de tiempo. Los valores atípicos tienen mayor efecto en MSD que en MAD.

Valores más pequeños indican un mejor ajuste. Si un modelo individual no tiene los valores más bajos para las 3 medidas de exactitud, MAPE es generalmente la medición más recomendable.

2.1.4 Simulación de procesos

De acuerdo con Evans & Lindsay (2008), la simulación de procesos es un enfoque para crear un modelo lógico de un proceso real y experimentar con este a fin de obtener una perspectiva del comportamiento del proceso o evaluar el impacto de los cambios en las suposiciones o mejoras potenciales del mismo. La simulación se debe de usar cuando el proceso es muy complejo, comprende numerosos puntos de decisión o cuando el objetivo es optimizar el uso de los recursos para un proceso.

La metodología o las principales fases de un estudio de simulación son las siguientes: definir el problema, construir el modelo, especificar los valores de variables y parámetros, ejecutar la simulación, evaluar resultados, realizar la validación, y proponer un experimento nuevo, como se muestra en la Figura 2.



Figura 2 Fases principales de un estudio de simulación

Fuente (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009):

La revisión de conceptos anterior no es exhaustiva de todas las herramientas que se van a utilizar en el desarrollo de este proyecto de investigación, no obstante, ofrecen un marco de referencia inicial de entendimiento con el cual ampliar en la sección de referencia contextual.

2.2 Referencia contextual

El entorno empresarial cambiante, incluyendo un mayor acceso a medios de comunicación, a nivel mundial, como por ejemplo internet y redes sociales, además de los cambios en la cartera de los productos Bayer a nivel global (dispositivos médicos, productos farmacéuticos y biotecnológicos, etc.) llevando productos de consumo a masivo a grandes mercados como lo es Norteamérica, dio como resultado un aumento significativo en la complejidad y el número de reclamos técnicos de productos recibidos por la organización.

El manejo de reclamos técnicos para esta empresa es un proceso sujeto a regulaciones internacionales y locales. Los trabajos deben de ser debidamente documentados mediante un sistema de manejo de la calidad para garantizar que todos los reclamos sean investigados debidamente y que, los consumidores puedan tener plena confianza en la calidad y seguridad de los productos. Al convertirse el manejo de reclamos en un proceso necesario para todas las empresas, se crean normas internacionales que describen las mejores prácticas empresariales para el procesamiento de casos y comunicación con el cliente, lo que permite la mejora continua de las organizaciones y productos.

El Centro de Servicios de Bayer se enfoca en aumentar la eficiencia de los procesos que se llevan a cabo, por este motivo, es que se propone realizar un diseño del proceso productivo de manejo de reclamos de calidad, lo cual incluye las actividades de caracterización del proceso, diseño del proceso productivo y cálculo de la capacidad del servicio con el fin de mejorar la eficiencia del proceso.

2.2.1 Regulaciones internacionales aplicables al manejo de reclamos

Según el Departamento de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos o FDA-Food and Drugs Administration por sus siglas en inglés, en el capítulo de buenas prácticas de manufactura para farmacéuticos-Sección 211 (2019), las empresas deben tener procedimientos que describan el manejo de los reclamos escritos y orales sobre cualquier fármaco, desde el ingreso hasta el cierre de la investigación. El registro escrito debe contar con la siguiente información, si se conoce: nombre y dosis del producto, número de lote, nombre del reclamante, descripción del reclamo y respuesta al reclamante.

Para cada reclamo, debe de quedar registro de la investigación acerca del potencial defecto reportado, el resultado y seguimiento y, en caso de no realizarse una investigación, debe quedar debidamente documentado el razonamiento.

Bayer define un reclamo técnico de producto, como cualquier reporte recibido (comunicación escrita, electrónica o verbal), sobre un posible o presunto fallo de un producto en su calidad (incluida la identidad, durabilidad, fiabilidad, seguridad, eficacia o rendimiento), o una sospecha de falsificación que puede o no representar un riesgo potencial para el paciente, cliente, usuario o entorno.

El manejo y reporte de reclamos técnicos de productos por parte de Bayer en el Centro de Servicios Costa Rica, debe de estar en completa conformidad con la regulación anteriormente descrita y con las regulaciones del ente de salud de cada país de donde se reciban los reclamos.

2.2.2 Sistema de administración de la calidad

El proceso de manejo de reclamos técnicos en los Centros de Servicio Bayer cuenta con un sistema de manejo de calidad, el cual define los requerimientos y procesos para asegurar la entrega de productos de alta calidad, seguros y efectivos, así como servicios en completo cumplimiento con las regulaciones externas de buenas prácticas de manufactura, buenas

prácticas de distribución y el sistema de manejo de la calidad. Este sistema indica la obligación de diseñar e implementar elementos claves como la administración del ciclo de vida de la documentación, capacitaciones, auditorías internas, descripción de puestos de trabajo, validaciones, administración de cambios y desviaciones.

2.2.3 Normativa ISO10002:2018

La ISO (2018) International Organization for Standardization por sus siglas en inglés u Organización Internacional de Estandarización, proporciona una directriz para orientar a las organizaciones para diseñar, desarrollar, implementar, mantener y mejorar un proceso de tratamiento de las quejas eficaz y eficiente para todo tipo de actividades comerciales o no comerciales, incluyendo las relacionadas con el comercio electrónico

En la norma ISO10002:2018 Gestión de la calidad, satisfacción del cliente y directrices para el tratamiento de las quejas en las organizaciones, se recomiendan varios criterios de medición de desempeño, análisis de datos y satisfacción del cliente entre otros, con el propósito de beneficiar a la organización y a sus clientes, reclamantes y otras partes interesadas.

Como parte de las acciones para planificar, diseñar, desarrollar, operar, mantener y mejorar un proceso de manejo de reclamos según ISO (2018), la organización debería considerar su contexto mediante:

- Identificar y actuar sobre problemas externos e internos, los cuales son relevantes para la organización y afectan su habilidad para alcanzar sus objetivos.
- Identificar las partes que son importantes para el proceso de manejo de reclamos y actuar sobre las necesidades y expectativas más importantes de estas partes.
- Identificar el alcance del proceso de manejo de reclamos, incluyendo la aplicabilidad.

El sistema propuesto por ISO abarca los siguientes componentes: contexto empresarial, planificación, diseño y desarrollo, operación del proceso de manejo de reclamos, mantenimiento y mejoramiento del proceso.

2.2.4 Procesos productivos

En las últimas décadas se ha visto un cambio en el mundo en donde las empresas que generan más ganancias son las basadas en servicios y no en manufactura. De acuerdo con Stewarty O'Connell (2016), las economías más avanzadas se enfocan en actividades relacionadas con servicios y los productos se hacen más atractivos al incluir servicios asociados.

Por la razón anteriormente expuesta y por el aumento en la digitalización y el acceso a internet en la mayoría de las naciones, se ha dado un énfasis en mejorar la calidad de los servicios. Para lo cual, inicialmente se utilizaron las herramientas ya probadas en manufactura y se fueron adaptando a las necesidades y las particularidades de la operación de servicios.

Según Leavy (2017) las tres principales diferencias entre el diseño de productos y servicios son: primero, en servicios, el consumidor o cliente es casi siempre un participante activo del servicio. Segundo, se debe de anticipar múltiples puntos de contacto en un periodo de tiempo extendido y, tercero, se analiza desde el punto de vista de que el cliente compra una experiencia y no un servicio.

El propósito de diseñar un servicio según Stewart y O'Connell (2016), es hacer que el mismo tenga confiabilidad, escalabilidad y previsibilidad, para que siempre cumpla con las expectativas de los clientes. Estos autores mencionan que, el auge en diseño de servicios se dio a raíz de la necesidad de las empresas, principalmente en el área de servicios de salud a encontrar mejores soluciones a sus problemas de planeación y operación, y obtuvieron mejores resultados con las metodologías de diseño de productos.

2.2.5 Diseño de operaciones

De acuerdo con Cortés y Onieva (2011), el diseño de operaciones es el proceso de toma de decisiones que existe, tanto en los sistemas de producción, como en entornos de servicios logísticos de diversa índole. Generalmente, este concepto se asociaba con entornos productivos de fabricación, en donde se trabaja con máquinas y productos, no obstante, el mismo concepto puede ser usado para servicios como transporte, educación y servicios en general, en donde la unidad producida se refiere a la ejecución de un proceso.

Con el fin de optimizar el uso de recursos y no sobrepasar la capacidad disponible a la vez que se cumple con las fechas de entrega, las empresas realizan el diseño de sus operaciones, lo cual, según Zamora, Guzman y Cordero (2019) se define como determinar las operaciones que se van a efectuar sobre cada uno de los pedidos y en cada centro de trabajo. Por lo tanto, una programación es una asignación de actividades, recursos o servicios en el tiempo a corto o largo plazo.

Para alcanzar el objetivo descrito anteriormente, Cuatrecasa (2012) recomienda realizar en primer lugar la asignación de los pedidos a cada centro de trabajo, indicando las operaciones para realizar en cada uno de ellos. Y, en segundo lugar, la secuenciación de los pedidos, que define el orden de paso de los pedidos en los diferentes centros de trabajo para cumplir con las fechas de entrega con la menor cantidad de recursos e inventarios.

Como parte de la administración y control de operaciones, se define que se debe de iniciar un control de desempeño del trabajo programado o despacho de los pedidos. Y, finalmente, controlar las actividades de producción, lo cual involucra la revisión del estado y control del progreso de los pedidos conforme se trabajan y la expedición de pedidos retrasados y los más importantes.

Según Chase, Jacobs y Aquilano (2009), los sistemas de programación se pueden definir según el tipo de carga, de programación hacia atrás o hacia adelante en el tiempo y, el tipo de proceso como se describe a continuación:

- a. Tipo de carga finita o infinita: está relacionado con la capacidad que se considerará en el sistema de programación. Cuando se hace enfoque en carga finita, se programa al detalle todo recurso en los tiempos de preparación y corrida para cada pedido. En contrario con carga infinita, el trabajo se asigna según lo que se necesite al paso del tiempo, no se hace detalle si hay capacidad suficiente.
- b. Tipo de programación: describe si la programación se hace hacia atrás o adelante en el tiempo y existen dos tipos:
 - a. Programación progresiva: el sistema toma un pedido y programa todas las operaciones que hay q completar en el tiempo hasta la fecha de entrega.
 - b. Programación en retroceso: comienza en un plazo futuro y se programan las operaciones requeridas en sentido inverso, indicando la fecha de inicio para poder cumplir con la entrega.
- c. Tipo de proceso: antes de realizar la programación, se debe decidir si se va a programar máquinas o mano de obra y cuál es la limitante del proceso, ya que lo común es que los procesos estén limitados por la una o por la otra.

2.2.6 Tipos de procesos productivos en manufactura

De acuerdo con Cuatrecasas (2012), el tipo de producción que se lleva a cabo en un sistema productivo es el que nos indicará la forma de programar. Existen los siguientes tipos de producción:

1. Unidades: producción de un único elemento o en flujo de una pieza
2. Lote: producción de un número finito de elementos con caracterizaciones
3. Serie: producción de un número indefinido de elementos homogéneos
4. Proceso: producto que fluye de forma continua (producción en flujo continuo)

Los tipos de procesos productivos en manufactura según Zamora, Guzman y Cordero (2019) se detallan a continuación:

- a. Producción tipo taller: este tipo de producción se caracteriza por tener lotes pequeños de productos muy heterogéneos, con diferentes secuencias de paso por las distintas máquinas. El diseño del proceso productivo se basa en

los requerimientos de los clientes, y no siguen flujos lineales de operación ni estandarizan los bienes que fabrican.

- b. Producción por lotes: se determinan los momentos de inicio y finalización de las distintas operaciones de cada centro.
- c. Producción de flujo continuo: se utiliza cuando se tienen grandes lotes de un reducido número de artículos homogéneos que siguen el mismo proceso. Este sistema se caracteriza por fabricar millones de productos de formar continua, y se diferencia de cualquier otro, porque nunca para.
- d. Células de producción: en este tipo de producción, los equipos y los colaboradores están organizados para facilitar la fabricación de lotes pequeños con variaciones significativas, en un flujo continuo de producción. Una característica importante es la flexibilidad y/o habilidad de adaptarse de acuerdo con los requisitos del cliente (Tiwari, 2021).

2.2.7 Tipos de procesos productivos en servicios

Según Barral (2020) los tipos de procesos productivos en servicios se dividen en tres tipos: servicios profesionales, tiendas de servicios y servicios en masa. La caracterización del proceso se hace con base en la variedad del servicio, lo que quiere decir el grado de especificación y el bajo volumen de trabajo, en el extremo opuesto están los servicios con poca variedad y elevado volumen. A continuación, el detalle de los tipos de servicios:

- a. Servicios profesionales: es un servicio único, adaptado al cliente y se basa en personal altamente calificado. El grado de contacto es elevado y se dedica mucho tiempo al proceso.
- b. Servicio de tienda: el nivel de estandarización del proceso es medio, el grado de contacto con el cliente es escaso y se efectúa un gran número de transacciones. El servicio se basa en personal calificado e inversiones en equipo.
- c. Servicio en masa: el servicio es estandarizado, el grado de contacto es escaso y se efectúan un gran número de transacciones. El servicio se basa en personal poco calificado, con alta división de tareas, así como en inversiones en equipo.

2.2.8 Secuenciación de los trabajos

El siguiente paso en el diseño del proceso productivo de operaciones, es el de determinar la producción al definir a que centro de trabajo va un pedido, este proceso se llama secuenciación o secuenciación por prioridades, mediante las reglas de prioridad de trabajos. De acuerdo con Cortés y Onieva (2011), son sencillas reglas heurísticas que definen una función de prioridad que indica que trabajo será el siguiente en procesarse. Algunas de estas reglas son las siguientes:

- Primero en entrar, primero en salir o FIFO- First in, first out por sus siglas en inglés: los pedidos se ejecutan en el orden en el que entran.
- Tiempo de procesamiento más breve o SPT-Shortest processing time por sus siglas en inglés: se define como el orden creciente de la suma de los tiempos de procesado.
- Fecha de entrega más próxima o EDD-Earliest due date por sus siglas en inglés: orden creciente de las fechas de entrega.
- Tiempo más largo de proceso o LPT-Longest process time por sus siglas en inglés: orden decreciente de la suma de los tiempos de proceso.
- Proporción crítica o CP-Critical proportion, por sus siglas en inglés: se calcula como la diferencia entre la fecha de vencimiento y la fecha actual, dividida entre el número de días hábiles que quedan. Se ejecutan primero los pedidos con la menor CP.

2.2.9 Estimación de tiempos de actividades

Según Niebel (2009), el establecimiento de estándares de tiempo de trabajo es un paso en el proceso de desarrollar un centro de trabajo eficiente. El estudio de tiempos o de medición de trabajo tiene como objetivo determinar el tiempo que se debe tomar para realizar un trabajo, lo cual representa un estándar de producción justo, por lo tanto, el tiempo definido debe incluir los suplementos u holguras por fatiga y por retrasos personales e inevitables.

El tiempo estándar se calcula multiplicando el tiempo observado, por la valoración del trabajo, en relación con el desempeño o paso estándar, mismo que se define como el nivel de desempeño que logra un operario calificado, que trabaja en las condiciones acostumbradas a un ritmo ni muy rápido ni muy lento, pero representativo de uno que se puede mantener durante toda una jornada (Niebel, 2009). Por lo tanto, se puede utilizar la siguiente fórmula que debe ser aplicada a cada muestra recolectada del estudio de tiempos:

$$TN = TO \times C/100$$

TN= tiempo normal

TO= tiempo observado

C= calificación

Debido a que el tiempo normal no incluye demoras inevitables por necesidades personales, tales como fatiga básica, así como algunos otros tiempos perdidos legítimos. Al cálculo de tiempo normal se le añade una holgura constante definida para el trabajo en específico, lo cual da como resultado el tiempo estándar.

La aplicación de la holgura se realizó de la siguiente manera:

$$TE = TN \times (1 + \text{holgura})$$

TE= tiempo estándar

TN= tiempo normal

Holgura= porcentaje de tiempo adicional

Según Mac Donald et al (2013), se planeó la producción de un departamento de radiología basado en herramientas de manufactura. Para este estudio se realizó una estimación de los tiempos de todas las tareas realizadas por puesto de trabajo, incluyendo las tareas propias de reporte de casos, para lo cual se extrajo el tiempo promedio del sistema con los equipos utilizados. Pero también se incluyeron todas las actividades no relacionadas con el reporte en sí, como lo son entrenamientos, reuniones, discusiones informales de casos, entre otras.

Para este tipo de actividades se estimó el tiempo promedio mediante una combinación de observación y consenso entre el personal.

2.2.9.1 Cálculo del tamaño de la muestra

De acuerdo con Gutiérrez y de la vara (2008), la distribución T-Student sirve para hacer inferencias sobre las medias de la población. Para calcular el tamaño de muestra necesario se utilizó la siguiente fórmula, la cual depende del nivel de confianza deseado en el cálculo y el error permitido:

$$n = \left(\frac{ts}{k} \right)^2$$

n= tamaño de la muestra

t = puntos porcentuales de la distribución T-Student, según el nivel de confianza

s = desviación estándar muestral

k= error permitido

2.2.10 Planeación de la capacidad en los servicios

Según Munro, Ramu & Zrymiak (2015) la capacidad es una medición que describe que tan bien un proceso puede alcanzar un objetivo dado. Entre más alto sea el resultado, más capaz será el proceso de alcanzar las necesidades del cliente. La planeación de la capacidad en los servicios se diferencia con la planeación en manufactura, en la influencia que tienen los factores de tiempo, ubicación y volatilidad de la demanda. En cuanto a tiempo, a diferencia de los bienes, los servicios no se pueden guardar para usarlos más adelante, por lo tanto debe haber capacidad para brindar el servicio en el momento en que se necesita.

Por otra parte, la mayor diferencia se encuentra en la volatilidad de la demanda, la cual es mucho mayor en servicios que en manufactura debido a la razón expuesta anteriormente sobre el factor de tiempo y, aunado a esto, la participación que tiene el cliente en el servicio, el cual puede modificar el mismo y/o crear diferente número de transacciones.

Según Chase, Jacobs y Aquilano (2009), en la zona crítica de utilización del servicio, que es entre 70% y 100% de utilización, los clientes reciben el servicio, pero la calidad del servicio disminuye. Por esta razón, el punto recomendable para operar un servicio cuando se tiene un grado de incertidumbre considerable, cerca del 70% de la capacidad máxima, con el fin de poder entregar un servicio de calidad y no sobrecargar al equipo administrativo.

La planeación de los niveles de capacidad debe de tomar en cuenta la relación diaria entre la utilización del proceso y la calidad de este. Se debe de calcular un índice óptimo de utilización, que es específico de la industria en que se desarrolla el servicio. Por lo tanto, los procesos con demanda relativamente previsible como el correo o transporte pueden planear sus operaciones a un nivel de utilización mucho más próximo a 100%, sin comprometer la calidad del servicio.

Los principios de análisis de procesos y diseño de operaciones permiten controlar la producción y los gastos operativos al analizar el sistema y encontrar la manera más conveniente de producir de acuerdo con las características del producto, la demanda y los recursos disponibles. Con este enfoque, se busca diagnosticar adecuadamente los problemas y crear procedimientos de solución, que permitan planear la producción, calcular la capacidad y poder cumplir con el procesamiento de reclamos de manera eficiente.

De la revisión contextual expuesta anteriormente, podemos concluir que el diseño de procesos productivos y el uso de herramientas de ingeniería industrial para mejorar la eficiencia en el área de servicios, es un terreno incipiente dentro de la administración de operaciones y por ende constituye un reto. No obstante, se demuestra que, al aplicar estos principios, se pueden obtener servicios más estables y eficientes.

3. CAPÍTULO III: Metodología de la investigación

El capítulo de metodología de la investigación comprende tres secciones: una descripción del tipo de investigación con el que se desarrollará el proyecto de investigación aplicada, la definición de los elementos de estudio y el diseño metodológico del plan de trabajo.

3.1 Tipo de investigación

Este proyecto pretende diseñar el proceso productivo de manejo de reclamos técnicos en el Centro de Servicios Bayer Costa Rica. El enfoque de la investigación que se va a realizar es de tipo mixta, ya que se van a utilizar los tipos de investigación cuantitativa y cualitativa.

La etapa de diagnóstico se basará en el estudio de aspectos cualitativos como el análisis de procesos, caracterización de los tipos de reclamos, principios de diseño de operaciones y procesos productivos en servicios. Y en fases posteriores, se hará uso de herramientas cuantitativas para proponer un diseño del proceso productivo, basado en el cálculo de capacidad del proceso, tiempos de procesamiento y balance de línea. Por lo tanto, la etapa de diseño y validación utilizará la medición de variables y estadística, para encontrar una solución basada en el análisis de los datos de forma objetiva.

Además, el tipo de investigación será secuencial y explicativa, lo que quiere decir que cada etapa u objetivo precede al siguiente de manera explicativa y lógica como se verá en más detalle en la siguiente sección.

3.2 Definición de los elementos de estudio

La definición de los elementos de estudio corresponde a los objetivos específicos planteados en el primer capítulo y su desarrollo durante el proyecto. Los elementos de estudio de este proyecto de graduación se muestran a continuación:

- Caracterizar el proceso de manejo de reclamos técnicos mediante el análisis de procesos y capacidad, estimación de tiempos de procesamiento de reclamos y pronósticos de demanda con el fin de evaluar los recursos disponibles.
- Diseñar el proceso productivo para el manejo de reclamos técnicos de productos, basado en cálculos de tiempos de proceso, capacidad y balanceo de línea con el fin de mejorar la eficiencia, conformidad y desempeño del manejo de reclamos.
- Usar teoría de colas para validar el proceso productivo propuesto.

3.3 Diseño metodológico

El diseño metodológico consiste en definir las actividades que se van a realizar como parte de cada objetivo, así como las herramientas a utilizar y los resultados esperados para cada actividad. La planificación de estas actividades y cómo realizarlas, proveen una estructura definida y secuencial para el cumplimiento de los objetivos de diagnóstico, diseño y validación.

En la Tabla 3, se presentan las actividades que se realizarán, la definición de los objetos de estudio, el área que se desea desarrollar y los resultados esperados para poder conseguir los objetivos anteriormente planteados.

Para cumplir con el objetivo de diagnóstico, se requiere hacer un análisis estructurado de la información recolectada, haciendo uso de herramientas de investigación de tipo cualitativo de ingeniería industrial, como lo es la caracterización y análisis de procesos, adicionalmente se propone realizar otros métodos cuantitativos como pronósticos de demanda, estimación de tiempos y análisis de capacidad con el objetivo de poder caracterizar el proceso de manejo de reclamos técnicos en su estado actual.

Seguidamente, como parte del objetivo de diseño se hará uso de las referencias acerca de administración de operaciones, capacidad de procesos y utilización óptima, diseño de

procesos productivos, secuenciación y programación con el fin de analizar la información recolectada en la etapa anterior acerca del proceso y proponer el proceso productivo del manejo de reclamos técnicos.

Finalmente, para validar el proceso productivo propuesto para el manejo de reclamos técnicos, se hará un modelo del proceso, que permita análisis y cambios en las variables, con el propósito de comprobar la validez de la propuesta.

Al concluir las actividades expuestas se espera que el proceso productivo planteado para el manejo de reclamos técnicos cumpla con los objetivos del proyecto de investigación de mejorar la eficiencia, conformidad y desempeño del proceso de manejo de reclamos.

Tabla 3 Resumen del diseño metodológico

Objetivo	Actividades	Herramientas	Resultado esperado
Caracterizar el proceso de manejo de reclamos técnicos	Establecer los requerimientos de procesamiento para tipo de reclamo	Análisis comparativo	Definición de los tipos de reclamos y requerimientos de procesamiento.
	Definir el proceso actual para cada tipo de reclamo.	Diagrama de flujo para cada tipo de reclamo.	Diagrama de flujo del proceso de manejo de reclamos técnicos por tipo de reclamo.
	Estimar el tiempo de procesamiento de reclamos por tipo	Cálculo de muestras, medición de tiempos, tiempos estándar	Estimación de tiempos estándar por tipo de reclamo
	Pronosticar la demanda de reclamos	Gráficas de series de tiempos, Análisis de tendencia y estacionalidad, Pronósticos	Pronóstico de demanda por tipo de reclamo.
Diseño del proceso productivo	Calcular la capacidad de manejo de reclamos	Estimación de la capacidad actual, utilización	Análisis de la capacidad y utilización actual del proceso
	Diseñar el proceso productivo del servicio de manejo de reclamos técnicos.	Diseño del proceso productivo de servicios	Diseño del proceso productivo de manejo de reclamos técnicos.
Validación del proceso productivo	Usar teoría de colas para validar el diseño el proceso productivo propuesto.	Teoría de colas, estudio escenarios del modelo propuesto	Validación del proceso productivo propuesto para el manejo de reclamos técnicos.

Fuente: Elaboración propia.

4. CAPÍTULO IV: Resultados y discusión

En este capítulo se detallan las actividades realizadas para el cumplimiento de los tres objetivos propuestos, comenzando por la caracterización de los tipos de reclamo, y requerimientos de procesamiento, lo cual permitió comprender el proceso de manejo de reclamos de calidad. Seguidamente, se definieron los pasos que conforman el proceso, mediante la diagramación del flujo de trabajo, es decir los pasos que se siguen para cada tipo de reclamo y, se realizó un análisis de la variabilidad y volumen por cada tipo de reclamo.

A partir del análisis anterior se dividieron los reclamos técnicos en diferentes categorías, lo cual permitió hacer los estudios siguientes de pronósticos y medición de tiempos de trabajo. Finalmente, mediante un estudio de los datos históricos de los últimos 3 años, se hicieron pronósticos para cada tipo de reclamo con el objetivo de diseñar un proceso productivo que cumpla con la capacidad necesaria.

Las actividades que forman parte del objetivo de diseño incluyen el cálculo de la capacidad de manejo de reclamos actual, para lo cual se realizó la medición del tiempo productivo para el manejo de reclamos, la cantidad de recursos totales disponibles y el tiempo de procesamiento por caso.

Con base en la información cualitativa y cuantitativa recopilada sobre el proceso de manejo de reclamos de calidad, se realizó el diseño del proceso productivo de manejo de reclamos de calidad. Posteriormente, el diseño propuesto fue probado mediante un modelo del proceso productivo del manejo de reclamos de calidad, finalizando con una validación del modelo propuesto.

4.1 Tipos de reclamos técnicos y requerimientos de procesamiento.

Un reclamo técnico o de calidad se define por Bayer como cualquier informe recibido (comunicación escrita, electrónica o verbal) sobre un falla potencial o alegada de un producto en su calidad (incluyendo la identidad, durabilidad, confiabilidad, seguridad,

eficacia o desempeño) o una sospecha falsificación que puede o no representar un riesgo potencial para el paciente, cliente, usuario o entorno. De ahora en adelante se usará reclamo técnico o de calidad como sinónimos.

Para estudiar los reclamos técnicos recibidos en el Centro de Servicios, se definieron varias características cualitativas como el riesgo potencial a la salud que implica el defecto reportado, la complejidad del flujo de procesamiento del reclamo y el tipo de producto. Estas características permitieron dividirlos en 5 grupos para facilitar su estudio, a saber: reclamos técnicos riesgo I, II, III, IV y riesgo V o reclamos de usabilidad. Las características mencionadas se pueden ver en la Tabla 4.

La complejidad del procesamiento de los reclamos se dividió en alta, media y baja, según el análisis que el colaborador debe hacer del riesgo potencial a la salud del consumidor debido al tipo de producto (los dispositivos médicos tienen mayor riesgo a la salud), el evento adverso y/o defecto reportado en el caso. Entre los tipos de reclamos, los de riesgo I y II, son más complejos que los de riesgo III y IV, siendo los reclamos de usabilidad o riesgo V los menos complejos, debido a que se reportan errores de usuario y problemas de satisfacción con el producto.

Finalmente, los reclamos de riesgo I, II, III y IV requieren de una tarea adicional al ingreso del caso que es el cierre del caso, el cual consiste en verificar que se realizó la investigación adecuadamente y que se tienen todos los elementos para concluir sobre el defecto reportado. En el caso de los reclamos de usabilidad o riesgo V, estos se ingresan al sistema y se cierra el caso, no hay más tareas posteriores.

Tabla 4 Caracterización de los tipos de reclamos técnicos

Reclamos técnicos riesgo	Complejidad procesamiento	Tipo de producto	Actividad cierre del caso
I	Alta: muerte o riesgo a la vida del consumidor	Drogas y dispositivos médicos	Sí
II	Alta: riesgo a la vida del consumidor	Drogas y dispositivos médicos	Sí
III	Media: Evento adverso de menor riesgo	Drogas y dispositivos médicos	Sí
IV	Media: Evento adverso de menor riesgo	Drogas y dispositivos médicos	Sí
V	Baja: Error de usuario y satisfacción	Dispositivos médicos	No

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5, se muestran los 5 riesgos de reclamos y los diferentes pasos para su procesamiento. También, podemos ver de manera general como el reclamo de usabilidad es más sencillo en cuanto al procesamiento y análisis, debido que hay una serie de pasos que se utilizan para resolver los otros reclamos que no aplican a los reclamos de usabilidad.

En el extremo opuesto, se encuentran los reclamos técnicos riesgo I y II, los cuales cuentan con la mayor cantidad de pasos para el procesamiento incluyendo acciones más complejas como la escalación del caso al encargado de calidad y la recuperación de la muestra.

Tabla 5 Tipos de reclamos técnicos y requerimientos de procesamiento

Requerimientos de procesamiento	Reclamo técnico riesgo				
	I	II	III	IV	V
Evento adverso relacionado	X	X	X	X	
Definir el defecto del producto	X	X	X	X	
Búsqueda para evitar duplicados	X	X	X	X	
Días para el ingreso	1	1	5	5	30
Solicitar fotos o muestra	X	X	X	X	
Adjuntar documentación	X	X	X	X	X
Enviar correo de escalación	X	X			
Se puede cerrar sin investigación			X	X	X
Actualizar caso	X	X	X	X	
Días para el cierre	1	1	5	5	5
Procedimientos aplicables	7	7	7	7	5

Fuente: Elaboración propia.

El análisis comparativo de las características y de los requerimientos de procesamiento permitió dar una idea general de los aspectos críticos que componen cada reclamo, como lo es la complejidad del análisis y actividades por parte del colaborador. Esta complejidad se tomó en cuenta posteriormente en el diseño del proceso productivo, ya que se relacionó con la capacidad analítica del colaborador para procesarlo, basado en su experiencia y conocimiento técnico.

4.2 Diagrama de flujo para el procesamiento de los reclamos técnicos

Se realizaron diagramas de flujo del proceso en carriles para mostrar las tareas y el departamento responsable de ejecutarlas. Para denotar el proceso se usó la simbología estandarizada del método ANSI (American National Standards Institute por sus siglas en inglés). Como primer paso, se estableció el paso a paso de cada tipo de reclamo, en los diagramas de la Figura 3, 4 y 5 se pudo observar el inicio y final de cada proceso (figura redonda), los puntos de decisión (figura rombo) y las acciones a tomar (figura cuadrada) para cada alternativa de procesamiento de acuerdo con el tipo de reclamo (ANSI, 2022).

En la Figura 3, se muestra el proceso de procesamiento de reclamos técnicos riesgo I y II, estos dos tipos de casos presentan los mismos pasos para su procesamiento, siendo la diferencia entre ellos el mayor riesgo a la salud de los reclamos tipo I comparado con los reclamos tipo II.

El proceso inicia cuando el Centro de atención al cliente recibe el reclamo en forma de correo electrónico o llamada por parte de los consumidores, doctores o farmacias. Seguidamente, el caso es reenviado al Centro de Servicios de Costa Rica con toda la documentación de apoyo para su procesamiento, aquí se muestran las tareas y los puntos de decisión para el procesamiento del caso, como por ejemplo las actividades de coordinar la solicitud y envío de la muestra (se solicita al Centro de llamadas), y hacer la escalación del caso a los encargados de calidad del país, los cuales a su vez deben de informar a la autoridad sanitaria del país, para tomar las acciones correspondientes según cada caso.

Adicionalmente, se muestra el departamento de Calidad de la fábrica, que es el encargado de realizar la investigación de los reclamos de calidad que cuenten con toda la información mínima requerida.

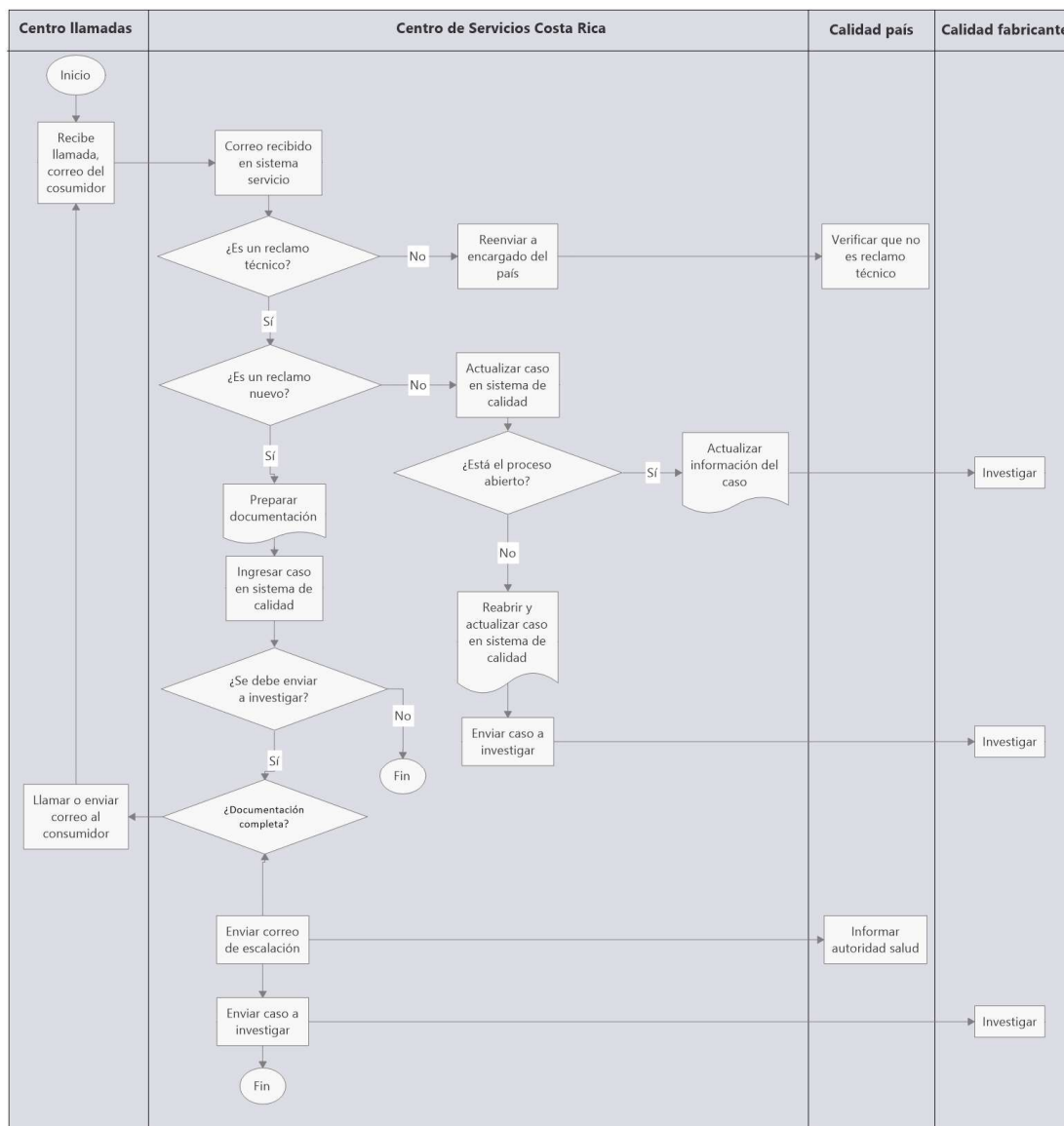


Figura 3 Diagrama de flujo en carriles para el proceso de ingreso de reclamos técnicos riesgo I y II

Fuente: Elaboración propia

El diagrama de flujo en carriles para los casos de riesgo III y IV se muestra en la Figura 4. Estos dos tipos de caso presentan los mismos pasos para su procesamiento, siendo la diferencia entre ellos el mayor riesgo a la salud de los reclamos tipo III sobre los reclamos tipo IV. En este tipo de reclamo, se destaca el hecho de que no es necesario la escalación de los casos al encargado de país.

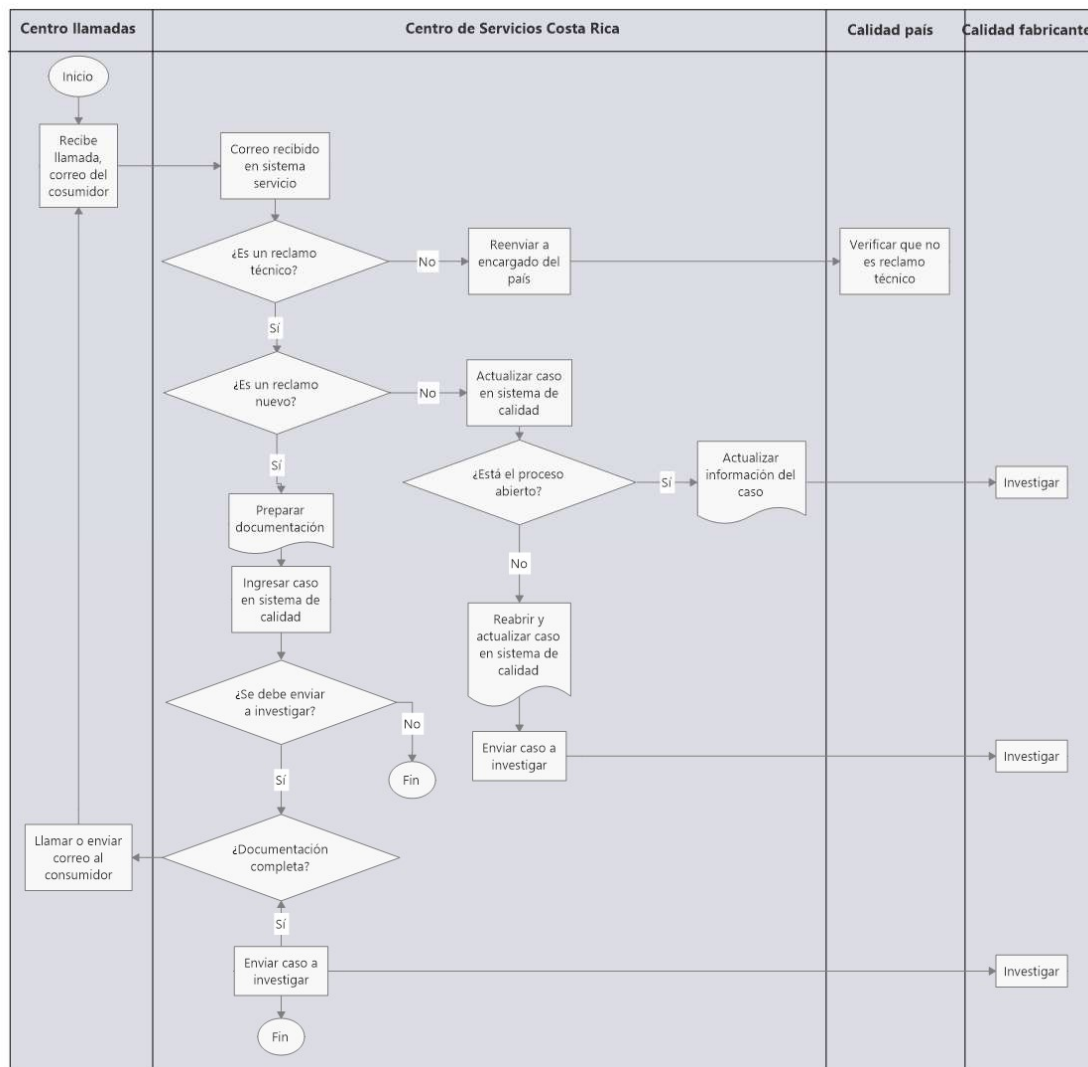


Figura 4 Diagrama de flujo en carriles para el proceso de ingreso de reclamos técnicos riesgo III y IV

Fuente: Elaboración propia

El procesamiento de los reclamos técnicos de usabilidad presenta mayor estandarización ya que existe un documento de mejores prácticas en donde todos los posibles defectos están descritos y categorizados. Adicionalmente, este tipo de reclamo solo existe para productos médicos y ya se conocen las razones de los reclamos, por lo tanto, el procesamiento del reclamo es más sencillo para el analista, reduciéndose el procesamiento del reclamo al ingreso de la información al sistema de manejo de calidad de los reclamos. En la Figura 5, se encuentra el diagrama de flujo del proceso.

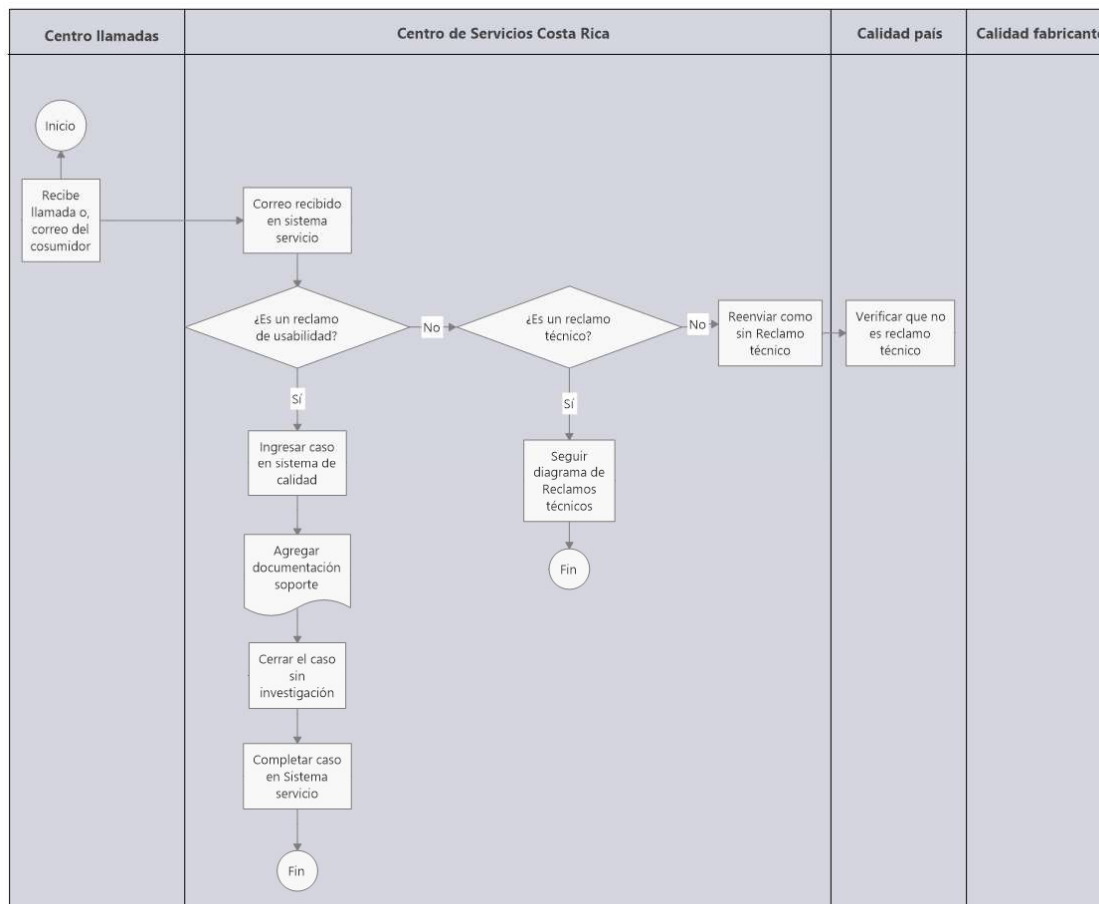


Figura 5 Diagrama de flujo en carriles para el proceso de ingreso de reclamos técnicos de usabilidad o riesgo V.

Fuente: Elaboración propia

El otro paso del procesamiento de los reclamos que se realiza en el Centro de Servicios es la etapa de cierre de los reclamos de calidad en el sistema. Esta es la etapa final de un reclamo y se da al recibir el resultado de la investigación por la fábrica. El cierre de los casos es una revisión de la investigación para verificar que tiene los requisitos mínimos y que la conclusión provee una respuesta congruente con el reclamo planteado.

La herramienta de diagrama de flujo permitió analizar las actividades para el procesamiento de manejo de reclamos de calidad de una manera más profunda y detallada, lo cual facilita establecer un procedimiento estandarizado con los pasos necesarios para el procesamiento de estos, la asignación de los responsables de las tareas y el orden en que se deben de seguir. También permitió validar la complejidad de los pasos para el

procesamiento de los diferentes casos, con lo cual se definieron los tipos de reclamos en los cuales se basó el estudio de pronósticos y tiempos de procesamiento.

4.3 Estudio de tiempos por tipo de reclamo

Para la medición del tiempo de manejo de reclamos de calidad, se analizó el proceso completo desde el ingreso del correo electrónico al sistema de integración de correos de SAP® hasta completar el reporte del reclamo de calidad en el sistema para manejo del proceso de la investigación, así como las tareas relacionadas al procesamiento del reclamo según el riesgo tales como, solicitud de la muestra y escalación mediante correo electrónico.

Debido a la situación mundial de pandemia la corporación solicitó a todos los colaboradores del Centro de Servicios de Costa Rica trabajar de manera remota desde sus casas. Esta modalidad y la prohibición de acceder a las oficinas, impidió implementar el método de estimación de tiempos de trabajo, en donde, el especialista debe de realizar una toma del tiempo a intervalos definidos por el plan de muestreo, mediante la observación directa del trabajador. Por esta razón, el estudio se adaptó a que cada persona hiciera la medición de sus propios tiempos de procesamiento de casos. Adicionalmente, se tomaron como supuestos que el ambiente de trabajo es similar para todos los colaboradores y es el adecuado para realizar el trabajo en cuanto a ergonomía, calidad del servicio de internet, funcionamiento del sistema e iluminación del área de trabajo.

Debido a lo anterior, se hizo una adaptación del método de estimación de tiempos de trabajo a las condiciones actuales, para lo cual se realizaron las siguientes actividades:

1. Seleccionar los colaboradores completamente calificados
2. Instruir a los colaboradores en cómo hacer la toma de tiempos, que casos calificaban para el estudio y las condiciones en las que se debía de tomar las muestras.
3. Registro individual del tiempo de ciclo de 10 casos por tipo de reclamo, para un pre-muestreo total de 30 casos.

4. Calcular el tamaño de muestra necesario a partir de los tiempos de ciclo obtenidos.
5. Definir los factores de holgura aplicables al proceso
6. Calcular el tiempo estándar para las muestras de tiempo.
7. Calcular el tiempo promedio de la muestra para cada tipo de reclamo.

Como se explica anteriormente, se realizó un muestreo inicial de 30 casos para cada tipo de reclamo (I, II, III, IV y V), con 3 colaboradores participantes con puesto de Experto y Asociado senior, que se encuentran completamente calificados en el trabajo de manejo de reclamos de calidad. Estos colaboradores se caracterizan por mantener un uso adecuado de los sistemas, son cooperativos y mantienen un ritmo de trabajo adecuado para un desempeño continuo.

A los individuos se le explicó las condiciones bajo las cuales se debía de realizar el estudio, que comprende condiciones normales de funcionamiento, es decir, en donde no haya situaciones que impidan brindar el servicio normalmente, tales como ruidos extremos, interrupciones, fallo en la conexión de internet o los sistemas. Adicionalmente, se explicó que el trabajo debía realizarse de forma constante y normal, es decir ni muy rápido ni muy lento.

En la medición se tomó el ciclo de tiempo total para el ingreso de un reclamo de calidad, desde el ingreso en la bandeja de entrada, hasta completar todas las tareas de procesamiento. De igual manera, se hizo para el cierre de los reclamos y para la tarea de triaje. Se instruyó a los colaboradores que durante el procesamiento de casos no se podían realizar otras tareas que no fueran parte del manejo de reclamo en sí, además, en caso de tener alguna interrupción durante alguna muestra, esta se debía descartar y comenzar de nuevo.

No se hizo división del proceso en tareas menores debido a que es requisito de la organización por temas de rastreabilidad y auditoría de calidad que se pueda identificar a la persona responsable de la tarea de ingreso y cierre del reclamo en el sistema, por lo tanto, el estudio se realizó basado en el tiempo de ciclo total de procesamiento para el ingreso y

para el cierre de los reclamos. Adicionalmente, las tareas específicas dentro del proceso no podían ser cambiadas según acuerdo con la empresa, y no era relevante tener los tiempos por tarea, ya que el objetivo del estudio es hacer el diseño del proceso productivo, no hacer un mejoramiento de los pasos para realizar dicha tarea.

Los casos seleccionados para el estudio contaban con la información requerida para realizar el ciclo de proceso completo de ingreso y cierre de casos. Por lo tanto, no se tomaron en cuenta casos que no son un reclamo de calidad o que hay que enviar solicitudes para recibir la información necesaria. Si se incluyeron los pasos relacionados con el ingreso del caso como el envío de solicitud de muestra y los correos de escalación.

La medición del tiempo se realizó con el método de regreso a cero del cronómetro, es decir el tiempo se regresaba a cero, usando un cronómetro digital, esta tarea fue realizada por cada colaborador (Niebel, 2009). El tiempo se comenzó a contar al abrir el correo con el caso, después de realizar todos los pasos para el procesamiento de este, el tiempo se para y se toma el valor en minutos total, lo que corresponde a la medición de tiempo de ciclo total para cada uno de los 30 casos por persona. Las muestras fueron realizadas por cada colaborador calificado, siguiendo los criterios descritos anteriormente. Los resultados del muestreo se pueden ver en los Apéndices 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

En la Tabla 6, se muestra los tiempos promedios observados por actividad y desviación estándar en minutos obtenida para cada tipo de reclamo del muestreo inicial de 30 tomas. Con estos valores se calculó la muestra necesaria por tipo de reclamo, utilizando una confianza de 95% ($t=1,960$) y un error permitido de 1,2 minutos.

Tabla 6 Tiempo promedio observado por actividad, desviación estándar y tamaño de muestra necesario

Actividad	Tiempo promedio observado (min)	Desviación estándar (min)	Tamaño muestra necesario
Ingreso Riesgo II	18,9	2,8	21
Ingreso Riesgo III	14,0	1,9	10
Ingreso Riesgo IV	14,2	2,9	23
Ingreso Riesgo V	9,4	3	25
Cierre	7,6	0,9	3
Triaje	1,9	0,6	2

Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente, se calculó por actividad el tiempo normal, el cual se realizó multiplicando el tiempo observado por un valor de calificación del desempeño del colaborador, este valor se obtuvo mediante el criterio experto y se basa en la fluidez del colaborador realizando la tarea con referencia al colaborador calificado, el cual se entiende con un valor del 100% en la tasa de desempeño.

Posteriormente, el tiempo estándar de cada actividad se obtuvo al sumar al tiempo normal el porcentaje de holgura para dicho trabajo. Es necesario añadir tiempos de holgura al tiempo normal ya que el muestreo se realizó en un tiempo relativamente corto y se eliminaron elementos inusuales al proceso (lo cual no aplica para todos los casos en todos los días), por lo tanto, se agregó el tiempo de holgura, que comprenden interrupciones personales, fatiga normal y retrasos inevitables en la operación.

Según el Ministerio de Trabajo de los Estados Unidos, en el Departamento de Salario y Horas (2008), se establece que la fatiga normal impide que los colaboradores, no solo aquellos con capacidades limitadas, produzcan a un ritmo de trabajo rápido durante todo el día. Este tiempo de descanso personal, fatiga y atrasos, debe de ser considerado en el cálculo de tiempo por pieza, y establece que no se debe de usar menos de 15% de tiempo de holgura al hacer mediciones de tiempo de producción por pieza.

Según Niebel (2009), los factores de holguras industriales utilizados por más de un 70% de las empresas son los siguientes: fatiga básica y personal, demora inevitable, necesidades personales y operaciones de configuración o preparación. Debido a que no se contempla trabajo manual pesado, no es necesario agregar una holgura por esta razón, no obstante, es necesario debido a la automatización y el trabajo en computadora, otros componentes de la fatiga, como el estrés mental y el tedio. La oficina internacional del trabajo de Estados Unidos (ILO, Internacional Labour Office, 1957) establece diversos tipos de holgura según las condiciones de trabajo, el nivel de atención requerido, tensión mental, posición física entre otras. Se puede ver la descripción de las diferentes holguras en el Apéndice 7.

Al valor del tiempo observado por tipo de reclamo se le agregó una holgura de 16% (Tabla 7), lo cual incluye una holgura por necesidades personales de 5%, que considera el tiempo de descanso para necesidades tales como tomar agua, ir al baño, lavarse las manos entre otras. Y, una holgura constante por fatiga básica de 4% que es para compensar la energía gastada en el trabajo, además, se agregaron holguras variables inherentes al trabajo bajo estudio que son: trabajo fino o exacto de 2% que contempla holgura por descanso para el esfuerzo visual, de un 1% de holgura por proceso mental bastante complejo, monotonía alta por 4% al realizar un mismo tipo de tarea todo el día, lo que requiere las mismas facultades mentales.

No se agregaron holguras variables por condiciones pobres de trabajo, ni por trabajo pesado o bajo condiciones anormales, ya que se asume un ambiente de trabajo adecuado. Debido a que los sistemas tienden a tener fallos muy poco frecuentes no se agregaron holguras por contingencias o porque no se puedan usar los sistemas a la vez. En la Tabla 7, se muestra un resumen de los tipos de holguras incluidos y el porcentaje:

Tabla 7 Tipos de holgura y porcentajes incluidos en el estudio

Holguras	Porcentaje (%)
Necesidades personales	5
Fatiga básica	4
Trabajo fino o exacto	2
Proceso mental bastante complejo	1
Monotonía alta	4
TOTAL	16

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la asignación de los tiempos de holgura o suplementos, se encontró la dificultad que la teoría disponible no está actualizada a los tipos de trabajo de servicios profesionales y de ambientes de trabajo remoto. No obstante, se tomaron como referencia los valores medidos correspondientes a diferentes tipos y condiciones de trabajo, esto aunado al conocimiento del proceso y la modalidad virtual, se pudo establecer que este tipo de servicio requiere un porcentaje de holgura cercano al mínimo recomendado de 15%, y que se definió en 16% para incluir variables diferentes al trabajo manual como lo es la holgura por trabajo fino o exacto, proceso mental bastante complejo y monotonía alta.

En la Tabla 8, se muestra el valor promedio del tiempo estándar y la desviación para las 30 muestras por tipo de reclamo técnico con una confianza de 95%. Los reclamos de riesgo I y II, tienen un tiempo de 23,1 minutos, los de riesgo III de 17,3 minutos, riesgo IV de 17,6 minutos, los reclamos de usabilidad o riesgo V de 12,3 minutos, los cierres de casos de 9,8 minutos y el triaje de 2,2 minutos.

Tabla 8 Tiempo promedio estándar por actividad y desviación estándar

Actividad	Tiempo promedio estándar (min)	Desviación estándar (min)
Ingreso riesgo I y II	23,1	2,6
Ingreso riesgo III	17,3	3,7
Ingreso riesgo IV	17,6	5,0
Ingreso riesgo V	11,8	2,8
Cierre	9,8	1,9
Triaje	2,2	0,7

Fuente: Elaboración propia

Los tiempos estándar obtenidos en minutos para cada tipo de reclamo reflejan la realidad del proceso al compararlos con la opinión de los expertos, además se encontró para los reclamos de tipo III y IV, que presentan tiempos de procesamiento similares, y según la caracterización realizada, los pasos necesarios para su procesamiento son parecidos, por lo tanto, era un resultado esperado. No obstante, si se observa una desviación estándar alta, para los casos de tipo IV, lo cual vale la pena investigar para poder encontrar la fuente de la variabilidad y lograr estandarizar más el procesamiento de estos casos entre los colaboradores.

Los reclamos de usabilidad se categorizaron como uno de los casos menos complejos de procesar, presentaron el tiempo menor de procesamiento entre los 5 tipos de casos, así como una desviación estándar de las más bajas, lo cual también concuerda con el nivel alto de estandarización de este proceso, tal como se describe anteriormente.

4.4 Medición del tiempo disponible para ingreso y cierre de reclamos

Para cuantificar el tiempo disponible dedicado para el ingreso y cierre de reclamos se creó una lista de las actividades diarias, las cuales se agruparon en reuniones y capacitaciones, lectura y respuesta de correos electrónicos, mensajería y llamadas.

La técnica del muestreo del trabajo descrita por Niebel (2009) requiere que un evaluador realice un gran número de observaciones en tiempos aleatorios durante el día al colaborador, para determinar la proporción del tiempo total que se dedican a las diferentes actividades que constituyen una situación de trabajo. No obstante, por el aislamiento impuesto debido a la pandemia y la modalidad de trabajo virtual durante el tiempo de la investigación, el uso de esta metodología para el muestreo del trabajo no fue posible.

Consecuentemente, la estimación del tiempo por actividad y el promedio de horas por mes dedicado a cada actividad se obtuvo para 6 colaboradores, monitoreando el día entero durante un mes utilizando la aplicación de Microsoft® MyAnalytics®, la cual ofrece información clave en la productividad personal, dando datos sobre cómo los usuarios usan su tiempo.

MyAnalytics® usó datos sobre el correo electrónico y las reuniones, además de datos sobre sus llamadas y chats. El tiempo por actividad es un promedio del tiempo registrado en las últimas 4 semanas, a la fecha de tomada la medición, el 01 de julio. En la Tabla 9, se puede observar que en promedio los colaboradores dedican un 5% de su tiempo laboral en reuniones y capacitaciones, un 8% gestionando correos electrónicos y un 8% en chats y llamadas. Lo cual resulta en un tiempo disponible para realizar el ingreso y cierre de los reclamos de calidad que es la actividad productiva principal de un 79%.

Tabla 9 Lista de actividades de los encargados de manejo de reclamos de calidad según volumen, tiempo por actividad y tiempo total mensual

Actividades	Volumen promedio por mes	Tiempo (horas)	Promedio horas /mes	Porcentaje horas/mes
Reuniones	13	1,36	9,3	5
Correos electrónicos	1134	0,01	13,0	8
Chats y llamadas	281	0,05	13,8	8
Ingreso cierre reclamos	-	-	-	79

Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar que el porcentaje obtenido de 79% de horas dedicadas al manejo de reclamos de calidad, es un valor un poco bajo y es posible que este valor se deba al tiempo dedicado a capacitaciones por la transferencia de procesos nuevos que implica actividades como correos electrónicos, llamadas y chats debido a la curva de aprendizaje inicial de los nuevos colaboradores.

4.5 Pronóstico de demanda por tipo de reclamo

Para crear los pronósticos se extrajo del sistema de manejo de reclamos de calidad los datos históricos de reclamos de los últimos 3 años, comenzando en mayo del 2018, hasta abril del 2021, con una frecuencia mensual y en orden cronológico para poder evaluar los patrones relacionados con el comportamiento en el tiempo de los datos.

Es importante tener suficientes datos históricos, por lo que inicialmente se tomaron 5 años, no obstante, debido a factores propios del tipo de industria y proceso que se está analizando, se redujo la cantidad a 3 años, para asegurar que se estaban tomando datos de la misma población, ya que se observaron cambios drásticos en el valor mensual de la cantidad de reclamos de calidad dados por efectos de mercado, introducción de nuevos productos, o un defecto en un lote grande de productos, como por ejemplo el producto Essure que se excluyó del análisis por estar involucrado en un litigio en los Estados Unidos.

Los reclamos se extrajeron para los países de Canadá, Estados Unidos, España, Portugal, Argentina, Bolivia, Uruguay, Paraguay y Chile, incluyendo las divisiones de farmacéuticos, biotecnología y salud del consumidor. Tal como se explicó en la sección de antecedentes, de estos países corresponden los reclamos que se trasladaron a Costa Rica.

Al momento del análisis, se obtuvieron 36 datos históricos mensuales desde mayo 2018 hasta abril 2021, tomando la cantidad de reclamos recibidas de las fuentes explicadas anteriormente. El histórico de reclamos técnicos por tipo se puede ver en el Apéndice 8.

Los reclamos se dividieron por proceso, es decir según el riesgo inicial definido por el analista en I, II, III y IV, además de una categoría adicional de reclamos de usabilidad o riesgo V, los cuales no presentan un defecto de calidad sino errores de uso o satisfacción del consumidor.

Se analizaron las series de datos históricos en cuanto a las características de tendencia y estacionalidad, que son componentes que describen los datos y permiten determinar el método de pronóstico más apropiado para cada tipo de reclamo, los resultados se muestran más adelante por tipo de reclamo.

Los pronósticos se calcularon usando el programa de Forecast Pro®, mediante el algoritmo de selección experta, el cual analiza los datos y selecciona el modelo de pronóstico más adecuado según las características de los datos. Debido a que se tienen 36 valores de datos, el método de promedio móvil simple es descartado en favor de otros métodos más complejos. Seguidamente, los métodos de pronósticos intermitentes y discretos no fueron seleccionados por el sistema por ser más aptos para datos con bajo volumen (menos de 5 datos) y valores desordenados. Finalmente, la selección experta toma una muestra para realizar una prueba y seleccionar entre los modelos de tipo suavización exponencial y Box-Jenkins (Stellwagen & Goodrich, 2017).

Para cada uno de los métodos se generaron 21 pronósticos, y se seleccionó el modelo que generaran valores que se ajustaran a los datos históricos de manera más cercana. Además, se analizaron los estadísticos de MAPE y MAD para seleccionar el mejor modelo, es decir con los valores más bajos. El MAD es el valor de error expresado como la desviación absoluta de la media (MAD) y nos permite ver la exactitud en unidades de reclamos técnicos y en términos mensuales que es el período en que se realizó el pronóstico, por otra parte, el MAPE es el error porcentual absoluto medio del pronóstico.

4.5.1 Pronóstico para reclamo riesgo inicial I

Esta categoría de reclamos presenta el riesgo más alto para la salud y la vida del consumidor y, como podemos ver, hay pocos casos y se presentan de forma esporádica durante el año, siendo la media de 0,40 casos por mes, es decir menos de un caso por mes. La serie de tiempo consiste en valores enteros pequeños y positivos, por lo que se seleccionó un modelo de datos discretos. los datos históricos no tienen ninguna tendencia ni estacionalidad. Se obtuvo un MAPE de 66,96% y un MAD de 0,58.

En la Tabla 10, se muestran los valores mensuales pronosticados para los reclamos de riesgo I, además de los valores trimestrales para los meses de mayo 2021 a abril 2022.

Tabla 10 Pronóstico obtenido mediante el método de suavización exponencial para los reclamos de riesgo I

Fecha	Pronóstico	Trimestral
2021-May	0	
2021-Jun	0	3
2021-Jul	0	
2021-Ago	0	
2021-Sep	0	1
2021-Oct	0	
2021-Nov	0	
2021-Dic	0	1
2022-Ene	0	
2022-Feb	0	
2022-Mar	0	1
2022-Abr	0	

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 6, se muestra el histórico y el pronóstico obtenido mediante suavización exponencial para los reclamos de riesgo inicial I desde mayo 2018 a abril 2021.

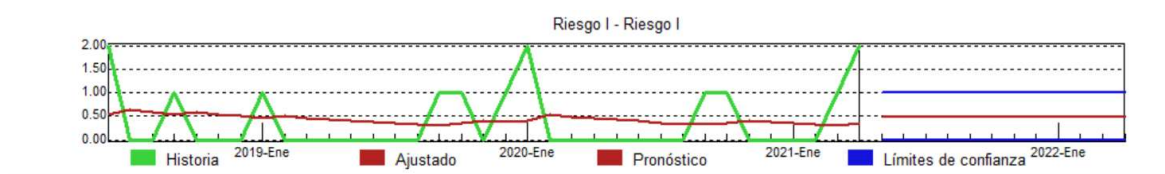


Figura 6 Gráfica del pronóstico con suavización exponencial para reclamos riesgo inicial I

Fuente: Elaboración propia

4.5.2 Pronóstico para reclamo riesgo inicial II

Para los reclamos de riesgo inicial II no vemos un efecto marcado de tendencia ni estacionalidad en los datos históricos, por lo tanto, se espera que el modelo de suavización exponencial tenga el mejor ajuste.

Al comparar valores de exactitud se encontró un mejor ajuste para el pronóstico realizado mediante suavización exponencial para los reclamos de riesgo inicial II, el cual se muestra en la Figura 7. El pronóstico presenta un valor de 12,1 % de error porcentual absoluto medio y una desviación absoluta de la media de 13,7 casos. El método de suavización exponencial no presenta tendencia y tiene estacionalidad aditiva con nivel constante.

En la Tabla 11, se muestran los valores mensuales pronosticados para los reclamos de riesgo II, para los meses de mayo 2021 a abril 2022.

Tabla 11 Pronóstico obtenido mediante el método de suavización exponencial para los reclamos de riesgo II

Fecha	Pronóstico
2021-May	112
2021-Jun	107
2021-Jul	114
2021-Ago	144
2021-Sep	118
2021-Oct	138
2021-Nov	123
2021-Dic	122
2022-Ene	124
2022-Feb	127
2022-Mar	118
2022-Abr	122

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 7, se muestra el pronóstico y la gráfica de ajuste obtenido mediante el método de suavización exponencial:

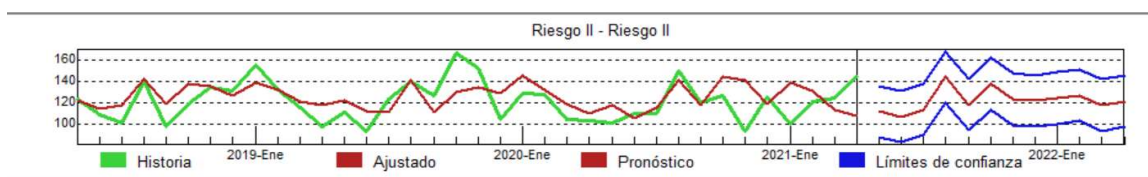


Figura 7 Gráfica del pronóstico con suavización exponencial para reclamos riesgo II

Fuente: Elaboración propia

Para validar los resultados del pronóstico se sacaron los datos reales del sistema de manejo de reclamos técnicos del mes de mayo y junio 2021. En mayo se registraron un total de 114 casos y en junio de 113, lo cual está muy cercano al valor pronosticado de 112 y 107 respectivamente, y dentro del rango inferior y superior.

4.5.3 Pronóstico para reclamo riesgo inicial III

En la serie de datos histórica de los reclamos de riesgo inicial III de mayo 2018 a 2021, no se observó un efecto marcado de estacionalidad, como se muestra en la Figura 8, si se observó una tendencia creciente a partir del 2019 que se mantiene por los primeros 4 meses y luego comienza a decrecer y, mantenerse en un valor estable a través de los siguientes años. En términos generales, no se puede establecer una tendencia constante en los datos, lo cual coincide con el análisis realizado con Forecast Pro®.

En cuanto al pronóstico para reclamos de riesgo inicial III, los ajustes siguen estrechamente a los datos, lo cual indica que el modelo obtenido mediante el método de suavización exponencial simple se ajusta a los datos con exactitud. Además, al comparar las 2 medidas de exactitud, el modelo de método suavización exponencial simple tiene los valores más bajos con un porcentaje de error de 9,8 % y una desviación absoluta de la media de 83,6 casos. El hecho que este tipo de pronóstico se haya justado mejor coincide con el análisis realizado a los gráficos, en donde no se observa tendencia ni estacionalidad, por lo tanto, se esperaba que este pronóstico fuera el más apropiado.

En la Tabla 12, se muestra los valores mensuales pronosticados para los reclamos de riesgo III mediante el método suavización exponencial, para los meses de mayo 2021 a abril 2022.

Tabla 12 Pronóstico obtenido con suavización exponencial para los reclamos de riesgo III

Fecha	Pronóstico
2021-May	853
2021-Jun	908
2021-Jul	948
2021-Ago	915
2021-Sep	769
2021-Oct	837
2021-Nov	776
2021-Dic	728
2022-Ene	799
2022-Feb	794
2022-Mar	836
2022-Abr	823

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 8, se muestra el pronóstico y el gráfico de ajuste obtenida mediante el método de suavización exponencial para reclamos de riesgo III.

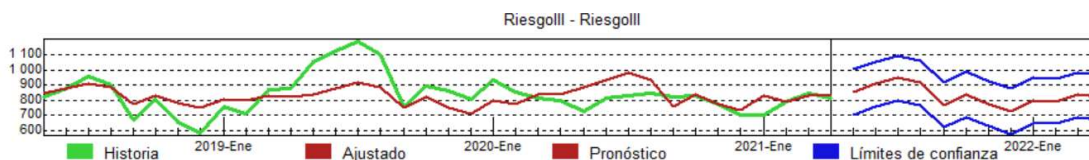


Figura 8 Gráfico del pronóstico con suavización exponencial para reclamo de riesgo III.

Fuente: Elaboración propia

Para validar los resultados del pronóstico se sacaron los datos reales del sistema de manejo de reclamos técnicos de los meses de mayo y junio 2021. En mayo se registraron un total de 654 casos y en junio de 638, lo cual está dentro del rango pronosticado y cercano al valor pronosticado de 853 y 908 casos respectivamente.

4.5.4 Pronóstico para reclamo riesgo inicial IV

Los datos de este tipo de reclamos son los únicos que presentan una tendencia levemente negativa en los datos, razón por la cual el método que puede tener un mejor ajuste es el de Box-Jenkins que considera parámetros adicionales como la auto regresión de los datos. Los datos para esta serie no presentan estacionalidad.

El mejor ajuste obtenido para los reclamos de riesgo inicial IV fue mediante el método de Box-Jenkins. Además, los valores obtenidos en las 2 medidas de exactitud son los más bajos entre todos los modelos probados por la aplicación con un error de 9,2 % y una desviación absoluta de la media de 84,8 casos. En la Tabla 13, se muestra los valores mensuales pronosticados para los reclamos de riesgo IV mediante el método de Box-Jenkins, para los meses de mayo 2021 a abril 2022.

Tabla 13 Pronóstico con Box-Jenkins para los reclamos de riesgo IV.

Fecha	Pronóstico
2021-May	918
2021-Jun	918
2021-Jul	918
2021-Ago	918
2021-Sep	918
2021-Oct	918
2021-Nov	918
2021-Dic	918
2022-Ene	918
2022-Feb	918
2022-Mar	918
2022-Abr	918

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 9, se muestra el pronóstico y el gráfico de ajuste obtenida mediante el método de Box-Jenkins para reclamos de riesgo IV.

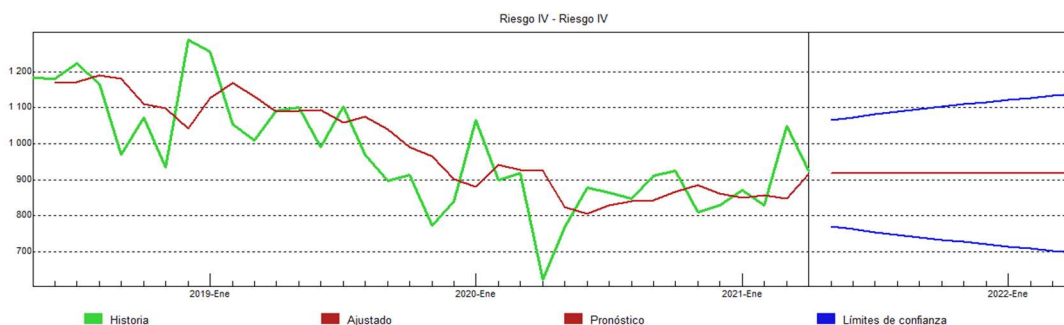


Figura 9 Gráfico del pronóstico con Box-Jenkins para reclamo de riesgo IV

Fuente: Elaboración propia

Para validar los resultados del pronóstico se sacaron los datos reales del sistema de manejo de reclamos técnicos de los meses de mayo y junio 2021. En mayo se registraron un total de 839 casos y en junio de 926, lo cual está muy cercano al valor pronosticado de 918 casos por mes.

4.5.5 Pronóstico para reclamos de usabilidad

Para hacer el pronóstico de los reclamos de usabilidad se descartaron los datos históricos del 2018, debido a que la cantidad de reclamos a partir del 2019 aumentó en miles de reclamos y esta cantidad se mantuvo durante los años siguientes, por lo tanto, los datos de este año no corresponden con la realidad del 2022.

El pronóstico se realizó mediante el método de suavización exponencial simple, ya que no se observa tendencia y hay una estacionalidad multiplicativa de los datos. En la Figura 10, se muestra la gráfica del pronóstico y se observa que el pronóstico se ajusta a los datos históricos. Además, al comparar 2 medidas de exactitud, este modelo tiene los valores más bajos entre todos los modelos probados por la aplicación, con un valor de 16,5% de error porcentual absoluto medio y una desviación absoluta de la media de 252,8 casos.

Este tipo de reclamo, por estar compuestos por errores de uso y de satisfacción del cliente, no presenta estabilidad en la cantidad de reclamos, esto se puede explicar por el efecto de las tendencias de ventas de producto y promociones. Además, por defectos ocasionados en la fábrica lo cual puede disparar la cantidad de reclamos.

En la Tabla 14, se muestran los valores mensuales pronosticados para los reclamos de usabilidad mediante el método de suavización exponencial, para los meses de mayo 2021 a abril 2022.

Tabla 14 Pronóstico obtenido mediante suavización exponencial para los reclamos de usabilidad.

Fecha	Pronóstico
2021-May	1 967
2021-Jun	2 167
2021-Jul	2 020
2021-Ago	2 246
2021-Sep	2 057
2021-Oct	2 233
2021-Nov	2 004
2021-Dic	1 996
2022-Ene	2 110
2022-Feb	2 086
2022-Mar	2 211
2022-Abr	1 801

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 10, se muestra el pronóstico y la gráfica de ajuste obtenida mediante el método de suavización exponencial para reclamos de usabilidad.

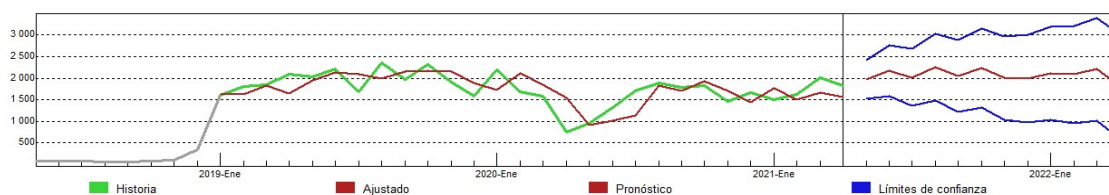


Figura 10 Gráfica de pronóstico con suavización exponencial para reclamos de usabilidad

Fuente: Elaboración propia

Para validar los resultados del pronóstico se sacaron los datos reales del sistema de manejo de reclamos técnicos del mes de mayo 2021 y se registraron un total de 1 706 casos lo cual está cercano al valor pronosticado de 1 967 casos.

Como resultado del análisis de pronósticos podemos obtener el calendario de demanda mensual que se observa en la Tabla 15, con los pronósticos de mayo 2021 a abril 2022, la cual esta desglosada por tipo de reclamo. También, podemos observar que la demanda mensual de todos los tipos de reclamos sumados se encuentra con valores entre los 3 764 y 4 223, como valor máximo en diciembre.

Tabla 15 Pronóstico obtenido para todos los reclamos de mayo 2021 a abril 2022

Fecha	Riesgo I	Riesgo II	Riesgo III	Riesgo IV	Riesgo V	TOTAL
2021-May	0	112	853	918	1 967	3 850
2021-Jun	0	107	908	918	2 167	4 100
2021-Jul	0	114	948	918	2 020	4 000
2021-Ago	0	144	915	918	2 246	4 223
2021-Sep	0	118	769	918	2 057	3 862
2021-Oct	0	138	837	918	2 233	4 126
2021-Nov	0	123	776	918	2 004	3 821
2021-Dic	0	122	728	918	1 996	3 764
2022-Ene	0	124	799	918	2 110	3 951
2022-Feb	0	127	794	918	2 086	3 925
2022-Mar	0	118	836	918	2 211	4 083
2022-Abr	0	122	823	918	1 801	3 664

Fuente: Elaboración propia

Fue de gran utilidad validar los resultados de los pronósticos con los datos reales de cantidad de reclamos de calidad para el mes de mayo y junio de 2021. Los datos de pronósticos obtenidos para los próximos meses podrán ser utilizados por los administradores del departamento para planear el proceso productivo y la utilización deseada, de manera tal que se pueda definir el tiempo disponible para capacitaciones y vacaciones del personal.

4.6 Diseño del proceso productivo

Con base en la caracterización del proceso y la teoría expuesta en el marco teórico sobre tipos de producción, se realizó el diseño del proceso productivo para el manejo de reclamos técnicos, los supuestos de este diseño se emplearon para crear el modelo de colas en la aplicación RAQS y poder validar el diseño propuesto.

Para el diseño del proceso productivo de manejo de reclamos se consideraron los siguientes aspectos: estandarización del proceso, volumen de reclamos, habilidades de los colaboradores y tiempo de ingreso y cierre de los reclamos con el fin de seleccionar un método de producción que permita una mayor eficiencia y alineamiento de acuerdo con las necesidades del negocio.

La estandarización del proceso se deriva del análisis realizado en el capítulo de caracterización del proceso, mediante la comparación de los requisitos de procesamiento, los diagramas de flujo del proceso actual y el tiempo de procesamiento por tipo de caso. El grado de estandarización del proceso para cada tipo de reclamo se definió como bajo, medio y alto, y nos permite elegir el tipo de proceso productivo que brinda mayores beneficios para cada tipo de reclamo, como se discutirá a continuación.

El volumen de casos recibidos por tipo de reclamo se clasificó entre bajo, medio y alto según la cantidad de casos mensuales históricos, lo cual nos orienta hacia el tipo de proceso productivo deseado para cumplir con la demanda de una manera eficiente.

A continuación (Tabla 16), se muestra el volumen de reclamos mensual en porcentaje del total mensual según datos históricos para todos los países a los que se da servicio en el Centro de Costa Rica. En esta tabla, se observa que los reclamos técnicos riesgo inicial I constituyen un 0,01% del total, los reclamos riesgo II un 3,6%, los casos de riesgo III un 25,2%, los reclamos de riesgo IV un 29,3% los reclamos de usabilidad representan un 41,8%, del total de reclamos mensual.

Tabla 16 Promedio mensual de casos por tipo de reclamo de todos los países

Reclamos	Porcentaje del total
Reclamos técnicos Riesgo Inicial I	0,0
Reclamos técnicos Riesgo Inicial II	3,6
Reclamos técnicos Riesgo Inicial III	25,2
Reclamos técnicos Riesgo Inicial IV	29,3
Reclamos de usabilidad riesgo V	41,8
TOTAL	100

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, se realizó una comparación de los tipos de reclamo, el volumen, estandarización del proceso y la estrategia de producción actual y la recomendada según la teoría de los tipos de procesos productivos. Por ejemplo, cuando un proceso presenta bajo

volumen y productos muy heterogéneos se recomienda usar la estrategia de producción tipo taller.

Por otra parte, los reclamos técnicos riesgo III y los riesgos IV, que presentan volumen y estandarización medio, se recomienda un tipo de producción que esté más enfocada en producción masiva y en poca cantidad de productos, por medio de una célula de producción o línea de producción, ya que la producción en taller es más costosa al requerir de empleados con más habilidades para que puedan manejar todos los tipos de productos. Estos resultados se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17 Estrategia de producción según la estandarización y volumen de casos.

Reclamos técnicos	Volumen	Estandarización	Estrategia producción actual	Estrategia producción recomendada
Riesgo I	Bajo	Baja	Taller	Taller
Riesgo II	Bajo	Baja	Taller	Taller
Riesgo III	Medio	Media	Taller	Línea o Célula
Riesgo IV	Medio	Media	Taller	Línea o Célula
Riesgo V	Alto	Alta	Taller	Línea o Célula

Fuente: Elaboración propia

Por las razones anteriormente expuestas y según las características del proceso, la estrategia que se debe seguir es la de línea de producción. Sin embargo, no es posible dividir el proceso de ingreso y cierre de reclamos en tareas menores, ya que como se explicó anteriormente por razones regulatorias y de trazabilidad se necesita de una sola persona responsable para el procesamiento del reclamo en la actividad de ingreso y cierre.

Para el diseño del proceso productivo se escogió la producción en célula, ya que combina las ventajas de taller de producción y de proceso continuo, este diseño permite procesar servicios variados usando las características de la modalidad de taller, además de los beneficios de reducción de costos y eficiencia mediante los aspectos de flujo continuo de producción, que promueve una mayor especialización del trabajo, a los colaboradores se

les asignaran casos con el mismo riesgo, lo cual hace que la velocidad de producción aumente al realizar tareas más repetitivas y al tener un conocimiento más especializado en el tipo de caso que están procesando (Meredith & Shaffer, 2016).

Otra ventaja de este tipo de producción es que permite mayor flexibilidad para responder a la demanda, que como se encontró en el capítulo de pronósticos presenta una variabilidad alta. Por ejemplo, en caso de haber cambios bruscos en la cantidad mensual de reclamos, o ausentismo de personal, algún colaborador se puede asignar a la célula que lo necesite más, siendo que los colaboradores con niveles más altos pueden manejar los casos de menor complejidad.

El primero paso para hacer el diseño basado en células de producción fue identificar los grupos de reclamos que tienen requisitos de procesamiento similares. Según el estudio realizado en el capítulo de caracterización, la mayor afinidad en el procesamiento de casos se encuentra en casos con el mismo riesgo, y se pueden agrupar según el riesgo en 4 células: riesgo I-II, riesgo III, riesgo IV y finalmente, los casos riesgo V o reclamos de usabilidad. Para enviar el trabajo a las células de producción se agregó un paso al inicio de triaje para el procesamiento de reclamos, mediante el cual se asignará el riesgo inicial del reclamo.

Seguidamente, se asignó a cada célula creada los colaboradores con las habilidades y experiencia necesaria para el procesamiento de dichos casos, según se muestra en la siguiente Figura 11.

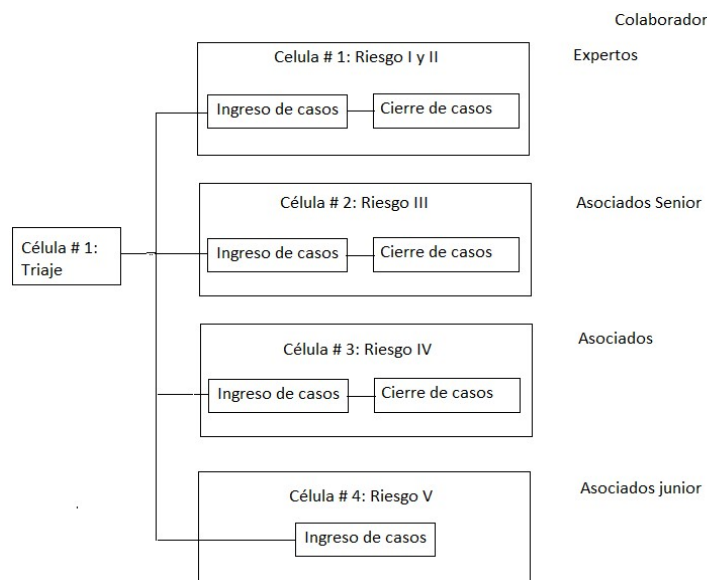


Figura 11 Diseño por célula de producción para manejo de reclamos de calidad

Fuente: Elaboración propia

La estrategia de producción propuesta permite además de la especialización del trabajo, la correcta asignación de casos según el nivel de complejidad porque esto lo realizarán las personas más capacitadas para ello. Además, estos mismos colaboradores, que cuentan con mayor educación y experiencia, estarán encargados de los reclamos de mayor complejidad, responsabilidad y riesgo, hasta llegar a los puestos Junior, que realizarán los casos más estandarizados, es decir que tienen un flujo de procesamiento más lineal.

Esta estrategia permitirá compartir recursos de personal entre células y además que los colaboradores puedan ser especialistas en cada tipo de reclamo, buscando así una mayor productividad al aumentar la velocidad de procesamiento, esto basado en la curva de aprendizaje en las personas que es un aspecto que afecta en gran medida la productividad. Según Meredith & Shaffer (2016) cada vez que una persona duplica la cantidad de trabajo realizado de una actividad, se disminuye el tiempo necesario de trabajo por actividad (el porcentaje exacto de esta disminución de tiempo depende del trabajo y la industria).

Se planificaron los recursos con la mejor configuración de personal necesaria para cumplir con la cantidad de trabajo pronosticada para los meses de noviembre 2021 a abril 2022,

esto basado en los aspectos anteriormente descritos de diseño del proceso productivo y buscando obtener valores de utilización de la capacidad de 80%, que es el estándar que busca la compañía para su operación de servicios profesionales.

Se determinó la cantidad de horas disponibles diarias por colaborador, la jornada laboral consiste en 9 horas, de las cuales, 1 hora es para comida y descanso, por lo tanto, se tiene que hay 8 horas disponibles para el trabajo. Adicionalmente, se sustrajo un 21% del tiempo que según el estudio de trabajo se dedica a reuniones, correos y llamadas, con lo cual se tiene que 6,32 horas son dedicadas para el ingreso y cierre de reclamos de calidad.

El balance de las células de producción se realizó mediante el cálculo de la utilización total de la célula, para las tareas asignadas. En primer lugar, se estimó el tiempo de ritmo que es el resultado de dividir el tiempo diario disponible por persona para el ingreso y cierre de casos, entre la demanda diaria promedio, este valor nos indica el ritmo o la frecuencia a la que se debe de procesar un caso para poder cumplir con la demanda. El número de colaboradores se obtuvo entonces dividiendo el tiempo promedio de procesamiento de cada reclamo entre el tiempo de ritmo, lo cual nos indica la cantidad necesaria de colaboradores para cumplir con la demanda.

Con respecto a los reclamos de riesgo tipo III, se obtuvo que se necesitan 4 colaboradores, con lo cual se tiene una utilización total de 66%. Estos tipos de reclamo tienen 5 días para el ingreso y 5 días para el cierre de estos, además de que los colaboradores de tipo Experto pueden ayudar en meses donde pueda haber sobreutilización de los recursos disponibles. El tiempo equivalente a 2,5 personas estará dedicado al ingreso de reclamos y el tiempo de 1,5 personas estarán haciendo el cierre de los reclamos.

Para manejar los reclamos de riesgo tipo IV, se asignaron los recursos de tipo Asociado, y se necesitan 4 personas para obtener una utilización total de 78%. En la célula 3, 2,5 personas estarán dedicadas al ingreso de reclamos, y 1,5 personas estarán dedicadas al cierre de reclamos.

Los reclamos de usabilidad se asignaron al puesto de trabajo tipo Junior, y se necesitaran 3 colaboradores para poder balancear la productividad, tener una especialización del trabajo y lograr una utilización total de 75%. Se permitió un valor de utilización alto debido a que se tienen 30 días para el ingreso de estos reclamos y no tienen actividad de cierre.

El balance de las células de producción y los cálculos explicados anteriormente se pueden ver en la Tabla 18, a continuación:

Tabla 18 Balance de las células de producción

Célula	Tipo de reclamo	Ritmo (min)	Número teórico colaboradores	Colaboradores	Utilización por proceso	Colaboradores por célula	Utilización por célula
1	Triaje	4,7	0,5	1,0	47%		
1	Ingreso casos I y II	66,5	0,3	0,6	58%	2	48%
1	Cierre de casos I y II	63,2	0,2	0,4	39%		
2	Ingreso casos III	10,3	1,7	2,5	67%	4	66%
2	Cierre de casos III	10,2	1,0	1,5	64%		
3	Ingreso casos IV	8,8	2,0	2,5	80%	4	78%
3	Cierre de casos IV	8,8	1,1	1,5	74%		
4	Usabilidad	5,2	2,3	3,0	75%	3	75%
TOTAL			9	13		13	

Fuente: Elaboración propia

Las células consisten en pequeños grupos de personas con la capacidad de autoadministrarse sin requerir de la dirección constante de un supervisor, esto debido a que dentro de las células se puede planificar y asignar el trabajo según el tiempo de entrega de los reclamos recibidos. No obstante, es importante que el ingreso de casos se mantenga como la actividad a realizar de primero (ya que un caso tardío puede significar una falta a las regulaciones de salud del país de donde procede) y luego, estos colaboradores se dediquen al cierre de casos dentro de su misma Célula de producción.

Los miembros del equipo de cada célula deben mantener un control de la cantidad de reclamos que ingresan diariamente, así como un control de la cola de producción, y esto

puede ser realizado por todos los miembros del equipo, de manera tal que pueden identificar retrasos y colas desequilibradas.

4.7 Validación del proceso productivo

Para validar el modelo se determinó el grado en que este y los datos asociados al mismo, es decir los datos de entrada y salida, representan el sistema real tal como fueron planteados conceptualmente en el diseño. Mediante el método de análisis de variabilidad de los parámetros se confirmó que el comportamiento de los elementos del sistema corresponde con el modelo diseñado y que representa el proceso productivo de manejo de reclamos de calidad.

A continuación, se hará una descripción de cómo se construyó el modelo utilizando la aplicación RAQS (por sus siglas en inglés, rapid analysis of queueing systems) que permite el análisis de sistemas de colas mediante algoritmos que solo requieren los datos de la distribución, en este caso del tiempo de servicio y de la tasa de llegada. RAQS se corrió en el nivel intermedio que permite resolver modelos abiertos y cerrados, con múltiples clases de productos. Se seleccionó el tipo de red abierta, que se caracteriza por el arribo de trabajos a la red, el servicio de estos trabajos en los nodos y la posterior salida de estos trabajos.

Como se definió en el apartado de medición del tiempo de trabajo, el tiempo disponible para el ingreso y cierre de reclamos es de 6,3 horas diarias por persona, es decir, el modelo debe de incorporar un tiempo sin servicio de 17,7 horas. Eso se hizo mediante la modalidad intermedia de la aplicación, que agrega la posibilidad de tener servidores poco confiables, es decir, que tienen una cantidad de horas que pasan fuera de servicio (downtime por sus siglas en inglés), y una cantidad de horas que están con actividades productivas (up time por sus siglas en inglés).

Este modelo nos permitirá obtener el valor del tiempo total que cada reclamo tuvo en el sistema como resultado de la tasa de llegada, tiempo de servicio y la cantidad de

colaboradores por célula, lo cual es importante ya que tenemos tiempos de entrega definidos para cada tipo de reclamo (Sivaramakrishnan & Shirhatti, 1999).

Para calcular la tasa de llegada externa de los reclamos se realizó una aproximación con la información brindada por Bayer de la cantidad total de casos por día. La tasa de llegada de los casos (λ) (AR por sus siglas en inglés, arrival rate) que se define como el número promedio de clientes que ingresa al sistema por unidad de tiempo, se calculó usando el promedio de casos diarios por tipo de reclamo y este valor se dividió entre 24 horas (asumiendo una tasa de llegada donde los reclamos llegan igualmente distanciados durante todo el día).

Para calcular la desviación estándar del tiempo entre llegadas por tipo de reclamo (que es el tiempo en horas que transcurre entre llegadas sucesivas), se partió de la cantidad reclamos diarios y se supuso que están igualmente distribuidos en el día, el cálculo se realizó dividiendo la cantidad de horas diarias entre la cantidad de reclamos para tener los tiempos entre arribos por día (ya que no contamos con el momento real de arribo del reclamo y por ende no se pudo realizar el cálculo directamente), y, con los tiempos entre arribos por día se estimó la desviación estándar.

Adicionalmente, los modelos estocásticos utilizados requieren el cuadrado del coeficiente de variación de los tiempos entre llegadas y los tiempos de servicio, por lo tanto, se estimó el coeficiente de variación al cuadrado del tiempo entre llegadas (SCV por sus siglas en inglés, squared coefficient of variation) el cual mide la variación relativa o dispersión de los datos alrededor de la media. Según el manual de usuario de RAQS el coeficiente de variación se obtiene al dividir la varianza entre la media al cuadrado (la media del tiempo entre arribos equivale al inverso de la tasa de llegada). Para este modelo se calculó el coeficiente de variación al cuadrado del tiempo entre llegadas mediante la siguiente formula (Sivaramakrishnan & Shirhatti, 1999):

Coeficiente de variación al cuadrado del tiempo entre llegadas=
$$\left[\frac{(\text{Desviación estándar})}{(1/(\text{tasa llegada}))} \right]^2$$

La ruta de procesamiento y tiempos de servicio (T) son específicos para los reclamos y los nodos de procesamiento. Por nodo se indicó el tiempo promedio de servicio para cada clase de reclamo (service mean en inglés), tomando el tiempo de procesamiento estándar obtenido de la medición de tiempos y se calculó el coeficiente de variación con la desviación estándar y la media del tiempo de servicio. El número de nodos de procesamiento es el número de células de producción y la cantidad de servidores, es la cantidad de operadores en cada célula. En la Figura 12, se muestra el flujo del proceso y los datos para el ingreso en el sistema.

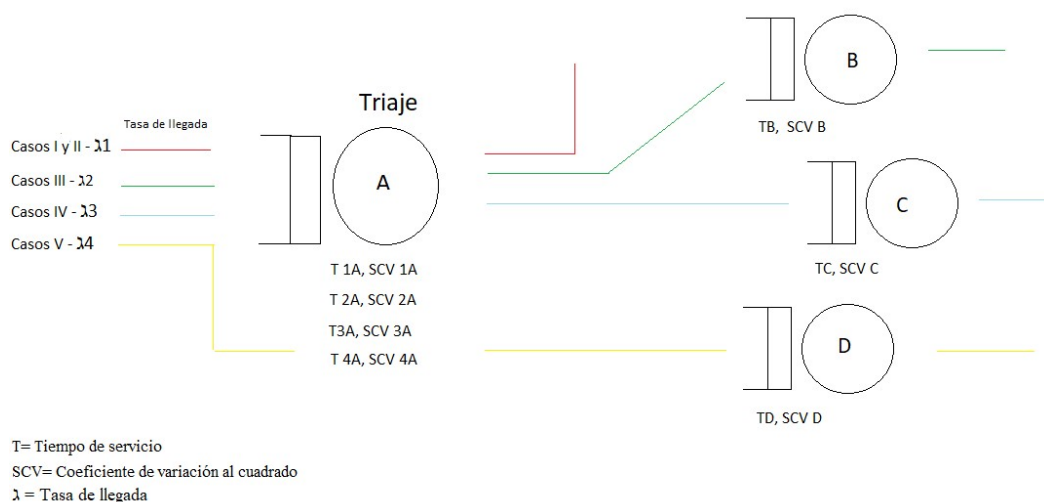


Figura 12 Datos de ingreso para modelo en RAQS

Fuente: Elaboración propia

Basado en el diagrama de flujo anterior y los tiempos de procesamiento por tipo de reclamo, se agregaron los datos a la aplicación RAQS para correr el modelo. La información que se ingresó en la aplicación se encuentra en el Apéndice 9.

En este escenario se corrió el modelo utilizando la cantidad de colaboradores por célula tal como se obtuvo en el diseño del proceso productivo mediante el balance de línea. No obstante, para poder correr el modelo en RAQS la cantidad de colaboradores en la célula

#3 debió aumentar de 4 a 5 colaboradores para no sobrepasar 100% la utilización en la misma, quedando la cantidad de colaborados en 14.

Según el reporte de salida obtenido en RAQS que se muestra en la Tabla 19, por nodo o célula, podemos ver que todas tienen una utilización alta que va desde 86% en la célula 1 y 2, hasta un 99% en la célula 3. La célula 3 es la que procesa los reclamos tipo 4 que tienen la tasa de llegada con la variación más alta, lo cual también influye en la alta variación del tiempo que tardan estos reclamos en la red. Por esta razón, tiene sentido que la cantidad de colaboradores haya aumentado para cumplir con los picos de demanda.

Basado en la urgencia del proceso, la célula 1 es la que debe tener un valor de utilización menor ya que el tiempo de entrega es más estricto; además, en esta se realiza la tarea de triaje de la cual depende el proceso de las células 2 y 3. Los reclamos de tipo 1 y 2, que se procesan en la célula 1, duran un tiempo promedio en la red de 20,8 horas siendo el tiempo máximo para atención de estos reclamos de 24 horas.

Usando la media y la desviación estándar del tiempo promedio que pasa en la red cada tipo de reclamo de calidad y asumiendo una distribución normal de los datos, se obtuvo la probabilidad de que el reclamo sea procesado en el tiempo máximo de procesamiento establecido. Para la célula 1, tenemos que hay una probabilidad de 55% de que esta célula cumpla con el tiempo máximo de entrega de los casos, siguiendo este mismo análisis, vemos que la célula 2 y 4 pueden cumplir con el tiempo de entrega con 99% y 100% de probabilidad.

Tabla 19 Reporte de salida RAQS con modelo diseñado

Célula	Colaboradores	Utilización (%)	Tiempo promedio en red (h)	Desviación standard tiempo en red (h)	Probabilidad de cumplir tiempo entrega (%)
1	2	86	20,8	27,2	55
2	4	86	38,8	34,2	99
3	5	99	510,7	494,3	21
4	3	87	13,3	17,1	100

Fuente: Elaboración propia

El análisis de estos indicadores confirma que los resultados son intuitivamente aceptables en cuanto a la capacidad de representar el funcionamiento del manejo de reclamos y, por ende, el modelo se utilizó para encontrar una solución óptima al cambiar la cantidad de colaboradores por célula y poder encontrar los datos de entrada que permita tener una probabilidad de más de 95% de procesar todos los tipos de reclamos a tiempo con la mínima cantidad de recursos.

Después de realizar varias corridas del modelo con diferentes configuraciones de personal, se obtuvo que 15 colaboradores es la cantidad mínima necesaria para cumplir con el tiempo de entrega con una probabilidad mayor al 99%. La cantidad de colaboradores se desglosa como: 4, 3, 6 y 2 para las células 1, 2, 3 y 4 respectivamente. En la Tabla 20, se muestra el reporte de salida de RAQS donde muestra la utilización por célula, el tiempo promedio en red y la desviación estándar, además se calculó con estos valores la probabilidad de cumplir con los tiempos de entrega por tipo de reclamo y se obtuvieron valores de más de 99% para todas las Células de producción. No obstante, los valores de utilización son mayores al 80% para las células 2, 3 y 4.

Tabla 20 Reporte de salida RAQS con segundo modelo

Célula	Colaboradores	Utilización (%)	Tiempo promedio en red (h)	Desviación standard tiempo en red (h)	Probabilidad de cumplir tiempo entrega (%)
1	4	80	5,6	7,6	99
2	3	90	28,4	27,2	100
3	6	95	36,4	33,6	99
4	2	94	50,7	57,5	100

Fuente: Elaboración propia

La alta variabilidad en la tasa de llegada de los reclamos de calidad específicamente para los reclamos de tipo IV, afecta la producción en la célula 1 y 3, con lo cual se hizo necesario tener más colaboradores en estas células para cumplir con el objetivo de entrega de los reclamos durante los picos de demanda.

El tiempo promedio que pasan los reclamos por tipo en cada célula cumple con los tiempos de entrega establecidos, por ejemplo, para los reclamos tipo I y II, que se deben procesar en 1 día, el modelo indica que permanecen en promedio 5,6 horas desde la llegada hasta la salida. Los reclamos de usabilidad que tienen 30 días para la entrega, el tiempo promedio en la red es de 50,7 horas, que equivale a 2,1 días.

De acuerdo con Di Muccio (2014), las empresas que venden servicios profesionales como actividad comercial principal tienen una utilización más alta en cuanto a la proporción de tiempo facturable en comparación con las empresas cuyos servicios profesionales funcionan como respaldo e impulso al negocio principal de la empresa. De estas empresas, que serían el ámbito en que entra el Centro de Servicios, un 23% tiene una utilización de 75% o mayor.

Debido a que los niveles de utilización de los modelos anteriores presentan valores mayores al 90%, se corrió el modelo cambiando la cantidad de personal en las células hasta alcanzar valores de utilización alrededor de 80%, que es el estándar utilizado por la empresa para la operación de Centros de servicios. Los resultados se encuentran en la Tabla 21.

Con este modelo, se obtuvo que se necesitan 32 colaboradores en total, con una utilización máxima de 82% en la célula 3, que pasó de 6 a 15 colaboradores. Se observó que el tiempo promedio en red de los reclamos es muy corto, siendo 9,4 horas el tiempo de espera más alto para un reclamo de tipo III, y el tiempo mínimo para los reclamos de tipo V que se procesan en la célula 4, con un tiempo promedio de 2,9 horas. Por otra parte, la probabilidad de cumplir con el tiempo de entrega es de más del 99% para todas las células.

Tabla 21 Reporte de salida RAQS con tercer modelo

Célula	Colaboradores	Utilización (%)	Tiempo promedio en red (h)	Desviación standard tiempo en red (h)	Probabilidad de cumplir tiempo entrega (%)
1	4	80	5,6	7,6	99
2	7	81	9,4	9,0	100
3	15	82	7,9	8,1	100
4	6	80	2,9	4,0	100

Fuente: Elaboración propia

La planeación de los niveles de capacidad en los servicios debe de tomar en cuenta la relación diaria entre la utilización del servicio y la calidad de este. De acuerdo con Chase, Jacobs & Aquilano (2009) se debe de calcular un índice óptimo de utilización del servicio, que es específico del contexto en la industria en que se desarrolla el servicio. Este índice se estima tomando en cuenta el riesgo que tiene el servicio, en cuanto al carácter de urgencia de los tiempos de entrega y el grado de incertidumbre de la demanda.

La cantidad de colaboradores y el porcentaje de utilización del proceso dependen en gran medida con el grado de incertidumbre de la demanda, en este caso hemos visto alta variabilidad en la cantidad de casos que se reciben diariamente, no obstante, existen propuestas diferentes a aumentar la cantidad de personal como realizar entrenamiento cruzado entre las células para poder abarcar los picos de demanda, y contar con la opción de realizar horas extras para dichos días.

Además, es posible que el tiempo dedicado al manejo de reclamos de calidad se pueda aumentar al restringir la cantidad de tiempo que se dedica a reuniones, correos, llamadas y chats, lo cual puede ser parte de un proyecto de establecimiento de índices de productividad.

Se espera que al implementar el modelo propuesto del diseño productivo se alcance una mejor planificación de los recursos por puesto de trabajo, al alinear los empleados con tareas según su nivel de conocimiento, también se pueden obtener beneficios como una mayor satisfacción laboral, metas claras y mayor compromiso a largo plazo. Por otra parte,

se podría reducir la cantidad de horas extras que se necesitan para cumplir con la demanda, mejor planificación de vacaciones, así como posibles fallos en la entrega a tiempo de reclamos y evitar problemas de calidad al tener la capacidad necesaria.

5. CAPITULO VI: Conclusiones y recomendaciones

En este capítulo se exponen las conclusiones y recomendaciones del proyecto de diseño del proceso productivo para el manejo de reclamos técnicos en el Centro de Servicios de Bayer Costa Rica.

5.1 Conclusiones

- La caracterización de los reclamos mediante el análisis de los diagramas de flujo, los requisitos de procesamiento y el volumen de casos permitió elegir la estrategia de producción más adecuada basado en el volumen de producción, la especialización del trabajo y la estandarización de los productos.
- Es importante tener conocimiento en detalle de las condiciones de trabajo para poder establecer los porcentajes de holgura aplicables, dependiendo si es un trabajo pesado, monótono o tedioso, ya que no se encontraron referencias de estudios sobre los porcentajes de holgura utilizados al tipo de trabajo de servicios profesionales en modalidad de trabajo virtual.
- La herramienta de MyAnalytics de Microsoft proporciona información importante para poder realizar un control del tiempo dedicado a las diferentes tareas y determinar en que se enfoca más una persona, si es tiempo de colaboración (chat y llamadas), en reuniones o contestando correos. Por lo tanto, esta herramienta se podría utilizar para delimitar el tiempo que la persona dedica a dichas tareas así, como el tiempo que trabaja fuera de horas laborales, lo cual es importante para poder mantener un balance de vida.
- El modelo productivo basado en células de producción permite la especialización del trabajo lo cual beneficia la productividad ya que los colaboradores tendrán la carga de trabajo conforme sus capacidades. Además, al realizar el triaje de los reclamos se espera mayor productividad porque los colaboradores realizaran un mismo tipo de reclamo técnico.

- Se observó al comparar el modelo en la aplicación RAQS (que incorpora el factor de variabilidad en la tasa de llegada de los reclamos de calidad), que se necesitó de más colaboradores en comparación con el balance de las células de producción, que no considera la variación en la tasa de llegada. Dado lo anterior, se recomienda mantener valores de utilización alrededor de 80% para evitar el incumplimiento con los tiempos de entrega, ya que se tiene mayor capacidad para momentos de alta demanda de reclamos.

- Mediante la planificación del proceso productivo, tomando en cuenta el pronóstico de los reclamos y tiempos de procesamiento, se puede evitar costos adicionales por horas extra, en los casos donde la utilización sobrepase el 100%. Este tipo de análisis es de gran importancia debido a la posibilidad de aplicarlo a otros servicios en la empresa, con el fin de mantener en alto los estándares de calidad por los que es reconocido el país.

- Este estudio generó conocimiento novedoso ya que se emplearon diferentes técnicas de ingeniería industrial, desarrolladas para procesos de manufactura, tales como tiempos estándar de trabajo, porcentaje de utilización y balance de línea de producción, las cuales se aplicaron a un proceso de servicios de tipo profesional en un entorno de trabajo completamente virtual.

- No se encontraron referencias de estudios sobre diseño del proceso productivo o medición de tiempos para servicios profesionales en centros de servicios, a pesar de ser este un modelo popular entre las corporaciones. Por lo que no se pudo realizar una comparación sobre la estrategia que ellos manejan para proceso de producción de los diferentes servicios.

5.2 Recomendaciones

- Usar el modelo en RAQS para planificar continuamente el proceso productivo haciendo uso de los pronósticos de casos, para obtener la cantidad de colaboradores necesarios, así como para planificar los días feriados y vacaciones, de manera que se puedan realizar sin caer en costos por horas extras o por trabajar en días feriados.
- Establecer indicadores de desempeño para cada célula de trabajo y puesto que permitan controlar la cantidad de reclamos que deben procesar por día, así como la proporción del tiempo que deben dedicar al manejo de reclamos de calidad.
- Actualizar los tiempos de proceso después de implementar el diseño productivo para poder ajustar el modelo.
- Continuar monitoreando el porcentaje de tiempo mensual dedicado al procesamiento de reclamos técnicos de calidad, de manera que se vean limitadas otras actividades como reuniones que no aporten valor.
- Crear instrucciones detalladas de los pasos para cada tipo de reclamo que permitan estandarizar aún más el manejo de cada tipo de reclamo, usando como base los diagramas de flujo.
- Analizar la curva de aprendizaje de los colaboradores con el fin de ver si hay una reducción en la variabilidad de los tiempos de procesamiento y de mejorar la capacitación inicial.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Academia de matemáticas. (2015, September 13). *Estadística y Principios de Probabilidad*. Retrieved from Universidad Autonoma de Aguascalientes: <https://www.uaa.mx/centros/cem/dmf/wp-content/uploads/2015/apuntes/4.%20Estadistica%20y%20Principios%20de%20Probabilidad/Apuntes%20Estadistica.pdf>
- ANSI. (2022, May 01). Retrieved from American National Standards Institute: <https://www.ansi.org/search#q=flow%20chart%20simbols&sort=relevancy>
- ASQ. (2020, Noviembre 22). Retrieved from American Society for Quality: <https://asq.org/quality-resources/quality-glossary/t>
- Barral, N., & Husillos, R. (2020, Noviembre 16). *Universidad de Cantabria*. Retrieved from Dirección y Gestión de la Producción Minera Energética: <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/2858/course/section/2669/Tema%205-Disen%CC%83o%20del%20Proceso.pdf>
- Carro, J., Flores, F., & Flores, I. y. (2019). Industria 4.0 y Manufactura Digital: un Método de Diseño Aplicando Ingeniería Inversa. *Ingenieria*, 6-28.
- Chase, R., Jacobs, F., & Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones producción y cadena de suministro*. Mexico: McGraw Hill.
- Cortés, P., & Onieva, L. (2011). *Ingeniería de Organización: Modelos y Aplicaciones*. Ediciones Díaz de Santos.
- Cuatrecasas, L. (2012). *Organización de la producción y dirección de operaciones: Sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva*. Ediciones Díaz de Santos.
- Di Muccio, B. (2014, June 24). *Measuring the impact of utilization: the two professional services charters*. Retrieved from Technology & Services Industry Association: <https://www.tsia.com/blog/measuring-the-impact-of-utilization-the-two-ps-charters-1>
- Evans, J., & Lindsay, W. (2008). *Administración y control de la calidad*. Mexico: Cengage.
- FDA. (2019 йил 19-September). *Part 211. Current Good Manufacturing practice for finished pharmaceuticals*. Retrieved 2020 йил 26-September from Food&Drug Administration: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=211.198>

- Gutiérrez, H., & De la vara, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. Mexico D.F.: McGraw-Hill.
- Hanke, J., & Wichern, D. (2005, Enero 07). *Pronósticos en los negocios*. Mexico: Pearson Educacion. Retrieved from http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/gma/sTiempo1/SEM5/Pronosticos_LECTURA.pdf
- Hanke, J., & Wichern, D. (2006). *Pronósticos en los negocios*. Mexico: Pearson Education.
- ISO. (2018). Retrieved 2020 йил 27-September from ISO 10002:2018. Gestión de la calidad — Satisfacción del cliente — Directrices para el tratamiento de las quejas en las organizaciones: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:10002:ed-3:v1:es>
- John, A., Meran, R., Roenpage, O., & Staudter, C. (2008). *Six sigma + lean toolset*. Berlin: Springer.
- Leavy, B. (2017). Thomas Stewart: what leaders need to know about the new design revolution. *Strategy & Leadership*, 16-22.
- MacDonald, S., Cowan, I., Floyd, R., Mackintosh, S., Graham, R., & Jenkins, E. &. (2013). Measuring and managing radiologist workload: Application of lean and constrains theories and production planning principles to planning radiology services in a major tertiary hospital. *Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology*, 544-550.
- Meredith, J., & Shaffer, S. (2016). *Operations and supply chain management for MBAs*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Microsoft. (2021, 06 01). *Workplace Analytics*. Retrieved 07 18, 2021, from Microsoft: <https://docs.microsoft.com/es-es/workplace-analytics/myanalytics/mya-landing-page>
- Minitab. (2020). *Soporte de Minitab 19*. Retrieved junio 27, 2021, from Métodos para analizar las series de tiempo: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/19/help-and-how-to/statistical-modeling/time-series/supporting-topics/basics/methods-for-analyzing-time-series/>
- Munro, R., Ramu, G., & Zrymiak, D. (2015). *The Certified Six Sigma Green Belt Handbook*. Lynelle Korte.
- Muralidharan, K. (2015). *Six Sigma for Organizational Excellence*. New Delhi: Springer.
- National Research Council. (1995). *Information Technology for Manufacturing*. Washington: National Academy Press.

- Niebel, B. &. (2009). Estudio de tiempos. In *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (pp. 327-353). Mexico D.F.: McGraw Hill.
- OEE.com. (2020, Noviembre 22). *What is overall equipment effectiveness?* Retrieved from OEE.com:
[https://www.oee.com/#:~:text=OEE%20\(Overall%20Equipment%20Effectiveness\)%20is,possible%2C%20with%20no%20Stop%20Time.](https://www.oee.com/#:~:text=OEE%20(Overall%20Equipment%20Effectiveness)%20is,possible%2C%20with%20no%20Stop%20Time.)
- Peña, E., & Espinosa, M. y. (2012). Métodos y metodologías en el ámbito del diseño industrial. *Tecnica Industrial*, 38-44.
- Procomer. (2019 йил 13-December). Retrieved 2020 йил 26-September from Segun estudio del sector comercio exterior, aportes de zonas francas impulsan desarrollo del país.: <https://www.procomer.com/noticia/segun-estudio-del-sector-comercio-exterior-aportes-de-zonas-francas-impulsan-desarrollo-del-pais/>.
- Rodríguez, J. (2021, Octubre 18). *Cómo diseñar diagramas de flujo administrativos*. Retrieved from Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia de la UNAM:
https://programas.cuaed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/1174/mod_resource/content/1/contenido/index.html
- Seda, V. (2013, Noviembre 14). *Measuring the Level of Capacity Utilisation in Non-Manufacturing Sectors*. Retrieved from Organisation for Economic Co-operation and Development: https://www.oecd.org/sdd/leading-indicators/FGV%20V.S.Bittencourt%20-measuring%20capacity%20utilisation%20in%20non-manufacturing%20sector_presentation.pdf
- Sivaramakrishnan, S., & Shirhatti, G. (1999, April 1). *A User's Guide to RAQS: Rapid Analysis of Queueing Systems*. Retrieved from School of Industrial Engineering and Management Oklahoma State University:
<http://user.engineering.uiowa.edu/~dbricker/RAQSMANU.PDF>
- Sivaramakrishnan, S., & Shirhatti, G. (1999, abril 01). *Center for Computer Integrated Manufacturing School of Industrial Engineering and Management*. Retrieved from <http://user.engineering.uiowa.edu/~dbricker/RAQSMANU.PDF>
- Stellwagen, E., & Goodrich, R. (2017, December 5). *Statistical Reference Manual*. Retrieved from Forecast pro: <https://www.forecastpro.com/wp-content/uploads/2018/10/Forecast-Pro-Statistical-Reference-Manual.pdf>
- Stewart, T., & O'Connell, P. (2016). *Woo, Wow and Win: Service Design, Strategy and the Art of Customer Delight*. Harper Business.
- Taha, H. A. (2012). *Investigación de operaciones*. Estado de México: Pearson.

- Tiwari, M. &. (2021). *Lean Tools in Apparel Manufacturing*.
- U.S. Department of Labor. (2008, July 1). *Department of Labor*. Retrieved from Department of Labor:
<https://www.dol.gov/sites/dolgov/files/WHD/legacy/files/whdfs39d.pdf>
- Unison. (2021). *Universidad Sonora*. Retrieved junio 26, 2021, from
<http://www.estadistica.mat.uson.mx/Material/seriesdetiempo.pdf>
- Zamora, D., Guzmán, V., & Cordero, M. y. (2019). *Sistemas de produccion. Análisis de las actividades primarias de la cadena de valor*. Madrid: ESIC.

7. APÉNDICES

Apéndice 1 Muestreo para casos de riesgo II y tiempo estándar calculado

Muestra	Tiempo observado	Valoración	Tiempo Normal	Holgura constante	Tiempo estándar
1	20,0	0,8	16,0	0,16	18,6
2	22,4	0,8	17,9	0,16	20,8
3	20,5	0,8	16,4	0,16	19,0
4	23,0	0,8	18,4	0,16	21,3
5	19,8	0,8	15,8	0,16	18,4
6	22	0,8	17,6	0,16	20,4
7	21,0	0,8	22,5	0,16	26,2
8	24,6	0,8	19,7	0,16	22,8
9	25,0	0,8	20,0	0,16	23,2
10	22,0	0,8	17,6	0,16	20,4
11	16,8	1,2	20,2	0,16	23,4
12	15,4	1,2	18,5	0,16	21,4
13	16,3	1,2	19,6	0,16	22,7
14	16,2	1,2	19,4	0,16	22,6
15	18,2	1,2	21,8	0,16	25,3
16	17,0	1,2	20,4	0,16	23,7
17	15,3	1,2	18,4	0,16	21,3
18	19,2	1,2	23,0	0,16	26,7
19	20,1	1,2	24,1	0,16	28,0
20	19,3	1,2	23,2	0,16	26,9
21	16,9	1,2	20,3	0,16	23,5
22	17,9	1,2	21,5	0,16	24,9
23	18,2	1,2	21,8	0,16	25,3
24	16,3	1,2	19,6	0,16	22,7
25	20,0	1,2	24,0	0,16	27,8
26	17,5	1,2	21,0	0,16	24,4
27	15,0	1,2	18,0	0,16	20,9
28	16,3	1,2	19,6	0,16	22,7
29	18,0	1,2	21,6	0,16	25,1
30	17	1,2	20,4	0,16	23,7

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 2 Muestreo para casos de riesgo III y tiempo estándar calculado

Muestra	Tiempo		Tiempo Normal	Holgura constante	Tiempo estándar
	observado	Valoración			
1	16,7	1,2	20,1	0,16	23,3
2	14,1	1,2	16,9	0,16	19,6
3	14,4	1,2	17,2	0,16	20,0
4	14,5	1,2	17,4	0,16	20,1
5	14,9	1,2	17,9	0,16	20,7
6	13,3	1,2	16,0	0,16	18,5
7	10,3	1,2	12,4	0,16	14,4
8	14,0	1,2	16,8	0,16	19,5
9	16,2	1,2	19,4	0,16	22,6
10	15,5	1,2	18,6	0,16	21,6
11	13,8	0,8	11,1	0,16	12,8
12	17,4	0,8	13,9	0,16	16,1
13	12,6	0,8	10,1	0,16	11,7
14	16,3	0,8	13,0	0,16	15,1
15	14,8	0,8	11,8	0,16	13,7
16	14,2	0,8	11,4	0,16	13,2
17	16,3	0,8	13,0	0,16	15,1
18	12,5	0,8	10,0	0,16	11,6
19	11,8	0,8	9,4	0,16	11,0
20	13,9	0,8	11,1	0,16	12,9
21	11,2	1,2	13,4	0,16	15,6
22	15,2	1,2	18,2	0,16	21,2
23	15,0	1,2	18,0	0,16	20,9
24	17,0	1,2	20,4	0,16	23,7
25	13,0	1,2	15,6	0,16	18,1
26	13,5	1,2	16,2	0,16	18,8
27	12,0	1,2	14,4	0,16	16,7
28	10,0	1,2	12,0	0,16	13,9
29	12,0	1,2	14,4	0,16	16,7
30	13,5	1,2	16,2	0,16	18,8

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 3 Muestreo para casos de riesgo IV y tiempo estándar calculado

Muestra	Tiempo observado	Valoración	Tiempo Normal	Holgura constante	Tiempo estándar
1	17,3	1,2	20,7	0,16	24,0
2	15,5	1,2	18,6	0,16	21,6
3	14,8	1,2	17,8	0,16	20,6
4	17,3	1,2	20,7	0,16	24,0
5	18,0	1,2	21,6	0,16	25,1
6	13,2	1,2	15,8	0,16	18,4
7	14,2	1,2	17,0	0,16	19,8
8	14,1	1,2	16,9	0,16	19,6
9	15,2	1,2	18,2	0,16	21,2
10	20,8	0,8	16,6	0,16	19,3
11	13,9	0,8	11,1	0,16	12,9
12	9,4	0,8	7,5	0,16	8,7
13	14,3	0,8	11,4	0,16	13,3
14	15,2	0,8	12,2	0,16	14,1
15	14,3	0,8	11,4	0,16	13,3
16	12,5	0,8	10,0	0,16	11,6
17	14,9	0,8	11,9	0,16	13,8
18	11,8	0,8	9,4	0,16	11,0
19	10,9	0,8	8,7	0,16	10,1
20	16,0	1,2	19,2	0,16	22,3
21	15,0	1,2	18,0	0,16	20,9
22	17,0	1,2	20,4	0,16	23,7
23	14,0	1,2	16,8	0,16	19,5
24	16,3	1,2	19,6	0,16	22,7
25	17,5	1,2	21,0	0,16	24,4
26	14,2	1,2	17,0	0,16	19,8
27	10,0	1,2	12,0	0,16	13,9
28	8,0	1,2	9,6	0,16	11,1
29	10,0	1,2	12,0	0,16	13,9
30	10,0	1,2	12,0	0,16	13,9

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 4 Muestreo para casos de usabilidad y tiempo estándar calculado

Muestreo	Tiempo observado	Valoración	Tiempo Normal	Holgura constante	Tiempo estándar
1	12	1,2	14,4	0,16	16,7
2	10	1,2	12,0	0,16	13,9
3	9	1,2	10,8	0,16	12,5
4	11	1,2	13,2	0,16	15,3
5	9	1,2	10,8	0,16	12,5
6	8,5	1,2	10,2	0,16	11,8
7	9	1,2	10,8	0,16	12,5
8	9,5	1,2	11,4	0,16	13,2
9	9	1,2	10,8	0,16	12,5
10	9	1,2	10,8	0,16	12,5
11	14,8	0,8	11,8	0,16	13,7
12	11,2	0,8	9,0	0,16	10,4
13	11,4	0,8	9,1	0,16	10,6
14	14,5	0,8	11,6	0,16	13,5
15	15,8	0,8	12,6	0,16	14,7
16	14,5	0,8	11,6	0,16	13,5
17	5,6	1,2	6,7	0,16	7,8
18	5	1,2	6,0	0,16	7,0
19	6,3	1,2	7,6	0,16	8,8
20	5,1	1,2	6,1	0,16	7,1
21	11,1	1,2	13,3	0,16	15,4
22	8,9	1,2	10,6	0,16	12,3
23	6,8	1,2	8,1	0,16	9,4
24	6,75	1,2	8,1	0,16	9,4
25	5,7	1,2	6,9	0,16	8,0
26	5,2	1,2	6,2	0,16	7,2
27	8,2	1,2	9,8	0,16	11,4
28	9,6	1,2	11,5	0,16	13,4
29	7,2	1,2	8,6	0,16	10,0
30	11,5	1,2	13,8	0,16	16,0

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 5 Muestreo para cierre de casos y tiempo estándar calculado

Muestra	Tiempo observado	Valoración	Tiempo Normal	Holgura constante	Tiempo estándar
1	6,2	1,2	7,4	0,16	8,6
2	7,8	1,2	9,4	0,16	10,9
3	6	1,2	7,2	0,16	8,4
4	8,6	1,2	10,3	0,16	12,0
5	9,2	1,2	11,0	0,16	12,8
6	9,6	1,2	11,5	0,16	13,4
7	8	1,2	9,6	0,16	11,1
8	7,6	1,2	9,1	0,16	10,6
9	6,8	1,2	8,2	0,16	9,5
10	7,5	1,2	9,0	0,16	10,4
11	8,6	0,8	6,9	0,16	8,0
12	6,9	0,8	5,5	0,16	6,4
13	7,1	0,8	5,7	0,16	6,6
14	8,6	0,8	6,9	0,16	8,0
15	7,4	0,8	5,9	0,16	6,9
16	6,7	0,8	5,4	0,16	6,2
17	7,6	1,2	9,1	0,16	10,6
18	8	1,2	9,6	0,16	11,1
19	6,3	1,2	7,6	0,16	8,8
20	6,9	1,2	8,3	0,16	9,6
21	7,8	1,2	9,4	0,16	10,9
22	8,6	1,2	10,3	0,16	12,0
23	6,8	1,2	8,1	0,16	9,4
24	6,75	1,2	8,1	0,16	9,4
25	7,9	1,2	9,5	0,16	11,0
26	8,6	1,2	10,3	0,16	12,0
27	8,2	1,2	9,8	0,16	11,4
28	7,6	1,2	9,1	0,16	10,6
29	7,2	1,2	8,6	0,16	10,0
30	6,4	1,2	7,7	0,16	8,9

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 6 Muestreo para triaje y tiempo estándar calculado

Muestra	Tiempo observado	Valoración	Tiempo Normal	Holgura constante	Tiempo estándar
1	5,1	1,2	6,1	0,21	7,4
2	4,5	1,2	5,4	0,21	6,5
3	4,8	1,2	5,8	0,21	7,0
4	4,6	1,2	5,5	0,21	6,7
5	5,7	1,2	6,8	0,21	8,3
6	3,2	1,2	3,8	0,21	4,6
7	6,3	1,2	7,6	0,21	9,1
8	3,3	1,2	4,0	0,21	4,8
9	4,4	1,2	5,3	0,21	6,4
10	4,6	1,2	5,5	0,21	6,7
11	3,8	0,8	3,0	0,21	3,7
12	3,2	0,8	2,6	0,21	3,1
13	4,4	0,8	3,5	0,21	4,3
14	6,0	0,8	4,8	0,21	5,8
15	6,1	0,8	4,9	0,21	5,9
16	6,2	0,8	5,0	0,21	6,0
17	4,5	0,8	3,6	0,21	4,4
18	4,0	0,8	3,2	0,21	3,9
19	5,0	0,8	4,0	0,21	4,8
20	3,6	0,8	2,9	0,21	3,5
21	3,3	1,2	4,0	0,21	4,8
22	5,1	1,2	6,1	0,21	7,4
23	5,3	1,2	6,4	0,21	7,7
24	5,9	1,2	7,1	0,21	8,6
25	5,9	1,2	7,1	0,21	8,6
26	4,3	1,2	5,2	0,21	6,2
27	5,2	1,2	6,2	0,21	7,6
28	4,3	1,2	5,2	0,21	6,2
29	5,1	1,2	6,1	0,21	7,4
30	4,3	1,2	5,2	0,21	6,2

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 7 Holguras recomendadas por la oficina internacional del trabajo de
Estados Unidos

A. Holguras constantes:	
1. Holgura personal	5
2. Holgura por fatiga básica	4
B. Holguras variables:	
1. Holgura por estar parado	2
2. Holgura por posición anormal:	
a) Un poco incómoda	0
b) Incómoda (flexionado)	2
c) Muy incómoda (acostado, estirado)	7
3. Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastrar o empujar):	
Peso levantado, lb:	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
4. Mala iluminación:	
a) Un poco abajo de lo recomendado	0
b) Bastante abajo de lo recomendado	2
c) Muy inadecuada	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad): variable	0-100
6. Atención cercana:	
a) Trabajo bastante fino	0
b) Trabajo fino o exacto	2
c) Trabajo muy fino o muy exacto	5
7. Nivel de ruido:	
a) Continuo	0
b) Intermitente: fuerte	2
c) Intermitente: muy fuerte	5
d) De tono alto: fuerte	5
8. Esfuerzo mental:	
a) Proceso bastante complejo	1
b) Espacio de atención compleja o amplia	4
c) Muy complejo	8
9. Monotonía:	
a) Baja	0
b) Media	1
c) Alta	4
10. Tedio:	
a) Algo tedioso	0
b) Tedioso	2
c) Muy tedioso	5

Fuente: (Niebel, 2009)

Apéndice 8. Histórico de reclamos técnicos por tipo de mayo 2018 a abril 2021

Fecha	Reclamo Riesgo I	Reclamo riesgo II	Reclamo riesgo III	Reclamo riesgo IV	Reclamo usabilidad
May 2018		123	821	1183	75
Jun 2018	2	109	877	1180	79
Jul 2018		101	958	1223	77
Ago 2018		140	899	1165	48
Sep 2018	1	98	672	969	56
Oct 2018		119	808	1072	77
Nov 2018		135	651	935	101
Dic 2018		131	583	1289	335
Ene 2019	1	156	759	1256	1604
Feb 2019		132	714	1053	1808
Mar 2019		116	871	1010	1844
Apr 2019		98	878	1092	2097
May 2019		111	1057	1100	2025
Jun 2019		93	1127	991	2206
Jul 2019		123	1194	1102	1689
Ago 2019		140	1102	970	2359
Sep 2019	1	127	760	897	1969
Oct 2019	1	167	894	913	2324
Nov 2019		152	861	773	1911
Dic 2019	1	104	810	840	1584
Ene 2020	2	129	935	1065	2188
Feb 2020		128	853	898	1680
Mar 2020		104	817	917	1584
Apr 2020		103	795	624	742
May 2020		101	730	769	955
Jun 2020		110	817	879	1321
Jul 2020		110	832	864	1711
Ago 2020		150	845	848	1881
Sep 2020	1	120	824	910	1777
Oct 2020	1	127	831	926	1831
Nov 2020		93	777	810	1452
Dic 2020		126	706	828	1655
Ene 2021		100	700	871	1509
Feb 2021		121	793	828	1627
Mar 2021	1	125	843	1048	2014
Apr 2021	2	145	812	925	1830

Fuente: Base de datos de Bayer,

Apéndice 9. Datos de entrada para modelo con RAQS

Input information

This Model has been developed in the Intermediate Mode

Type of Network - Open Network

Number of nodes = 4

Number of customer classes = 4

Node #	No.of servers	Uptime Mean	Downtime Mean	DT SCV
1	2	6.32	17.68	0.00
2	4	6.32	17.68	0.00
3	5	6.32	17.68	0.00
4	3	6.32	17.68	0.00

Class Information

Class #	Arrival Rate	Arrival SCV	# of Node Visits
1	0.200	0.040	1
2	1.100	0.010	2
3	2.800	0.040	2
4	2.100	0.080	1

Route Information

Class 1 information

Visit	Node	Service Mean	Service SCV
1	1	0.550	0.009

Class 2 information

Visit	Node	Service Mean	Service SCV
1	1	0.037	0.092
2	2	0.452	0.024

Class 3 information

Visit	Node	Service Mean	Service SCV
1	1	0.037	0.092
2	3	0.458	0.038

Class 4 information

Visit	Node	Service Mean	Service SCV
1	4	0.196	0.054

Fuente: Elaboración propia