

**UNIVERSIDAD CENTRAL
VICERRECTORÍA ACADÉMICA**

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE CURVA DE APRENDIZAJE
DE LA SEDE DE CARTAGO, PARA LA ESTANDARIZACIÓN
DE LAS ACTIVIDADES Y LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO**

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

ESTUDIANTE: CORINA MONTOYA ÁLVAREZ

TUTOR: ING. JOEL PICADO SANABRIA

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

CONTENIDO

CONTENIDO	I
TABLAS	V
FIGURAS.....	VII
DEDICATORIA	IX
AGRADECIMIENTOS.....	X
EPÍGRAFE	XI
RESUMEN.....	XII
CAPÍTULO I. PROBLEMA.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 ANTECEDENTES	5
1.4.1 Antecedentes nacionales	5
1.4.2 Antecedentes internacionales	7
1.5 PROYECCIONES.....	9
1.5.1 Alcances	9
1.5.2 Limitaciones	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	11
2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES	12
2.1.1 DMAIC	12
2.1.2 Análisis de los stakeholders.....	14
2.1.3 Árbol de CTQ (critical to quality)	15
2.1.4 Mapa de SIPOC	16
2.1.5 Diagrama de flujo	17
2.1.6 Gráfico de barras	18
2.1.7 Lluvia de ideas	19
2.1.8 Diagrama de Ishikawa.....	20

2.1.9 Multivoto.....	21
2.1.10 Análisis de modo y efecto de fallas (FMEA).....	23
2.1.11 Pareto	24
2.1.12 Gráfico de pastel	25
2.1.13 Plan de acción.....	26
2.1.14 Reuniones diarias kaizen (stand-up).....	28
2.1.15 Auditorías internas	29
2.1.16 Caminatas gemba	30
2.1.17 Hoja de registro o checklist	31
2.1.18 Indicadores clave de desempeño (KPI)	33
2.1.19 Reunión de 15 minutos	34
2.1.20 Capacitación de personal.....	35
2.1.21 ROI.....	37
2.1.22 Diagrama de Gantt.....	37
2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA.....	39
2.2.1 Visión/misión	39
2.2.2 Antecedentes históricos	39
2.2.3 Ubicación geográfica.....	40
2.2.4 Estructura organizacional.....	41
2.2.5 Cantidad de empleados	43
2.2.6 Tipos de productos.....	43
2.2.7 Mercado de exportación.....	44
2.2.8 Descripción general del proceso productivo	44
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	47
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	48
3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	51
3.3 METODOLOGÍA DMAIC.....	52
3.4 FUENTES DE INFORMACIÓN	54
3.4.1 Sujetos de información.....	55
3.4.2 Project charter.....	55
3.5 VARIABLES DE ANÁLISIS	57

3.6 INSTRUMENTOS	59
3.7 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	62
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS	65
4.1 DEFINIR	66
4.1.1 Análisis FODA.....	66
4.1.2 Matriz de estrategias.....	69
4.1.3 Análisis de stakeholders	74
4.1.4 Árbol de CTQ	76
4.1.5 Evidencias del problema actual.....	79
4.1.6 SIPOC.....	82
4.1.7 Flujo del proceso de curva de aprendizaje o ramp up.....	84
4.2 MEDIR	87
4.2.1 Datos históricos de retrabajos para el proceso de curva de aprendizaje	87
4.2.2 Cantidad de semanas del proceso de curva de aprendizaje actual (>15 semanas)	89
4.2.3 Duración real en semanas por grupo del proceso de curva de aprendizaje actual (>15 semanas)	91
4.2.4 Cálculo del promedio en semanas para la curva de aprendizaje actual y el seguimiento.....	93
4.2.5 VSM del proceso de curva de aprendizaje o ramp up.....	94
4.2.6 Cálculo del tiempo improductivo del proceso de curva de aprendizaje o ramp up.....	97
4.2.7 Gráfico de pastel para la distribución del tiempo en el proceso de curva de aprendizaje	98
4.2.8 Escala de evaluación del FMEA.....	99
4.2.9 FMEA para el proceso de curva de aprendizaje antes de la mejora	100
4.3 ANALIZAR	101
4.3.1 Lluvia de ideas	102
4.3.2 Diagrama de Ishikawa para el tiempo durante la curva de aprendizaje	104
4.3.3 Multivoto.....	106
4.3.4 Gráfico de Pareto	108

CAPÍTULO V. PROPUESTA	111
5.1 MEJORAR	112
5.1.1 Restructuración del equipo de curva de aprendizaje	112
5.1.2 Mejorar las técnicas de contratación y evaluación de perfiles	115
5.1.3 Implementación de un módulo de entrenamiento (self-learning).....	118
5.1.4 Plan de integración acelerado con el staff de ramp up	121
5.2 CONTROLAR	126
5.2.1 Caminatas	126
5.2.2 Reunión de 15 minutos al inicio de cada turno (daily huddle)	127
5.2.3 Seguimiento mensual de KPI con el dashboard	128
5.2.4 Auditorías semanales.....	128
5.3 RESULTADOS	129
5.3.1 Costos totales y cuantificación de beneficios	129
5.3.2 Reducción en las semanas de curva de aprendizaje después de la mejora aplicada.....	131
5.3.3 Comparación del desempeño del proceso de curva de aprendizaje antes y después de la mejora aplicada.....	133
5.3.4 Análisis detallado por grupo del proceso de curva de aprendizaje después de la mejora aplicada	134
5.3.5 FMEA del proceso de curva de aprendizaje después de la mejora aplicada	136
5.3.6 Nivel de productividad y retrabajos del proceso de curva de aprendizaje o ramp up después de aplicada la mejora	138
5.3.7 Ramp up hit rate.....	139
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	141
CONCLUSIONES	142
RECOMENDACIONES	144
REFERENCIAS	145
APÉNDICES	155
APÉNDICE 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS	156

TABLAS

Tabla 2.1: Cantidad de empleados por área.....	43
Tabla 3.1: Detalle de las actividades por etapa de la metodología DMAIC	53
Tabla 3.2: Ejemplo de sujetos de información	55
Tabla 3.3: Project charter	56
Tabla 3.4: Variables de la investigación por objetivo específico	58
Tabla 4.1: Análisis FODA de la Empresa Médica Dental Toya.....	66
Tabla 4.2: Matriz de estrategias FODA de la Empresa Médica Dental Toya	70
Tabla 4.3: Cantidad de semanas para el proceso de curva de aprendizaje antiguo (>15 semanas) de la Empresa Médica Dental Toya.....	90
Tabla 4.4: Cantidad de semanas para el proceso de curva de aprendizaje actual de la Empresa Médica Dental Toya.....	92
Tabla 4.5: Cálculo del promedio y la desviación estándar basándose en las semanas de duración para el proceso de curva de aprendizaje actual de la Empresa Médica Dental Toya.....	93
Tabla 4.6: Resumen del impacto económico por tiempo improductivo	98
Tabla 4.7: Escala de evaluación del FMEA para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya.....	100
Tabla 4.8: FMEA para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya	101
Tabla 4.9: Multivoto acerca de las causas que provocan el tiempo excesivo en el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya	107
Tabla 4.10: Votos individuales y acumulados que provocan el tiempo excesivo para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya	108
Tabla 5.1: Propuesta 1 para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya.....	115
Tabla 5.2: Propuesta 2 para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya.....	117
Tabla 5.3: Propuesta 3 para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya.....	120

Tabla 5.4: Propuesta 4 para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya.....	123
Tabla 5.5: Comparación de las propuestas para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya	124
Tabla 5.6: Checklist para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya.....	127
Tabla 5.7: Propuesta de calendario para las auditorías del proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya	129
Tabla 5.8: Tabla resumen de la inversión inicial, ahorro mensual estimado y ROI para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya	130
Tabla 5.9: Cantidad de semanas para el proceso de curva de aprendizaje después de la mejora aplicada en la Empresa Médica Dental Toya.....	132
Tabla 5.10: Comparación del promedio de semanas y la desviación estándar para el proceso de curva de aprendizaje después de la mejora aplicada en la Empresa Médica Dental Toya	133
Tabla 5.11: Cantidad de semanas para el proceso de curva de aprendizaje actual de la Empresa Médica Dental Toya después de la mejora aplicada	135
Tabla 5.12: FMEA para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya después de la mejora aplicada.....	137
Tabla 5.13: Nivel de productividad y retrabajos de la Empresa Médica Dental Toya ..	138

FIGURAS

Figura 2.1: Ejemplo de un diagrama de Ishikawa	14
Figura 2.2: Ejemplo de un análisis de stakeholders	15
Figura 2.3: Ejemplo de un árbol de CTQ	16
Figura 2.4: Ejemplo de un mapa de SIPOC	17
Figura 2.5: Ejemplo de un diagrama de flujo	18
Figura 2.6: Ejemplo de un gráfico de barras	19
Figura 2.7: Ejemplo de una lluvia de ideas	20
Figura 2.8: Ejemplo de un diagrama de Ishikawa	21
Figura 2.9: Ejemplo de un procedimiento para realizar un multivoto	22
Figura 2.10: Ejemplo de un FMEA.....	24
Figura 2.11: Ejemplo de un diagrama de Pareto	25
Figura 2.12: Gráfico de pastel	26
Figura 2.13: Objetivos de un plan de acción.....	28
Figura 2.14: Ejemplo de una reunión diaria	29
Figura 2.15: Ejemplo de un proceso de auditoría interna por tipos	30
Figura 2.16: Ejemplo de un gemba walk en siete pasos.....	31
Figura 2.17: Ejemplo de un diagrama de comprobación o checklist.....	33
Figura 2.18: Ejemplo de un concepto de KPI	34
Figura 2.19: Ejemplo de una reunión diaria de 15 minutos.....	35
Figura 2.20: Tipos de planes de capacitación	36
Figura 2.21: Ejemplo del cálculo del ROI.....	37
Figura 2.22: Ejemplo de un diagrama de Gantt	38
Figura 2.23: Mapa satelital de la Empresa Médica Dental Toya.....	41
Figura 2.24: Organigrama del Área de Producción de la Empresa Médica Dental Toya.....	42
Figura 2.25: Diagrama de flujo del proceso productivo general.....	45
Figura 3.1: Diagrama de flujo para el proceso de recolección y análisis de datos	64
Figura 4.1: Análisis de los stakeholders de la Empresa Médica Dental Toya.....	75
Figura 4.2: Árbol de CTQ de la Empresa Médica Dental Toya.....	77

Figura 4.3: Pareto para el desglose de las categorías de files incorrectos (2024)	80
Figura 4.4: Histograma de productividad de los empleados nuevos, intermedios y expertos (2024)	81
Figura 4.5: SIPOC de la Empresa Médica Dental Toya	83
Figura 4.6: Mapeo del flujo del proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya.....	85
Figura 4.7: Diagrama de flujo del proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya.....	86
Figura 4.8: Cantidad de tratamientos con retrabajo del proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya	88
Figura 4.9: VSM para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya	95
Figura 4.10: Distribución del tiempo en el proceso de curva de aprendizaje	99
Figura 4.11: Lluvia de ideas de las posibles causas que provocan el tiempo excesivo durante el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya.....	103
Figura 4.12: Diagrama de Ishikawa de las posibles causas que provocan el tiempo excesivo durante el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya.....	104
Figura 4.13: Gráfico de Pareto de las posibles causas que provocan el tiempo excesivo durante el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya	109
Figura 5.1: Diagrama de Gantt del proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya.....	125
Figura 5.2: Ramp up hit rate de la Empresa Médica Dental Toya	140

DEDICATORIA

Dedico este trabajo final de graduación a mi familia: quienes han sido mi soporte y mi apoyo.

A mi padre, por su ejemplo de constancia y paciencia, sus consejos y su apoyo incondicional, así como a mi abuela, por su amor infinito y sabiduría. Aunque ellos ya no están con vida, siempre son un gran ejemplo por seguir.

A mi madre, por siempre animarme a seguir adelante y a mis animalitos, los que ya no están y los que aún se encuentran presentes, porque con su compañía las noches largas se me hacen cortas y los días pesados más fáciles gracias a sus miradas, cariño y amor desinteresado que me brindan tranquilidad en medio del cansancio.

También dedico este logro a todos los que, de una u otra manera, han estado a mi lado en diferentes momentos de esta etapa, aunque tal vez no forman parte del círculo más cercano, se alegraron y mediante sus sonrisas me animaron para seguir adelante.

A los profesores, mi más sincero agradecimiento por guiarme en cada proceso con su conocimiento, profesionalismo, paciencia y apoyo constante.

Asimismo, a Jehová Dios, ya que sin él nada de esto hubiese sido posible. En cada dificultad encontré su fortaleza y su guía, es gracias a él que puedo disfrutar de la vida y cumplir este logro con gran humildad.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la vida y permitirme cumplir con éxito esta nueva etapa en mi vida.

A mi familia y a todos los profesores que fueron parte de este viaje en toda la carrera, por su paciencia, sabiduría y consejos.

Quiero hacer una mención específica a la profesora Joel Picado, porque fue una guía invaluable de orientación y disposición constante. Su forma de enseñar y profesionalismo dejaron una huella muy grande en mi formación como ingeniera industrial. Muchas gracias.

También quiero agradecer a mi equipo de trabajo que hizo posible contribuir con un desarrollo tan esperado para la organización, en especial a la coordinadora de *ramp up*, Desirée Bastos, quien fue fundamental para concluir el trabajo con éxitos.

A todos mil gracias por el trabajo, entrega y ayuda para hacer que este proyecto fuese exitoso.

EPÍGRAFE

"Nadie cambia una organización si primero no cambia la forma
en que las personas aprenden dentro de ella".

Peter Senge

RESUMEN

El estudio se realizó en la Empresa Médica Dental Toya, ubicada en América Free Zone, Cartago, Costa Rica, y especializada en la fabricación de tratamientos dentales, debido a que en los últimos años aumentó el tiempo para completar la curva de aprendizaje en todas las regiones de Américas, Sudeste Asiático, Asia Oriental y Europa.

Así, para la evaluación de este proceso, se utilizó la metodología DMAIC y técnicas de métodos de trabajo. En primer lugar, por medio del árbol de CTQ (*critical to quality*), se determinó que un índice clave para el doctor es el cumplimiento de los tratamientos ortodónticos sin retrabajos, lo cual está directamente relacionado con la falta de seguir el *standard operation procedure* (SOP) y la falta de una inspección final, confirmado por el análisis de modo y efecto de fallas (FMEA), que mostró un número de prioridad de riesgo (RPN) de 125 puntos en estas áreas. Además, se identificó que el tiempo improductivo representa el 43.75 % del *lead time* total, equivalente a 105 minutos no aprovechados, lo que genera más de \$ 2500 diarios de pérdida en tratamientos no enviados, y más de \$ 738 000 de pérdidas anuales si no se interviene el proceso. Por otra parte, el Pareto permitió identificar que el 48.80 % de los retrabajos corresponde a aditamentos flotantes y está directamente asociado al no seguimiento de las instrucciones por parte de los diseñadores de tratamiento y al no seguir el SOP.

Como propuestas de solución, se implementó un plan de acción que incluyó crear un módulo de entrenamiento de *self-learning*, establecer un *staff* exclusivo para *ramp up* y realizar mejoras en la comunicación. Tras la implementación de las mejoras, se logró reducir el tiempo promedio de la curva de aprendizaje de 16.50 semanas a 5.20 semanas, con una mejora de un 68.50 %; adicional, se dio una disminución en los retrabajos y en la carga para el equipo de soporte. El costo total de la inversión es de \$ 14 680 y se estimó una recuperación inicial de la inversión de aproximadamente un mes.

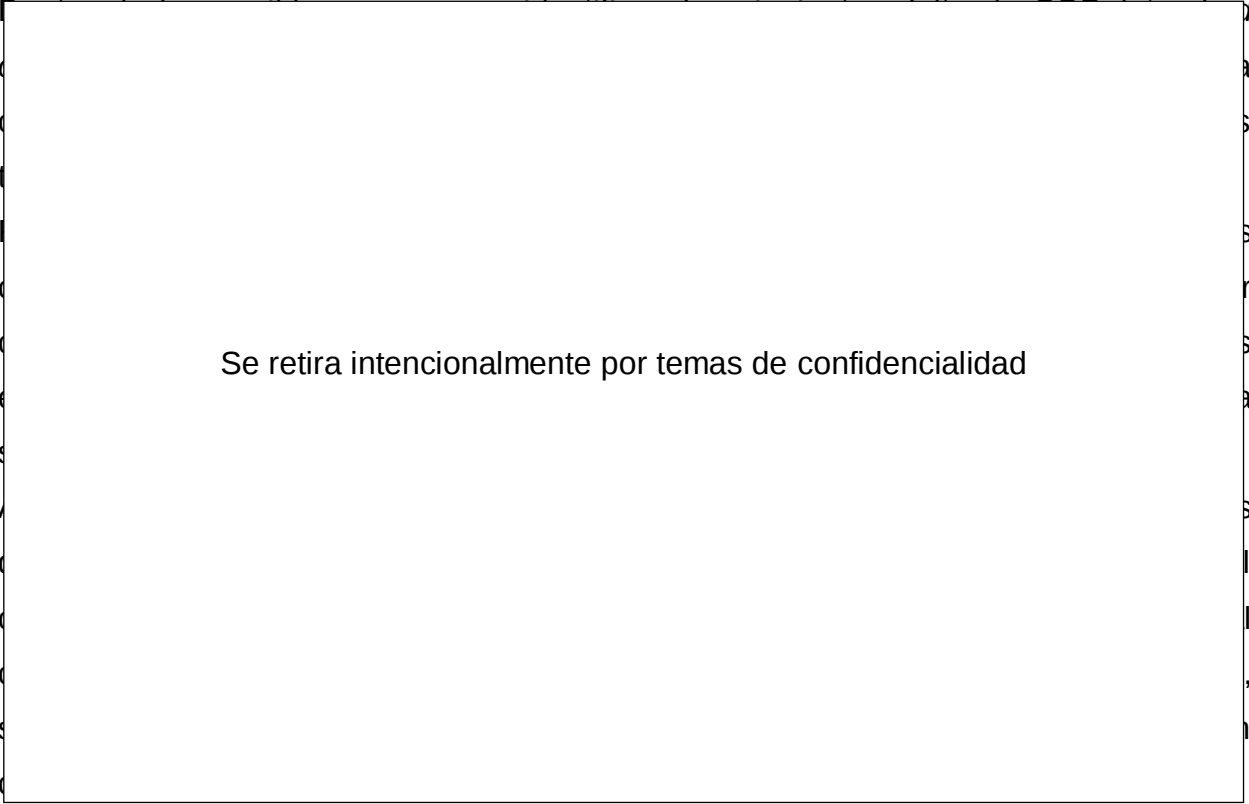
Palabras clave: mejora continua, curva de aprendizaje, entrenamiento, DMAIC, FMEA, CTQ, plan de acción.

CAPÍTULO I. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El estudio se desarrolla en la Empresa Médica Dental Toya, ubicada en American Free Zone en Cartago y dedicada al servicio dental, específicamente en el Área de Producción a la hora de realizar las curvas de aprendizaje o *ramp up*.

En la actualidad, el problema se genera porque el tiempo en que las personas tardan en completar la curva de aprendizaje ha aumentado en los últimos años, lo cual ha provocado más inversión de tiempo por parte de los colaboradores que llevan a cabo los tratamientos, los *coaches* y el personal administrativo.



Se retira intencionalmente por temas de confidencialidad

Por lo tanto, se evalúa el proceso de curva de aprendizaje de los técnicos de producción de la sede de Cartago de la Empresa Médica Dental Toya, mediante DMAIC y técnicas de métodos de trabajo, para diseñar propuestas de solución que estandaricen las actividades asociadas y, así, reducir el tiempo del proceso en al menos tres semanas. Además, formular propuestas de mejora y mitigar las quejas de los clientes por entregas del producto no hechas a tiempo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el proceso de curva de aprendizaje de los técnicos de producción de la sede de Cartago de la Empresa Médica Dental Toya, mediante DMAIC y técnicas de métodos de trabajo, para diseñar propuestas de solución que estandaricen las actividades asociadas, reduciendo el tiempo del proceso en al menos tres semanas.

1.2.2 Objetivos específicos

- Definir los factores que influyen en el incumplimiento de los tiempos de la curva de aprendizaje de los técnicos de producción, con técnicas de análisis del entorno y caracterización del proceso de realización de los tratamientos.
- Medir el impacto en el tiempo y en el desempeño de los técnicos de producción, por medio de la estadística descriptiva y el mapeo de valor en el proceso de curva de aprendizaje.
- Analizar las causas que provocan los errores y reprocesos de producción durante la curva de aprendizaje y, por ende, aumentan su tiempo, determinando las más críticas con el uso de técnicas de análisis de causas raíz.
- Mejorar el rendimiento de los empleados que se encuentran en la curva de aprendizaje, mediante propuestas de solución que estandaricen las actividades y disminuyan el tiempo invertido en las actividades asociadas a este proceso.
- Controlar las mejoras implementadas, mediante la aplicación de técnicas de evaluación y seguimiento que aseguren los resultados en el cumplimiento de los tiempos de la curva de aprendizaje.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo se dirige a evaluar el proceso actual de curvas de aprendizaje, específicamente el incumplimiento de los tiempos establecidos que ocurre en el Área de Producción de la Empresa Médica Dental Toya, ubicada en Cartago, San José, Costa Rica, durante el periodo 2023-2025. De este modo, a lo largo del análisis se detallan las

causas más comunes que ocasionan el incumplimiento de la curva de aprendizaje en producción y los atrasos a los clientes.

Adicional, se propone diseñar un plan de acción para reducir el tiempo de la curva de aprendizaje, basado en tratar las causas más críticas que provocan el incumplimiento por parte de los empleados, tomando en cuenta los factores más relevantes para estandarizar los criterios de las inspecciones, la falta de SOP claros, la falta de capacitación efectiva y la inadecuada comunicación entre los equipos de entrenamiento y producción.

Utilizando un enfoque cualitativo y cuantitativo de investigación, se pretende que la empresa sea más eficiente, con el propósito de aumentar la fluidez y lograr la agilidad del proceso de producción para conseguir que el personal nuevo llegue a la productividad requerida (90 %) en menos tiempo y con menos retrabajos, e inclusive se implementen estas prácticas en el diseño de programas de mejora continua del proceso productivo de las diferentes regiones que trabajan con el producto, no solo a nivel interno, sino en los distintos países.

Las empresas de dispositivos médicos se benefician si implementan un plan de acción para disminuir el tiempo que tardan los empleados nuevos en la realización de la curva de aprendizaje, porque se aseguran de seguir un procedimiento claro, preciso y orientado a garantizar la mejor calidad al cliente en el tiempo correcto, lo que le evita mayores gastos a la compañía en cuanto a recursos y tiempo.

Asimismo, el plan de acción ayuda a disminuir los retrabajos de producción y, por consiguiente, los costos operativos tanto de Costa Rica como de otros países en donde se desarrolla el producto, principalmente en Medellín, que es la manufactura. Al eliminar retrabajos, se acortan los tiempos y se reduce el consumo de recursos, esto permite utilizarlos de forma más eficiente en otros puestos de trabajo y una mayor rentabilidad para la empresa.

1.4 ANTECEDENTES

1.4.1 Antecedentes nacionales

En primer lugar, se encuentra la investigación denominada: *Análisis de productividad en Costa Rica: un enfoque microeconómico*, hecha por Melissa Vega Monge y Susan Jiménez Montero (2023) para el CONARE, en la cual se establece como objetivo analizar los procedimientos del uso de microdatos en relación con la productividad. Respecto al uso de microdatos en Costa Rica en estudios sobre productividad, las autoras citan el trabajo de Alfaro y Garita (2018), quienes examinan los efectos de una ineficiente asignación de recursos sobre la productividad de los factores en Costa Rica a partir de la metodología de Hsieh y Klenow (2009). Bajo las condiciones del modelo, los autores identifican ganancias de hasta un 60 % en productividad y señalan que la asignación de recursos es más ineficiente en las empresas orientadas a la actividad agrícola.

El segundo antecedente se refiere al proyecto de graduación titulado: *Mejoramiento de la curva de aprendizaje en los operarios de producción de la empresa Yara Costa Rica, mediante una propuesta de mediación pedagógica basada en el aprendizaje por competencias durante el 2020*, desarrollado por Jordán Andrés Bermúdez Carvajal, Bryan José Castrillo Méndez y Josimar Rodríguez Aguirre (2020) en la Universidad Técnica Nacional. En este se plantea mejorar la curva de aprendizaje en el proceso productivo por medio de capacitaciones, empleando un enfoque basado en el aprendizaje de competencias. También, se utiliza el diagnóstico, las evaluaciones y las pruebas con el fin de identificar dónde están las deficiencias de los colaboradores de producción; de este modo, se conocen los diferentes inconvenientes operativos que a su vez impactan productiva y económicamente a la empresa.

El tercer antecedente corresponde al artículo de Josué Bravo (2023), llamado: “Diputados crean consejo para promover la productividad y competitividad” y elaborado para *La Nación*. Este artículo tiene como objetivo analizar la importancia de la competitividad y productividad, además de la modernización de las estructuras institucionales, junto con la creación de un marco legal claro que defina el enfoque hacia la productividad y competitividad.

El cuarto antecedente es el proyecto de graduación denominado: *Innovación para el mejoramiento de la productividad y la competitividad empresarial en Costa Rica*, realizado por Miguel Ángel Gamboa Solís (2014) en la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología. Al respecto, se establece que es posible mejorar la productividad, los tiempos y la competitividad en Costa Rica mediante la innovación, el diseño de productos, el diseño de procesos, la planeación y el control de la producción. Asimismo, la investigación y el desarrollo constituyen áreas propicias para mejorar la productividad mediante la innovación. Es necesario mejorar la productividad y los tiempos en producción para propiciar y asegurar el mejor uso de los factores de la producción.

El último antecedente nacional es el proyecto final de graduación titulado: *Propuestas de mejora para la reducción del tiempo del cambio de papel en las máquinas A-07, A-08 y T's ubicadas en el Focus Factory SCD*. Llevado a cabo por Yerlin Adriana Gamboa Miranda (2020) en la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología. En este se explica que las máquinas encargadas de elaborar los productos deben pasar por un cambio de papel como un requerimiento de funcionamiento, lo cual se ejecuta en un rango de 5 a 18 minutos. El proceso se considera muy variable, pero se ha analizado que los tiempos son extensos para dicha actividad.

A su vez, se evalúa cómo los empleados realizan las tareas y qué se puede mejorar del proceso, por lo que se efectúa un diagrama de flujo analítico del proceso para estudiar cada actividad tomando en cuenta los pasos del proceso. Finalmente, se concluye que sí hay oportunidad de mejora.

Este proyecto se asemeja al presente estudio porque menciona la importancia de un aumento de la productividad y, si bien es cierto, se trabaja en la reducción del tiempo de las curvas de aprendizaje, esto conlleva a mejorar técnicas que inclusive pueden impactar de forma positiva la productividad, de manera que la guía para el trabajo sea más amigable y, por consiguiente, se mejoren las funciones y aumente la eficiencia y eficacia con una reducción significativa de los tiempos de la curva de aprendizaje en producción.

1.4.2 Antecedentes internacionales

El primer antecedente internacional es el artículo de la *Revista Colombiana de Investigación*, llamado: “La curva de aprendizaje y su contribución al desempeño del talento humano en las organizaciones: una revisión teórica” y elaborado por Diego Alonso Cardona Arbeláez, Jorge Luis Rio, Ana Karina Romero Sveriche y Harold Lora Guzmán (2019), quienes explican distintos modelos de curvas de aprendizaje referentes a metas de producción, evaluación de rendimientos, estimación de mano de obra, optimización de precios y costos, mejora de tiempos y ventajas competitivas. Lo anterior lo ejemplifican al citar a los siguientes autores:

Wright (1936), planteó que, si un trabajador realiza la misma tarea varias veces, el tiempo requerido para finalizar esta tarea disminuirá a una velocidad constante. Esto debido a que, los trabajadores aprenden de la experiencia previa y pueden ser más eficientes en la realización de esta. Además, identificó en la producción de aviones, una tasa de aprendizaje de 80 %, o una mejora del 20 % de la producción, debido a que el número de unidades de producción se duplicó.

En el estudio de curvas de aprendizaje grupal, Glock y Jaber (2014), proponen un modelo matemático para describir el aprendizaje en grupo en los procesos con y sin rotación de empleados. Los autores concluyen que el aprendizaje grupal es más que una agregación de los procesos de aprendizaje individual. Ellos demuestran que la inserción de un componente relacionado con la transferencia de conocimiento entre los individuos conduce a un mejor ajuste de la curva de aprendizaje grupal cuando se emplean datos experimentales. Los estudios mencionados anteriormente, evidencian la presencia de aprendizaje individual dentro de un grupo y el aprendizaje en conjunto de un grupo, que se puede estimar a través de la aplicación de modelos de curvas de aprendizaje grupal (p. 43).

El segundo antecedente corresponde al estudio titulado: *Mejorar la productividad mediante la aplicación de la curva de aprendizaje*, llevado a cabo por Jaime Olea Miranda, Carlos Ignacio Feuchter Leyva, Mario Barceló Valenzuela y Alonso Pérez-Soltero (2017). Los autores comentan que dentro de las ventajas competitivas de cualquier empresa están el conocimiento y la experiencia de sus empleados, estos

deben ser el eje central de la estructura organizacional. Asimismo, es fundamental que la empresa esté en constante evolución y desarrollo para poder asegurar la calidad en sus actividades, aprovechando correctamente sus recursos disponibles. La curva de aprendizaje es una herramienta esencial para el análisis y la mejora de la productividad en las organizaciones. Con el propósito de garantizar esa ventaja competitiva, las empresas deben considerar a los empleados como el recurso más valioso e invertir en su conocimiento. A medida que los trabajadores aprenden una operación, su desempeño resulta más eficiente y tanto las no conformidades como los tiempos de operación decrecen.

El tercer antecedente internacional se refiere al aporte realizado por Melissa Schilling, Patricia Vidal, Robert Ployhart y Aleandre Marangoni (2003) para la revista *Management Science*, denominado “Learning by Doing Something Else: Variation, Relatedness, and the Learning Curve”. En cuanto a este, se establece que las curvas de aprendizaje son una función de la experiencia acumulativa en una tarea en particular en lugar de en una serie de tareas; es decir, la tasa de aprendizaje se maximiza mediante la dedicación a una sola actividad. Por ende, la especialización tiene un impacto en las curvas de aprendizaje.

El cuarto antecedente es el estudio llamado: *El efecto de la curva de aprendizaje en procesos industriales*, elaborado por Agustín (2023). En este se menciona que la experiencia y la repetición influyen en la eficiencia de los procesos. La curva de aprendizaje demuestra que a medida que los trabajadores adquieren experiencia y práctica en una tarea, el tiempo requerido para ejecutarla disminuye porque mejoran las habilidades y los conocimientos en el proceso de trabajo.

Este proyecto se asemeja al presente estudio ya que indica cómo una buena metodología puede lograr un mejor rendimiento durante el desarrollo de la curva de aprendizaje de producción. Adicional, con una mejora de los tiempos de la curva, se busca reducir los costos y hacer más eficiente la operación al evitar retrabajos, esto hace que el personal con una mejor capacitación se sienta más seguro de su trabajo. Además, el control interno guía a los colaboradores a seguir el paso a paso; en otras palabras, a seguir la instrucción de trabajo. En resumen, el control interno es una buena práctica porque evalúa, mejora las funciones y aumenta la confiabilidad en los

resultados de la tarea que se realiza, sin dejar de lado la innovación, la competitividad y una buena salud laboral para conseguir un excelente rendimiento.

El último antecedente internacional es el artículo titulado: “Metodología basada en las curvas de aprendizaje para mejorar los procesos de construcción. Estudio de caso: construcción de muros”, hecho por Omar de la Cruz (2019) para la *Revista Académica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán*. En este se dice que una curva de aprendizaje es una línea que muestra la relación existente entre el tiempo de producción y el número acumulativo de unidades producidas, donde el aprendizaje depende del tiempo (Speelman, 2008). Lo expuesto está estrechamente ligado al trabajo de investigación, pues el tiempo que los diseñadores de tratamiento invierten ejecutando retrabajos hace evidente el aumento del *lead time* (en otras palabras, el aumento en el tiempo de entrega al doctor del tratamiento dental y, por consiguiente, las quejas recibidas).

1.5 PROYECCIONES

La finalidad del proyecto es lograr los siguientes resultados durante el proceso investigativo:

- Reducir el tiempo que los nuevos empleados tardan en alcanzar la meta de productividad y con buena calidad.
- Mejorar la eficiencia de los programas de *coaching*, sin comprometer la calidad del aprendizaje.
- Reducir el tiempo que los empleados asimilan los procesos de producción.
- Disminuir los errores producidos durante la curva de aprendizaje.
- Acelerar la curva de aprendizaje de los colaboradores en la adopción de nuevas formas de trabajo o el mejoramiento de las anteriores.

1.5.1 Alcances

El estudio se lleva a cabo en la Empresa Médica Dental Toya, específicamente en el Área de Producción, ubicada en American Free Zone en Cartago, en el turno A.

La empresa se beneficia si implementa un plan de acción para reducir el tiempo de la curva de aprendizaje, basado en tratar las causas más críticas que provocan el

incumplimiento por parte de los empleados. De esta forma, se toman en cuenta los factores relevantes para estandarizar los criterios del plan de acción de esta investigación y, con ello, se estima una reducción de tres semanas. Así, al definir bien la implementación de actividades como reuniones internas diarias (15 minutos), auditorías internas, caminatas, capacitaciones efectivas y seguimientos, seteo inicial de las expectativas y reglas disciplinarias, se asegura cumplir con el objetivo general y los específicos del proyecto.

Adicional, al implementar un plan de acción que ayude a reducir el tiempo en la curva de aprendizaje, se busca mejorar las condiciones actuales de eficiencia del aprendizaje. En otras palabras, reducir el tiempo para adquirir nuevas habilidades o conocimientos permite que los empleados puedan aprender más rápidamente, retengan conocimiento, estén motivados y comprometidos, se adapten y sean flexibles, con el propósito de generar un mejor desempeño y productividad en un menor tiempo, lo que asegura la calidad y mejora continua. Otro beneficio es que al estar más capacitado el personal de soporte que apoya a los empleados nuevos, también se genera un mejor desempeño.

1.5.2 Limitaciones

No existieron limitaciones durante el desarrollo del presente estudio.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES

Seguidamente se detallan las herramientas y conceptos ingenieriles tomados en cuenta para el desarrollo del presente estudio.

2.1.1 DMAIC

Esta metodología es una estrategia de *lean six sigma* utilizada en la mejora de procesos. Al respecto, con el fin de alcanzar un resultado óptimo, este método hace uso de datos recolectados y analizados posteriormente para proponer soluciones precisas. Asimismo, es muy útil para brindar soluciones a problemas con causas desconocidas. Ahora bien, DMAIC es un acrónimo en inglés compuesto por definir, medir, analizar, mejorar y controlar; términos correspondientes a cada una de sus fases. A continuación, se explican según lo descrito por Pérez (2022):

- **Definir:** la etapa de definición trata de establecer el problema que se busca solucionar. Si la organización ya cuenta con los requerimientos de los *stakeholders*, el proceso de definición será un poco más sencillo de realizar. Con esta clase de requerimientos se refiere a las expectativas de los clientes y de los interesados, y que estas se satisfagan con la calidad esperada. Si aún no se tienen claras cuáles son las expectativas y necesidades del cliente, se recomienda realizar lo que se conoce como VOC (o voz del cliente en español), la cual es una investigación de mercado y recopilación cualitativa y cuantitativa de datos. Se considera que este primer paso es uno de los más importantes dentro de esta metodología. Para facilitar su comprensión, la organización debe responder a estas preguntas: ¿Cuál es el problema?, ¿qué tan frecuentemente ocurre?, ¿cuál es el impacto del problema? Se recomienda realizar un mapa de flujo del valor (VSM) para tener claro el proceso de producción dentro de la organización. Además de hacerse preguntas tales como: ¿Quién va a estar en el equipo de proyecto?, ¿cómo va a ser llevado a cabo el proyecto?, ¿quiénes son los *stakeholders*?
- **Medir:** una vez que el equipo haya identificado cuál es el problema dentro del proceso, es momento de medir para poder saber el tamaño del problema. Con medir no se refiere a la recolección de datos, sobre todo los de tiempo

ciclo o mediciones sobre la calidad del producto que el cliente recibe. Como se mencionó anteriormente en la etapa de definición, el VSM dará una idea clara del panorama actual del proceso: lo que realmente está pasando dentro del proceso y dónde está el problema. Si en la etapa de medición se escucha la voz del cliente, en este paso se debe de escuchar principalmente la voz del proceso o VOP y también la voz del empleado, el cual expresa con sinceridad qué está pasando realmente.

- **Análisis:** esta sección ayudará a una mejor comprensión de los datos. El diagrama de Ishikawa se realizará una vez que el equipo haya hecho un análisis de los datos exhaustivo y se haya implementado la herramienta de los cinco porqués. Los cinco porqués surgen de una lluvia de ideas de las posibles causas, las cuales serán consideradas en el diagrama de Ishikawa.
- **Mejorar:** las primeras tres fases llevaron a cabo un exhaustivo estudio del problema, pero ahora en la fase de mejorar es importante proponer soluciones. Existen métodos clásicos dentro de la administración de la calidad, pero un camino que se tiene que seguir sin lugar a duda es el de planear, hacer, estudiar y hacer, mejor conocido como PDCA. Si no funciona se vuelve al inicio nuevamente hasta obtener el resultado deseado. El problema no se atacará desde un solo ángulo, sino que se van a tener que adaptar varios factores del proceso para que la solución dé resultado.
- **Controlar:** ¿Se ha logrado el objetivo? ¿Las mejoras ya forman parte del día tras día de la organización? Este último paso de la metodología DMAIC es la llave para que la solución implementada se mantenga por el paso del tiempo sin perder la esencia de lo que era en un principio, es decir, que sea sostenible. Elementos del control estadístico de procesos o SPC serán necesarios para monitorear los procesos y responder con rapidez a alguna variación o falla que se pueda presentar. El DMAIC se habrá realizado en vano si no se puede mantener la mejora a un nivel diario, pero sobre todo si no se creó conciencia dentro de la organización de la importancia de esta mejora. La comunicación entre el personal de la organización y la confianza

de informar sin barreras a la gerencia si se presenta un problema serán la clave del éxito de esta metodología.

Figura 2.1: Ejemplo de un diagrama de Ishikawa



Fuente: Pérez, 2022.

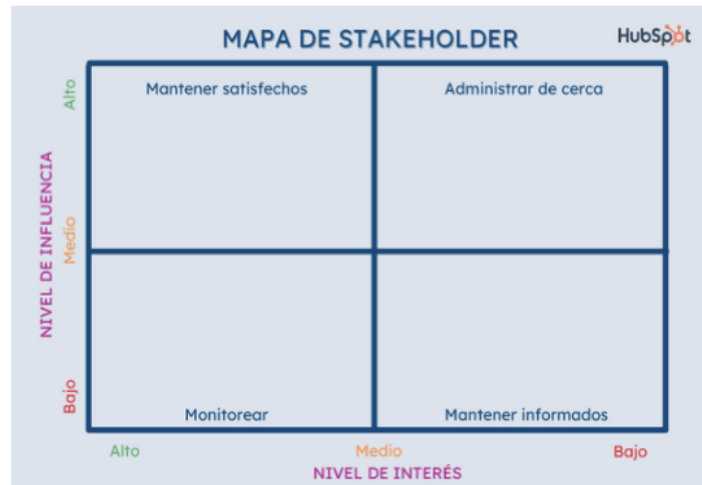
2.1.2 Análisis de los stakeholders

En cuanto a este análisis, Martins (2025b) explica:

Un mapa de análisis de los *stakeholders* es una manera de identificar a los involucrados del proyecto para incrementar el impacto que tendrá tu proyecto con base en dos aspectos clave: el grado de influencia y el grado de interés del interesado. El mapa de análisis de los *stakeholders* puede ayudarte a comprender qué partes interesadas tendrán un mayor o menor grado de influencia en tu proyecto además del nivel de interés en tu trabajo. De este modo, puedes comunicarte de manera efectiva con todos los interesados del proyecto de la forma que les resulte más útil.

Una vez que hayas creado el mapa, la gestión de los *stakeholders* será el proceso de comunicación con los actores clave de tu proyecto. Con la gestión de *stakeholders* puedes asegurarte de que compartes la información relevante con los involucrados, en el momento adecuado, independientemente de que sean actualizaciones a nivel de tarea, informes regulares del estado de un proyecto o resúmenes de programa más extensos.

Figura 2.2: Ejemplo de un análisis de stakeholders



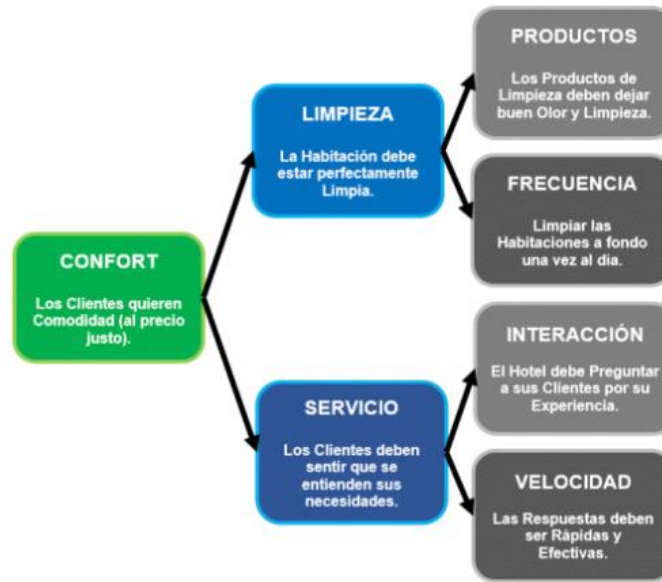
Fuente: Cárdenas, 2023.

2.1.3 Árbol de CTQ (critical to quality)

Respecto a esta herramienta, LinkedIn (2025) señala:

Un árbol CTQ es un diagrama que muestra la jerarquía de necesidades, expectativas y requisitos del cliente. Comienza con una necesidad de alto nivel, como "servicio confiable", y la divide en atributos más específicos y medibles, como "entrega a tiempo", "facturación precisa" y "comunicación fácil". Cada atributo se vincula a una métrica que se puede utilizar para supervisar y mejorar el rendimiento, como "porcentaje de entregas dentro del plazo acordado", "número de errores de facturación por mes" y "tiempo medio de respuesta a las consultas de los clientes". Un árbol CTQ le ayuda a centrarse en los aspectos de calidad que más les importan a sus clientes y alinear sus procesos y productos en consecuencia.

Figura 2.3: Ejemplo de un árbol de CTQ



Fuente: Consuunt, 2025.

2.1.4 Mapa de SIPOC

Seguidamente, Niño (2021) se refiere al origen, definición y ventajas de este mapa:

SIPOC es una herramienta que resume las entradas y salidas de uno o más procesos en forma de tabla. Es un acrónimo que significa suministros, entradas, procesos, productos y clientes. Algunas organizaciones utilizan el acrónimo COPIS, que coloca al cliente en primer lugar e ilustra el valor del cliente para la organización.

El término SIPOC se origina en la década de 1980 y forma parte del movimiento de calidad total. [...]

El SIPOC es un diagrama de flujo a alto nivel y, a su vez, es el primer paso para la realización de un diagrama de flujo detallado (flujograma de proceso). Permite visualizar los pasos secuenciales de un proceso definiendo claramente sus entradas, salidas, proveedores y clientes. Recoge detalles importantes sobre el inicio y el final del proceso. Es una herramienta de gran utilidad para identificar el proceso a investigar en la primera etapa de la metodología DMAIC.

Sus principales virtudes son que, con él, se consigue concretar el ámbito de los proyectos *lean six sigma*, clarificar los papeles de las partes implicadas y, especialmente, es de gran utilidad para identificar a los clientes.

Figura 2.4: Ejemplo de un mapa de SIPOC

S	I	P	O	C
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
¿Quién suministra lo que se necesita para ejecutar el proceso?	¿Cuáles son los insumos requeridos?	¿Qué hace el proceso?	¿Cuál es el resultado esperado del proceso?	¿Qué clientes necesitan la salida de este proceso?
Ejemplo:				
Departamento de finanzas de sucursales.	Ordenes de compras. Facturas.	Paso 1 Paso 2 Paso 3	Reportes financieros	Departamento financiero corporativo

Fuente: Hernández, 2019.

2.1.5 Diagrama de flujo

Referente a este tipo de diagrama, Team Asana (2025c) detalla:

Los diagramas de flujo son perfectos para visualizar procesos complejos en un equipo. [...]

Un diagrama de flujo o flujograma es una representación gráfica y secuencial de un proceso o flujo de trabajo con todas las tareas y actividades principales necesarias para lograr un objetivo común. Para que visualmente se pueda representar la sucesión de tareas y la relación entre ellas se utilizan símbolos como flechas, rombos, rectángulos o prismas. [...]

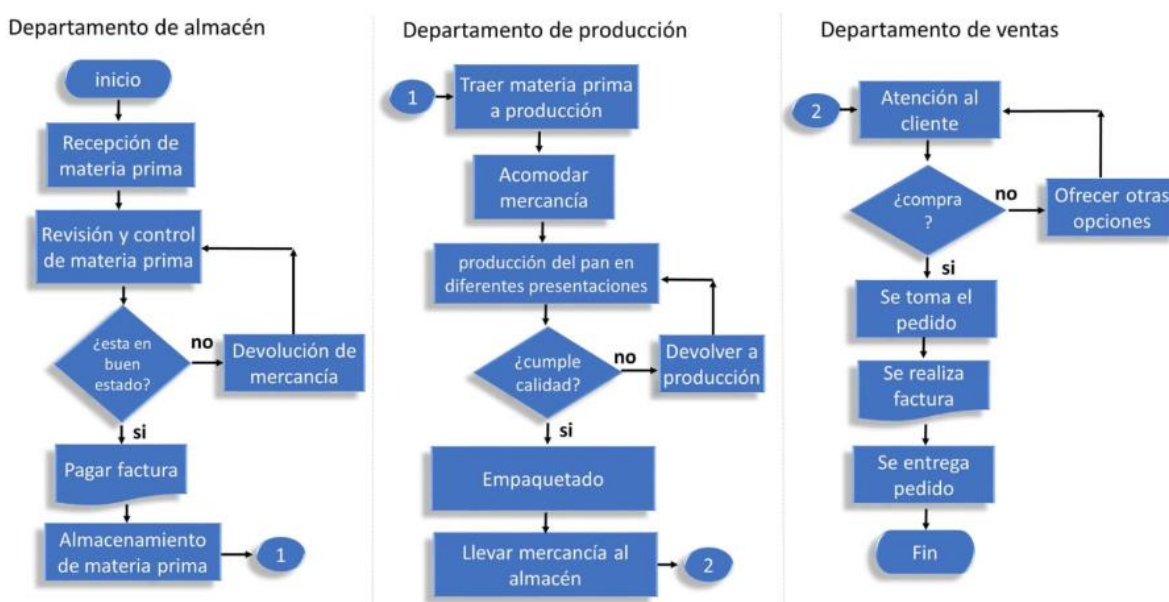
Los diagramas de flujo pueden ser útiles en muchas situaciones, como, por ejemplo, para hacer lo siguiente:

- Documentar un proceso.
- Simplificar y visualizar ideas.

- Organizar el equipo y asignar tareas con efectividad.
- Tomar decisiones y justificarlas.
- Identificar y evaluar cuellos de botella o problemas.
- Estandarizar los procesos.
- Dar seguimiento al progreso de un proyecto.

Como los diagramas de flujo son herramientas muy potentes, se usan en muchos campos y sectores del mercado. Puedes verlos en: educación, ventas, *marketing*, negocios, ingeniería o fabricación.

Figura 2.5: Ejemplo de un diagrama de flujo



Fuente: Riquelme, 2024.

2.1.6 Gráfico de barras

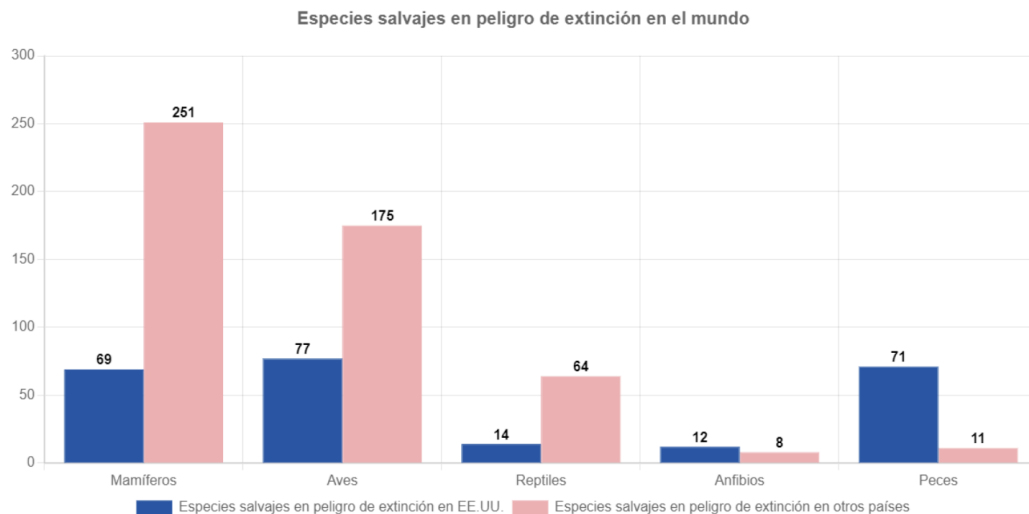
En el caso de este tipo de gráfico, GCF Global (2025) indica las siguientes características:

Un diagrama o gráfico de barras es un gráfico usado para mostrar de forma resumida un grupo de datos que puede incluir variables cualitativas y cuantitativas.

- Se compone de columnas o barras de diferentes alturas que pueden ser horizontales o verticales.

- Tiene un eje horizontal o eje x, donde se ubica la variable, por lo general, cualitativa.
 - Tiene un eje vertical o eje y, donde se ponen los valores que determina la altura de las barras. A estos números se les conoce como frecuencia.
 - El ancho de las barras y el espacio entre cada una debe ser el mismo.
- Las barras también sirven para comparar valores.

Figura 2.6: Ejemplo de un gráfico de barras



Fuente: Plan de Mejora, 2022.

2.1.7 Lluvia de ideas

El texto *Qué es una lluvia de ideas* (s.f.) detalla cómo ejecutar esta herramienta, asimismo sus ventajas y desventajas:

Si quieres establecer sesiones de lluvia de ideas o *brainstorming* que conduzcan a propuestas más interesantes y creativas, debes tener en cuenta el número exacto de participantes que asistirán a la reunión. [...]

La lluvia de ideas te permitirá encontrarte con nuevos puntos de vista por parte de los compañeros que ves todos los días, pero que quizá no siempre reconoces como tus aliados en la creatividad.

Además, es una de las mejores herramientas para desbloquear la inventiva, sea la tuya o la de los miembros de tu equipo. Dado que tiene por principio lograr un ambiente de colaboración y más relajado que el habitual,

puede brindarte resultados sorprendentes. Una vez que establezcas esa atmósfera de confianza, es posible que hasta el más tímido exprese lo que piensa acerca de un tema. [...]

Ventajas y desventajas de la lluvia de ideas

- Pone a tu disposición ideas diversas, donde algunas serán muy valiosas para tus proyectos.
- Promueve la crítica, que es necesaria incluso cuando las actividades de un equipo o departamento marchan adecuadamente.
- Te ayuda a eliminar los obstáculos en la creatividad de un equipo respecto de un asunto más o menos puntual.
- Permite que se reduzcan las barreras entre sus participantes, ya sea por su grupo de trabajo o por su jerarquía.
- Influye positivamente en las dinámicas de trabajo al ser un momento extraordinario en el día tras día.

Figura 2.7: Ejemplo de una lluvia de ideas



Fuente: Amaya, 2017.

2.1.8 Diagrama de Ishikawa

De acuerdo con Salesforce LATAM (2024), el objetivo y los beneficios de este diagrama son los siguientes:

El diagrama de Ishikawa, también conocido como de espina de pescado, es una herramienta visual que tiene un formato de gráfico. Además, su principal función es ayudar en los análisis de organización. La mayoría de las veces se lo emplea para encontrar la causa de un problema en su raíz.

De esa forma, el diagrama tiene como objetivo ayudar al equipo a llegar a las causas reales de cuellos de botella que acometen a los procesos operativos y organizacionales de la empresa. En otras palabras, se puede decir que su propósito es desenmascarar situaciones no deseadas exponiendo su verdadero motivo.

La gran ayuda que el diagrama de Ishikawa le brinda a tu negocio consiste en facilitar la visualización de causas problema. Además, el diagrama estimula la generación de *brainstorming* e ideas. Esto ocurre porque el equipo, al centrarse en los problemas, empieza a vislumbrar posibles soluciones innovadoras que salen de la caja. También es una buena forma de interactuar con todo el equipo y obtener su compromiso. Otro beneficio aportado por esta metodología es el de la mejora continua de los procesos.

Figura 2.8: Ejemplo de un diagrama de Ishikawa



Fuente: Problema, 2023.

2.1.9 Multivoto

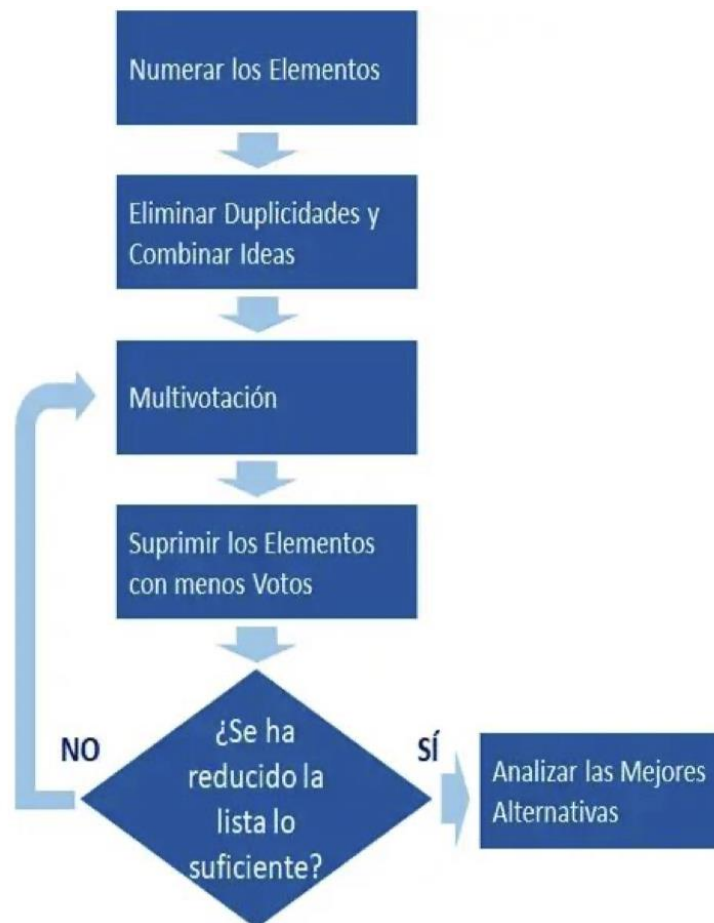
Aiteco Consultores (2019) explica sobre el multivoto:

La multivotación es un procedimiento sencillo y estructurado que se aplica para seleccionar, de entre una amplia lista de elementos, aquellos que son más significativos y merecen mayor consideración.

Cuando disponemos de una gran cantidad de ideas u opciones la dificultad estriba en trabajar con ese alto número. Con la multivotación, esa amplia gama de elementos se reduce, lo que permite al equipo centrarse en unas pocas, más apropiadas e importantes. [...]

Para aplicar el procedimiento, en primer lugar, se ha de contar con una amplia lista de elementos. En esta capacidad para reducir esa lista a un tamaño manejable está la utilidad de la multivotación.

Figura 2.9: Ejemplo de un procedimiento para realizar un multivoto



Fuente: Aiteco Consultores, 2019.

2.1.10 Análisis de modo y efecto de fallas (FMEA)

Con relación al FMEA, Terreros (2025) brinda la siguiente definición:

El análisis de modo y efecto de fallas es un recurso analítico diseñado para evaluar y medir los posibles efectos que una falla técnica o procesal puede tener en la operatividad de una empresa. El FMEA tiene como objetivo ofrecer datos que pueden utilizarse para generar planes de acción ante estas eventualidades. [...]

Por otro lado, el método FMEA ayuda a las empresas a elevar sus estándares y homologar procesos. Esto se logra mediante la identificación de riesgos en ciertas operaciones, lo cual conlleva la búsqueda de alternativas para llegar al mismo resultado. Al final, lo que le debe interesar a una empresa es reducir al mínimo las causas de posibles fallos y disminuir los índices de incertidumbre respecto a cada paso dentro de un proceso. [...]

El método se aplica al:

- Conocer los procesos.
- Definir objetivos de estudio.
- Delegar responsabilidades.
- Identificar riesgos.
- Determinar la severidad de cada uno.
- Estimar probabilidades.
- Analizar causas.
- Evaluar defectos.
- Establecer prioridades. [...]

Este método de evaluación suele ser hipotético y se basa en preguntarse qué posibles efectos tendría una falla dentro de un proceso. Asimismo, el análisis se nutre de experiencias pasadas, a fin de mejorar la predicción de fenómenos.

Figura 2.10: Ejemplo de un FMEA

Etapa del proceso	Falla	Efecto	Severidad	Ocurrencia	Detección	Prioridad
Producción	Error en el proceso de pasteurización por falla técnica	Surgimiento de bacterias dentro del producto	5	1	2	10
Distribución	Conservación inadecuada del producto a altas temperaturas	Afectación en el sabor del producto y consistencia	3	2	4	24
Almacenaje	Daño en el envase del producto por mal manejo de la mercancía	Entrada de microorganismos en el envase y daño irreversible al producto	5	2	5	50
Venta	Impresión errónea de lote y fecha de caducidad incorrecta	El producto llega con daño al comprador final y puede producir efectos negativos en su sistema	5	1	1	5

HubSpot

Fuente: Terreros, 2025.

2.1.11 Pareto

Betancourt (2016) se refiere a su creación y funcionalidad:

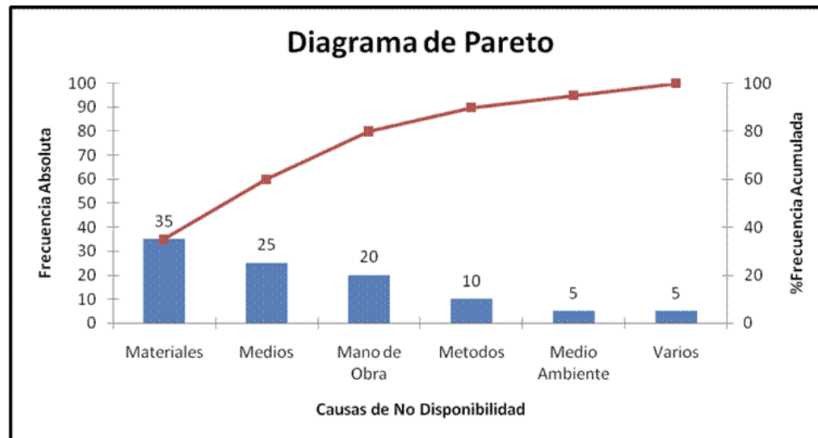
Creado por Vilfredo Pareto y conocido también como distribución ABC, gráfico de Pareto o curva 80-20, esta herramienta nos permite separar los problemas más relevantes de aquellos que no tienen importancia, mediante la aplicación del principio 80-20 o principio de Pareto, que a nivel general dice así:

El 20 % de las causas genera el 80 % de las consecuencias.

El principio de Pareto es utilizado en multitud de campos: desde la economía hasta la sociología. [...]

El diagrama de Pareto consiste en un gráfico de barras que clasifica de izquierda a derecha en orden descendente las causas o factores detectados en torno a un fenómeno.

Figura 2.11: Ejemplo de un diagrama de Pareto



Fuente: SPC Consulting Group, 2015.

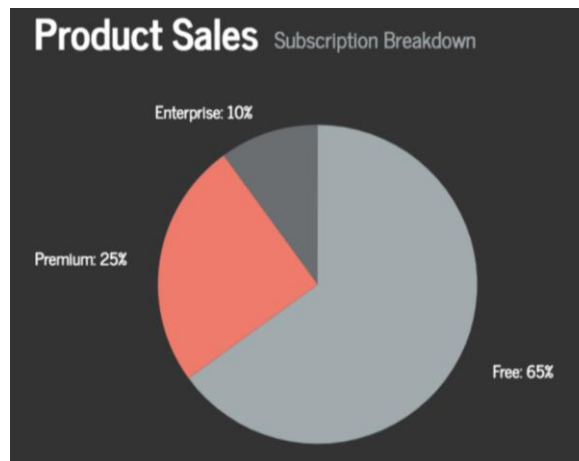
2.1.12 Gráfico de pastel

Los gráficos de pastel se emplean para representar porcentajes. Gaskin (2024) profundiza en cuanto a esta herramienta:

Como la gráfica de pastel se usa para visualizar las partes de un todo, sus pedazos siempre deben sumar un total de 100 %. Cada porción de la gráfica representa una categoría de información.

Una gráfica de pastel se le llama así porque luce como un pastel cortado en porciones, debido a su forma redonda y a los segmentos que representan los datos que se están ilustrando. Los sectores de la gráfica representan las proporciones de los componentes de la población estadística. Los ángulos que corresponden a cada sector se calculan en función del porcentaje que cada categoría representa del total.

Figura 2.12: Gráfico de pastel



Fuente: Gaskin, 2024.

2.1.13 Plan de acción

Respecto a este tipo de plan, Trujillo (2023) define:

Un plan de acción es una herramienta administrativa que establece el camino para conseguir las metas de un negocio. Fija la ruta con una planificación exhaustiva por medio de un listado de actividades con los tiempos y responsables; además, marca el progreso en cada componente.

Por su parte, Rodrigues (2025) enumera los elementos para crear un plan de acción efectivo:

[...] es importante considerar varios aspectos clave que garantizarán su éxito y relevancia para la empresa y sus objetivos específicos. Aquí hay algunas pautas importantes por tener en cuenta:

- **Objetivos claros y medibles:** es fundamental definir objetivos concretos que sean alcanzables y estén alineados con la visión y misión de la organización. Estos objetivos deben ser SMART (específicos, medibles, alcanzables, relevantes y en tiempo) para poder evaluar su progreso de manera efectiva.
- **Análisis exhaustivo de la situación actual:** antes de diseñar el plan de acción, es crucial realizar un análisis detallado de la situación actual de la empresa. Esto implica identificar los desafíos, evaluar las fortalezas y debilidades internas, así como identificar las oportunidades y amenazas

externas. Este análisis proporcionará la base necesaria para desarrollar estrategias efectivas.

- Identificación de recursos necesarios: para implementar el plan de acción con éxito, es importante identificar y asegurar los recursos necesarios, ya sean financieros, humanos, tecnológicos o materiales con los que cuenta la empresa. La falta de recursos adecuados puede obstaculizar el progreso del plan, por lo que es esencial garantizar su disponibilidad.
- Asignación de responsabilidades claras: cada acción y tarea dentro del plan debe tener un responsable designado. Esto garantizará una claridad absoluta sobre quién es responsable de qué tarea y quién debe rendir cuentas por los resultados. Asignar responsabilidades claras promueve la eficiencia y el compromiso con el plan.
- Establecimiento de líneas de tiempo y mecanismos de seguimiento: es esencial establecer líneas de tiempo realistas para cada acción y tarea dentro del plan. Además, se deben implementar mecanismos de seguimiento y evaluación periódicos para monitorear el progreso y realizar ajustes si es necesario. Esto garantizará que el plan avance de manera efectiva hacia sus objetivos.
- Implementación de una estrategia de comunicación efectiva: se debe desarrollar una estrategia de comunicación clara y efectiva para informar a todas las partes interesadas sobre el plan, sus objetivos, acciones y progreso. La comunicación transparente fomentará la alineación, el compromiso y la colaboración entre todos los involucrados en la ejecución del plan.
- Flexibilidad y adaptabilidad: a medida que se implementa el plan de acción, es importante ser flexible y estar dispuesto a realizar ajustes según sea necesario. Las circunstancias pueden cambiar, pueden surgir nuevos desafíos o puede ser necesario modificar las estrategias. La capacidad de adaptación es fundamental para garantizar la relevancia y efectividad continua del plan en un entorno empresarial dinámico. Entre los beneficios de implementar un plan de acción, se tienen: claridad y

enfoque para cumplir metas, optimización de recursos, responsabilidad y rendición de cuentas, gestión de tiempo y priorización de tareas y adaptación al cambio.

Figura 2.13: Objetivos de un plan de acción



Fuente: Rodrigues, 2025.

2.1.14 Reuniones diarias kaizen (stand-up)

En cuanto a las reuniones diarias de 15 minutos, Radigan (2024) explica:

Las reuniones rápidas son una de las partes fundamentales del desarrollo ágil. [...]

La reunión (*stand-up*) diaria es una reunión corta que se lleva a cabo cada día para hablar sobre el progreso e identificar los impedimentos. La razón por la que se llama *stand-up* (de pie) es porque, si los asistentes participan de pie, la reunión debe ser breve.

Para los equipos de *software*, la reunión rápida es como la piña de un equipo deportivo. Como ocurre en el fútbol americano y en el rugby, el equipo se reúne antes de cada jugada. La reunión diaria es estratégica: mantiene al equipo informado, conectado y calibrado durante todo el juego. Para los equipos de *software*, la reunión rápida es como la piña de un equipo deportivo. Incluso se conoce comúnmente como *scrum* diario y refuerza el "nosotros" para que todos conozcan el panorama y el progreso del equipo. Generalmente se elige un

horario que les funcione a todos, se busca que la reunión sea rápida y eficaz, se juega a atrapar la pelota, y se convierte la reunión rápida en parte de la retrospectiva del equipo.

Figura 2.14: Ejemplo de una reunión diaria



Fuente: Agbede, 2024.

2.1.15 Auditorías internas

Las auditorías internas son el sistema de control que una empresa establece para proteger sus activos. Se basa en un conjunto de normas, políticas y procedimientos para minimizar riesgos y aumentar la rentabilidad y productividad de toda la organización.

De acuerdo con Embed (2025):

Una de las grandes ventajas de contar con una auditoría interna es asegurar que tu empresa está llevando a cabo todas las funciones de cada área para su buen funcionamiento. En caso de que no sea así, detectarás los fallos o incumplimientos y podrás tomar medidas oportunas. [...]

La importancia de una auditoría interna es muy simple: si quieres que todo marche bien, debes hacer supervisiones constantes. Este procedimiento permite hacer un seguimiento actualizado de la gestión de tu negocio, lo que además te permitirá lograr el control financiero.

Algunos ejemplos de auditorías son la auditoría de calidad, la auditoría operacional y la auditoría de cumplimiento. Adicional, cualquier tipo de auditoría debe realizarse por un auditor, quien es un empleado de la propia organización a la que se está auditando y se

dedica a evaluar y mejorar la efectividad de los procesos de gestión de riesgos, control y gobierno interno.

Figura 2.15: Ejemplo de un proceso de auditoría interna por tipos



Fuente: SafetyCulture, 2024.

2.1.16 Caminatas gemba

Respecto a esta herramienta, Naydenov (2024) explica su origen y los tres elementos que la componen:

El término *gemba walk* proviene del japonés y significa 'el verdadero lugar'. En la gestión *lean*, *gemba* es el lugar más importante para un equipo, puesto que es el lugar donde realmente sucede el trabajo. [...]

Gemba walk es un concepto desarrollado por Taiichi Ohno, quien a menudo es considerado el padre de la producción justo a tiempo.

Al desarrollar tal concepto, Ohno ofrece una oportunidad real para que los ejecutivos dejen su rutina diaria, observen dónde verdaderamente sucede el trabajo y construyan relaciones con los trabajadores basadas en la confianza mutua.

Dentro de esta herramienta de manufactura *lean* hay tres elementos importantes:

- Ve y mira. La idea principal de la caminata es que los *managers* y líderes de todos los niveles realicen caminatas regulares en el taller y se involucren en la búsqueda de actividades de desperdicio.
- Pregunta por qué. El objetivo principal de una caminata es explorar a detalle el flujo de valor y localizar sus partes problemáticas a través de una comunicación activa. El buen líder siempre está dispuesto a escuchar en lugar de hablar. Aquí es donde puedes usar diferentes técnicas, como los 5 porqués, para identificar partes problemáticas del proceso.
- Respeta a la gente. Ten en cuenta que una caminata no es una "caminata de jefe". Justamente lo que no quieres hacer es señalar y culpar a la gente. No estás allí para juzgar y revisar los resultados. Estás allí para colaborar con el equipo y juntos encontrar problemas. Trata de enfocarte en encontrar los puntos débiles del proceso y no los de las personas.

Figura 2.16: Ejemplo de un gemba walk en siete pasos



Fuente: Naydenov, 2024.

2.1.17 Hoja de registro o checklist

Con relación a la hoja de registro, Betancourt (2016) proporciona la siguiente definición, sus funciones y tipos:

La lista de chequeo, también llamada hoja de verificación, *checklist*, planilla de inspección y hoja de control, es un formato generalmente impreso utilizado para recolectar datos por medio de la observación de una situación o proceso específico. Es una de las siete herramientas de calidad [...]

La función de una lista de chequeo varía de acuerdo con el tipo de hoja. Esto es lo que dice Kaoru Ishikawa y entre las funciones que tiene son:

- Para cuantificar los defectos por producto.
- Para cuantificar defectos por localización.
- Para cuantificar defectos por causa (máquina o trabajador).
- Para realizar un seguimiento a las actividades de un proceso (lista de verificación). [...]

Hay varios tipos de hojas de manera formal:

- Hoja para registro de datos.
- Hoja de lista de chequeo.
- Hoja de localización.

Hoja de registro de datos: solo se utiliza para registrar datos. Se puede utilizar después de una caminata, y puede ir acompañada de preguntas y respuestas.

Hoja de chequeo con escala de medición: con ella se evaluará la forma de distribución de probabilidad para construir después una distribución de frecuencia. En este tipo de hoja clasificamos la medición según una serie de categorías o parámetros, además nos permite trazar límites de especificación. Ejemplos de los diferentes tipos de hojas:

Hoja de chequeo de frecuencia: con esta hoja se definirán las categorías y recogemos los datos anotando el número de veces que se presentan.

Hoja de chequeo con clasificación: también llamada hoja de verificación por tipo de defecto. En esta hoja, se definirá una serie de categorías a ser ubicadas en la primera columna y en la primera fila, de tal manera que los datos reunidos sean clasificados de acuerdo con el cruce de columna y fila.

No hay una forma definida para hacer una lista de comprobación. Esta va a depender de la situación a analizar, por lo cual cada uno es responsable de diseñar su propia hoja.

Figura 2.17: Ejemplo de un diagrama de comprobación o checklist

SAHIR RESTAURANT

DAILY CHECKLIST

MANAGER: _____ DATE: _____

TASKS

Unlock the doors and turn on lights.	✓
Check refrigeration units and temperature.	
Set up cash register with sufficient change.	✓
Review reservations and prepare for special events.	✓
Ensure cleanliness of the dining area and set tables.	
Check and organize food storage areas.	
Verify ingredient and supply stock.	
Review daily menu and prepare mise en place.	
Check cleanliness and functionality of kitchen equipment.	✓
Assign tasks and responsibilities to kitchen staff.	✓
Conduct thorough cleaning of food preparation surfaces.	✓
Sanitize cutting boards, utensils, and kitchen tools.	✓
Ensure staff wear proper uniforms and PPE.	
Monitor food storage for labeling and organization.	
Review and enforce food safety protocols.	
Check refrigeration units and temperature.	
Inspect and clean the dining area.	✓
Restock supplies in the dining area.	

Fuente: Freepik, 2025.

2.1.18 Indicadores clave de desempeño (KPI)

En cuanto a los KPI, Martins (2024) expresa:

Como la mayoría de los buenos objetivos, un KPI efectivo debe ser específico y medible. El propósito de definir los KPI es brindar una imagen clara de lo que los equipos de trabajo quieren lograr, para cuándo y cómo medirás ese logro. [...]

Un buen KPI: te ayuda a lograr tus objetivos estratégicos, informa sobre la planificación de los recursos, puede medirse, hace un seguimiento de lo que puedes controlar e influir, conecta métricas con objetivos estratégicos, y brinda a los miembros del equipo una idea clara de cómo sus proyectos contribuyen a los objetivos de la empresa.

Figura 2.18: Ejemplo de un concepto de KPI



Fuente: AgenciaE, 2023.

2.1.19 Reunión de 15 minutos

Referente a este tipo de reuniones, Siller (2024) establece:

Las reuniones diarias, comúnmente conocidas como "*scrum* diario", "*daily*", "mañanera" o "reunión matutina", son un pilar fundamental en la metodología ágil. Estas ceremonias no solo sirven para alinear al equipo sobre las tareas y los progresos, sino que también fomentan un ambiente de colaboración, transparencia y eficiencia. [...]

Las reuniones diarias se realizan típicamente al inicio del día y tienen una duración breve, generalmente de 15 a 20 minutos. El objetivo principal es sincronizar al equipo sobre:

- Lo que está ocurriendo en el proyecto.
- Las tareas en progreso.
- Las necesidades de ayuda o bloqueos que puedan surgir.

La implementación efectiva de las reuniones diarias y otros principios ágiles puede tener un impacto profundo en la productividad, la colaboración y la satisfacción del equipo. Sin embargo, la verdadera fortaleza de un equipo ágil reside en su capacidad para adaptarse y evolucionar continuamente, adoptando nuevas prácticas y tecnologías que respondan a sus necesidades cambiantes.

Figura 2.19: Ejemplo de una reunión diaria de 15 minutos



Fuente: Scriptanatomy, 2025.

2.1.20 Capacitación de personal

Next U (2023) detalla la meta de esta actividad:

La capacitación laboral tiene como objetivo lograr que los trabajadores estén lo más formados posible, modificar sus actitudes en la actividad laboral y, de esta manera, utilizar ese conocimiento para optimizar las tareas dentro de la empresa y mejorar el desarrollo personal y profesional del empleado.

Asimismo, entre los beneficios de una capacitación, se encuentran: equipos más productivos, personal altamente calificado, sensibilización ante nuevos retos, seguridad y autoestima en los colaboradores, mayor capacidad de adaptación, incremento en la motivación laboral, aumento en el sentimiento de pertenencia a la empresa por parte de los colaboradores y retención de personal (Next U, 2023).

En términos simples, la capacitación empresarial es toda aquella actividad enfocada en aportar un conocimiento que le posibilite a una persona realizar mejor su trabajo.

Según Next U (2023), un programa de capacitación requiere de varias etapas, a saber:

- **Diagnóstico:** es la primera etapa para identificar cuáles son las áreas o puntos de dolor dentro de la compañía. Es importante estar abiertos a críticas y escuchar a los trabajadores con el propósito de visualizar todo desde otra perspectiva e identificar mediante su ayuda las oportunidades de mejora.
- **Intervención:** una vez definida la problemática o problemáticas, se debe poner en marcha un plan enfocado al logro de los objetivos de la organización. Este contiene aspectos tales como la selección de actividades y los capacitadores que las llevan a cabo.
- **Comprobación:** luego de la capacitación, todo lo aprendido y adquirido allí se debe aplicar en el campo laboral. Es fundamental tener paciencia, puesto que los resultados no se obtienen de inmediato. La constancia y periodicidad con la que se pone en práctica todo lo aprendido es la clave para que después de algunos meses se empiecen a percibir los resultados.
- **Evaluación:** cada uno de los trabajadores capacitados debe mostrar un progreso notable en su desempeño y vida laboral y aquí la relación jefe-empleado es primordial.

Figura 2.20: Tipos de planes de capacitación



Fuente: Team Asana, 2025b.

2.1.21 ROI

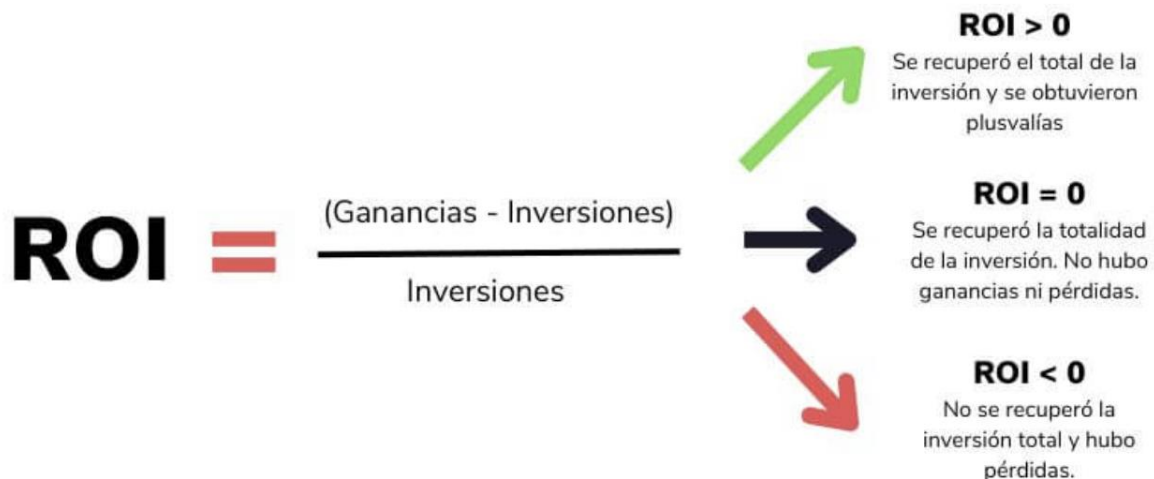
De acuerdo con Montezzana (2023):

ROI significa retorno de la inversión. Es una métrica financiera utilizada para evaluar la rentabilidad y eficiencia de una inversión o iniciativa empresarial. El ROI mide el rendimiento o la ganancia de una inversión en relación con su costo. [...]

Aunque calcular el ROI es una tendencia en el área de L&D, esta no siempre será la mejor métrica. Hay situaciones en las que es más importante medir el logro de los resultados deseados que los rendimientos puramente financieros.

El retorno de las expectativas (ROE) es una métrica utilizada para evaluar la eficacia y el impacto de los programas o iniciativas de capacitación en función de los resultados esperados o los objetivos establecidos antes de la capacitación.

Figura 2.21: Ejemplo del cálculo del ROI



Fuente: Montezzana, 2023.

2.1.22 Diagrama de Gantt

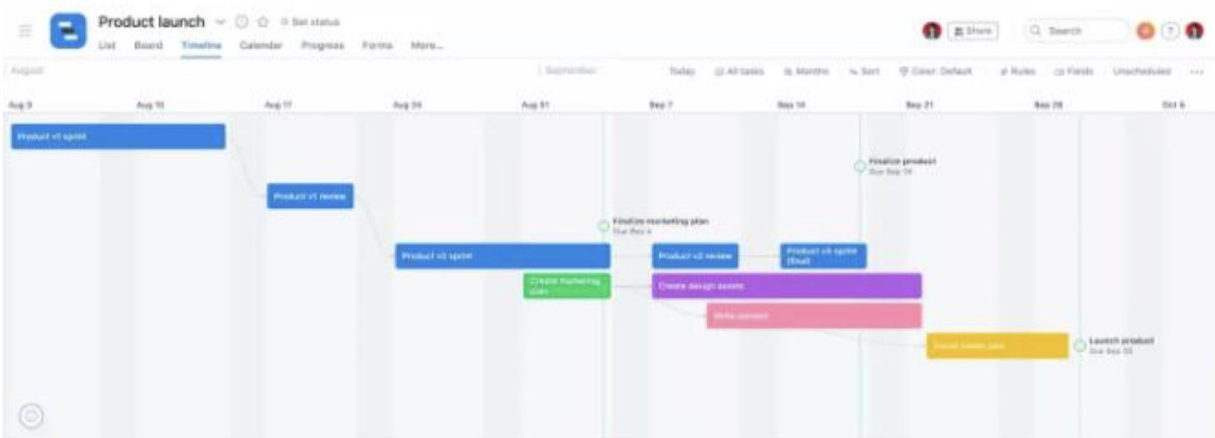
Relacionado al diagrama de Gantt, Martins (2025a) describe su función y sus ventajas:

El diagrama de Gantt [...] se usa para visualizar el plan de un proyecto. [...] Y a pesar de que no es la única forma de crear una representación visual de tu trabajo, pueden ser particularmente útiles para ciertos tipos de actividades. Por

ejemplo, los diagramas de Gantt son una buena opción para tener en cuenta si necesitas:

- Representar de forma visual el plan y cronograma de un proyecto. El diagrama de Gantt actuará como una hoja de ruta que te mostrará cuál es el trabajo que se hará, cuándo se hará y en qué orden. Además, te puede ayudar a aportar claridad con respecto al plan y al cronograma de tu proyecto.
- Organizar proyectos complejos. Ya sea que se trate de una iniciativa entre distintos equipos o un nuevo proyecto grande y ambicioso, un gráfico de Gantt te servirá de guía. Al igual que en un mapa, puedes ver cada paso con anticipación y qué debe hacer tu equipo a continuación.
- Coordinar a múltiples colaboradores. Con frecuencia, varios miembros del equipo trabajan de manera simultánea en distintas partes de un proyecto. Los diagramas de Gantt te permiten ver en todo momento todas las piezas en movimiento, y cuándo pasar el testigo a la persona siguiente.
- Estimar los cronogramas y la carga de trabajo. Ya sea que trabajes en la oficina o en una agencia, el diagrama de Gantt te permite saber con anticipación cuánto tiempo y cuánta mano de obra necesitas, de modo que puedas realizar una adecuada asignación de recursos y programar las fechas de entrega según sea necesario.

Figura 2.22: Ejemplo de un diagrama de Gantt



Fuente: Martins, 2025a.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

A continuación, se exponen los detalles más importantes de la Empresa Médica Dental Toya, ubicada en American Free Zone en Cartago y dedicada al servicio dental, donde se realiza el estudio.

2.2.1 Visión/misión

La visión y misión de la empresa se muestran seguidamente.

Visión

"Estar comprometidos con el cumplimiento de todos los requisitos regulatorios y mantenimiento de la efectividad del personal y los diferentes sistemas" (Empresa Médica Dental Toya, 2019).

Misión

"Transformar vidas, facilitando el camino hacia una sonrisa sana y bonita" (Empresa Médica Dental Toya, 2019).

2.2.2 Antecedentes históricos

La idea de la empresa surgió en 1977 debido a un tratamiento ortodóntico que se realizó Zita Chishti, estudiante de Ciencias de la Computación de la Universidad de Stanford, a sus 20 años. Una vez que el tratamiento finalizó, se percató de que debía utilizar retenedores, pues de lo contrario sus dientes se movían ligeramente.

Ese mismo año, junto con Kelsey Wirth, comenzó a crear un nuevo método de alineación dental, moviendo ligera y prolongadamente las piezas dentales con una serie de alineadores de poliuretano invisibles. Para ello, empleaba un escaneo de la boca del paciente en 3D con un *software* que programaba los movimientos.

Un año después de que había recibido la financiación para comenzar la empresa, su sistema fue aprobado por la FDA y se inició la comercialización con 25 empleados para tratar a 100 pacientes.

Luego, se presentaron la marca y todas las propuestas en una reunión de ortodoncistas en el año 1999 y fue un éxito total, por lo que se empezó a distribuir el producto en Estados Unidos ese mismo año.

En el 2001, la empresa se presentó en el mercado europeo y también se hizo pública. A finales de ese año, ya se había fabricado un millón de aparatos ortodónticos. Apostando a la técnica, esta siguió creciendo y, por consiguiente, se capacitaba a ortodoncistas en su uso. De este modo, se abarcaron los casos de 80 000 pacientes en el 2002, con un incremento previsto del más del doble para 2004.

En el 2005 se expandió a Japón y recibió varios premios por el rápido crecimiento médico y su avanzado sistema de *software*. Para este mismo año, la Escuela de Medicina Dental de Harvard la incluyó como base en una certificación.

La continua innovación siguió y en el 2010 y 2011 se adquirió el escáner Intraoral Itero; en el 2012, el tratamiento de mordidas profundas; en el 2018, el DS; en el 2020, la herramienta In Face y en el 2021, el G8.

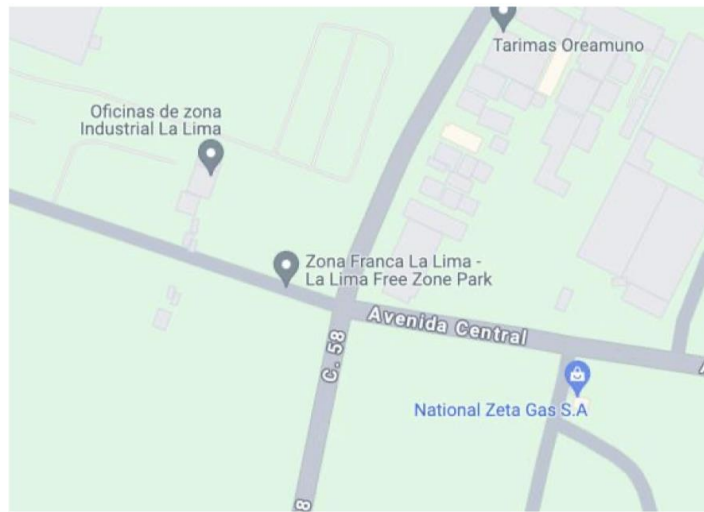
El sistema ortodóntico virtual ha seguido evolucionando durante los últimos 24 años y tratado a más de 10.9 millones de casos a nivel mundial. Todo ello ha contribuido a que más empresas dedicadas al negocio dental se instalen alrededor del mundo, creando competencia en todos los sectores de la industria y muchas más oportunidades laborales.

Hoy en día la compañía cuenta con muchas sedes a nivel mundial y una planta de manufactura en Colombia, Medellín, y en Japón, con lo cual se completa el pedido realizado por los clientes.

2.2.3 Ubicación geográfica

La ubicación de la empresa médica es en American Free Zone Park, en la provincia de Cartago, edificio #1, color gris oscuro, y es de dos pisos.

Figura 2.23: Mapa satelital de la Empresa Médica Dental Toya

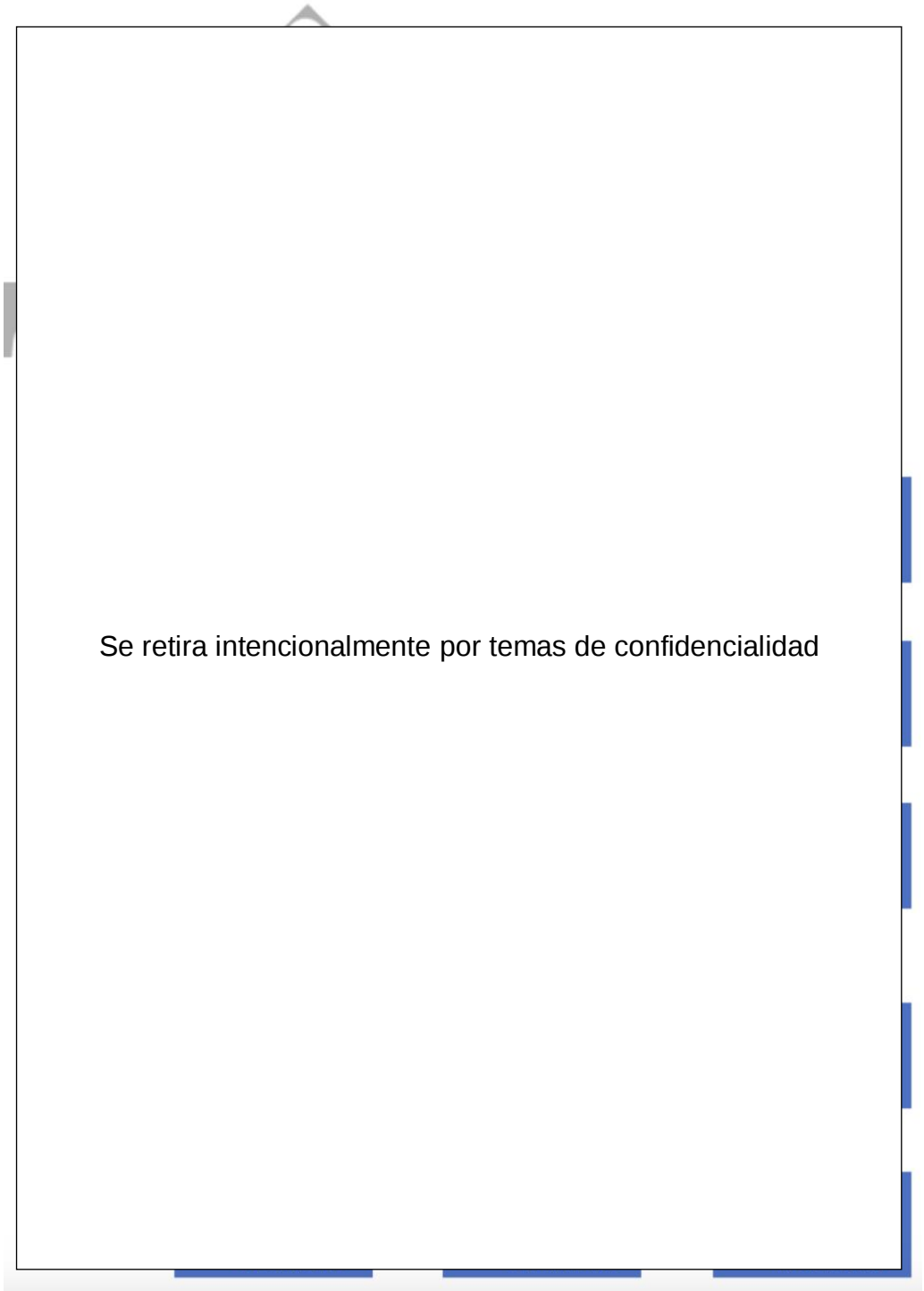


Fuente: Google Maps, 2025.

2.2.4 Estructura organizacional

El organigrama de la empresa se muestra a continuación:

Figura 2.24: Organigrama del Área de Producción de la Empresa Médica Dental Toya



Fuente: RR.HH. de la Empresa Médica Dental Toya, 2025.

De acuerdo con el organigrama, el estudio se centra en un área de producción, específicamente en la Región de América WT de la Empresa Médica Dental Toya, en la cual se lleva a cabo el trabajo de investigación.

2.2.5 Cantidad de empleados

La cantidad de empleados por área se indica en la siguiente tabla:

Tabla 2.1: Cantidad de empleados por área

Puesto o área	Cantidad
Supervisor <i>senior</i>	1
Supervisores	3
Diseñadores de tratamiento	15
Total	19

Fuente: Producción de la Empresa Médica Dental Toya, 2024.

La empresa tiene 5000 empleados, sin embargo, en la tabla se detalla el Área de Producción de América WT, la cual se conforma por un total de 19 empleados distribuidos en supervisor *senior*, supervisores y diseñadores de tratamiento. Estas personas trabajan en conjunto con otras áreas de producción y con el resto de los departamentos de la compañía, tanto a nivel nacional como internacional.

2.2.6 Tipos de productos

La empresa se dedica a la fabricación de aparatología ortodóntica y dentro de los productos específicos que ofrece, están:

- Paquete rápido.
- Paquete *revenue*.
- Paquete *light*.
- Paquete *detail*.
- Paquete *straight*.

2.2.7 Mercado de exportación

Actualmente la empresa cuenta con negocios en diferentes países, entre ellos:

- Asia (Japón, China).
- Europa.
- América del Sur (Brasil, Uruguay, Colombia, Argentina).
- América Central (México).
- Estados Unidos.

2.2.8 Descripción general del proceso productivo

La Empresa Médica Dental Toya cuenta con un proceso estandarizado para la creación de tratamientos digitales ortodónticos, el cual se realiza mediante un *software* interno que ayuda a gestionar todo el funcionamiento, desde el ingreso del tratamiento (cuando el doctor lo envía) hasta el envío de nuevo a manufactura.

A continuación, se expone un resumen del proceso a modo general, incluyendo las etapas y pasos clave del procedimiento:

Figura 2.25: Diagrama de flujo del proceso productivo general

Se retira intencionalmente por temas de confidencialidad

6. Se salva el archivo.

Fuente: RR.HH de la Empresa Médica Dental Toya, 2024.

El cliente contacta a la empresa con el fin de solicitar un tratamiento ortodóntico para un paciente. La solicitud la ingresa por medio de un *software* interno. Después, ingresada la solicitud por parte del cliente, el Departamento de Order Entry la recibe automáticamente y luego el Departamento de Producción.

Una vez ya en producción, los diseñadores de tratamiento inician con el proceso: abren el archivo, seleccionan todas las configuraciones iniciales y continúan revisando toda la documentación y modelaje que el doctor envió, para asegurarse de seguir todas las instrucciones en relación con los movimientos y cumplir con los requerimientos. En caso de que algún aspecto no se pueda cumplir de acuerdo con lo planteado, se le comunica al doctor vía email o llamada y, si todo está bien, se continúa con el tratamiento.

En la etapa de aditamentos 1, se insertan los aditamentos necesarios de manera automática o manual, y se verifica su correcta posición. Este proceso se complementa en la etapa de aditamentos 2, donde se terminan de ajustar y se hace una doble inspección.

Finalmente, en la última etapa (comentarios y fin), se revisa si es necesario contactar al doctor por alguna instrucción faltante; en caso contrario, se guarda el tratamiento y se cierra el *software*.

Este flujo de trabajo estructurado no solo permite mejorar la precisión del tratamiento, sino también facilita la estandarización de las tareas, minimiza errores y asegura el cumplimiento de los estándares de calidad definidos y que los diseñadores de tratamiento puedan guiar mejor el proceso.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Este trabajo se ubica dentro del enfoque mixto, ya que combina métodos cualitativos y cuantitativos en la mayoría de las fases.

Al respecto, Suárez (2023) define la investigación cualitativa y sus características, así como las técnicas utilizadas en ambos métodos:

La investigación cualitativa es un método de indagación en el que es posible profundizar en las humanidades y las ciencias sociales para determinar de qué modo piensan y sienten las personas.

Las características de las investigaciones cualitativas son las siguientes: apunta a contextos humanos, la postura del investigador incide sobre el objeto de estudio, es un método de investigación muy flexible que puede ajustarse para poder desarrollar nuevos conocimientos, se puede aplicar en pequeñas muestras de población.

La metodología cualitativa es inductiva y se ajusta permanentemente, adaptándose al proceso de investigación [...].

De igual modo, en el método cuantitativo se utilizan técnicas de recolección de datos como encuestas, estudios longitudinales y observaciones sistemáticas, mientras que en el método cualitativo se usan foros de discusión, observaciones, entrevistas individuales y grupos focales.

Además, Hamui-Sutton (2013) señala los beneficios de la investigación mixta:

Los métodos mixtos (MM), dentro de su característica principal tienen la combinación de la perspectiva cuantitativa (cuanti) y cualitativa (cuali) en un mismo estudio. Cuando las preguntas de investigación son complejas, la combinación de los métodos permite darle profundidad al análisis y comprender mejor los procesos de enseñanza y aprendizaje. Los MM utilizan diversas fuentes de información que se combinan de diversas maneras para sustentar análisis más comprensivos, acerca de cualquier problemática.

Por otra parte, hay diferentes tipos o enfoques de investigación: descriptivo, exploratorio, proyectivo, explicativo y correlacional. Hernández et al. (2014) detallan cada uno:

Los **estudios exploratorios** se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. [...]

Los estudios exploratorios sirven para familiarizarnos con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa respecto de un contexto particular, investigar nuevos problemas, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones futuras, o sugerir afirmaciones y postulados.

Esta clase de estudios son comunes en la investigación, sobre todo en situaciones donde existe poca información. [...]

Con los **estudios descriptivos** se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan estas. [...]

Así como los estudios exploratorios sirven fundamentalmente para descubrir y prefigurar, los estudios descriptivos son útiles para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación.

Los **estudios correlacionales** [...] tiene[n] como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular. En ocasiones solo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio relaciones entre tres, cuatro o más variables. [...]

Para evaluar el grado de asociación entre dos o más variables, en los estudios correlacionales se mide cada una de estas y después se cuantifican, analizan y establecen las vinculaciones. Tales correlaciones se sustentan en hipótesis sometidas a prueba. Por ejemplo, un investigador que desee analizar la asociación entre la motivación laboral y la productividad, digamos, en varias

empresas industriales con más de mil trabajadores de la ciudad de Santa Fe de Bogotá, Colombia, mediría la motivación y la productividad de cada individuo, y después analizaría si los trabajadores con mayor motivación son o no los más productivos. Es importante recalcar que, en la mayoría de los casos, las mediciones de las variables a correlacionar provienen de los mismos participantes, pues no es lo común que se correlacionen mediciones de una variable hechas en ciertas personas, con mediciones de otra variable realizadas en personas distintas. Así, para establecer la relación entre la motivación y la productividad, no sería válido correlacionar mediciones de la motivación en trabajadores colombianos con mediciones sobre la productividad en trabajadores peruanos.

La utilidad principal de los estudios correlacionales es saber cómo se puede comportar un concepto o una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas. Es decir, intentar predecir el valor aproximado que tendrá un grupo de individuos o casos en una variable, a partir del valor que poseen en la o las variables relacionadas (pp. 91-94).

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación posee un enfoque mixto porque se analizan los tiempos actuales que tarda un empleado en la curva de aprendizaje de producción de la Empresa Médica Dental Toya, a partir de cualidades y datos numéricos. De esta forma, se hace énfasis en el porqué, se recopilan datos numéricos para hacer comparaciones, se determinan las causas del no cumplimiento con la actual curva de aprendizaje y se proponen mejoras, siendo la principal área de enfoque los técnicos en producción que realizan los tratamientos dentales.

Al ser un enfoque de investigación mixto, se obtiene una comprensión más integral de la situación actual para poder desarrollar mejoras que no solo mitiguen, sino también erradiquen el problema. Además, es correlacional explicativo porque analiza la relación entre dos o más variables (productividad, motivación, distracciones, entre otros).

Por último, como justificación a los enfoques mixto y correlacional explicativo de este proyecto, se toman dos ejemplos de una serie de instrumentos y herramientas utilizados, a saber, el *gemba walk* (con el fin de identificar en sitio cómo cada

colaborador ejecuta los procedimientos en el día tras día) y el Pareto (que visualmente indica o ayuda a conocer qué causa se podría atacar primero).

3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método de la investigación se refiere a las técnicas, procedimientos y herramientas que se desarrollan para llevar a cabo el estudio. La finalidad es hacerlo de una manera estructurada, paso a paso, por lo que se selecciona la metodología DMAIC.

Ahora bien, hay diferentes tipos de investigaciones, estas se clasifican en descriptivas, exploratorias, proyectivas, explicativas y correlacionales. En el estudio se emplean las siguientes:

Investigación exploratoria

Se utiliza en las etapas iniciales para identificar y entender los factores que contribuyen a que la curva de aprendizaje no sea efectiva. Esto se logra mediante la reunión con los *stakeholders* y el uso de herramientas como FODA, Ishikawa, observación, entre otras.

Investigación descriptiva

Por medio de esta investigación, se busca entender el desempeño de los diseñadores de tratamiento e identificar los errores que provocan el incumplimiento de la curva de aprendizaje. Esto se efectúa mediante gráficos y cualquier observación que mida y clasifique los rechazos.

Investigación explicativa

Esta permite conocer las causas que originan el incumplimiento de los tiempos de la curva de aprendizaje, al emplear herramientas como Ishikawa, análisis de Pareto y multivoto.

Investigación proyectiva

Se aplica para formular soluciones. En este trabajo de investigación, por medio de auditorías y caminatas, se observan y diseñan planes estructurados con el propósito de mejorar la curva de aprendizaje.

Investigación correlacional

A partir de esta, se pretende determinar una relación entre el cumplimiento del SOP y el desempeño del diseñador de tratamiento, de manera que se diseñe una solución para mejorar el proceso como unidad.

Al incorporar distintos tipos de investigaciones, el trabajo aborda el incumplimiento en los tiempos de la curva de aprendizaje de una forma integral desde el inicio hasta la etapa de control.

3.3 METODOLOGÍA DMAIC

En este trabajo se utiliza la metodología DMAIC para identificar y reducir los principales problemas del incumplimiento en la curva de aprendizaje dentro de la Empresa Médica Dental Toya.

A continuación, se describen las fases de estudio:

- **Definir:** se realiza un análisis FODA con los *stakeholders* para, primeramente, entender las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la empresa. Luego, mediante una lluvia de ideas, se determinan las causas que generan el problema, asegurándose de que todos los *stakeholders* estén presentes con la intención de poder hacer más robusta la conversación y contemplar todas las aristas, lo cual sirve de insumo para el Pareto, el SIPOC e inclusive el diagrama de flujo. Además, en esta etapa se delimitan los alcances del proyecto y los objetivos.
- **Medir:** se consideran fuentes secundarias (datos históricos o tesis) y se elabora un VSM para comparar el antes de la curva de aprendizaje y el comportamiento después del plan de acción, con el propósito de observar alguna reducción en el tiempo que tarda el empleado en completar el *ramp up*.
- **Analizar:** basándose en la información de la etapa definir, se depura la lluvia de ideas para confeccionar un diagrama de Ishikawa, un multivoto y un gráfico de Pareto que ayude de manera visual a tomar la decisión de cuál causa atacar primero porque representa la mayor parte del problema.

- **Mejorar:** se implementan controles hora a hora por medio de un *dashboard* que no solo guíe al supervisor a un mejor control, sino también a los mismos empleados para evaluar el desempeño durante el día, y no esperar al final para tomar acciones de mejora.
- **Controlar:** finalmente, se hace un diagrama de Gantt para cumplir con las fechas estipuladas y evitar cualquier riesgo. Asimismo, se establecen los mecanismos de control para que todo sea sostenido en el tiempo.

Tabla 3.1: Detalle de las actividades por etapa de la metodología DMAIC

Definir	FODA y matriz de estrategias FODA Análisis de <i>stakeholder</i> Árbol de CTQ Pareto y gráfico de barras Histograma SIPOC Diagrama de flujo
Medir	Datos históricos Cálculo del promedio y desviación estándar <i>Value stream mapping</i> Cálculo del tiempo improductivo Gráfico de pastel FMEA
Analizar	Lluvia de ideas Diagrama Ishikawa Multivoto Gráfico de Pareto
Mejorar	Reestructuración del equipo de curva de aprendizaje Mejorar las técnicas de contratación y evaluación de perfiles Implementación de un módulo de entrenamiento (<i>self-learning</i>) Controles hora a hora y semanales Plan de capacitación mensual
Controlar	Caminatas <i>gemba</i> <i>Checklist</i> Reunión de 15 minutos Diagrama de Gantt Auditorías internas

Fuente: Elaboración propia, 2025.

3.4 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información pueden dividirse en primarias y secundarias. Al respecto, Suárez (2023) las define de la siguiente manera:

Las fuentes primarias son aquellas que provienen de la experiencia directa o la observación de los hechos. Son documentos originales o primeras impresiones de un evento o investigación. Estos pueden incluir documentos históricos, entrevistas, encuestas, diarios de campo, registros médicos, entre otros. Estas fuentes son muy importantes en la investigación, ya que proporcionan una comprensión directa de los fenómenos y sucesos estudiados.

Las fuentes secundarias son aquellas que recogen, sintetizan y analizan información de las fuentes primarias. Son una compilación de información que otros han recogido y publicado previamente. Los libros de texto, los artículos de revistas y los informes de investigación son ejemplos de fuentes secundarias. Estas fuentes son útiles para contextualizar los eventos o para obtener una visión más general sobre un tema.

En el caso de esta investigación, dentro de las fuentes primarias de información utilizadas, se encuentran las entrevistas a los diseñadores de tratamiento que tienen relación directa con el proceso de *ramp up*. Las entrevistas se llevan a cabo durante las caminatas y las realizan los supervisores de producción y el *owner* del proyecto. También se toman datos históricos del 2023 y 2025 para evidenciar el tiempo que en la actualidad toma una curva de aprendizaje en producción en la Empresa Médica Dental Toya, ya que proporcionan información directamente de la fuente.

Referente a las fuentes secundarias, se analizan artículos e informes previamente realizados vinculados con el tema de los rechazos dentales en ortodoncia, con el fin de obtener datos y ayudar a los empleados a evitar estos rechazos. De esta forma, se pueden brindar más herramientas para una mejor ejecución y reducción del tiempo a la hora de efectuar este tipo de tratamientos dentales. Adicional, se revisan tesis previas relacionadas con el tema de curvas de aprendizaje que complementan la guía para el proyecto.

3.4.1 Sujetos de información

Dentro de los sujetos de información, en otras palabras, las partes interesadas que deben participar directamente en el proceso, se destacan las siguientes clasificaciones de acuerdo con la matriz RACI: responsables, *accountables*, consultados e informados; esto distribuye cada uno de los *stakeholders*.

Tabla 3.2: Ejemplo de sujetos de información

Sujetos de Información	Departamentos
Directores	Manufactura, Producción, Talento Humano y Calidad
Gerentes	Producción JZ y CR, PMO
Supervisores	Producción y Calidad
Inspectores	Calidad
IT	Supervisores, Técnicos
DART	Supervisores, Técnicos
Clientes externos e internos	Doctores
Ventas y Proveedores	Funcionarios de 3M
Diseñadores de Producción	Técnicos

Fuente: Elaboración propia, 2025.

La tabla 3.2 permite visualizar la diversidad de personas que participan en el proyecto. Se identifican sujetos de información pertenecientes a distintos niveles jerárquicos que están directamente involucrados, así como de otras áreas generales, lo cual evidencia una estructura organizacional multidisciplinaria y colaborativa.

Entre los principales actores, destacan directores, gerentes, supervisores, inspectores, técnicos, personal de IT y calidad, además de recursos externos como doctores y proveedores.

Esta amplia integración de varios departamentos asegura una evaluación integral para el diagnóstico, desarrollo e implementación de acciones correctivas y preventivas.

3.4.2 Project charter

Como parte fundamental de la planificación del proyecto de mejora en la curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya, y que se define durante las primeras reuniones con los *stakeholders*, se encuentra un *project charter* que establece los elementos clave del estudio.

Este documento es esencial para alinear a todos los actores involucrados, ya que delimita el propósito, alcance, objetivos específicos, recursos, cronograma y responsables del proyecto. A continuación, se detalla el contenido del *project charter*.

Tabla 3.3: Project charter

<i>Project charter</i>	
Se retira intencionalmente por temas de confidencialidad	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

El *project charter* indica que la organización tiene un alto compromiso en el proyecto, pues hay muchos involucrados de diferentes organizaciones participando. Asimismo, se destaca un enfoque metodológico basado en DMAIC y una meta clara hacia la reducción de tiempos, al menos de tres semanas, en la curva de aprendizaje.

Además, se identifican los principales involucrados (*stakeholders*), los recursos financieros estimados como costos (\$14 680) y los entregables específicos como módulos de entrenamiento, auditorías, mejoras en contratación y *coaching* técnico.

Este documento guía no solo el desarrollo del proyecto, sino también el monitoreo del progreso y el cumplimiento de los objetivos estratégicos para lograr una mayor eficiencia, reducir retrabajos, elevar la calidad de los tratamientos y asegurar una disminución de los gastos de la empresa.

3.5 VARIABLES DE ANÁLISIS

En cuanto a las variables de análisis, Parra (2025) menciona lo siguiente:

Una variable es cualquier factor que puede ser manipulado, controlado o medido en un experimento o investigación. [...]

En resumen, una variable de investigación o variable de estudio es un término que se utiliza para referirse a cualquier tipo de relación causa y efecto. [...]

[...] una variable representa un atributo medible que cambia a lo largo de un experimento comprobando resultados. Cada atributo cuenta con diferentes medidas, dependiendo tanto de las variables, del contexto de estudio, de los límites que se consideren por los investigadores.

A continuación, se aprecia la tabla de variables donde se exponen los métodos teóricos y prácticos para analizar el problema con el tiempo que tardan los empleados en completar la curva de aprendizaje:

Tabla 3.4: Variables de la investigación por objetivo específico

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Operacionalización	Instrumentalización
Definir los factores que influyen en el incumplimiento de los tiempos de la curva de aprendizaje de los técnicos de producción, con técnicas de análisis del entorno y caracterización del proceso de realización de los tratamientos.	Factores	“Los factores son elementos que contribuyen o influyen en un resultado o fenómeno determinado. Pueden ser internos o externos y afectan la forma en que se desarrollan los procesos o situaciones” (Westreicher, 2021).	Se definen los factores más relevantes que provocan reprocesos en producción, con el fin de trabajar y plantear mejoras para disminuirlos.	Análisis FODA y estrategias. Análisis de <i>stakeholders</i> . Árbol de CTQ. Pareto y gráfico de barras. Histograma. SIPOC y diagrama de flujo.
Medir el impacto en el tiempo y en el desempeño de los técnicos de producción, por medio de la estadística descriptiva y el mapeo de valor en el proceso de curva de aprendizaje.	Porcentaje de reprocesos	“Frecuencia con la que los productos deben ser reprocesados o corregidos debido a defectos o problemas de calidad” (Mapex, 2024).	Se aplican distintas herramientas de estadística para determinar los distintos impactos del problema actual.	Datos históricos y cálculo del promedio y desviación estándar. VSM y cálculo del tiempo improductivo. Gráfico de pastel. FMEA.
Analizar las causas que provocan los errores y reprocesos de producción durante la curva de aprendizaje y, por ende, aumentan su tiempo, determinando las más críticas con el uso de técnicas de análisis de causas raíz.	Causa raíz	“Encontrar las causas fundamentales de un problema para identificar e implementar soluciones” (Team Asana, 2025a).	Se aplican diferentes herramientas de análisis de causas para determinar las más críticas, de manera que después se planteen las oportunidades de mejora.	Lluvia de ideas. Diagrama de Ishikawa. Multivoto. Gráfico de Pareto.
Mejorar el rendimiento de los empleados que se encuentran en la curva de aprendizaje, mediante propuestas de solución que estandaricen las actividades y disminuyan el tiempo invertido en las actividades asociadas a este proceso.	Mejora continua	“La mejora continua de los procesos es una búsqueda constante e interminable para identificar oportunidades de corrección, ajustes y mejoras en los procesos de negocio, productos y servicios” (SYDLE, 2023).	Medir y controlar las mejoras realizadas durante el trabajo de investigación por medio de gráficas de control.	Reestructuración del equipo de curva de aprendizaje. Mejora de técnicas de contratación y evaluación de perfiles. Implementación de un módulo de entrenamiento (<i>self-learning</i>). Controles hora a hora y semanales. Plan de capacitación mensual.
Controlar las mejoras implementadas, mediante la aplicación de técnicas de evaluación y seguimiento que aseguren los resultados en el cumplimiento de los tiempos de la curva de aprendizaje.	Control de mejoras implementadas	“El control de mejoras implementadas se entiende como el proceso de evaluación y verificación continua que permite asegurar que las acciones aplicadas generen los resultados esperados. Se basa en técnicas de seguimiento para optimizar procesos” (ISO 9001:2015).	Revisión sistemática de los KPI.	Caminatas <i>gemba</i> . <i>Checklist</i> . Reunión de 15 minutos. Diagrama de Gantt. Auditorías internas.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

3.6 INSTRUMENTOS

En este apartado se describen varios de los instrumentos necesarios para el análisis, desarrollo y mejora de la curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya.

Gemba walk

Respecto al gemba walk, Naydenev (2024) indica:

El término proviene del japonés y significa "el verdadero lugar". En la gestión *lean*, "es el lugar más importante para un equipo", puesto que es el lugar donde realmente sucede el trabajo. [...]

Las caminatas tienen tres elementos importantes:

- Ve y mira. La idea principal de la caminata es que los *managers* y líderes de todos los niveles realicen caminatas regulares en el taller y se involucren en la búsqueda de actividades de desperdicio.
- Pregunta ¿por qué? El objetivo principal de una caminata es explorar a detalle el flujo de valor y localizar sus partes problemáticas a través de una comunicación activa. El buen líder siempre está dispuesto a escuchar en lugar de hablar. Aquí es donde puedes usar diferentes técnicas, como los 5 porqués, para identificar partes problemáticas del proceso.
- Respeta a la gente. Ten en cuenta que una caminata no es una "caminata de jefe". Justamente lo que no quieres hacer es señalar y culpar a la gente. No estás allí para juzgar y revisar los resultados. Estás allí para colaborar con el equipo y juntos encontrar problemas. Trata de enfocarte en encontrar los puntos débiles del proceso y no los de las personas. El plan va a depender mucho de las metas y objetivos.

Observación

Con relación a la observación, la Universidad Privada del Guairá (2007) establece:

Es una forma discreta y sencilla de inspeccionar datos sin depender de un intermediario. Este método se caracteriza por no ser intrusivo y requiere evaluar el comportamiento del objeto de estudio por un tiempo continuo, sin intervenir. Aunque esta técnica es una de las más utilizadas, su superficialidad suele dejar

de lado algunos datos importantes para obtener un panorama completo en tu estudio. Te recomendamos registrar tu información de forma ordenada y tratando de evitar sesgos o prejuicios personales. Una de las ventajas de la observación es obtener datos y referencias de primera mano.

Entrevistas

En cuanto a esta herramienta, Atlas.ti (2025) explica:

Las entrevistas permiten a los investigadores ahondar en las experiencias subjetivas de los individuos, lo que proporciona una perspectiva que puede no ser accesible a través de otros métodos de investigación. Iluminan las percepciones, los pensamientos, los sentimientos y la comprensión de las personas sobre un fenómeno concreto.

A diferencia de los métodos cuantitativos, que suelen recoger datos numéricos que pueden analizarse estadísticamente, las entrevistas captan datos ricos y detallados en forma de palabras, ideas y temas. Permiten a los investigadores recopilar datos sobre las experiencias de las personas de una manera sensible al contexto y a la perspectiva individual.

Checklist

Unifikas (2023) se refiere a las ventajas del *checklist*, como se anota a continuación:

Es una herramienta muy útil para organizar el trabajo y realizar comprobaciones sistemáticas de actividades, de forma que podamos asegurarnos de que no nos estamos olvidando de ningún paso importante.

Las cosas que se pueden hacer con un *checklist* son: verificar que las distintas actividades de la empresa se realicen de forma correcta, brindar soporte en la realización de inspecciones, dejando por escrito los puntos que se evaluaron y cualquier observación, y recopilar información de valor para futuros análisis.

Registros de datos históricos

Una base de datos es una colección sistemáticamente estructurada de datos e informaciones registrados con anterioridad. La investigación histórica debe ayudar a resolver posibles lagunas del conocimiento y ser una contribución al conocimiento de la ciencia histórica y actual.

De acuerdo con la Universidad de Colma (2025):

Los estudios históricos están centrados en los testimonios del pasado. Por ello, son distintos de otros debido a que la aproximación al objeto de estudio se verifica principalmente a través de fuentes primarias, que pueden ser “documentos manuscritos o impresos, monumentos, vestigios materiales, imágenes, grabaciones de radio y filmográficas, y todo tipo de registro” (Salmerón y Suárez, 2013) respecto de aquello que ofrezca un acercamiento a determinado suceso del pasado. Al ser, en cierto sentido, la más amplia de las disciplinas, ya que tiene incumbencia sobre todas las demás —historia de la ciencia, de la economía, del arte, de la literatura y de las ideas—, supone la utilización de una gran variedad de recursos para reconstruir el pasado de la experiencia humana (Walker, 2000, p. 298).

Los instrumentos incluidos en este trabajo se seleccionan por su nivel de importancia en la aplicabilidad de la investigación, por ejemplo, al hacer el *gemba walk*, también se emplean la observación y la entrevista, pues juntos llevan a obtener con rapidez datos en el momento. Así, se observan los técnicos de producción ejecutando las diferentes tareas, si tienen algún tipo de distracción que pueda estar afectándolos y si está última es una de las razones por las cuales pueden estar incurriendo en más rechazos.

Adicional, se evalúa si los colaboradores siguen el estándar de trabajo o, si por el contrario, se brincan pasos esenciales que evitan un hallazgo en la calidad. La entrevista complementa la investigación, pues el objetivo es obtener información directamente de los empleados que trabajan en el proceso y proponer mejoras.

Al tener toda la información de primera línea y recopilada, se procede a efectuar un *focus group*, con los *stakeholders* del proyecto. Este da como resultado una lluvia de ideas que ayuda a entender más el proceso y las posibles causas que inciden en la

ejecución incorrecta del trabajo, lo cual conduce a tardar más tiempo durante el proceso. Asimismo, durante la reunión (*focus group*), se lleva un registro de datos históricos para comparar lo obtenido y determinar si existe alguna variabilidad o detalle importante por observar.

3.7 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

Para comprender mejor el proceso de curva de aprendizaje, se desarrolla un plan de acción aproximado de un año en el Área de Producción, específicamente con los empleados de primer ingreso.

A partir de este, se pretende medir el tiempo que los nuevos colaboradores tardan en cumplir con la curva de aprendizaje (*ramp up* de producción), la cantidad de rechazos generados durante la curva de aprendizaje y los posibles ahorros operativos.

La población es de 150 empleados, no obstante, se toma una muestra representativa intencional de menos colaboradores, quienes pertenecen a diversos waves de contratación.

A continuación, se exponen los pasos para el proceso de recolección de la información y análisis de datos:

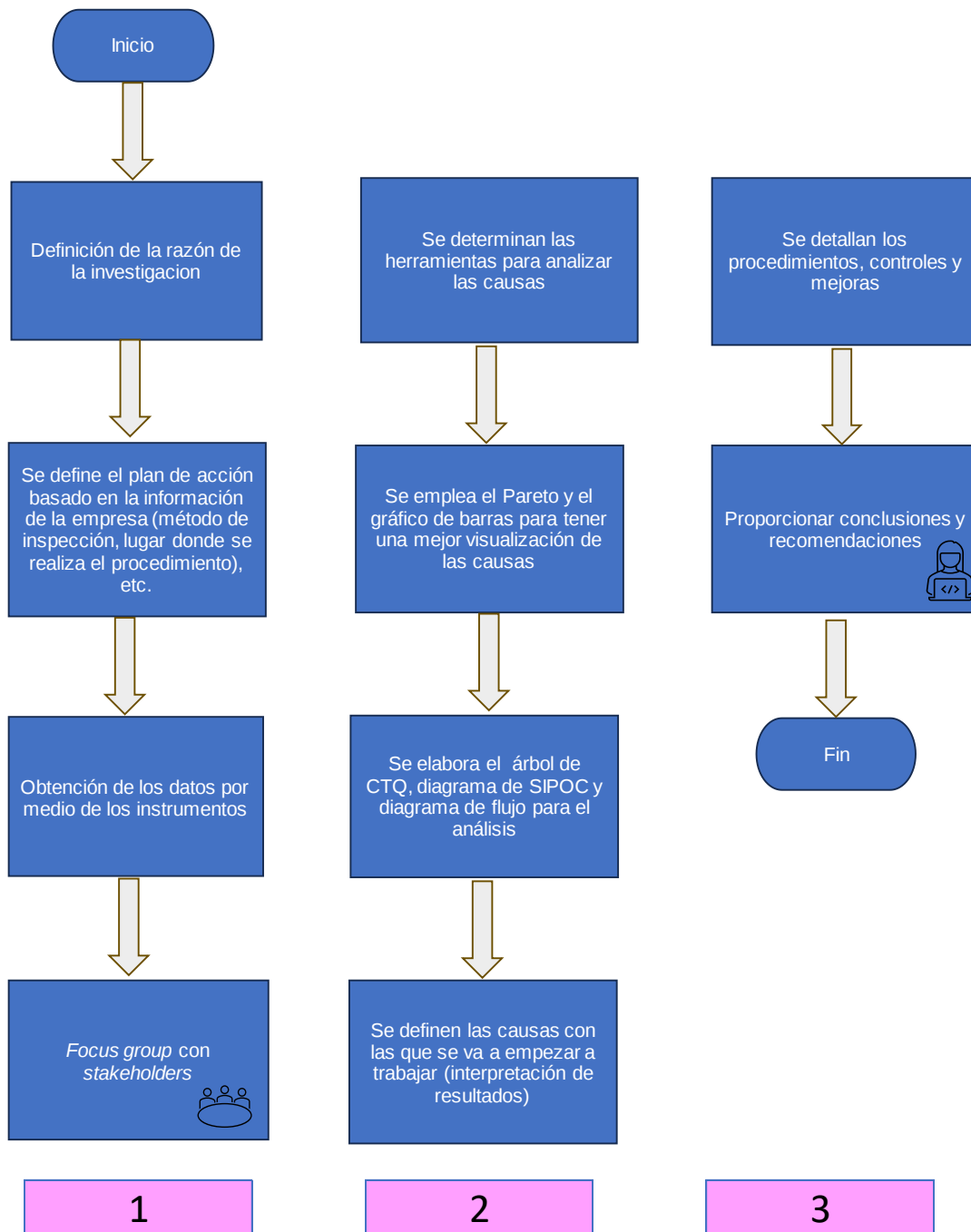
- **Definición de la razón de la investigación:** se identifica que en los últimos años ha aumentado el tiempo en que tardan los empleados nuevos en terminar su curva de aprendizaje. Esto genera impactos en la eficiencia y, por consiguiente, un aumento de costos en la compañía, así como problemas de calidad y en las entregas a tiempo del producto al cliente por los retrabajos. Durante el desarrollo del análisis, se incluyen herramientas como el análisis de *stakeholders*, gráficos de Pareto, CTQ, SIPOC, diagrama de flujo y diagrama de recorrido.
- **Se realiza el plan de acción:** basándose en información de la empresa, procedimientos actuales de la empresa (2023), tipo de inspección (ya que esta puede variar según la empresa), cuándo ocurre la inspección (si al principio o al final del proceso), procedimiento de la inspección, instrumentación, documentación y destino del producto rechazado.
- **Obtención de los datos:** con la finalidad de lograr los resultados esperados y siguiendo lo estipulado por la empresa, se emplean instrumentos como el *gemba*

walk (caminata por parte del supervisor y el *owner* del proyecto para entrevistar a los empleados, quienes son la fuente directa a la hora de realizar el proceso y, por ende, la información podría ayudar a complementar lo obtenido con la observación), la observación (para observar cómo el técnico de producción ejecuta los procedimientos), el *focus group* (para discutir lo observado y los datos recolectados) y el registro de datos históricos (proporcionados por el Departamento de Calidad). Adicional, se observan temas relacionados al ambiente, ubicación de las personas, entre otros.

- **Análisis y clasificación de la información:** una vez obtenida la información, se recopila y se efectúa el *focus group* con los *stakeholders* para analizar toda la documentación e información. Se organizan los hallazgos obtenidos por medio de una lluvia de ideas y el multivoto. También, se prioriza cuáles son las causas por trabajar primero mediante un Pareto. Lo anterior se discute con los *stakeholders* para estar todos alineados.
- **Interpretación de los resultados:** al finalizar la implementación del plan, se analizan los resultados comparándolos con registros históricos para validar mejoras o brechas persistentes. Las acciones que se tomen a partir de acá pueden ayudar a mitigar la situación o problemática actual.
- **Conclusiones y recomendaciones:** se proporcionan conclusiones y recomendaciones para optimizar el sistema en caso de que sea necesario, aumentar la eficiencia operativa, y reducir los errores que ocasionan problemas de calidad y afectación en el tiempo de entrega.

Seguidamente, por medio de un diagrama de flujo, se aprecia todo el proceso explicado con anterioridad para la recolección y análisis de datos, así como las herramientas, con el objetivo de entender el comportamiento que tiene el proyecto desde el inicio, definir las estrategias y asegurar la toma de las mejores decisiones para optimizar la eficiencia y rentabilidad de la empresa en el tema de curvas de aprendizaje.

Figura 3.1: Diagrama de flujo para el proceso de recolección y análisis de datos



Fuente: Elaboración propia, 2024.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 DEFINIR

Este proyecto se lleva a cabo en la Empresa Médica Dental Toya, específicamente en el Área de Producción, ubicada en American Free Zone en Cartago y dedicada al servicio dental.

El enfoque principal del proyecto es la mejora del proceso relacionado con las curvas de aprendizaje, también conocidas como *ramp ups*, con el objetivo de reducir el tiempo que requieren los nuevos colaboradores para alcanzar un nivel de desempeño óptimo.

Así, en esta primera etapa del ciclo DMAIC, llamada definir, se busca establecer con claridad el contexto organizacional, caracterizar el proceso de estudio y delimitar la problemática. Además, se alinean los objetivos del proyecto con las necesidades de producción.

A continuación, se expone una serie de herramientas ingenieriles que ayudan a visualizar de una manera más estructurada la situación actual.

4.1.1 Análisis FODA

En la siguiente tabla se explora el contexto de la empresa mediante los componentes del análisis FODA, con el propósito de identificar sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas:

Tabla 4.1: Análisis FODA de la Empresa Médica Dental Toya

		Fortalezas		Oportunidades			
Debilidades	Amenazas	Se retira intencionalmente por temas de confidencialidad					

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Fortalezas

- Personal altamente comprometido y motivado: esto hace que las encuestas de evaluación de la empresa sean bastante positivas. Asimismo, la compañía ha potenciado el desarrollo del personal, por ende, son personas muy capacitadas y con deseos de superación.
- Existencia de un departamento específico para el control interno de las métricas: al tener todo centralizado, hay más control y las diferentes situaciones que se puedan experimentar se atacan siempre de manera directa.
- Sólida reputación en el mercado dental: esto distingue a la empresa cuando se atraen nuevos clientes. Un claro ejemplo es el hecho de que está muy bien posicionada no solo en Costa Rica, sino también en el mercado europeo y asiático, lo cual al mismo tiempo impulsa más oportunidades de crecimiento para los empleados.

Debilidades

- Los inspectores no reciben un entrenamiento detallado del producto ni actualizaciones directas por parte de Entrenamiento cuando se realiza algún cambio: hay mucha discrepancia en cómo se revisan los tratamientos entre un inspector y otro; por lo tanto, se puede comparar cómo un mismo rechazo se califica de distinta manera entre dos inspectores que deberían tener un mismo criterio.
- Falta de comunicación directa entre los inspectores y colaboradores: muchas veces esta comunicación se efectúa por medios como el correo o chat, no obstante, es fundamental que sea personal para evidenciar los detalles y lograr una mayor claridad en el mensaje.
- Todo este atraso generado en la comunicación de igual modo causa atrasos en la corrección del producto y, por consiguiente, en la llegada del producto al cliente externo, lo que se transforma en un aumento en los tiempos de entrega.
- Falta de talento gerencial: debido a la falta de fijar instrucciones más claras a los supervisores de entrenamiento por parte de los gerentes y que las mismas estén alineadas con el Departamento de Producción.

- Teniendo estas debilidades mapeadas, es necesario evaluar diferentes opciones o posibles soluciones para mitigarlas.

Oportunidades

- Disponer de material dental variado: es importante no depender de un solo material para la confección ortodóntica, ya que se puede agotar o, inclusive, es posible perder clientes por la poca variabilidad de producto. Sin embargo, la empresa solo cuenta con uno, a saber, un polímero termoplástico multicapa.
- Automatización de los procesos de entrenamiento: la automatización de los procesos de entrenamiento representa un reto que aún no se ha podido completar; no obstante, está avanzando, pues se está introduciendo el sistema *e-learning* e inteligencia artificial, lo cual ayuda a que en las nuevas contrataciones de técnicos estos reciban un proceso de entrenamiento más dinámico, accesible y efectivo.
- Tecnología de punta para hacer diseños más precisos: muchos colaboradores indican que la falta de información acerca de más tecnología hace que otras empresas saquen esa ventaja competitiva y haya migración de clientes a otros negocios.
- Aprovechar la lealtad de los clientes más antiguos para aumentar la visibilidad en el mercado: a pesar de que la empresa cuenta con clientes muy antiguos, todavía falta potencializar esta fidelidad y realizar campañas con el fin de que más personas reconozcan la estabilidad de la compañía y la calidad del producto.

Amenazas

- Aumento de la competencia: en los últimos años han surgido empresas ortodónticas dentales que emplean diferentes tipos de materiales para la fabricación de sus productos y tecnología de punta para sus procesos, lo anterior ha provocado que muchos clientes migren a estas empresas. Esto resalta otra amenaza potencial, es decir, no considerar opciones adicionales que ofrece el mercado para variar el producto y no depender de un solo material.
- Altos costos de mantenimiento de las máquinas 3D: a pesar de que las fallas técnicas no son recurrentes debido al mantenimiento preventivo que se les aplica

mensualmente, la necesidad de repuestos especializados y de personal capacitado para ejecutar dichas tareas genera una carga financiera elevada. Esta situación incrementa los costos operativos, pero además interrumpe los ciclos de producción y limita la capacidad de entrenamiento continuo del personal, lo cual obstaculiza el avance adecuado en las curvas de aprendizaje.

- Nuevos competidores dentro y fuera de la Gran Área Metropolitana: hay empresas dentales ubicadas en zonas como occidente o inclusive Guanacaste, esto es atractivo para muchas personas de esos sectores.
- Riesgo reputacional por errores en el diseño: la falta de entrenadores más capacitados, de probar técnicas nuevas como el *e-learning* para los empleados de nuevo ingreso y de un mejor seguimiento para los técnicos durante el entrenamiento, puede llevar a que los empleados incurran en errores de diseño. Si esto se mejora, se pueden evitar más rechazos y, en consecuencia, mejorar este riesgo reputacional.

4.1.2 Matriz de estrategias

En la siguiente matriz de estrategias, se busca alinear las capacidades internas de la organización con las externas, así como determinar posibles riesgos.

La matriz busca establecer estrategias que potencien los recursos existentes como la automatización del entrenamiento, la disponibilidad de tecnología avanzada y el conocimiento técnico interno y, al mismo tiempo, afrontar los riesgos que podrían comprometer la eficiencia del proceso. Entre estos riesgos, se incluyen posibles errores de diseño, altos costos operativos al incorporar nuevo personal y la falta de estandarización en el desempeño del personal ya existente.

Mediante el análisis estratégico, se generan líneas de acción orientadas a mejorar el proceso de entrenamiento y producción, minimizar errores operativos y optimizar los tiempos de ejecución; todo dentro de un enfoque de mejora continua.

A continuación, se presenta la matriz FODA que resume las estrategias definidas:

Tabla 4.2: Matriz de estrategias FODA de la Empresa Médica Dental Toya

		Factores internos	
Factores externos	Oportunidades (O)	Se retira intencionalmente por temas de confidencialidad	
	Amenazas (A)		

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la matriz anterior se detallan cuatro estrategias posibles para mejorar la situación actual de la compañía.

Estrategia FO: son las fortalezas y oportunidades, aspectos relacionados con los factores internos de la empresa para sacar ventaja de las oportunidades externas.

FO1. Capacitar al personal motivado utilizando plataformas de entrenamiento automatizadas y de *self-learning* para acelerar los procesos de entrenamiento. Bajo el entendimiento de que la empresa dental tiene personal motivado, se pueden potenciar las herramientas de *e-learning*, entre otras, con mayor tecnología, para que el diseñador de tratamiento o técnico aproveche el tiempo al hacer uso de recursos innovadores que potencien su rendimiento en las etapas de entrenamiento y producción y, de esta forma, ayudar a reducir costos operativos y ser más eficiente.

FO2. Utilización y aprovechamiento de la tecnología de punta para reducir errores dentales. Mediante el uso de *softwares* modernos, se busca combinar la tecnología avanzada con el conocimiento interno del proceso por parte de los desarrolladores, para minimizar errores en la manufactura dental. El uso de herramientas tecnológicas y nuevos diseños 3D permiten aumentar la precisión, estandarizar procedimientos y mejorar la calidad del producto final, con el propósito de reducir los retrabajos y costos asociados.

FO3. Fortalecer la reputación de la empresa con una propuesta de valor basada en materiales de calidad e innovación tecnológica. Para fortalecer la reputación de la empresa, se deben aprovechar las fortalezas internas en cuanto al uso de materiales de alta calidad e integrarlas con oportunidades externas vinculadas con el avance tecnológico. Esto posibilita que la empresa se mantenga como un referente en el mercado de alineadores dentales, lo cual atrae nuevos clientes, fideliza los actuales y nuevas empresas quieren seguir sus pasos.

Estrategia DO: son las debilidades y oportunidades; al respecto, con las debilidades encontradas en la Empresa Médica Dental Toya, se aprovechan las oportunidades.

DO1. Diseñar un programa de mejora continua para mantener actualizados a los inspectores de calidad con relación a los temas de entrenamiento. Esta estrategia

pretende reducir la debilidad asociada con la falta de actualización constante a los inspectores de calidad y la falta de alineación con los temas de entrenamiento y producción. Mediante el diseño de un programa estructurado, se pueden alinear sus criterios con los procesos de entrenamiento y producción, y asegurar una evaluación más precisa y con criterios estandarizados a la hora de revisar los tratamientos dentales.

DO2. Fomentar una mejor comunicación interna por medio de reuniones bisemanales entre los departamentos de Producción y Entrenamiento. Se propone fortalecer la coordinación entre Entrenamiento y Producción mediante encuentros bisemanales, con la finalidad de mejorar el flujo de información; identificar obstáculos en el proceso de aprendizaje que puedan afectar la curva de aprendizaje en producción y facilitar la toma de decisiones conjunta, con lo que se favorece la eficiencia del proceso productivo.

DO3. Capacitar a los gerentes para que brinden mejores instrucciones a los supervisores, con el objetivo de acelerar el proceso de entrenamiento y producción. A partir de esta estrategia, se erradican las debilidades en la transmisión de conocimientos y liderazgo, pues se forma a los gerentes en habilidades de comunicación y gestión por medio de cursos o charlas externas e, inclusive, actividades de sinergia y comunicación internas. Una dirección clara y coherente desde los niveles superiores contribuye a una mejor adaptación del personal operativo.

Estrategia FA: son las fortalezas de la empresa que ayudan a mitigar cualquier amenaza externa.

FA1. Utilizar la motivación y compromiso del personal para concientizarlo acerca de la importancia de cumplir en menor tiempo la curva de aprendizaje para disminuir los costos externos. Con esta estrategia se busca aprovechar el alto nivel de motivación del personal para fomentar una cultura de responsabilidad y eficiencia en el proceso de producción, con la intención de reducir los tiempos, llegar al 90 % de eficiencia y, en consecuencia, minimizar los costos asociados a errores, retrabajos o contrataciones innecesarias.

FA2. Apoyarse en los KPI diarios para prevenir errores que puedan afectar la reputación ante el mercado dental. Mediante el uso sistemático de KPI, se pretende

detectar desviaciones en tiempo real, tomar acciones correctivas antes de que el tratamiento sea devuelto de manufactura o, peor aún, por parte del doctor, y asegurar la calidad del producto. De esta manera, se protege la imagen de la empresa en un mercado altamente competitivo.

FA3. Promover el crecimiento profesional con planes de carrera orientados al diseño CAD CAM 3D, para aumentar la retención frente al incremento de la competencia. Esta estrategia se enfoca en brindar oportunidades de desarrollo interno mediante planes de carrera especializados en tecnologías avanzadas como CAD CAM 3D, lo cual fortalece las competencias del personal y mejora la retención ya que en la actualidad hay bastantes compañías de ortodoncia virtual.

Estrategia DA: son las debilidades internas frente a las amenazas externas.

DA1. Establecer protocolos estandarizados de calidad y comunicación para minimizar errores en la manufactura y proteger la imagen de la compañía. A partir de esta estrategia, se pretende enfrentar amenazas externas mediante la implementación de procesos internos claros y estandarizados. La mejora en la comunicación y el control de calidad contribuye a reducir errores durante el diseño del tratamiento dental, porque el empleado va a poder entender mejor las instrucciones y aplicarlas en el diseño del tratamiento, esto ayuda a mantener una buena reputación de la empresa en el sector médico-dental.

DA2. Fortalecer las habilidades gerenciales internas o contratar perfiles más capacitados para enfrentar el ingreso de nuevos competidores. Con el fin de responder a la amenaza del aumento de competencia, esta estrategia plantea reforzar el liderazgo mediante la capacitación especializada o la incorporación de personas con experiencia, lo que posibilita una toma de decisiones más efectiva y una mejor gestión del personal de operaciones.

DA3. Reducir los tiempos de entrega con herramientas más modernas que permitan mantener una mayor competitividad en el mercado. Esta acción se orienta a contrarrestar el impacto de nuevas empresas en procedimientos dentales 3D en el mercado, mediante la incorporación de tecnologías que agilicen los procesos

productivos, para así mantener niveles de servicio que aseguren la preferencia de los clientes actuales y futuros.

En resumen, en el proyecto se plantea implementar diversas estrategias orientadas a reducir el tiempo de las curvas de aprendizaje. Primeramente, se capacita al personal motivado mediante el uso de plataformas automatizadas y de autoaprendizaje (*self-learning*), lo cual agiliza el proceso. Para ello, se incorpora *software* especializado que facilita la adquisición de conocimientos teóricos de manera más eficiente.

Asimismo, se fortalece la comunicación interna por medio de reuniones bisemanales entre los departamentos de Producción y Entrenamiento, de esta forma se elimina el trabajo en silos, lo que en la actualidad limita la coordinación.

Por último, se aprovecha el alto nivel de motivación y compromiso del personal para generar conciencia sobre la importancia de reducir el tiempo requerido para alcanzar el dominio de las funciones. Esta acción contribuye directamente a la disminución de los costos asociados, en especial aquellos originados por la alta rotación de personal en roles clave como entrenadores, *coaches* y personal en formación.

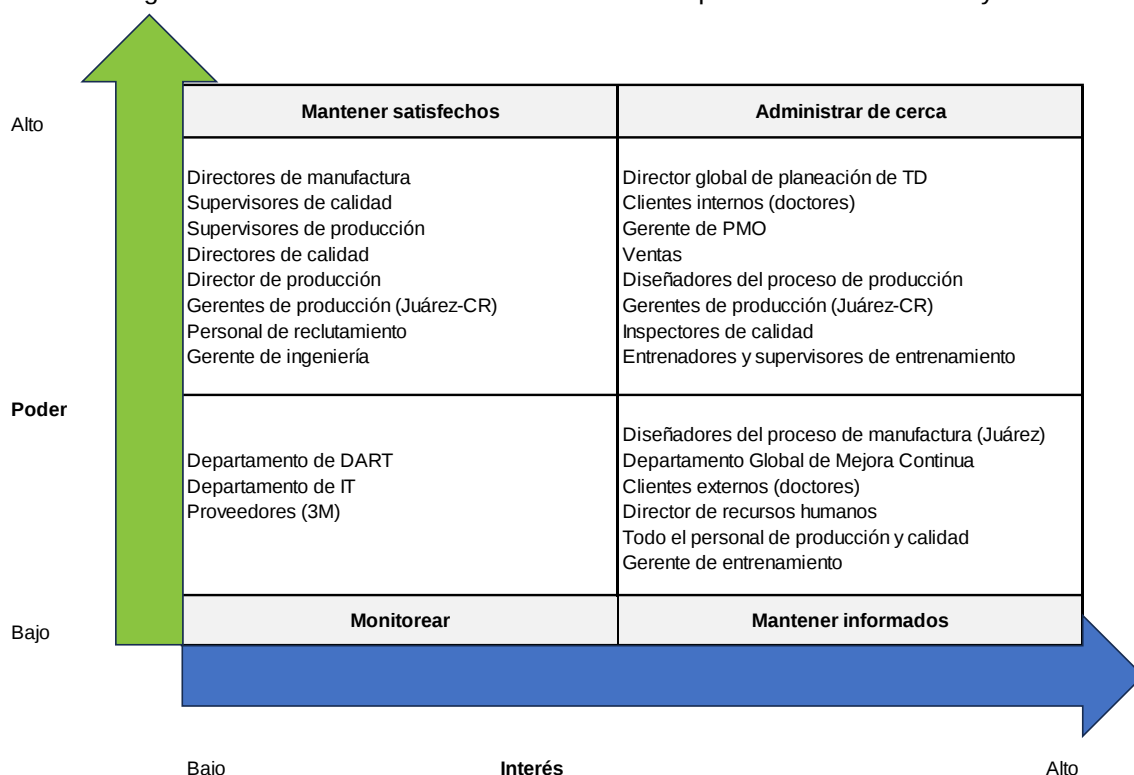
4.1.3 Análisis de stakeholders

El análisis de las partes interesadas en este trabajo de investigación ayuda a identificar a las personas claves en el desarrollo del proyecto y, a su vez, a comprender su nivel de influencia, interés y participación.

En el contexto de la Empresa Médica Dental Toya, esta herramienta facilita la planificación de estrategias con el personal adecuado para abordar los diferentes intereses, lo que asegura un compromiso claro durante las distintas etapas de ejecución del proyecto.

A continuación, se expone el análisis de los *stakeholders* de la Empresa Médica Dental Toya:

Figura 4.1: Análisis de los stakeholders de la Empresa Médica Dental Toya



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Stakeholders de alto poder y mucho interés: son las personas de la empresa que proporcionan el mayor soporte no solo a nivel económico, sino también de patrocinio en general. No participan directamente en sesiones propias del proyecto o trabajo investigativo, pero delegan su representación a personal que directamente trabaja con el producto. En este caso en particular, por ejemplo, los supervisores de calidad envían a las reuniones a los inspectores, los directores de producción envían a las reuniones a sus gerentes de producción, entre otros.

Stakeholders con alto poder y bajo interés: son personas atentas ante cualquier situación, con gran capacidad de decisión, a quienes se les debe mantener informadas. Es significativa su intervención en casos en los que se requieran datos, falle algún sistema o falte algún material durante la ejecución del trabajo. Sin embargo, el proceso no los afecta directamente y, entre ellos, se encuentra el equipo de DART.

Los stakeholders de bajo poder y mucho interés: ayudan indirectamente en el proyecto por medio de sesiones, actividades y foros que contribuyan a la mejora continua, por ejemplo: los colaboradores (quienes directamente ejecutan los procedimientos según las instrucciones del doctor) y los clientes internos (doctores).

Los stakeholders de bajo poder y bajo interés: son quienes no interfieren directamente en los procesos de la compañía, pero es importante su involucramiento. Por ejemplo, el Departamento de IT, ya que el funcionamiento adecuado de las máquinas es fundamental para que los técnicos ejecuten los trabajos en un tiempo óptimo y con buena calidad.

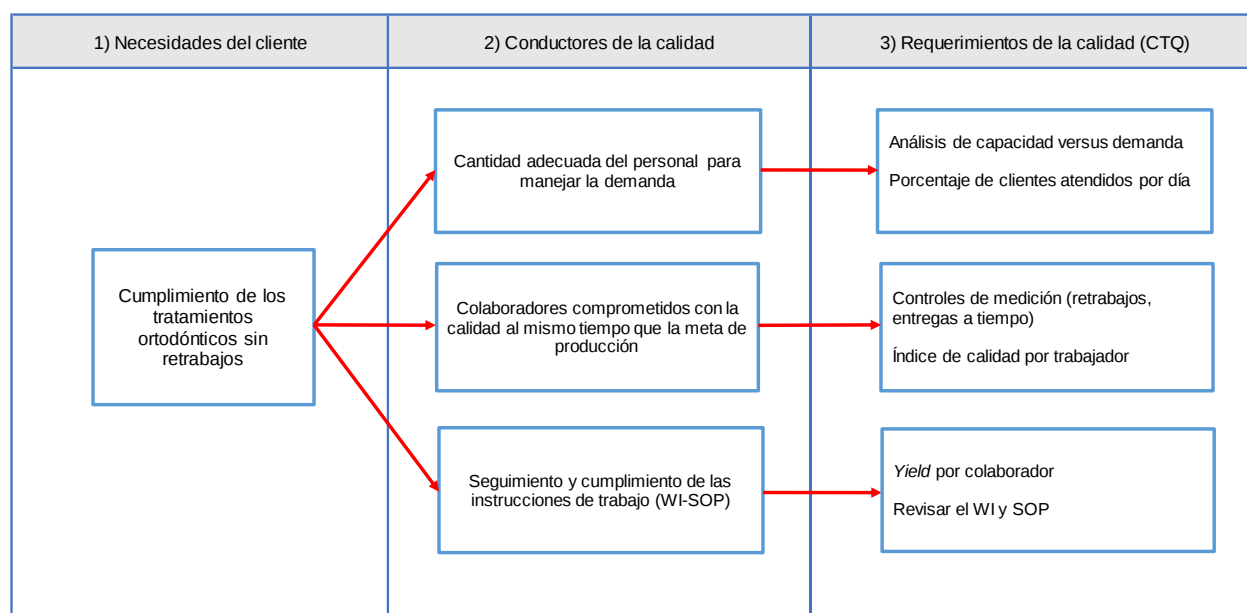
4.1.4 Árbol de CTQ

El árbol de CTQ es una herramienta que permite traducir las necesidades y expectativas del cliente en requisitos críticos de calidad del proceso. Esta herramienta facilita identificar las necesidades del cliente para asegurar su satisfacción (Global Trust Association, 2019).

En el caso de este proyecto, el árbol de CTQ se utiliza para identificar los factores claves que inciden directamente en el éxito del proceso de curva de aprendizaje en el Área de Producción, con el propósito de alinear los objetivos de producción de la empresa con el proyecto y los requerimientos de calidad de la organización.

Seguidamente, se presenta el árbol de CTQ resultante de la Empresa Médica Dental Toya:

Figura 4.2: Árbol de CTQ de la Empresa Médica Dental Toya



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Como se aprecia en la figura anterior, en la primera columna se indica lo que el cliente quiere o necesita, en este caso es el cumplimiento de los tratamientos ortodónticos sin retrabajos para acelerar el proceso de producción durante las primeras etapas.

Por su parte, la segunda columna se vincula con lo que el cliente establece como crítico para la calidad, a saber, los requisitos o conductores para satisfacer sus necesidades. Entre estos, se pueden mencionar:

La cantidad adecuada de personal para manejar la demanda: es un factor crítico para la eficiencia operativa. Especialmente en entornos donde se requiere un rápido cumplimiento de la productividad, disponer de los empleados necesarios ayuda a cumplir con la demanda operativa. Sin embargo, aunque es importante que cada empleado logre la producción requerida en el menor tiempo, también lo es que sea con una buena calidad. Una adecuada cantidad de personal reduce la sobrecarga de trabajo, lo cual ayuda a trabajar en el producto de la mejor manera, reduce cuellos de botella y da mejor continuidad al proceso.

Colaboradores comprometidos con la calidad: este compromiso no solo incide en el rendimiento de cada colaborador, sino que de igual modo los empleados comprometidos con la calidad saben que es importante para el cliente recibir su tratamiento a tiempo, lo anterior al minimizar los retrabajos y mantener la sinergia entre producción y calidad.

Seguimiento y cumplimiento de las instrucciones de trabajo (WI-SOP): las instrucciones de trabajo estandarizadas, conocidas como SOP, son fundamentales para garantizar un adecuado seguimiento paso a paso de la elaboración del tratamiento ortodóntico. Su correcta implementación durante la realización del tratamiento es clave para evitar errores y, así, reducir el tiempo en que un empleado alcanza el 95 % de la productividad. Esta práctica permite minimizar errores, asegurar la calidad del producto y facilitar el aprendizaje de los nuevos colaboradores durante su primera fase en producción.

De todos los elementos críticos para la calidad definidos por el cliente, los controles de medición sin retrabajos presentan un incumplimiento recurrente. Esta deficiencia impacta directamente en el cumplimiento del objetivo principal, a saber, acelerar el *ramp up*. Por lo tanto, al diseñar el proceso dental bien desde el inicio y sin necesidad de correcciones adicionales, se aumentan los tiempos de la curva de aprendizaje. Así, este aspecto se identifica como un área crítica de mejora y representa un punto clave por trabajar.

Además, otros indicadores también evidencian oportunidades de mejora. Por ejemplo, el índice de calidad por trabajador muestra variaciones significativas entre colaboradores, lo que refleja inconsistencias en la aplicación de los procedimientos (WI-SOP), esto aumenta la probabilidad de retrabajos y, por consiguiente, en los tiempos de finalización del diseño, lo cual provoca ejecutar menos procedimientos durante la jornada laboral.

Estas observaciones permiten sustentar con evidencia cuantitativa y cualitativa la necesidad de intervenir en esta fase del proceso. En consecuencia, se justifica plenamente el desarrollo del proyecto enfocado en la reducción del tiempo de la curva

de aprendizaje mediante la estandarización, seguimiento y mejora del cumplimiento de los controles críticos para la calidad establecidos por el cliente.

4.1.5 Evidencias del problema actual

Según el árbol de CTQ, los reprocesos están estrechamente relacionados con los retrabajos y las deficiencias originadas desde las etapas iniciales del entrenamiento. Esta situación refleja una problemática estructural que impacta tanto la calidad del producto final como la eficiencia del proceso productivo.

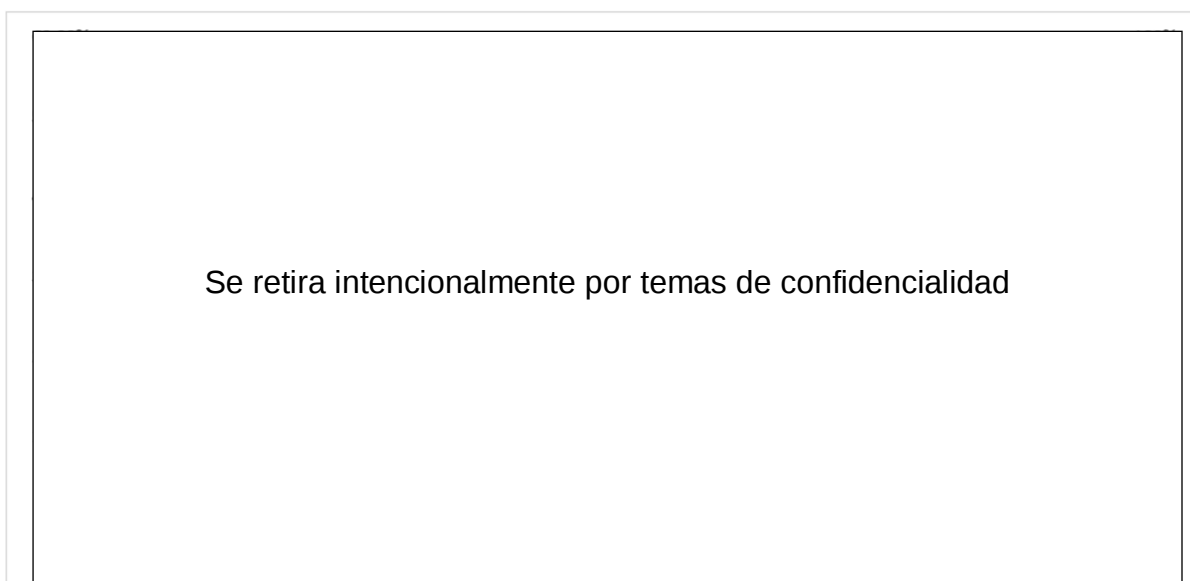
De este modo, destaca la insuficiente preparación del personal durante su entrenamiento. Asimismo, se han identificado inconsistencias en la aplicación de los procedimientos estandarizados (WI-SOP), lo cual sugiere una brecha entre la comprensión y ejecución de las instrucciones críticas para asegurar la calidad. Esta deficiencia no solo afecta a los empleados nuevos, sino que también sobrecarga al personal más experimentado, quienes deben asumir tareas de *coaching* para ayudar a corregir los errores.

Por todo lo anterior, se concluye que existe una relación directa entre la calidad del entrenamiento inicial y la aparición de reprocesos durante la fase de producción. Esto justifica la necesidad de crear estrategias que permitan reducir significativamente el tiempo de curva de aprendizaje y asegurar la ejecución correcta desde la primera vez (*right the first time*).

En los siguientes gráficos, se evidencian los principales problemas existentes durante la etapa de curva de aprendizaje o *ramp up* en el Área de Producción.

A continuación, se presenta el Pareto para el desglose de las categorías de errores o retrabajos de la Empresa Médica Dental Toya:

Figura 4.3: Pareto para el desglose de las categorías de files incorrectos (2024)



Fuente: Departamento de Producción de la Empresa Médica Dental Toya, 2024.

El Pareto anterior indica las principales categorías de errores detectadas en los archivos (*files*) procesados durante el año 2024. Esta herramienta se basa en el principio de Pareto, el mismo establece que aproximadamente el 80 % de los efectos provienen del 20 % de las causas, así se facilita enfocar los esfuerzos de mejora en los aspectos más significativos.

En este caso, el gráfico muestra que la categoría con mayor incidencia corresponde a “aditamentos flotantes”, equivalente al 48.68 % del total de errores registrados. Le siguen en orden de frecuencia “problemas de montaje” (15.79 %) y “objetos con dimensiones incorrectas” (14.47 %). Estas tres causas concentran en conjunto el 78.94 % del total de incidencias, lo cual sugiere que existe una concentración importante de errores en un número reducido de categorías.

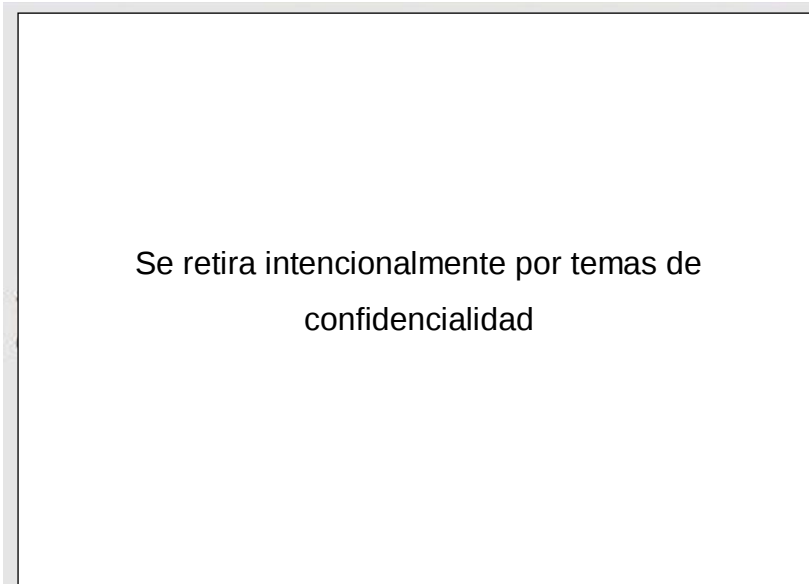
Estos detalles permiten establecer que los errores más frecuentes están directamente vinculados a fallas en el cumplimiento de los procedimientos operativos estándar (WI-SOP) y en el proceso de verificación previo al envío del producto final. En particular, la omisión de aditamentos representa una falla básica de control que puede atribuirse a un entrenamiento insuficiente o inefectivo, especialmente en las primeras etapas de integración del colaborador al proceso productivo.

Este análisis refuerza lo planteado con anterioridad respecto a la curva de aprendizaje. El hecho de que errores fundamentales se mantengan con alta recurrencia indica que los colaboradores no alcanzan los niveles esperados al inicio, esto causa el aumento del *lead time* y el incremento en los costos operativos.

Así, este gráfico ayuda a enfocar las acciones correctivas para fortalecer la curva de aprendizaje y mejorar la comunicación con el Departamento de Entrenamiento, con el fin de implementar mecanismos que aseguren la comprensión y aplicación efectiva de los procedimientos desde el inicio del proceso de formación y, de este modo, el empleado obtenga un nivel experto en menor tiempo.

A continuación, se aprecia el histograma de productividad de los empleados nuevos, intermedios y expertos de la Empresa Médica Dental Toya:

Figura 4.4: Histograma de productividad de los empleados nuevos, intermedios y expertos (2024)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Como parte del diagnóstico inicial en la fase definir del ciclo DMAIC, se lleva a cabo un análisis exploratorio de la variable de la productividad VA, observado por el nivel de experiencia del personal: principiante, intermedio y experto. Para ello, se utiliza un histograma con curvas de distribución normal ajustadas a cada grupo.

Al respecto, el gráfico revela diferencias significativas en los niveles de productividad según el grado de experiencia:

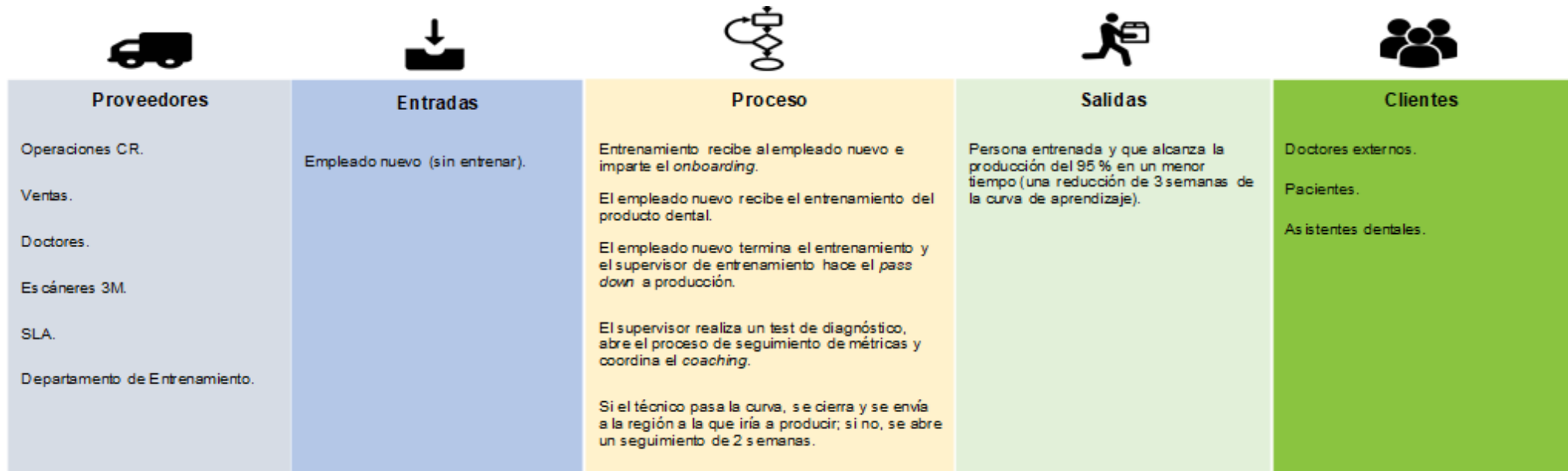
- El grupo experto presenta la media más alta de productividad ($\mu = 1.109$), con una desviación estándar baja ($\sigma = 0.06795$), lo cual indica consistencia y alto rendimiento entre los colaboradores más capacitados.
- El grupo intermedio tiene una media moderada ($\mu = 0.7541$), pero con mayor dispersión ($\sigma = 0.1028$), lo que sugiere variabilidad en el desempeño y oportunidades de mejora en capacitación y estandarización de tareas.
- El grupo principiante muestra la media más baja ($\mu = 0.4481$), esto refleja su inexperiencia.

Este comportamiento estadístico posibilita definir con claridad la relación entre experiencia y productividad, y delimitar el problema a las etapas iniciales del entrenamiento, perfil del personal que se contrata y curva de aprendizaje o *ramp up*.

4.1.6 SIPOC

Seguidamente, se realiza un diagrama de alto nivel llamado SIPOC para visualizar los proveedores, entradas, proceso, salidas y clientes. Por lo tanto, facilita comprender las distintas actividades de la Empresa Médica Dental Toya e identificar quiénes participan en cada uno de sus procesos.

Figura 4.5: SIPOC de la Empresa Médica Dental Toya



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la primera columna, se aprecian los proveedores: el Departamento de Ventas, doctores, escáneres 3M y el Departamento de Entrenamiento; estos tienen un papel muy importante al ser los que proporcionan el producto para iniciar con el proceso.

Luego se identifican las entradas: empleado nuevo (sin entrenamiento), quien se aborda inicialmente por Talento Humano y el equipo de entrenamiento.

Dentro del proceso, se involucra el Departamento de Entrenamiento, este recibe al empleado nuevo y realiza el *onboarding*. Así, el empleado nuevo recibe el entrenamiento del producto dental y, una vez que lo concluya, el supervisor de entrenamiento hace el *pass down* a Producción para que inicie la curva de aprendizaje.

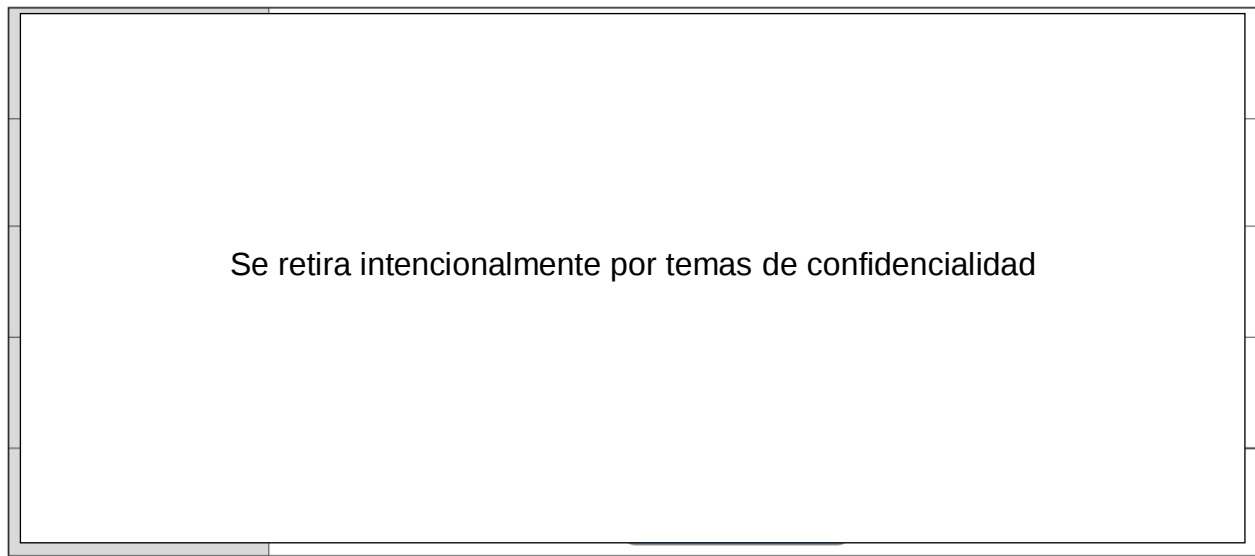
El supervisor de producción ejecuta un test de diagnóstico, abre el proceso de seguimiento de métricas y coordina el *coaching*.

Si el técnico pasa la curva de aprendizaje, se cierra y se envía a la región donde iría a producir; si no, se abre un seguimiento de dos semanas. Como salida, se tiene al técnico de producción con la curva de aprendizaje o *ramp up* concluida en un menor tiempo con el 95 % requerido. Finalizado el proceso, el producto ortodóntico terminado se envía a los doctores externos y se tramita el cobro.

4.1.7 Flujo del proceso de curva de aprendizaje o ramp up

Para visualizar de una mejor manera cómo es el flujo del proceso de la curva de aprendizaje o *ramp up* en producción, se adjunta un mapeo que lo detalla:

Figura 4.6: Mapeo del flujo del proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya



Fuente: Elaboración propia, 2025.

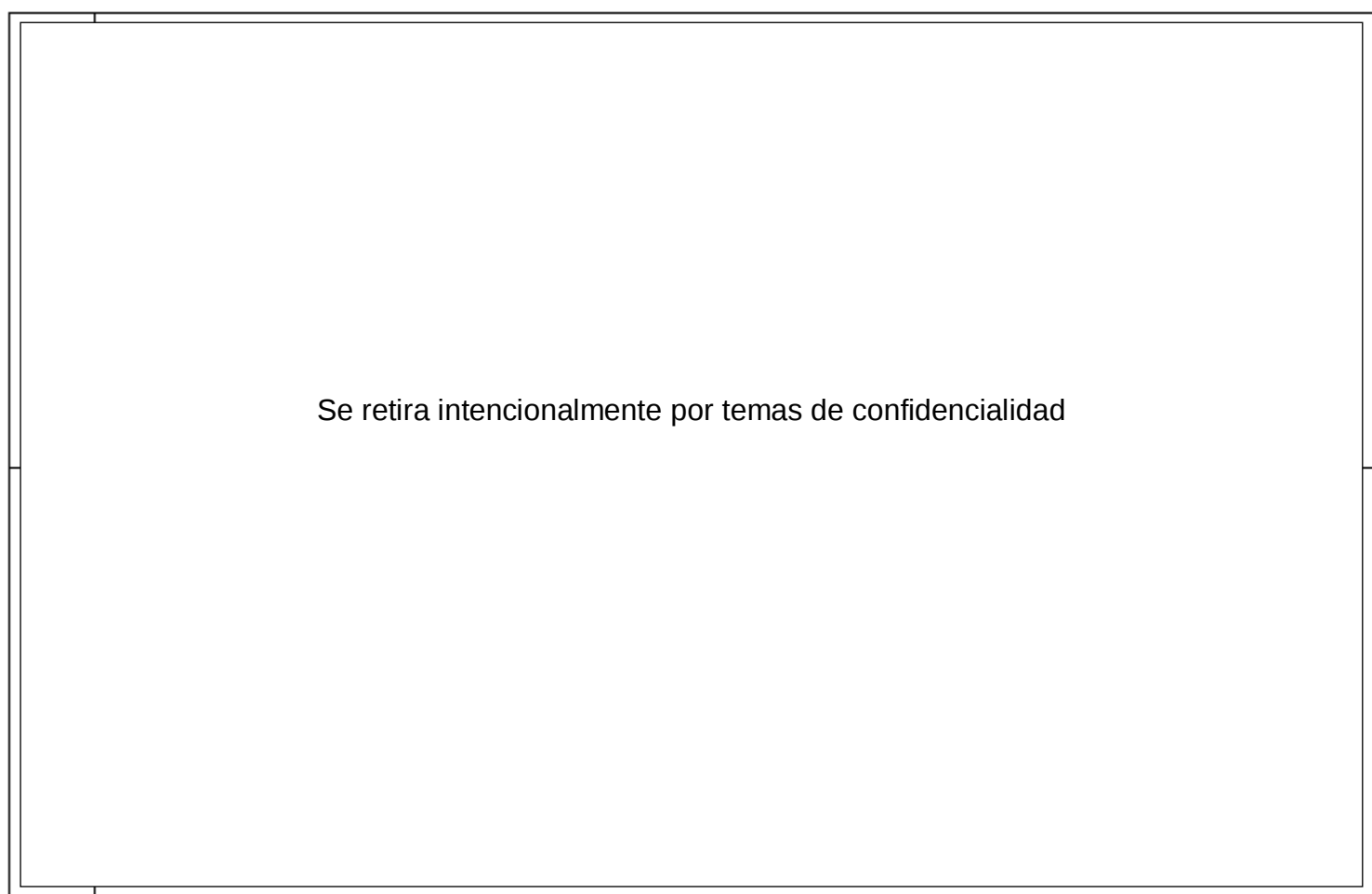
De acuerdo con la figura, el proceso de *ramp up* o curva de aprendizaje de la Empresa Médica Toya inicia formalmente con la incorporación del empleado a producción tras haber concluido su etapa de entrenamiento. Esto se realiza mediante un debido proceso de *pass down* en el cual el entrenador del Área de Capacitación brinda información detallada al *staff* de producción.

Con la implementación de la nueva metodología de mejora en el proceso de *ramp up*, se introduce una prueba de diagnóstico para medir cómo vienen preparados los empleados del entrenamiento y reforzar las áreas con mayor oportunidad.

Desde el primer día en producción, el empleado debe ser capaz de hacer tratamientos reales. Por ello, el soporte debe dar un seguimiento riguroso de la producción hora a hora, hacer revisiones de calidad periódicas con reforzamiento de hallazgos inmediatos e incentivar el uso de los relojes; todo esto para asegurar el cumplimiento de las métricas.

Cuando se detecten deficiencias que requieran un repaso, se establece una comunicación directa con el Departamento de Entrenamiento para programar sesiones de reforzamiento en sitio de manera que no se atrase el *ramp up* de producción.

Figura 4.7: Diagrama de flujo del proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Según el diagrama de flujo anterior, el proceso de curva de aprendizaje se lleva a cabo en dos niveles organizacionales: la etapa de *ramp up*, en esta ocurre el desarrollo de la curva de aprendizaje, y la fase de integración definitiva en la región operativa asignada. El flujo inicia con la bienvenida e introducción al proceso, momento en el cual se efectúa el seteo de expectativas con el nuevo colaborador. Esto es fundamental porque establece los objetivos, métricas de rendimiento y estándares de calidad que se esperan alcanzar durante el periodo de *ramp up*.

Posteriormente, el colaborador debe completar el formulario de RST (*ramp-up status tracking*) durante las semanas de la curva de aprendizaje. Esta herramienta ayuda a

monitorear el progreso de las métricas, registrar observaciones por parte de los *coaches* y facilitar una evaluación objetiva del desempeño.

Luego de considerarse que el colaborador ha cumplido con los objetivos del entrenamiento, se procede a cerrar formalmente la fase de curva en el módulo de RST. En este punto se realiza una evaluación final práctica con el fin de establecer si está listo para integrarse a la operación regular.

El siguiente paso es analizar si el colaborador requiere una transición formal mediante un proceso de *pass down*, es decir, una transferencia estructurada a su región correspondiente. Si requiere *pass down*, se genera una entrega formal de la persona a la región asignada. En caso contrario, el colaborador se mantiene en la región de la curva de aprendizaje siguiendo con el control normal de productividad y calidad.

4.2 MEDIR

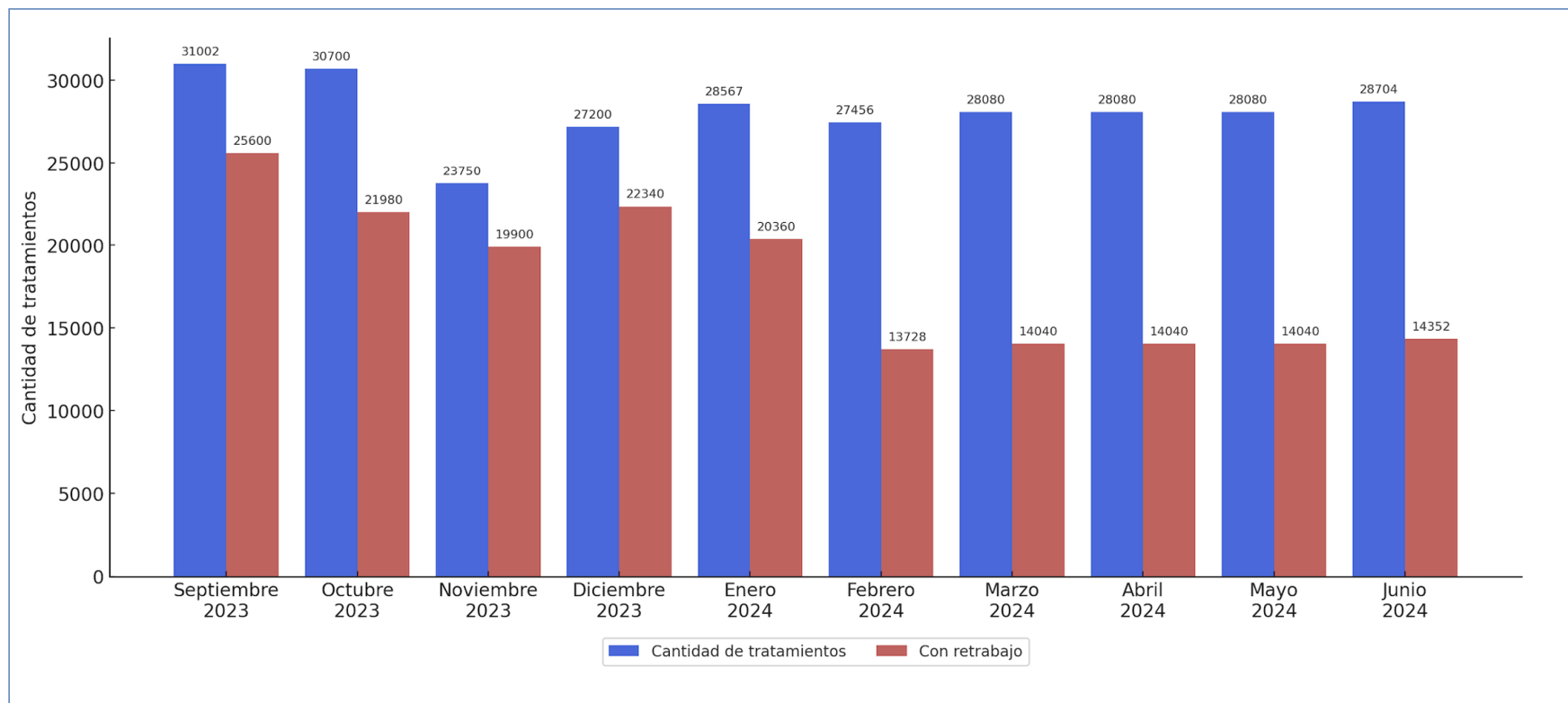
La segunda etapa del DMAIC es la fase de medir, la cual tiene como objetivo principal cuantificar la magnitud del problema mediante datos. Por lo tanto, en esta etapa se recolecta información clave del proceso actual de la curva de aprendizaje para determinar una base que permita evaluar el desempeño real y comprender con detalle el origen de cualquier desviación. De este modo, se identifican las variables críticas del proceso y métricas relevantes, además se establecen métodos confiables para la recolección de datos. Esta fase es esencial, ya que proporciona el sustento estadístico para la posterior etapa de análisis, lo que permite identificar las causas raíz del problema con mayor exactitud.

A continuación, se exponen las herramientas utilizadas en esta etapa.

4.2.1 Datos históricos de retrabajos para el proceso de curva de aprendizaje

Con el objetivo de analizar el impacto del retrabajo en el desempeño del proceso de curva de aprendizaje, se recopilan y comparan los datos históricos mensuales de tratamientos realizados versus los que necesitan de alguna corrección durante septiembre 2023 a junio 2024. Esta información permite más adelante poder comparar datos con el 2025 y, así, evaluar el impacto de las acciones tomadas durante el desarrollo del proyecto.

Figura 4.8: Cantidad de tratamientos con retrabajo del proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya



Fuente: Elaboración propia, 2025.

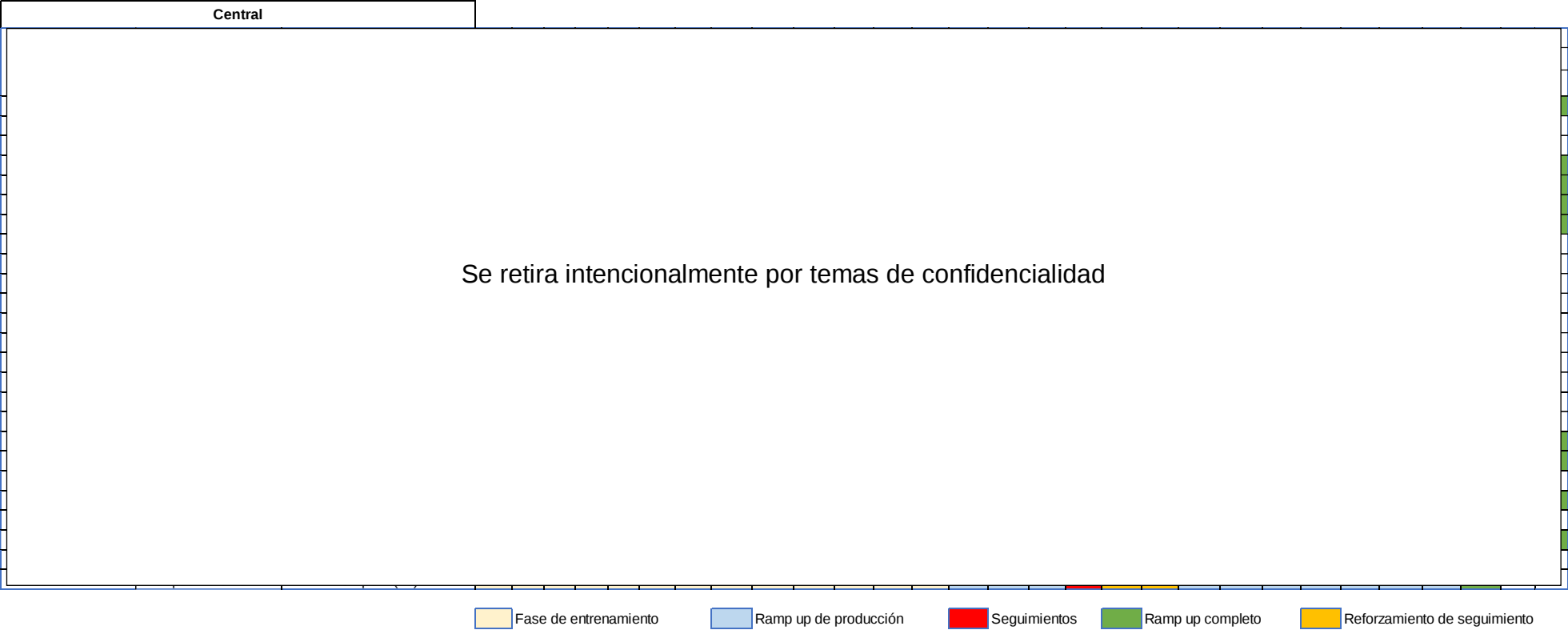
El análisis de los datos históricos evidenciado en el gráfico de barras muestra una tendencia descendente en la cantidad de tratamientos con retrabajo a partir de febrero 2024. Esta disminución va de la mano con la implementación de acciones correctivas como el entrenamiento *self-learning*, el *staff* dedicado al proceso de *ramp up* y el seguimiento para que los diseñadores de tratamiento sigan el SOP.

Durante el segundo semestre de 2023, los retrabajos alcanzan valores superiores a los 22 000 casos mensuales, por lo que representan más del 70 % de los tratamientos en algunos meses. Sin embargo, a partir de febrero 2024, esta cifra se estabiliza en un promedio cercano a los 14 000 casos mensuales, lo cual refleja una reducción del 45 % respecto al punto más alto registrado (septiembre 2023).

4.2.2 Cantidad de semanas del proceso de curva de aprendizaje actual (>15 semanas)

Con el propósito de visualizar de una mejor manera cómo es la curva de aprendizaje o *ramp up* actual de la Empresa Médica Dental Toya, se muestra la siguiente tabla:

Tabla 4.3: Cantidad de semanas para el proceso de curva de aprendizaje antiguo (>15 semanas) de la Empresa Médica Dental Toya



Fuente: Elaboración propia, 2025.

La tabla permite visualizar la cantidad de semanas para el proceso de curva de aprendizaje (>15 semanas) de la Empresa Médica Dental Toya en cada grupo. Al respecto, se evidencia bastante variabilidad entre los grupos, algunos inclusive sobrepasan las cinco semanas en *ramp up*, mientras que otros sobrepasan las siete semanas de entrenamiento.

Esta tabla evidencia que si bien se ha logrado completar el *ramp up* en la mayoría de los casos, los seguimientos (*following*) son frecuentes, por consiguiente, hay deficiencias en el proceso desde el inicio. Esta información es crítica para establecer la mejora al proceso de curva actual y determinar el impacto con las mejoras para el Área de Producción y la organización.

4.2.3 Duración real en semanas por grupo del proceso de curva de aprendizaje actual (>15 semanas)

En la siguiente tabla se observa la duración real del proceso de *ramp up* para los 25 grupos, incluyendo los seguimientos:

Tabla 4.4: Cantidad de semanas para el proceso de curva de aprendizaje actual de la Empresa Médica Dental Toya

Grupo	Semanas azul (producción)	Semanas rojo/naranja (seguimientos y reforzamiento)	Duración total <i>ramp up</i> /semanas
Grupo A	14	3	17
Grupo B	16	0	16
Grupo C	18	0	18
Grupo D	10	8	18
Grupo E	10	9	19
Grupo F	18	0	18
Grupo G	8	9	17
Grupo H	11	7	18
Grupo I	19	0	19
Grupo J	4	13	17
Grupo K	17	0	17
Grupo L	11	6	17
Grupo M	16	0	16
Grupo N	6	6	12
Grupo O	16	3	19
Grupo P	15	0	15
Grupo Q	6	12	18
Grupo R	9	9	18
Grupo S	6	12	18
Grupo T	13	4	17
Grupo U	5	12	17
Grupo V	9	6	15
Grupo W	4	12	16
Grupo X	4	9	13
Grupo Y	10	3	13

Fuente: Elaboración propia, 2025.

El promedio requerido para que los grupos completen el proceso de *ramp up* (establecido en cinco semanas de producción + una semana de seguimiento = seis semanas) es de 16.72 semanas. La desviación estándar es de 1.88 semanas si se contemplan los seguimientos. También en esta tabla se aprecia cómo el 100 % de los 25 grupos no aprueba la curva de aprendizaje en la primera ocasión, sino que requieren un seguimiento, e inclusive más, lo cual demuestra que hace falta afinar muchos detalles desde el entrenamiento.

4.2.4 Cálculo del promedio en semanas para la curva de aprendizaje actual y el seguimiento

Con el fin de brindar de forma cuantitativa el comportamiento de la Empresa Médica Dental Toya, se realiza el cálculo del promedio de las semanas que tardan los diseñadores de tratamiento en efectuar la curva de aprendizaje antes de aplicar cualquier mejora, así como el promedio. Este análisis posibilita identificar que no solo se debe trabajar en el tiempo del *ramp up* como tal, sino además en los seguimientos.

Tabla 4.5: Cálculo del promedio y la desviación estándar basándose en las semanas de duración para el proceso de curva de aprendizaje actual de la Empresa Médica Dental Toya

Fase	Promedio (semanas)	Desviación estándar
Producción (azul)	11,00	4,92
Seguimiento/reforzamiento (rojo/naranja)	5,72	4,63
Duración total del <i>ramp up</i>	16,72	1,88

Fuente: Elaboración propia, 2025.

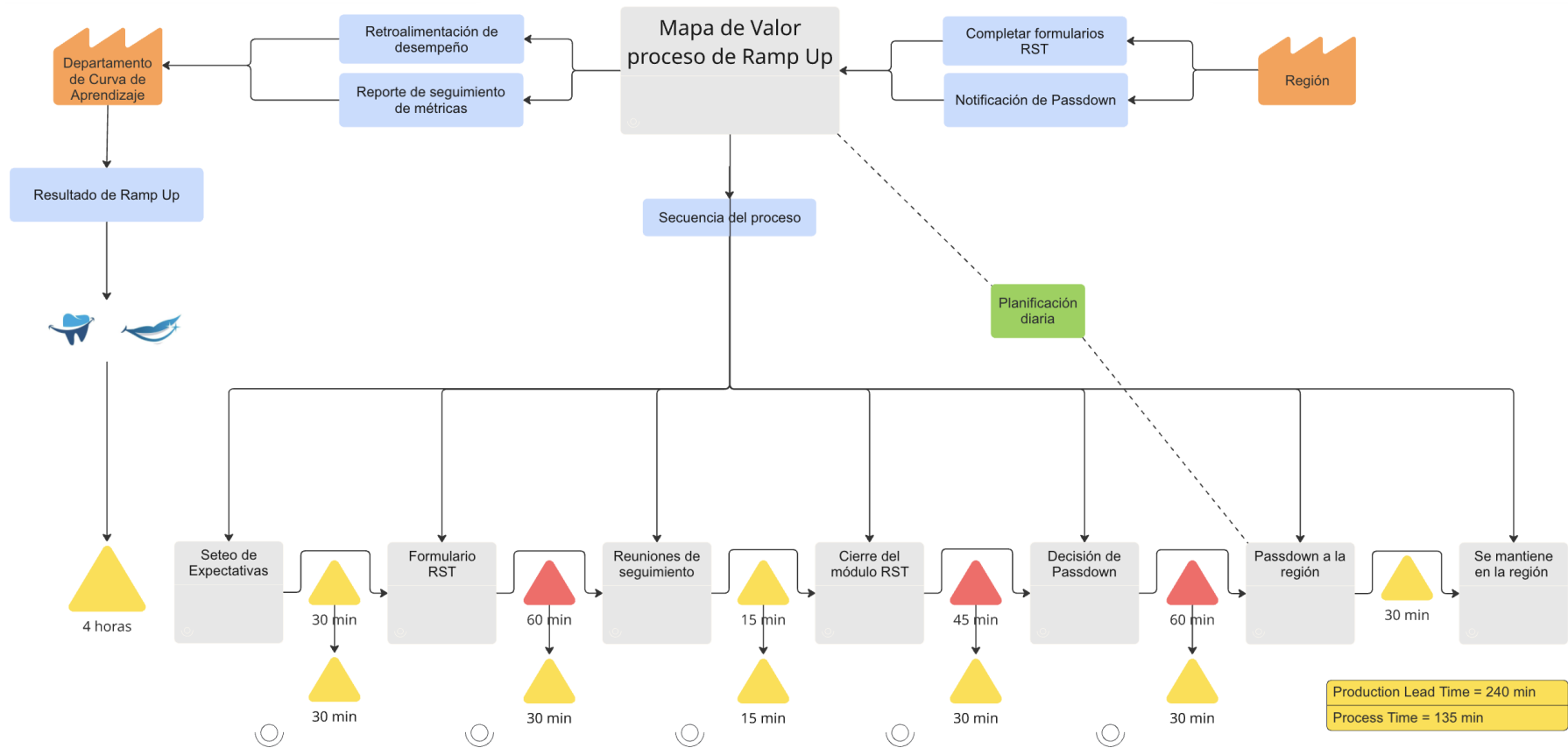
La desviación estándar es de 4.92 semanas en producción y 4.63 semanas en seguimiento, situación que evidencia una alta variabilidad entre grupos e indica la inexistencia de una estandarización efectiva del proceso desde el entrenamiento hasta el proceso de *ramp up*. Aunque la desviación en la duración total del *ramp up* es de 1.88 semanas sin incluir los seguimientos, esto se debe a que todos los grupos exceden el tiempo esperado de una manera significativa.

En otras palabras, de los 25 grupos analizados, el 100 % excede la meta establecida de cinco semanas, lo cual refleja una ineficiencia sistemática en el actual modelo de contratación de talento humano o del Departamento de Entrenamiento antes de ingresar a la curva de aprendizaje.

4.2.5 VSM del proceso de curva de aprendizaje o ramp up

A continuación, se aprecia el mapa de valor del proceso de curva de aprendizaje o *ramp up*, que permite identificar tiempos de espera, procesos y oportunidades de mejora. Al respecto, se definen dos áreas, a saber, el departamento de la curva de aprendizaje y la región, en caso de que el empleado se transfiera a una región específica.

Figura 4.9: VSM para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya



Fuente: Elaboración propia, 2025.

El VSM del proceso de curva de aprendizaje (*ramp up*) permite visualizar gráficamente las actividades importantes por las que pasa un nuevo colaborador desde su ingreso a la curva de aprendizaje hasta su asignación a la región correspondiente.

Este mapa ayuda a visualizar tanto los tiempos efectivos de valor agregado como los inventarios o esperas entre actividades, con la finalidad de identificar áreas de mejora y oportunidades de optimización, así como los posibles tiempos sin retrabajo.

Cada elemento del VSM evidencia la existencia de un sistema de seguimiento estructurado, pero también se observan posibles cuellos de botella al detenerse el colaborador en alguna área o los administrativos en otras para ayudar directamente a mejorar la productividad del empleado. Por ejemplo:

- Las esperas prolongadas (60 min) tras el formulario RST y antes del *pass down* indican puntos críticos para revisión.
- La eficiencia del proceso puede incrementarse al automatizar el completado del formulario RST y, en relación con el *pass down*, al efectuar reuniones cortas y puntuales con los supervisores.
- Decisión de *pass down* (45 min). Esta es una conversación final del supervisor de entrenamiento con los supervisores de producción y *coaches*, con el objetivo de visualizar las métricas con las que los diseñadores de tratamiento pasan la fase de entrenamiento.
- *Pass down* a la región correspondiente. Se hace por parte del supervisor de producción con asistencia de los *coaches* si fuese necesario, para que el siguiente supervisor conozca las métricas de producción y calidad, así como las actitudes y aptitudes del empleado por recibir.

Con relación al análisis de tiempos: *lead time* (tiempo de ciclo) y tiempo de proceso (tiempo neto de procesamiento), se considera lo siguiente:

- *Lead time* (tiempo total de ciclo) = 240 minutos. Este corresponde al tiempo desde el inicio hasta el fin del proceso, incluyendo esperas, reuniones, revisiones, entre otros.
- El tiempo de proceso (tiempo neto de procesamiento) = 135 minutos. Se refiere al tiempo realmente invertido sin ejecutar actividades ni contar esperas, tampoco pausas de actividades.

Con esta información, se concluye que el tiempo improductivo es:

$$240 - 135 = 105 \text{ minutos}$$

Ahora bien, para saber el porcentaje del tiempo improductivo que impacta el *lead time*, se cuenta con los siguientes datos:

$$\text{Porcentaje improductivo} = \frac{\text{Tiempo improductivo}}{\text{Lead Time total}} \times 100 = \frac{105}{240} = 43.75\%$$

Esto significa que el 43.75 % del tiempo es improductivo, ocasionado principalmente por *stops* en reuniones de seguimiento (60 minutos). Estas reuniones son importantes, pero muchas veces se extienden debido a tareas que podrían dominar los diseñadores desde las fases del entrenamiento. Otra causa del tiempo improductivo son las aprobaciones de *pass down* (45 minutos). Estas dos fases del VSM son etapas del proceso activo y representan el 48.1 %, pero son críticas y pueden mejorar para poder atacar el *lead time*. Cabe destacar que la simbología en el VSM se representa con triángulos rojos.

4.2.6 Cálculo del tiempo improductivo del proceso de curva de aprendizaje o ramp up

Tomando en cuenta datos generales como:

- Tiempo improductivo: 43.75 %.
- Salario diario de una persona de primer ingreso: ₡ 20 000~.
- Número de personas: 150.
- Total en colones diarios: ₡ 3 000 000.
- Costo improductivo diario: ₡ 1 312 500.
- Tipo de cambio del dólar: 512.

Al final, se obtiene una pérdida de un poco más de \$ 2560 diarios, \$ 56 400 mensuales y casi \$ 677 000 al año, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4.6: Resumen del impacto económico por tiempo improductivo

Tiempo	Costo por improductividad (\$)
Diario	\$2,564.45
Mensual (20 días)	\$51,289.00
Anual (288 días)	\$738,561.60

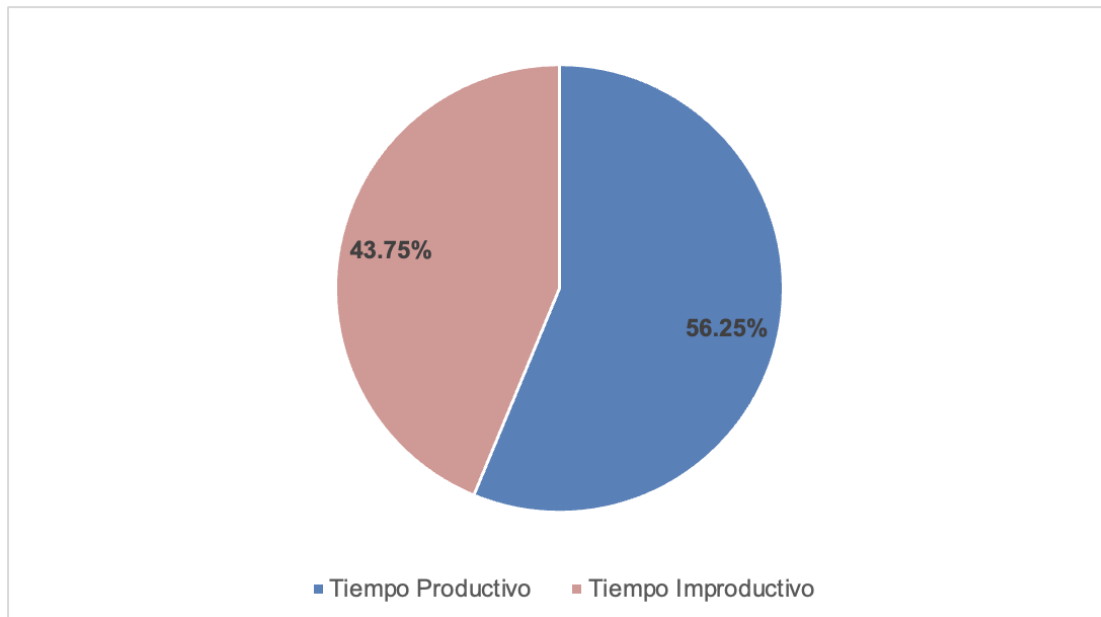
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Con un nivel improductivo de un 43.75 %, no solo se impacta la eficiencia operativa, sino que los recursos de la compañía también son afectados. Acciones como una mejor capacitación inicial, estandarización de procesos, reducción de retrabajos y mejor comunicación entre los departamentos de Producción y Entrenamiento podrían mejorar de manera significativa el proceso.

4.2.7 Gráfico de pastel para la distribución del tiempo en el proceso de curva de aprendizaje

Esta representación gráfica se basa en los datos obtenidos durante la fase de medición del proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya. El análisis identifica que un 43.75 % del tiempo total corresponde a actividades improductivas, mientras que únicamente el 56.25 % se destina a actividades consideradas productivas. Esta proporción evidencia una importante oportunidad de mejorar la manera en que se desarrollan los diseñadores desde el entrenamiento hasta la producción.

Figura 4.10: Distribución del tiempo en el proceso de curva de aprendizaje



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Estos datos justifican la necesidad de optimizar el tiempo de trabajo, así como de aplicar medidas correctivas dentro del proceso productivo de forma inmediata.

4.2.8 Escala de evaluación del FMEA

Con el fin de lograr una mayor visibilidad de los riesgos asociados a las fallas detectadas durante el proceso de la curva de aprendizaje, se utiliza la herramienta FMEA. Esta metodología identifica los posibles modos de fallo, sus causas y sus efectos, para luego asignar una puntuación de acuerdo a la severidad, ocurrencia y detectabilidad.

A continuación, se muestra la escala utilizada para calificar cada uno de estos tres factores previamente analizados en conjunto con los departamentos de Producción y Calidad. Las puntuaciones asignadas permiten calcular el número de prioridad de riesgo (RPN), el cual se obtiene al multiplicar la severidad por la frecuencia y por la detectabilidad. Cabe destacar que entre más alto sea el RPN, mayor es el riesgo asociado a ese rubro de falla.

Tabla 4.7: Escala de evaluación del FMEA para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya

	Severidad	Nivel	Ocurrencia	Nivel	Detectabilidad	Nivel
Baja	El cliente no nota el problema o no se molesta por ello	1 - 2	Ocurrencia mensual (Ocurrencia 0 % - 45 % del tiempo)	1 - 2	Los controles tienen una buena posibilidad de detectar (Sin detección 0 % a 45 % del tiempo)	1 - 2
Media	El cliente nota el problema y está molesto	3	Ocurrencia semanal (Ocurrencia 45 % - 75 % del tiempo)	3	Los controles pueden detectar la existencia de un fallo (Sin detección del 45 % al 75 % del tiempo)	3 - 4
Alta	La empresa pierde el negocio con el cliente y la satisfacción del cliente es impactada negativamente	4	Ocurrencia diaria (Ocurrencia 75 % - 100 % del tiempo)	4 - 5	Sin controles conocidos o posibilidad de detección muy remota (Sin detección del 45 % al 75 % del tiempo)	5
Crítica	El cliente emprende acciones legales contra la empresa	5	n/a		n/a	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.2.9 FMEA para el proceso de curva de aprendizaje antes de la mejora

Una vez realizada la escala para el FMEA, se diseña la herramienta en la cual se analizan en detalle los pasos del proceso que merecen atención, las formas en las que el proceso puede fallar, las consecuencias del fallo (impacto) y los controles actuales para prevenir el fallo.

Tabla 4.8: FMEA para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya

Pasos del proceso/input	Modo de fallo potencial	Efectos de fallo	SEVERIDAD (1 - 5)	Causas potenciales	OCURRENCIA (1 - 5)	Controles actuales	DETECCIÓN (1 - 5)	RPN
¿Cuáles son los pasos del proceso bajo investigación?	¿De cuáles maneras el proceso puede ir mal?	¿Cuál es el impacto si el proceso no se corrige?		¿Qué causa que el proceso o los aparatos fallen?		¿Qué controles existen para prevenir el fallo?		
Impresión del escán	Escaneo incorrecto Faltante de piezas	Mal ajuste o incomodidad para el paciente	3	Error humano o falla técnica	3	Inspección por parte de los inspectores de calidad	3	27
Impresión 3D del modelo	Defectos en el modelo digital	Aparato ortodóntico deformado	4	Des calibración de la máquina, mala impresión	3	Inspección por parte del técnico	4	48
No seguir instrucciones del doctor	Envío incorrecto del tratamiento y devolución	Que el doctor lo acepte y no le quede el aparato ortodóntico al paciente	5	Distracciones del técnico de tratamiento	4	Inspección por parte de los inspectores de calidad	4	80
Corte y alineamiento	Bordes con picos y des alineamiento	Les iones en el paciente	5	Distracciones del técnico de tratamiento	5	Doble inspección	3	75
Falta de seguir el SOP Inspección final	Envío inadecuado del producto	Alineador incorrecto para el paciente	5	Error humano o falla técnica	5	Doble inspección	5	125

Fuente: Elaboración propia, 2025.

El paso “falta de seguir el SOP, inspección final” tiene un RPN de 125, siendo el más alto. De este modo, requiere acciones correctivas urgentes, ya que el fallo puede generar consecuencias considerables para el cliente y paciente al no quedar el producto terminado de acuerdo a los procedimientos adecuados.

4.3 ANALIZAR

En la tercera etapa del DMAIC, se efectúa el análisis de la información recolectada anteriormente en la etapa de medir, con la intención de establecer las causas raíz relacionadas con el bajo desempeño. Así, esta fase posibilita comprender qué está sucediendo y por qué, para definir soluciones más efectivas.

Por consiguiente, mediante el uso de herramientas como la lluvia de ideas, Ishikawa, multivoto y Pareto, se identifican actividades sin valor que pueden estar ocasionando el bajo desempeño durante la curva de aprendizaje.

4.3.1 Lluvia de ideas

Se realiza una lluvia de ideas para recopilar información detallada acerca de las causas del tiempo excesivo de los empleados durante la curva de aprendizaje.

De esta manera, la herramienta se lleva a cabo con varios de los *stakeholders* más involucrados en el Área de Producción, en conjunto con otros departamentos interesados en la mejora, con el fin de poder entender bien el proceso y tener una mayor visibilidad de todo lo que sucede.

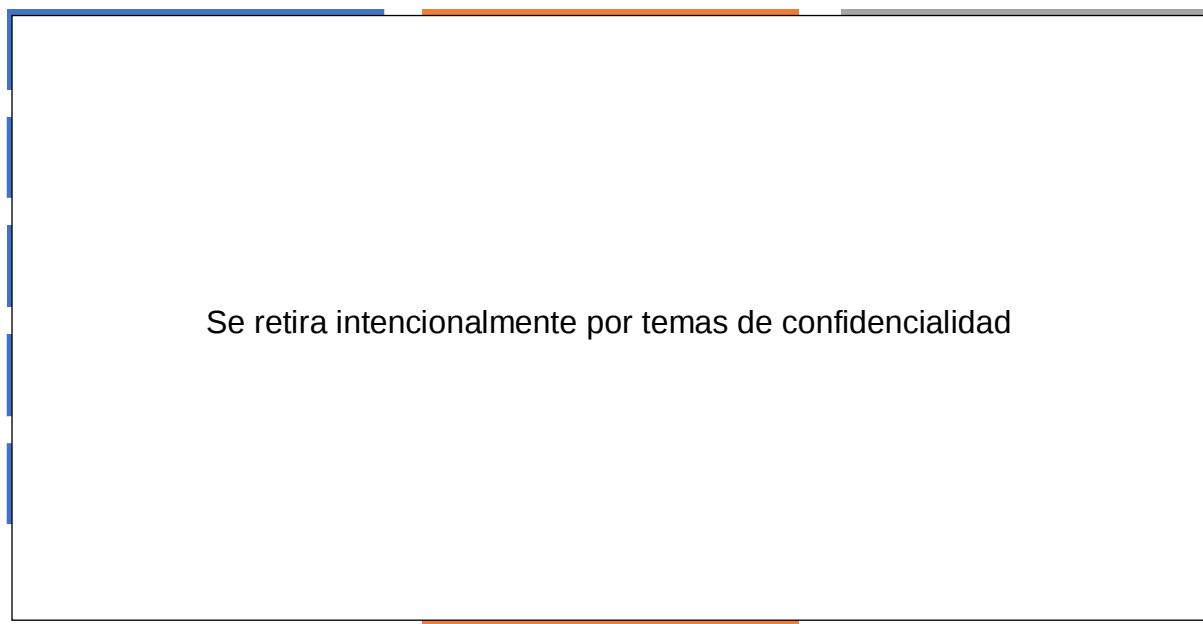
El propósito es estimular el trabajo en grupo y crear una mayor sinergia entre los diferentes departamentos, para poder atacar las causas más relevantes y establecer un plan de trabajo y acciones creativas y efectivas que impacten el proceso.

Entre las personas que participan durante la reunión, se encuentran:

- Supervisor de la curva de aprendizaje (1).
- Supervisores de las regiones (5).
- Supervisores de entrenamiento (2).
- Inspectores de calidad (2).
- Gerente de entrenamiento y producción (2).
- *Coach* (1).

A continuación, se observan gráficamente los resultados obtenidos de la sesión:

Figura 4.11: Lluvia de ideas de las posibles causas que provocan el tiempo excesivo durante el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya



Fuente: Elaboración propia, 2025.

De acuerdo con la lluvia de ideas, hay diferentes factores que afectan el proceso, como la falta de actualización del *software*, la falta de una inspección final, las instrucciones de trabajo no claras y la falta de la iluminación adecuada. Estos elementos generan confusión y errores frecuentes, lo cual dificulta que los nuevos empleados comprendan y dominen el flujo de trabajo con rapidez.

También se identifican problemas relacionados con el desconocimiento y la falta de experiencia, como el desconocimiento del proceso, el incumplimiento de las instrucciones del doctor o el uso de equipos que se dañan con frecuencia. Estos aspectos incrementan la dependencia de supervisión y alargan el tiempo requerido para alcanzar la autonomía.

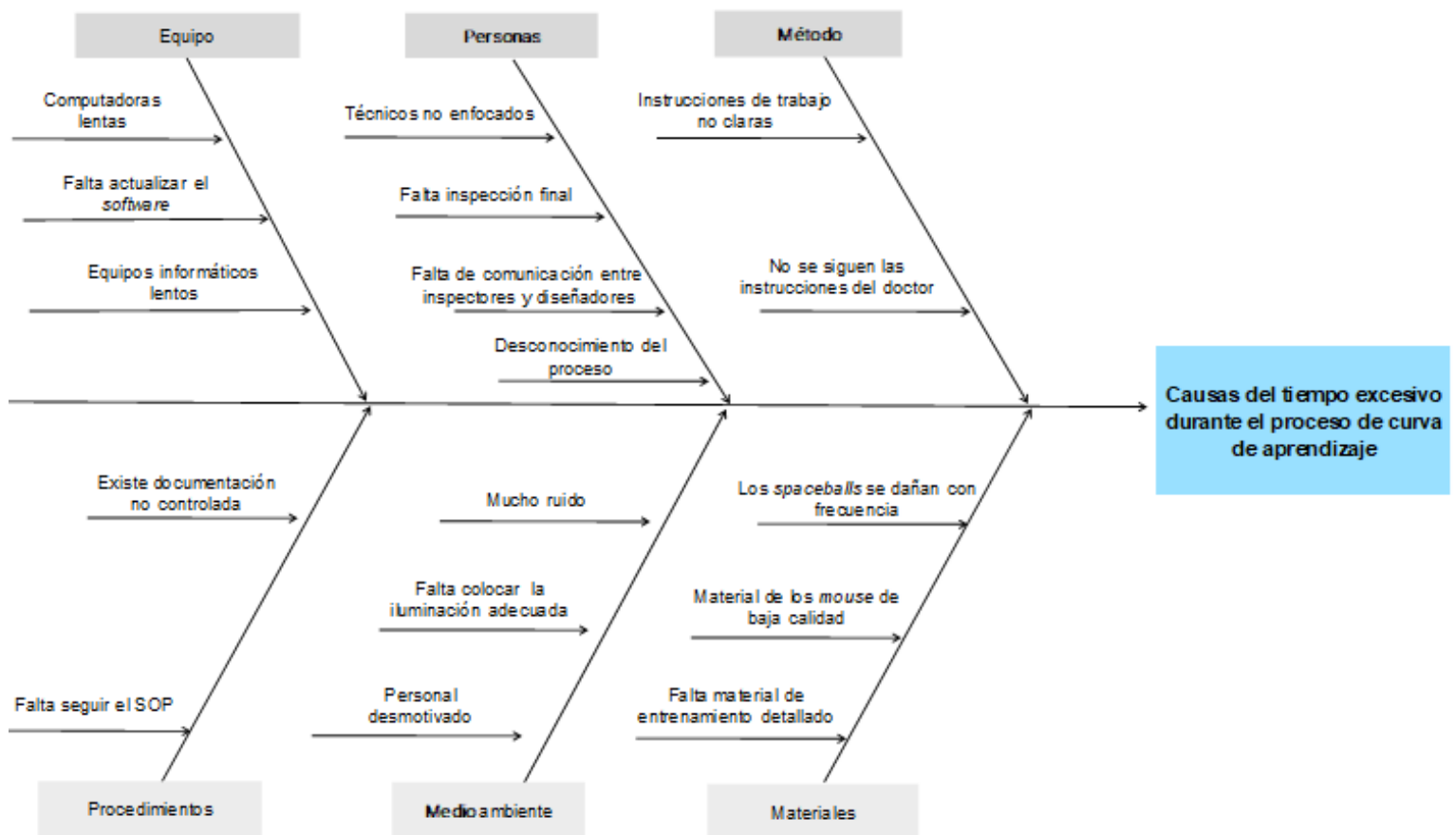
Las limitaciones en la capacitación, específicamente la falta de un material detallado de entrenamiento, impide que los nuevos empleados adquieran una comprensión clara y estructurada del proceso desde las primeras etapas.

De esta forma, la lluvia de ideas permite entender cómo algunos factores o elementos atrasan la eficiencia operativa y, por ende, generan desperdicios en tiempo y recursos en la planificación tanto de los gastos anuales como de los gastos mensuales.

4.3.2 Diagrama de Ishikawa para el tiempo durante la curva de aprendizaje

Realizada la lluvia de ideas, el diagrama de Ishikawa ayuda a profundizar en el análisis de la situación actual en el Área de Producción, para entender, de acuerdo con su clasificación, las causas reales existentes en el proceso operativo que afectan no conseguir una curva de aprendizaje en menor tiempo.

Figura 4.12: Diagrama de Ishikawa de las posibles causas que provocan el tiempo excesivo durante el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya



Fuente: Elaboración propia, 2025.

La figura anterior clasifica las causas que contribuyen a no tener un proceso de curva o *ramp up* más fluido en equipo, personas, método, procedimientos, medio ambiente y materiales. A continuación, se enumeran las causas:

- **Falta seguir el SOP:** al realizar el *gemba walk*, se observa que los diseñadores de tratamiento no siguen el procedimiento establecido para los diseños.
- **Técnicos no enfocados:** durante la elaboración del tratamiento ortodóntico, se emplea con frecuencia el celular para enviar mensajes de texto, cambiar música y charlar con otros compañeros de trabajo.
- **Desconocimiento del proceso:** algunos diseñadores de tratamiento muy nuevos no dominan los protocolos, por lo que elaboran los diseños dentales de una manera inadecuada.
- **Instrucciones de trabajo no claras:** al leer el documento con las instrucciones de trabajo, se determina que el mismo no emplea un vocabulario más sencillo para un diseñador de tratamiento nuevo en la empresa.
- **No se siguen las instrucciones del doctor:** en algunas ocasiones se observa que los diseñadores de tratamiento no leen todas las instrucciones que el doctor indica en su plan de tratamiento, principalmente cuando son largas.
- **Falta de una inspección final:** al final cierran el *software* y no hacen una última revisión del tratamiento.
- **Falta actualizar el software:** quienes trabajan en el departamento comentan que no se ha actualizado el *software* desde hace años.
- **Personal desmotivado:** cierto personal se siente desmotivado por la cantidad de métricas que se solicitan.
- **Computadoras antiguas:** algunas de las computadoras son antiguas, por esto, al personal que le corresponde trabajar en estas se desmotiva más en comparación con quienes tienen computadoras recientes. Esta desmotivación y las constantes quejas sobre el funcionamiento pueden repercutir en la calidad.
- **Falta de comunicación entre los inspectores y diseñadores de tratamiento:** los inspectores de calidad solo hacen el rechazo, no brindan una explicación directa al diseñador de tratamiento.

- **Falta material de entrenamiento detallado:** la documentación de entrenamiento no es específica en cada área de tratamiento.
- **Equipos informáticos lentos:** se contacta al Departamento de IT para que pueda ayudar cuando los sistemas informáticos se ponen lentos.
- **Mucho ruido:** en ocasiones, cuando hay visitas en el piso de producción, es mucho el ruido y los diseñadores de tratamiento se distraen.
- **Falta colocar la iluminación adecuada:** hay luz amarilla muy baja.
- **Los simuladores de movimiento se dañan con frecuencia:** a pesar de ser una herramienta muy cara, se observa que son delicados y cualquier movimiento extremo de la mano los daña.
- **Mucha documentación no controlada:** los diseñadores de tratamiento tienen papeles pegados en la estación de trabajo del protocolo, lo cual no es controlado porque si se cambia el documento *online*, el diseñador no labora con la última actualización.
- **Material del mouse de baja calidad:** se quiebra de forma constante al caer al piso.

4.3.3 Multivoto

En cuanto a esta herramienta, Echeverría (2018) señala:

Es una técnica de grupo empleada para la toma de decisiones reduciendo largas listas de ítems a números más manejables por medio de una serie estructurada de votos.

Esta herramienta es utilizada después de realizada una lluvia de ideas o el diagrama de Ishikawa. Teniendo la lista de los posibles problemas, los miembros del grupo someten a votación cada una de las ideas.

Tabla 4.9: Multivoto acerca de las causas que provocan el tiempo excesivo en el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya

Causas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
Falta seguir el SOP	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4	45
Técnicos no enfocados	5	5	5	4	5	3	4	4	3	4	42
Desconocimiento del proceso	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3	34
Instrucciones de trabajo no claras	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	33
No se siguen las instrucciones del doctor	5	4	4	3	2	4	2	3	3	2	32
Falta de una inspección final	5	5	4	4	2	2	2	3	3	2	32
Falta actualizar el <i>software</i>	4	4	3	2	2	3	3	4	1	3	29
Personal desmotivado	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	27
Computadoras antiguas	1	3	3	4	1	3	3	2	2	3	25
Falta de comunicación entre los inspectores y diseñadores	4	3	2	2	1	1	1	2	2	1	19
Falta material de entrenamiento detallado	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	18
Equipos informáticos lentos	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	17
Mucho ruido	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	14
Falta colocar la iluminación adecuada	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	12
<i>Spaceballs</i> se dañan con frecuencia	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Mucha documentación no controlada	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Material de los <i>mouses</i> de baja calidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Se lleva a cabo el multivoto con diez de los *stakeholders* más involucrados (P1 a P10), quienes asignan una calificación del 1 al 5 a cada causa, siendo 5 el nivel de impacto más alto. La tabla obtenida resume los resultados acumulados y permite identificar las áreas más críticas. Así, las tres principales causas son:

- Falta de seguimiento al SOP, con un total de 45 puntos, lo que evidencia una deficiencia importante en el cumplimiento de los procedimientos estandarizados. Esta falta de adherencia puede generar variabilidad en los resultados, errores operativos y fallas en la trazabilidad del proceso.
- Técnicos no enfocados, con 42 puntos, lo cual sugiere problemas relacionados con la concentración, motivación o carga de trabajo del personal operativo que pueden afectar directamente la calidad y consistencia del producto o servicio.
- Desconocimiento del proceso, con 34 puntos, lo que indica la necesidad de fortalecer la capacitación y formación continua del personal, pues el desconocimiento genera inseguridad, errores y dependencia excesiva de otros compañeros o líderes.

Otras causas relevantes incluyen la falta de una inspección final, el no seguimiento de instrucciones del doctor y la falta de actualización del *software*; todas con más de 29

puntos. Lo anterior demuestra que los problemas no se limitan solo a factores humanos, sino también a aspectos tecnológicos y de control de calidad.

Por su parte, las causas de menor impacto incluyen equipos informáticos lentos, condiciones ergonómicas deficientes (iluminación y ruido), fallas en el *spaceball* y *mouses* de baja calidad. Aunque su impacto individual sea menor, su efecto acumulativo puede influir negativamente en la eficiencia global.

Al observar estos datos, se priorizan las áreas críticas de intervención, esto orienta las acciones correctivas y preventivas hacia las causas que más afectan el excesivo tiempo que tardan los empleados en cumplir con la curva de aprendizaje.

Tabla 4.10: Votos individuales y acumulados que provocan el tiempo excesivo para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya

Causa	Cantidad de Incidencias	Porcentaje Individual	Porcentaje Acumulado
Falta seguir el SOP	45	11%	11%
Técnicos no enfocados	42	10%	21%
Desconocimiento del proceso	34	8%	30%
Instrucciones de trabajo no claras	33	8%	38%
No se siguen las instrucciones del doctor	32	8%	45%
Falta de inspección final	32	8%	53%
Falta de actualizar <i>software</i>	29	7%	60%
Personal desmotivado	27	7%	67%
Computadoras antiguas	25	6%	73%
Falta de comunicación entre los inspectores y diseñadores	19	5%	78%
Falta material de entrenamiento detallado	18	4%	82%
Equipos informáticos lentos	17	4%	86%
Mucho ruido	14	3%	90%
Falta la iluminación adecuada	12	3%	92%
Spaceballs se dañan con frecuencia	11	3%	95%
Mucha documentación no controlada	10	2%	98%
Material de los mouses de baja calidad	10	2%	100%
Total	410		

Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.3.4 Gráfico de Pareto

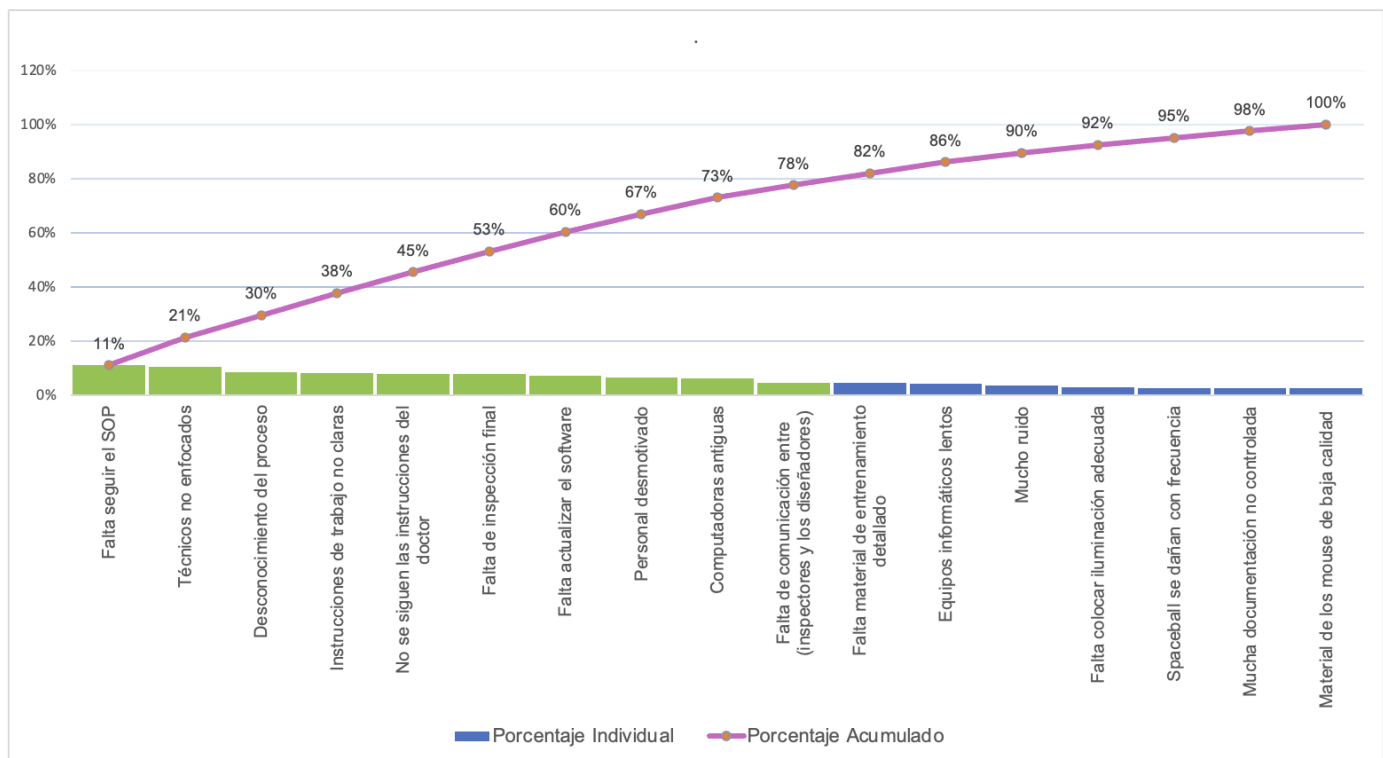
El gráfico de Pareto ayuda a identificar las causas más significativas que provocan el tiempo excesivo durante el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya.

Aplicando el principio 80/20, se focalizan todos los esfuerzos de mejora en aquellas causas que generan la mayor parte del impacto negativo y, así, se proponen ideas más específicas y efectivas.

De acuerdo con el gráfico de Pareto, las principales causas detectadas son: falta de seguir el SOP, técnicos no enfocados, desconocimiento del proceso, instrucciones de trabajo no claras, no se siguen las instrucciones del doctor, falta de una inspección final, falta de actualizar el *software*, personal desmotivado, computadoras antiguas y falta de comunicación entre (inspectores y los diseñadores).

Este análisis constituye la base para el desarrollo de propuestas de mejora dirigidas a reducir o eliminar estos factores críticos, con el objetivo de optimizar el flujo de trabajo y acortar el tiempo necesario para alcanzar la mejora en producción de los empleados nuevos desde las primeras semanas de curva de aprendizaje o *ramp up*.

Figura 4.13: Gráfico de Pareto de las posibles causas que provocan el tiempo excesivo durante el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya



Fuente: Elaboración propia, 2025.

El gráfico de Pareto anterior ilustra las causas que más inciden en el tiempo excesivo que dura la curva de aprendizaje del personal en la Empresa Médica Dental Toya. Al

respecto, las primeras siete causas concentran el 78 % del impacto del problema, lo cual indica que es prioritario trabajar en estas, a saber:

- Falla en seguir el SOP, aporta el 11 %.
- Técnicos no enfocados, aporta el 10 %.
- Desconocimiento del proceso, aporta el 8 %.
- Instrucciones de trabajo no claras, aporta el 8 %.
- No se siguen las instrucciones del doctor, aporta el 8 %.
- Falta de una inspección final, aporta el 8 %.
- Falta de actualizar el *software*, aporta el 7 %.
- Personal desmotivado, aporta el 7 %.
- Computadoras antiguas, aporta el 6 %.
- Falta de comunicación entre los inspectores y diseñadores, aporta el 5 %.

Estas causas se relacionan directamente con la falta de estandarización, los problemas en la capacitación y el bajo nivel de supervisión; factores críticos en cualquier empresa con alta rotación o incorporación de personal nuevo.

El resto de las causas tienen un impacto menor (desde el 60 % al 100 % del porcentaje acumulado) y pueden atenderse en una segunda etapa de mejora continua. Estas incluyen problemas técnicos como equipos informáticos lentos, *spaceballs* que se dañan con frecuencia, o aspectos del entorno como ruido excesivo o personal desmotivado.

El gráfico demuestra con claridad que atendiendo de manera específica las siete causas principales, se puede lograr una mejora significativa en la eficiencia del aprendizaje operativo. Esta priorización es clave para diseñar propuestas de mejora realistas, eficaces y de alto impacto en el corto plazo. A su vez, facilita la asignación eficiente de recursos y, por consiguiente, evita esfuerzos dispersos en causas de bajo impacto.

CAPÍTULO V. PROPUESTA

Este capítulo detalla un conjunto de propuestas orientadas a implementar mejoras y establecer controles en el proceso analizado, siguiendo los lineamientos de la metodología DMAIC. Al respecto, a partir del análisis realizado en las fases anteriores, se identifican oportunidades claras para mejorar el desempeño en producción y calidad. Cabe señalar que las propuestas aquí planteadas buscan resolver las causas raíz de los problemas detectados, pero también promover la mejora continua en el proceso de *ramp up*. Por esto, se proponen mecanismos de control que permiten dar seguimiento a las mejoras implementadas, lo que asegura su sostenibilidad en el tiempo y facilita la toma de decisiones basada en datos, con el propósito de generar un cambio real y medible dentro del proceso de curva de aprendizaje en producción.

5.1 MEJORAR

En este apartado se formulan mejoras para las causas críticas del capítulo anterior, es decir: falta de seguir el SOP, técnicos no enfocados, desconocimiento del proceso, instrucciones de trabajo no claras, no se siguen las instrucciones del doctor, falta de una inspección final, falta de actualizar el *software*, computadoras antiguas, así como falta de comunicación entre los inspectores y diseñadores de tratamiento. Estas mejoras se llevan a cabo en la Empresa Médica Dental Toya, dedicada al servicio dental, específicamente con los diseñadores de tratamiento en el Área de Producción.

5.1.1 Restructuración del equipo de curva de aprendizaje

Por medio de esta primera propuesta, se le sugiere a la Gerencia una restructuración del equipo de trabajo para atender la curva de aprendizaje. En la actualidad, los supervisores de producción reciben al personal nuevo, lo que genera como consecuencia problemas de calidad y producción.

Con el objetivo de mejorar el rendimiento y acelerar su incorporación al proceso productivo, esta propuesta busca asignar personal exclusivo para atender el proceso y, de esta manera, establecer roles claros y enfocados al acompañamiento del nuevo empleado durante su proceso de *ramp up*.

Dentro de la reestructuración, se contemplan los siguientes cambios organizativos:

- Asignación de un supervisor exclusivo para la curva de aprendizaje, cuya función principal es monitorear el avance del personal nuevo, brindar retroalimentación directa y evaluar el cumplimiento de los KPI.
- Asignación de *coaches* (diez), específicamente para trabajar con los empleados de *ramp up*, ellos son los encargados de reforzar a los empleados nuevos en temas claves de mejores prácticas para ejecutar los procedimientos de trabajo y, así, acelerar la curva de aprendizaje en producción. También, implementan evaluaciones, brindan acompañamiento durante la jornada y aplican medidas correctivas inmediatas ante cualquier desvío del procedimiento. La relación que se propone es 1:15 (un *coach* atiende a máximo 15 colaboradores en la curva de aprendizaje).

A partir de la implementación de esta propuesta, se pretende impactar positivamente en las causas críticas identificadas con anterioridad, a saber, la falta de seguir el SOP, técnicos no enfocados y desconocimiento del proceso.

La responsabilidad de seleccionar y designar tanto al supervisor como a los *coaches* está a cargo del gerente general, el coordinador de *ramp up* y el gerente de *ramp up* en coordinación con el Departamento de Recursos Humanos; los mismos son responsables de validar el perfil técnico y la experiencia necesaria para desempeñar estos roles estratégicos.

Además, la metodología establecida para lograr esta propuesta es la siguiente:

- Selección del supervisor de *ramp up*: el gerente de *ramp up*, en conjunto con los *coaches* y Talento Humano, se encarga del proceso de selección con el fin de tener un supervisor exclusivo de curva de aprendizaje. Este supervisor tiene dedicación exclusiva y es el encargado de dar seguimiento a los KPI, brindar retroalimentación continua y proveer los recursos que el empleado necesite para ejecutar su trabajo.
- Escoger a los *coaches*: cada uno de los *coaches* brinda un acompañamiento exclusivo a los empleados nuevos en términos de calidad y producción. Su tarea incluye la observación directa del tiempo de realización de las tareas mediante herramientas como cronómetros (*stopwatches*), la aplicación de buenas prácticas en producción (que incluye un buen seguimiento del SOP) y la verificación

aleatoria del trabajo hecho por los diseñadores. Esto asegura que los estándares de calidad y los procedimientos establecidos se cumplan desde el inicio.

- Capacitación inicial al supervisor y *coaches*: antes de iniciar con sus funciones, el supervisor y el *coach* reciben una capacitación sobre cómo llevar las métricas de los empleados nuevos, qué herramientas utilizar para este monitoreo y la metodología nueva para trabajar con los empleados, partiendo del proceso de inducción, seguimiento individualizado, técnicas de retroalimentación y resolución de retrabajos en el momento. Los objetivos de esta capacitación son estandarizar criterios, alinear expectativas y fortalecer las habilidades requeridas para liderar el proceso con efectividad.

Por otro lado, el tiempo y costo invertidos en esta propuesta se describen en los siguientes párrafos:

Según datos operativos históricos, se estima que actualmente los errores y el bajo rendimiento en la realización del proceso productivo por parte del personal en curva de aprendizaje generan un costo mensual aproximado de 24 000 dólares, tomando en cuenta los reprocesos, pérdida de tiempo, retrabajo y uso ineficiente de recursos.

Con la implementación de esta propuesta, se proyecta y se les da una estimación a los gerentes de una reducción del 25 % en estos errores, gracias a la supervisión especializada y un acompañamiento técnico durante las etapas iniciales del *ramp up*.

A continuación, se presenta el cálculo del ahorro mensual estimado a partir de la reducción del 25 % en los costos actuales asociados al personal en curva de aprendizaje:

$$24000 \times 0.25 = 6000 \text{ dólares mensuales}$$

Seguidamente, se aprecia la inversión inicial propuesta, que contempla el tiempo dedicado por el personal involucrado en actividades críticas como la selección, capacitación y acompañamiento, así como los recursos requeridos para garantizar una ejecución efectiva del *ramp up* desde la fase inicial.

Tabla 5.1: Propuesta 1 para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya

Concepto	Cantidad de horas	Costo por hora (\$)	Total (\$)
Escoger el supervisor de <i>ramp up</i>	30	40	1200
Escoger a los <i>coaches</i> (2 personas, 20 h c/u)	40	30	1200
Capacitación inicial (5 <i>coaches</i> y 1 supervisor)	20	25	500
Total estimado de inversión (\$)			2900

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Con relación al ROI, esta propuesta es rentable desde el primer mes y su ROI estimado supera el 100 %. Asimismo, se recupera la inversión inicial en menos de un mes.

$$ROI = \frac{6000-2900}{2900} = \frac{3100}{2900} = 106.9\%$$

5.1.2 Mejorar las técnicas de contratación y evaluación de perfiles

Por medio de esta segunda propuesta, se le sugiere al Departamento de Talento Humano una revisión más exhaustiva del perfil del empleado para el proceso, ya que actualmente parte del personal contratado no posee todas las habilidades para ejecutar el trabajo.

Esta medida pretende asegurar que los candidatos seleccionados cuenten con habilidades técnicas, cognitivas y de actitud necesarias para desempeñarse eficientemente en sus funciones. Por consiguiente, se deben mejorar los métodos de evaluación que se aplican, incluir la participación de los líderes de producción en las entrevistas iniciales que hace el Departamento de Talento Humano y crear una capacitación más interactiva.

La mejora incluye los siguientes puntos específicos:

- Revisión y actualización de los perfiles de puesto, alineándolos con las necesidades reales del proceso de producción. Al respecto, se toman en cuenta las habilidades claves que deben estar presentes para reducir errores y acelerar la adaptación en la curva de aprendizaje.

- Diseño e implementación de pruebas técnicas y psicométricas modernas, que permitan evaluar habilidades críticas para el puesto, como la capacidad de atención a los detalles, seguimientos de instrucciones, entre otras.
- Capacitación al personal de recursos humanos. Los encargados de contratación reciben una capacitación específica en evaluación por competencias, con el propósito de alinear el proceso de selección con los requerimientos del área operativa, tanto en agilidad como en actitud.
- Participación activa de los supervisores de producción en las entrevistas: se propone que en las entrevistas iniciales hechas por Talento Humano puedan integrarse los supervisores de producción para poder valorar el área técnica y motora de la persona por contratarse.

Esta propuesta aborda directamente las siguientes causas críticas identificadas en la fase de análisis: desconocimiento del proceso, falta de comunicación entre inspectores y diseñadores (por una selección no alineada al perfil técnico), y no se siguen las instrucciones del doctor.

Ahora bien, el Departamento de Recursos Humanos, específicamente el gerente de talento humano, es responsable del rediseño del proceso de contratación y el diseño e implementación de las pruebas técnicas con involucramiento de los supervisores de producción, en coordinación con el gerente de *ramp up* de producción, quien valida los nuevos perfiles y participa en entrevistas clave.

La metodología para la implementación contempla lo siguiente:

- Rediseño del perfil del puesto: se realiza un análisis específico del rol que cada colaborador debe cumplir para ajustar las competencias de acuerdo con lo requerido en calidad y producción, definido por la compañía, el encargado y el gerente de talento humano (una persona).
- Diseño e implementación de pruebas técnicas y psicométricas: se desarrollan pruebas de entrenamiento y para el inicio de la contratación, que simulen un ambiente real de trabajo y diferentes instrumentos empleados durante el proceso productivo (un generalista de talento humano).
- Capacitación al equipo de contratación de RRHH: se brinda formación en técnicas modernas de selección, incluyendo escenarios prácticos para una evaluación

objetiva por parte de la Cámara de Industrias de Costa Rica y otros proveedores, durante 16 horas (cuatro horas durante cuatro días).

- Involucramiento de los supervisores de producción: en el proceso de selección, se desarrollan entrevistas finales con supervisores de producción, con la intención de evaluar al candidato en habilidades prácticas que faciliten la selección final.

Adicional, se estima que si se cumple esta propuesta, se reduce el ingreso de personal con bajo rendimiento durante la curva de aprendizaje. Así, con esta propuesta se proyecta una reducción del 20 % en errores que atrasan la curva de producción y se perfila el siguiente cálculo de ahorro:

$$24000 \times 0.20 = 4800 \text{ dólares mensuales}$$

La inversión inicial de la propuesta implica actividades como rediseño del perfil del puesto; diseño de pruebas; capacitación al personal de RRHH, específicamente en el Área de Contrataciones, y participación de líderes de producción en entrevistas. A continuación, se muestra la tabla para la inversión inicial propuesta en relación con efectuar la mejora en las técnicas de contratación y evaluación de perfiles.

Tabla 5.2: Propuesta 2 para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya

Concepto	Cantidad de horas	Costo por hora (\$)	Total (\$)
Rediseño del perfil de puesto	20	30	600
Diseño de pruebas	20	40	800
Capacitación a RRHH (especialistas en contratación)	16	30	480
Participación de los líderes de producción en las entrevistas	24	40	960
Total estimado de inversión (\$)			2840

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En cuanto al ROI proyectado, la propuesta establece que es del 69 %; entonces, en el primer mes se ejecutan las actividades en las que se necesita invertir y a partir del segundo mes se perciben ahorros por \$ 4800.

$$ROI = \frac{4800 - 2840}{2840} = \frac{1960}{2840} = 69.0\%$$

5.1.3 Implementación de un módulo de entrenamiento (self-learning)

Se le propone al Departamento de Entrenamiento revisar el modelo de entrenamiento para los empleados nuevos, debido a que cuando llegan al *ramp up* en producción, el desempeño no es el adecuado.

Por consiguiente, se plantea la implementación de un módulo de entrenamiento de *self-learning* mediante el que los diseñadores de tratamiento puedan implementar pruebas modernas y con simulación real desde las fases de inicio.

El propósito de esta propuesta consiste en estandarizar la capacitación de manera que los empleados nuevos puedan instruirse, desde entrenamiento, por medio de contenidos estructurados y procedimientos bajo sus propios medios, siempre con la guía de un entrenador, para que luego en el *ramp up* de producción sea más fácil la autonomía en el proceso.

La mejora incluye aspectos claves que impactarían a la organización, tales como:

- Paso a paso del procedimiento en formato digital, ejemplos prácticos, simulaciones, entre otros.
- Evaluaciones semanales de conocimientos no solo teóricos, sino también simulaciones prácticas con calificaciones, las cuales deben pasar con más de un 80 %.
- Registro de entrenamiento con métricas *pass rate* ubicadas en un *dashboard* que cada diseñador de tratamiento puede revisar en tiempo real.
- Guías estandarizadas para los *coaches*, de manera que estén alineadas con los protocolos.

A partir de esta estructura, se garantiza que todo el personal nuevo lleve el mismo nivel de información y cada módulo aprobado garantice un conocimiento real por parte del empleado.

Entre las causas críticas por atacar, están: instrucciones de trabajo no claras, falta de una inspección final, falta de actualizar el *software* y entrenamiento detallado. Además, esta propuesta incluye aspectos como: videos, casos prácticos y material interactivo.

Aprovechando esa actualización del *software* con la actualización del módulo de entrenamiento, se aplican pruebas prácticas y teóricas cada semana, con la intención de lograr un seguimiento más cercano del empleado y poder atacar cualquier oportunidad desde el inicio. La plataforma va a ser más accesible no solo para los supervisores de entrenamiento, sino también para los supervisores de producción.

Adicional, entre los *stakeholders* responsables, están el gerente y supervisores de *ramp up*, los gerentes y supervisores de producción, así como el gerente y supervisores de entrenamiento.

La ejecución de esta propuesta contempla la siguiente metodología:

- Diseño del contenido del proceso: se elabora en conjunto con el personal de producción y mejora continua (dos personas), priorizando las causas críticas encontradas como instrucciones de trabajo no claras, entre otras. Este diseño incluye grabación de videos y digitalización de documentos.
- Desarrollo de materiales digitales: se propone crear listas de verificación o *checklist* para que el empleado lleve una guía individualizada de los pasos por seguir y los *coaches* puedan seguir esta misma para medir la adherencia a los protocolos. Una persona.
- Validación de los contenidos con los líderes de producción: se realizan pilotos una vez al año para validar cualquier actualización que se necesite; al respecto, una persona de validaciones es la encargada de revisar que el contenido sea claro y válido para la operación.
- Capacitación a *coaches* sobre el nuevo módulo: el supervisor de *ramp up* invierte 20 horas (dos horas por día durante dos semanas) para explicar la metodología, herramientas y aplicación.

Según datos operativos provistos por el Departamento de Ingeniería, se estima que actualmente los errores y bajo rendimiento en la realización del proceso productivo del personal en curva de aprendizaje generan un costo mensual aproximado de 42 000 dólares, tomando en cuenta reprocesos y uso de los actuales recursos.

Si se consideran estos datos, se debe formular un costo mensual de 42 000 dólares, una reducción de un 30 % para mejorar el *hit rate* de la curva de aprendizaje y, asimismo, la dirección de la empresa no quiere sobrepasar los 10 000 dólares en inversión.

De este modo, el cálculo del ahorro estimado de acuerdo con los registros operativos es:

$$42000 \times 0.30 = 12600 \text{ dólares mensuales}$$

A partir de la implementación de esta propuesta, se proyecta un 30 % en la reducción de costos desde el inicio del *ramp up*.

La inversión se distribuye en actividades técnicas de diseño, validación, digitalización y formación. A continuación, se detalla lo anterior:

Tabla 5.3: Propuesta 3 para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya

Concepto	Cantidad de horas	Costo por hora (\$)	Total (\$)
Diseño del contenido del proceso (2 personas)	60	45	2700
Desarrollo de materiales digitales (1 persona)	40	40	1600
Validación de los contenidos con los líderes de producción (1 persona)	20	50	1000
Capacitación a <i>coaches</i> sobre el nuevo módulo (1 persona)	20	30	600
Total estimado de inversión (\$)			5900

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Seguidamente, se expone la propuesta del ROI:

$$ROI = \frac{12600 - 5900}{5900} = \frac{6700}{5900} = 113.6\%$$

Esta propuesta representa una inversión que al primer mes se puede recuperar. Con un ROI de 113.6 %, los beneficios son significativos. Además, el módulo propuesto

promueve la estandarización del proceso, fortalece la autonomía del personal nuevo y mejora la trazabilidad del proceso de capacitación, lo que genera un valor financiero, operativo y organizacional.

Se identifica que el mayor aumento en el número de retrabajos, lo cual a su vez hace más lento el proceso de curva de aprendizaje o *ramp up*, es por no tener un adecuado módulo de entrenamiento. Esto provoca aproximadamente 42 000 dólares en retrabajos. Sin embargo, el ahorro mensual esperado gracias a la implementación del módulo de entrenamiento es de 12 600 dólares.

5.1.4 Plan de integración acelerado con el staff de ramp up

Esta propuesta busca reducir el tiempo de la curva de aprendizaje mediante la implementación de un plan de integración acelerado, enfocado a que el nuevo empleado logre autonomía en menos tiempo y mantenga una buena calidad.

Dentro de la propuesta, se formula diseñar un plan estructurado que contenga la inducción y bienvenida a *ramp up*, el seteo de expectativas, entre otros, con el fin de no perder tiempo en reentrenar a los colaboradores que llegan del entrenamiento, sino que reciban un acompañamiento diario *coach* 1:1 con el especialista y/o *coach* durante la primera semana. También, se diseña un *checklist* para el *coach* y el diseñador de tratamiento, así como una evaluación al final del *ramp up* para la verificación de la mejora.

Actualmente los colaboradores tardan más de doce semanas en la curva de aprendizaje y algunos inclusive más tiempo en alcanzar los niveles mínimos de productividad esperados; de esta forma, se genera una carga operativa para todo el *staff* y se elevan los costos de la operación.

Ahora bien, los puntos clave que incluye la mejora son:

- *Checklists* como herramientas de seguimiento y evaluación: el supervisor de *ramp up*, en conjunto con los *coaches*, se encarga de elaborar el *checklist* para un mejor seguimiento del proceso, además se asegura del uso de los *stopwatches* y de prácticas que garanticen un mejor desempeño del empleado.
- Acompañamientos 1:1 por parte de los *coaches*: el *coach* brinda retroalimentación en el sitio en tiempo real del trabajo de cada colaborador. En general se encarga

de guiar, observar y retroalimentar sobre el desarrollo del trabajo durante las primeras semanas, ya que después de pasadas las primeras dos semanas, se busca la autonomía del colaborador.

- *Dashboard* específicamente para *ramp up*: con este el supervisor, el *coach*, los empleados y el *staff* pueden revisar hora a hora cómo se encuentran las métricas individuales y del equipo.
- Alineación con el equipo de entrenamiento: esta se realiza todos los viernes para compartir con Entrenamiento lo que se ha encontrado en cada individuo y, así, aplicar la mejora para futuros entrenamientos.

Esta propuesta posibilita alinear el proceso completo e integrar todo el programa para que desde el inicio el empleado pueda incorporarse a la curva de aprendizaje de una manera efectiva al traer mejores bases desde el entrenamiento.

De este modo, las causas raíz por abarcar son: técnicos no enfocados, desconocimiento del proceso, variabilidad entre los que cumplen y no la curva de aprendizaje, y computadoras antiguas, al identificarse estos aspectos por parte del *coach* en los 1:1. Por otro lado, los responsables son el supervisor de *ramp up*, *coaches* y el supervisor de entrenamiento.

Adicional, la metodología de implementación que se propone consta de los siguientes elementos:

- Diseño del *checklist* para asegurar un mejor seguimiento del proceso por parte de los empleados nuevos: elaborado por el supervisor de *ramp up* junto al *coach*. Este documento incluye un paso a paso de las generalidades por seguir durante la elaboración del diseño.
- Capacitación a los *coaches*: se imparte una sesión formativa por parte del supervisor a los *coaches* para explicar el nuevo modelo de acompañamiento acelerado, uso de las herramientas de seguimiento y criterios de evaluación.
- Diseño del *dashboard* para el manejo de KPI de *ramp up*: se realiza por el equipo de mejora continua, pero bajo la revisión y alineamiento de lo que el supervisor de *ramp up* indique, pues este aborda los temas más relevantes para el seguimiento y lo alinea con el resto de la organización. Además, permite que el nuevo

empleado conozca el rendimiento del grupo y personal en tiempo real para poder mejorar la próxima hora y no hasta el final de la jornada, en caso de que amerite.

- Diseño de un plan de alineamiento con el equipo de entrenamiento: las reuniones se hacen de manera semanal durante las primeras dos semanas de recibidos los empleados de entrenamiento, la misma es los días viernes y se pretende que el supervisor de *ramp up* y el *coach* identifiquen áreas de mejora que Entrenamiento puede reforzar para evitar retrabajos en la curva de aprendizaje.

Por otra parte, el cálculo del ahorro estimado de acuerdo a los registros operativos es:

$$30000 \times 0.30 = 9000 \text{ dólares mensuales}$$

Así, con la implementación de esta propuesta, se proyecta un 30 % en reducción de costos desde el inicio del *ramp up*.

La inversión se distribuye en actividades de diseño para la mejora continua, capacitación y alineamiento, como se aprecia a continuación:

Tabla 5.4: Propuesta 4 para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya

Concepto	Horas/ unidades	Costo unitario (\$)	Total (\$)
Diseño del <i>checklist</i>	24 horas	40	960
Capacitación a <i>coaches</i> sobre el nuevo plan	20 horas	35	700
Diseño del <i>dashboard</i> para el manejo de KPI	16 horas	30	480
Diseño de un plan de alineamiento con el equipo de entrenamiento	6 horas	150	900
Total de la inversión estimada			3040

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Seguidamente, se expone la propuesta del ROI:

$$ROI = \frac{9000 - 3040}{3040} = \frac{5950}{3040} = 196.1\%$$

Con una inversión inicial de 3040 dólares, esta propuesta brinda un ahorro mensual estimado de 9000 dólares, lo cual representa un retorno sobre la inversión del 196.1 %, por lo tanto, se recupera la inversión inicial en un mes. Además del beneficio en dinero, el plan de integración acelerado permite reducir errores, disminuir la presión sobre supervisores y *coaches*, y mejorar la experiencia del nuevo colaborador desde el inicio en *ramp up*.

La siguiente tabla comparativa muestra las diferentes propuestas con la inversión inicial, el ahorro mensual estimado y el ROI, lo cual permite evidenciar que todas las iniciativas son viables a nivel operativo y de costos de inversión:

Tabla 5.5: Comparación de las propuestas para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya

Propuesta	Inversión inicial (\$)	Ahorro mensual estimado (\$)	ROI (%)
Reestructuración del equipo de curva de aprendizaje	2900	6000	106,90%
Módulo de entrenamiento estandarizado y medible	5900	12600	113,60%
Mejora en las técnicas de contratación y evaluación de perfiles	2840	4800	69,00%
Plan de integración acelerado para reducir la curva de aprendizaje	3040	9000	196,10%
Total	14680	32400	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

$$ROI \text{ general} = \frac{\text{Inversión inicial total}}{\text{Ahorro mensual total}} = \frac{14680 \$}{32400 \$/\text{mes}} = 0.45 \text{ meses} \approx 14 \text{ días}$$

Con relación a la tabla, se detalla lo siguiente:

- La propuesta 4, implementación de un plan de integración acelerado, se perfila como la opción más rentable, con un ROI del 196.1 %, un ahorro mensual estimado de 9000 dólares y una inversión de 3040 dólares. Su enfoque en reducir el tiempo de la curva de aprendizaje genera beneficios inmediatos tanto económicos como operativos, al acelerar la autonomía del personal nuevo (que no

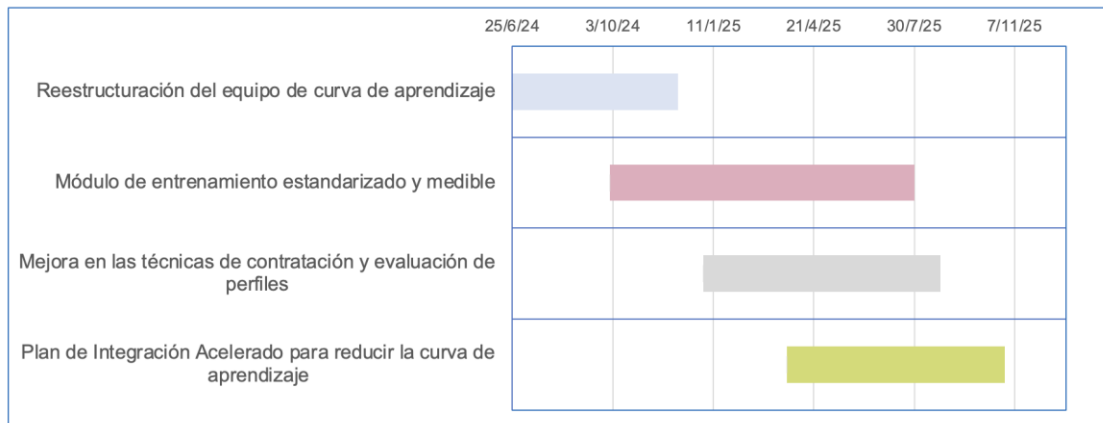
dependa de revisiones del diseño) y reducir la carga sobre el equipo de supervisión.

- La propuesta 2, un módulo de entrenamiento estandarizado, presenta el mayor ahorro mensual proyectado, a saber, 12 600 dólares, y un ROI del 113.6 %, lo que hace de esta una opción sólida para estandarizar el proceso de formación y reducir errores desde el inicio.
- La propuesta 1, reestructuración del equipo responsable de la curva de aprendizaje, también demuestra un alto impacto con un ROI de 106.9 %, al atacar directamente causas como la falta de seguimiento al SOP y la falta de enfoque en el personal nuevo. Es una mejora clave desde el punto de vista organizacional.
- La propuesta 3, orientada a mejorar los procesos de contratación y evaluación de perfiles, muestra un ROI de 69.0 %, siendo estratégica en la prevención de errores antes del ingreso del personal. Aunque su impacto financiero es menor, contribuye significativamente a elevar el nivel técnico de los nuevos ingresos y a reducir la rotación no deseada, porque se aseguraría que el personal contratado esté capacitado.

En síntesis, las cuatro propuestas son importantes y trabajarlas en conjunto es una clave del éxito para optimizar el proceso de incorporación de personal desde el primer contacto hasta alcanzar la eficiencia requerida por la empresa.

Ahora bien, el diagrama de Gantt permite visualizar cuáles son los siguientes pasos con respecto a las propuestas:

Figura 5.1: Diagrama de Gantt del proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Este cronograma asegura una implementación escalonada, con el propósito de evitar traslapes y garantizar los recursos adecuados para cada fase. La duración estimada y los puntos de inicio de cada actividad se definen en conjunto con los responsables de cada proceso, alineando el calendario con la capacidad operativa de la empresa y los objetivos estratégicos del proyecto.

5.2 CONTROLAR

En cuanto a la fase de control, se formulan diversas actividades para mantener las mejoras planteadas. Con esto se pretende comunicar a la organización los éxitos, retos alcanzados e, inclusive, que otros departamentos implementen estas iniciativas como mejores prácticas para evitar problemas a futuro. Las actividades de control establecidas se detallan a continuación.

5.2.1 Caminatas

Actualmente no existe una dinámica estructurada de observación directa en el lugar donde se realizan los diseños de tratamiento. Por lo tanto, se propone una caminata semanal (los miércoles), liderada por el coordinador de *ramp up* o el supervisor de la curva de aprendizaje. Durante esta actividad, se observa en tiempo real el cumplimiento del SOP, se verifica el acompañamiento por parte de los *coaches* y se registran hallazgos de cualquier oportunidad de mejora que se encuentre. Si se identifica alguna oportunidad de mejora, la misma se estudia directamente con la persona involucrada, ya sea el *coach* o el diseñador de tratamiento, para trabajarla de inmediato. Dentro de los aspectos que se miden durante la caminata, están el porcentaje de cumplimiento, y la cantidad de hallazgos correctivos y preventivos.

Tabla 5.6: Checklist para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya

Ítem	Punto de revision	Cumple (✓/X)	Observaciones/hallazgos correctivos o preventivos
1	¿El empleado está siguiendo el procedimiento estándar (SOP) correctamente?		
2	¿El diseño del tratamiento está siendo ejecutado de forma completa?		
3	¿Se encuentra el <i>coach</i> haciendo giras en los campos de trabajo?		
4	¿Se da retroalimentación al trabajador si amerita?		
5	¿Se usan las herramientas adecuadas para el desarrollo del proceso?		
6	¿Se observan desviaciones frecuentes del proceso?		
7	¿Se identifican errores repetitivos durante el desarrollo del proceso?		
8	¿El trabajador realiza consultas válidas del procedimiento cuando tiene dudas?		
9	¿El <i>coach</i> brinda retroalimentación en el momento?		
10	¿Se detectan oportunidades de mejora (preventivas o correctivas)?		
11	¿Se respeta el tiempo de descanso establecido?		
12	¿Se documentan hallazgos importantes para el seguimiento?		
Resumen al final de la caminata			
% de cumplimiento observado		%	
Cantidad de hallazgos preventivos			
Cantidad de hallazgos correctivos			

Fuente: Elaboración propia, 2025.

5.2.2 Reunión de 15 minutos al inicio de cada turno (daily huddle)

El Departamento de Producción, específicamente los supervisores de cada región, dan seguimiento a los indicadores de calidad, tales como rechazos y quejas del cliente, por medio de *dashboards* que se exponen en los televisores de cada región.

Para la correspondiente revisión, se reúne el supervisor o coordinador de *ramp up* con su equipo de trabajo durante 15 minutos todas las mañanas, para revisar esos indicadores clave, dificultades del día anterior y objetivos del turno.

A partir de esto, se pretende reforzar la comunicación entre todo el equipo, resolver cualquier detalle de diseño en el momento, que los colaboradores aprendan de los errores del compañero y lo apliquen como buenas prácticas; en otras palabras, lograr un trabajo colaborativo.

La forma práctica utilizada en caso de encontrar alguna oportunidad de mejora es que el diseñador de tratamiento le presenta al resto del equipo el error que cometió y brinda recomendaciones para evitarlo, basándose en lo aprendido en la revisión previa con el *coach*.

Si la persona que comete los errores es reincidente, se le brinda un acompañamiento más personalizado por una semana. Adicional, por parte del *coach* se hace una revisión del total de los casos. Si se continúa con los errores, se lleva a cabo una amonestación

verbal, para luego continuar el proceso con los especialistas de recursos humanos en caso de que amerite.

Dentro de los indicadores por medir en este control, están: frecuencia de las reuniones (diarias), así como participación efectiva del *staff* y los empleados.

5.2.3 Seguimiento mensual de KPI con el dashboard

Estandarizados los KPI (porcentaje de productividad por semana, errores por persona, tiempo promedio de curva), se propone implementar un *dashboard* mensual de monitoreo visible para los líderes de área, Recursos Humanos y Gerencia.

Dentro de la propuesta, se menciona que el *dashboard* debe ser alimentado por una base de datos que controle el equipo de ingeniería, la cual alimenta el resto de las pizarras de la empresa.

Este *dashboard* debe integrar datos del módulo de entrenamiento como el desempeño en producción y calidad durante el mismo, y el avance del colaborador durante la curva de aprendizaje. La idea de este seguimiento mensual es poder dar visibilidad a la Gerencia en cuanto al desarrollo del proceso.

Esta reunión para el seguimiento tarda 30 minutos, se efectúa en la Sala Miraflores y la lideran los gerentes de entrenamiento y *ramp up*. Además, como indicadores sugeridos por evaluar, se encuentran el porcentaje de cumplimiento del entrenamiento y *ramp up*, y la variación promedio entre lo esperado de semanas de cumplimiento y lo obtenido en ambos departamentos.

5.2.4 Auditorías semanales

El Departamento de Calidad, específicamente dos de sus inspectores, escogidos por el supervisor de calidad, realizan auditorías internas todas las semanas, tres días por semana específicamente.

Los días se escogen cada semana de manera aleatoria por los inspectores y el supervisor de *ramp up*, de manera que los diseñadores de tratamiento no conozcan exactamente cuándo van a ser auditados, para que siempre estén preparados y, por consiguiente, asegurar un buen trabajo en todo momento.

Las auditorías se llevan a cabo por medio de caminatas y se abordan dos personas por cada grupo, cada día. De esta forma, se controla cualquier incidencia identificada porque se aborda de inmediato con todo el grupo de trabajo.

Tabla 5.7: Propuesta de calendario para las auditorías del proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya

17 Propuesta de Calendario					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Semana 1	✓		✓		✓
Semana 2		✓	✓	✓	
Semana 3	✓			✓	✓

Fuente: Elaboración propia, 2025.

5.3 RESULTADOS

A partir del análisis hecho en las fases anteriores, en esta sección se exponen los principales resultados y estimaciones realizadas con base en la implementación de las propuestas de mejora.

A continuación, se detallan los resultados más relevantes vinculados con los costos, beneficios cuantificables, ROI y demás indicadores claves, los cuales evalúan el impacto proyectado de las acciones planteadas.

5.3.1 Costos totales y cuantificación de beneficios

En la siguiente tabla se resumen los costos totales, la cuantificación de beneficios y el ROI:

Tabla 5.8: Tabla resumen de la inversión inicial, ahorro mensual estimado y ROI para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya

Propuesta	Inversión inicial (\$)	Ahorro mensual estimado (\$)	ROI (%)	Tiempo de recuperación
Reestructuración del equipo de curva de aprendizaje	2900	6000	106,90%	1 mes aprox.
Módulo de entrenamiento estandarizado y medible	5900	12600	113,60%	1 mes aprox.
Mejora en las técnicas de contratación y evaluación de perfiles	2840	4800	69,00%	1 mes aprox.
Plan de integración acelerado para reducir la curva de aprendizaje	3040	9000	196,10%	1 mes aprox.
Total	14680	32400	—	—

Fuente: Elaboración propia, 2025.

De este modo, las cuatro propuestas de mejora permiten alcanzar una reducción significativa en los problemas identificados en el proceso de curva de aprendizaje. Al respecto, una vez implementadas, estas contribuyen a disminuir la duración total del *ramp up* en al menos un 30 %, así como a reducir los errores operativos durante las primeras semanas que los diseñadores pasan de entrenamiento a *ramp up*. También, con la mejora se logra una mejor comunicación entre ambos equipos.

La inversión total proyectada de 14 680 dólares genera un ahorro mensual estimado de 32 400 dólares, lo que implica un ROI promedio superior al 120 %, con recuperación total del capital en menos de un mes. Este ahorro mensual refleja una mejora directa en la eficiencia operativa y en los costos asociados al retrabajo, errores y tiempos improductivos.

Desde el punto de vista organizacional, con estas mejoras se estandariza el proceso de inducción, se mejora la calidad de las contrataciones, se refuerza el acompañamiento técnico durante la curva de aprendizaje y se establece un sistema de seguimiento más efectivo y sostenible.

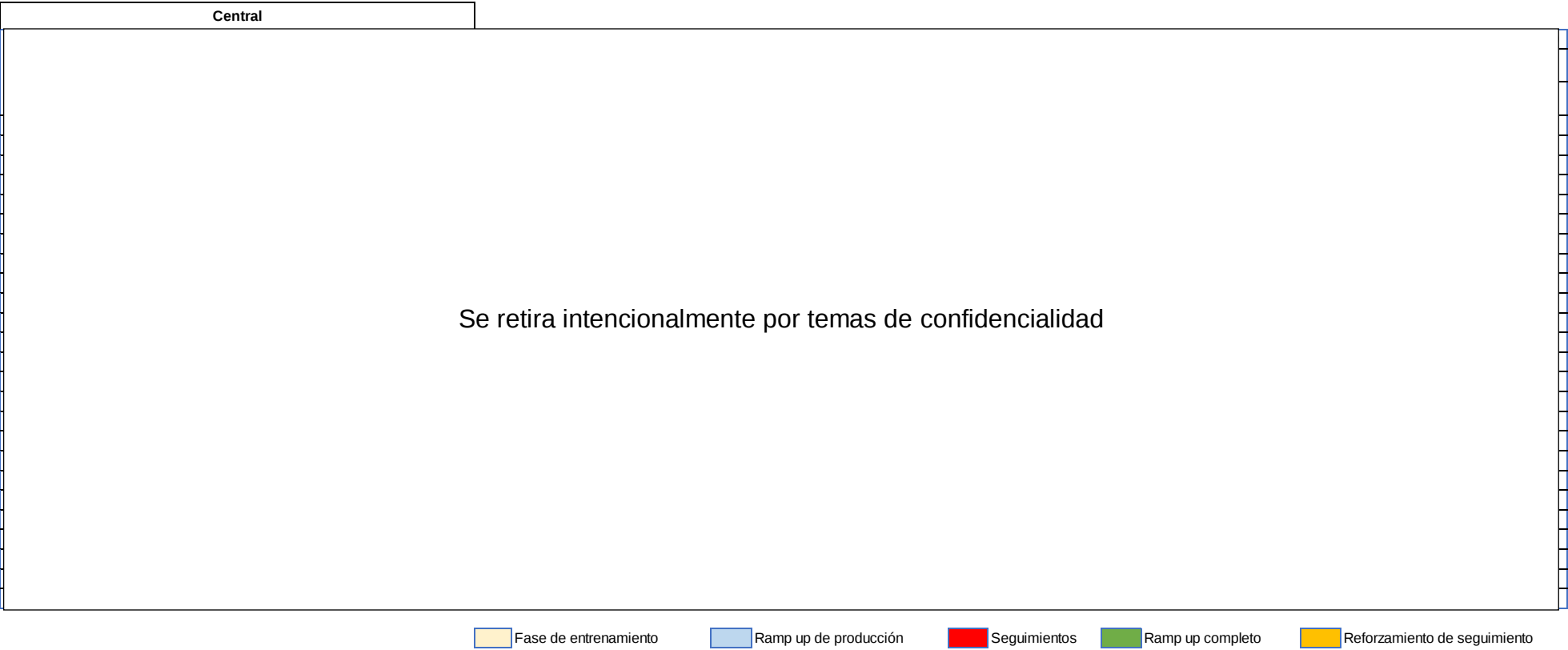
Por tanto, implementadas estas propuestas, se cumple el objetivo general de esta tesis, orientado a reducir, mediante la metodología DMAIC, el impacto negativo provocado

por el alto tiempo que tardan los empleados nuevos en el proceso de curva de aprendizaje, con la intención de generar beneficios medibles tanto en tiempo, calidad como en rentabilidad para la empresa.

5.3.2 Reducción en las semanas de curva de aprendizaje después de la mejora aplicada

Como parte de los resultados, también se evalúa el impacto en las semanas que tardan los diseñadores de tratamiento en realizar la curva de aprendizaje. Para ello, luego de aplicar las mejoras se lleva de nuevo un control de los tiempos totales de duración del proceso de *ramp up* de los 25 grupos de trabajo y se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 5.9: Cantidad de semanas para el proceso de curva de aprendizaje después de la mejora aplicada en la Empresa Médica Dental Toya



Fuente: Elaboración propia, 2025.

La tabla anterior muestra el seguimiento semanal del proceso de curva de aprendizaje (*ramp up*) para los distintos grupos de colaboradores que inician su entrenamiento y fase de producción entre noviembre 2024 y enero 2025. Mediante esta herramienta, se observa la evolución del cumplimiento semanal de la curva de aprendizaje y los resultados con la implementación de las mejoras.

En síntesis, esta tabla permite concluir que la implementación del nuevo plan de acción reduce los tiempos, aumenta la efectividad de los entrenamientos y disminuye la necesidad de reprocesos. A su vez, esta herramienta proporciona una guía clara para tomar decisiones informadas sobre qué grupos requieren seguimiento adicional, y ayuda a proyectar de manera más precisa los recursos y tiempos necesarios para futuras contrataciones.

5.3.3 Comparación del desempeño del proceso de curva de aprendizaje antes y después de la mejora aplicada

Con el objetivo de evaluar cuantitativamente el impacto de las mejoras implementadas en el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya, se efectúa un análisis comparativo del tiempo promedio requerido para completar el proceso y su variabilidad, medida por medio de la desviación estándar. Este análisis determina si las acciones ejecutadas logran una mejora sustancial en términos de eficiencia.

A continuación, se muestra la tabla con la comparación de las semanas antes y después de la mejora aplicada:

Tabla 5.10: Comparación del promedio de semanas y la desviación estándar para el proceso de curva de aprendizaje después de la mejora aplicada en la Empresa Médica Dental Toya

Se retira intencionalmente por temas de confidencialidad		
--	--	--

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Los resultados evidencian una mejora significativa en la eficiencia del proceso. El tiempo promedio para completar la curva de aprendizaje se reduce de 16.50 semanas a 5.04 semanas, es decir, una reducción de más del 68 %. Esta mejora implica que los colaboradores se alinean con las acciones y, por ende, una mejora directa en los indicadores de productividad del área.

Si bien la desviación estándar posterior a la mejora (2.09 semanas) es ligeramente mayor que la registrada antes (1.88 semanas), es mínima y no afecta de modo negativo al resultado general. Por el contrario, sugiere que, aunque existe una leve variabilidad entre los grupos, el nuevo modelo continúa siendo más eficiente en la mayoría de los casos. Esto confirma que las acciones correctivas y preventivas implementadas son efectivas para optimizar el proceso y mantener la consistencia operativa.

5.3.4 Análisis detallado por grupo del proceso de curva de aprendizaje después de la mejora aplicada

Para evaluar en mayor profundidad el efecto de las acciones implementadas en el proceso de curva de aprendizaje, se analiza la cantidad de semanas que toma a cada grupo completar el *ramp up*, diferenciando entre las semanas de producción efectiva (fase azul) y las semanas requeridas para seguimientos o reforzamientos (fase roja/naranja). Este desglose ayuda a identificar los grupos que cumplen eficientemente y aquellos que aún requieren ajustes, proporcionando una visión más granular del desempeño individual. A continuación, se muestra la tabla con los datos:

Tabla 5.11: Cantidad de semanas para el proceso de curva de aprendizaje actual de la Empresa Médica Dental Toya después de la mejora aplicada

Grupo	Semanas azul (producción)	Semanas rojo/naranja (seguimientos y reforzamiento)	Duración total <i>ramp up</i> / semanas
Grupo A	5	0	5
Grupo B	5	3	8
Grupo C	5	2	7
Grupo D	5	4	9
Grupo E	5	2	7
Grupo F	4	0	4
Grupo G	4	0	4
Grupo H	6	2	8
Grupo I	4	0	4
Grupo J	7	0	7
Grupo K	7	0	7
Grupo L	6	0	6
Grupo M	5	0	5
Grupo N	5	0	5
Grupo O	6	1	7
Grupo P	4	0	4
Grupo Q	3	2	5
Grupo R	3	0	3
Grupo S	3	0	3
Grupo T	3	0	3
Grupo U	2	0	2
Grupo V	2	0	2
Grupo W	1	0	1
Grupo X	5	0	5
Grupo Y	5	0	5

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Los resultados obtenidos muestran una mejora destacable en el tiempo que los colaboradores alcanzan la curva de aprendizaje. En promedio, los grupos logran completar su curva de aprendizaje en 5.20 semanas, lo cual representa una gran mejora en comparación con el promedio anterior. Asimismo, la desviación estándar es de 2.00 semanas, por lo tanto, la mayoría se mantiene estable en el rango, esto refleja un mayor control del proceso.

Aunque el promedio de semanas baja de forma importante, la variabilidad de los valores aumenta ligeramente. Esto significa que los resultados son más dispersos, o sea, algunos grupos aprenden muy rápido (en una o dos semanas), mientras que otros tardan más (hasta nueve semanas). Antes de la mejora, aunque el promedio es mucho más alto, los datos se concentran más alrededor del valor central, lo que da una desviación estándar más baja.

Estos resultados evidencian que las acciones implementadas mejoran la preparación de las personas desde el entrenamiento y la producción en *ramp up* con menos semanas. La mejora, correspondiente a un 68 %, es muy relevante en comparación con lo existente en la actualidad.

5.3.5 FMEA del proceso de curva de aprendizaje después de la mejora aplicada

Esta herramienta identifica los modos de fallo potenciales, sus causas y efectos, además evalúa su impacto mediante el cálculo del RPN, tomando en cuenta la severidad, ocurrencia y detección del fallo. A continuación, se expone la tabla con las mejoras tras las acciones aplicadas:

Tabla 5.12: FMEA para el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya después de la mejora aplicada

Proceso:			Proceso antes de la mejora						Proceso al aplicar acciones						
Pasos del proceso	Modo de fallo potencial	Efectos de fallo	SEVERIDAD (1 - 5)	Causas potenciales	OCURRENCIA (1 - 5)	Controles actuales	DETECCIÓN (1 - 5)	RPN	Acción recomendada	Responsables	Acciones tomadas	SEVERIDAD (1 - 5)	OCURRENCIA (1 - 5)	DETECCIÓN (1 - 5)	RPN
¿Cuáles son los pasos del proceso bajo investigación?	¿De cuáles maneras el proceso puede ir mal?	¿Cuál es el impacto si el proceso no se corrige?		¿Qué causa que el proceso o los aparatos fallen?		¿Qué controles existen para prevenir el fallo?			¿Cuáles son las acciones recomendadas para prevenir la ocurrencia?	¿Quién es el responsable de implementar las acciones?	¿Cuáles acciones fueron completadas para mejorar el RPN?				
Impresión del escán	Escaneo incorrecto Faltante de piezas	Mal ajuste o incomodidad para el paciente	3	Error humano o falla técnica	3	Inspección por parte de los inspectores de calidad	3	27	Cambio de escáner	Clinical staff	Máquina de escán nueva 20/6/25	5	2	2	20
Impresión 3D del modelo	Defectos en el modelo digital	Aparato ortodóntico deformado	4	Descalibración de la máquina, mala impresión	3	Inspección por parte del técnico	4	48	Mantenimiento preventivo de las máquinas	IT	Máquinas calibradas preventivamente 16/5/25	5	3	2	30
No seguir instrucciones del doctor	Envío incorrecto del tratamiento y devolución	Que el doctor lo acepte y no le quede el aparato ortodóntico al paciente	5	Distracciones del técnico de tratamiento	4	Inspección por parte de los inspectores de calidad	4	80	Mejorar el <i>software</i> con inspecciones automáticas cuando detecte un error	Desarrolladores/ingenieros	Se implementa una mejora de <i>software</i> que revise instrucciones generales 22/9/24	3	4	2	24
Corte y alineamiento	Bordes con picos y desalineamiento	Lesiones en el paciente	5	Distracciones del técnico de tratamiento	5	Doble inspección	3	75	Mejorar el sistema de medidas disciplinarias por faltas repetitivas	Supervisores	Se implementa un documento avalado por HR de medidas disciplinarias 14/9/24	5	4	1	20
Falta de seguir el SOP Inspección final	Envío inadecuado del producto	Alineador incorrecto para el paciente	5	Error humano o falla técnica	5	Doble inspección	5	125	Sistema de inspección de etiquetado del número de orden automáticamente	Desarrolladores/ingenieros	1era prueba aplicada (test) 5/12/24	7	3		0

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Tras aplicar las acciones correctivas derivadas del FMEA, se logra una reducción significativa en los valores de RPN en todos los pasos críticos del proceso. Por ejemplo, el paso de "falta de seguir el SOP, inspección final" presenta un RPN inicial de 125, el más alto en la evaluación, pero se reduce a 21 tras implementar un sistema automático de inspección y pruebas piloto. De igual forma, fallos como "no seguir instrucciones del doctor" reducen su RPN de 80 a 24 gracias a una mejora en el *software* que automatiza la verificación de instrucciones.

En general, los RPN disminuyen en un rango de entre 26 % y 83 %, lo que refleja un impacto altamente positivo en el control de calidad, la prevención de errores repetitivos y una mejora en la experiencia del cliente directo.

5.3.6 Nivel de productividad y retrabajos del proceso de curva de aprendizaje o ramp up después de aplicada la mejora

En la siguiente tabla se detalla el comportamiento del nivel de productividad y los retrabajos durante el proceso de curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya durante meses previos y posteriores a la implementación. Con esto, se evidencia el impacto que tienen las acciones sobre la eficiencia en producción y calidad del trabajo por parte de los diseñadores de tratamiento.

Tabla 5.13: Nivel de productividad y retrabajos de la Empresa Médica Dental Toya

	Meta $\geq 95\%$	Cantidad de tratamientos	Con retrabajo	Sin retrabajo
Febrero 2024	88%	27456	13728	13728
Marzo 2024	90%	28080	14040	14040
Abril 2024	90%	28080	14040	14040
Mayo 2024	90%	28080	14040	14040
Junio 2024	92%	28704	14352	14352
Febrero 2025	90%	28080	8424	19656
Marzo 2025	94%	29328	8799	20529
Abril 2025	94%	29328	8799	20529
Mayo 2025	95%	29640	8892	20748
Junio 2025	95%	29640	8892	20748
Total		286416	114006	172410

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la tabla anterior se observa el rendimiento de los empleados nuevos durante un periodo de nueve meses y cómo después de aplicadas las técnicas de mejoramiento de la curva de aprendizaje o *ramp up*, hay una tendencia positiva en cuanto a la productividad y calidad de los técnicos nuevos.

Con relación al aumento de la producción, se aprecia un incremento en los tratamientos de febrero a junio 2025 respecto a estos meses en 2024, cuando se realizan 140 000 tratamientos y en 2025, para estos mismos meses, se efectúan 146 416. Lo anterior evidencia un aumento de 616 tratamientos, para un total de 4.58 %.

En cuanto al retrabajo, para el 2024, de febrero a junio se presentan 70 000 retrabajos, mientras que para el 2025, en los mismos meses, hay 42 806 retrabajos (27 194 retrabajos menos), esto representa una disminución del 38.75 %.

Como resultado de la implementación de las mejoras propuestas en el proceso de curva de aprendizaje, se proyecta un incremento sostenido en la productividad operativa. Se estima que durante los primeros cinco meses de 2025, la producción aumenta en un 4.58 % con respecto al mismo periodo de 2024. Este crecimiento refleja una mayor eficiencia en la ejecución de tratamientos, derivada de la optimización de procesos formativos, estandarización de entrenamientos y mejoras en el reclutamiento.

Adicional, se espera una reducción del 38.85 % en los tratamientos con retrabajo, lo cual evidencia una mejora significativa en la calidad del desempeño clínico y la transferencia de aprendizaje efectivo. Esta disminución no solo implica un ahorro directo en recursos, sino también una mejora en la experiencia del paciente y en los indicadores de calidad del servicio.

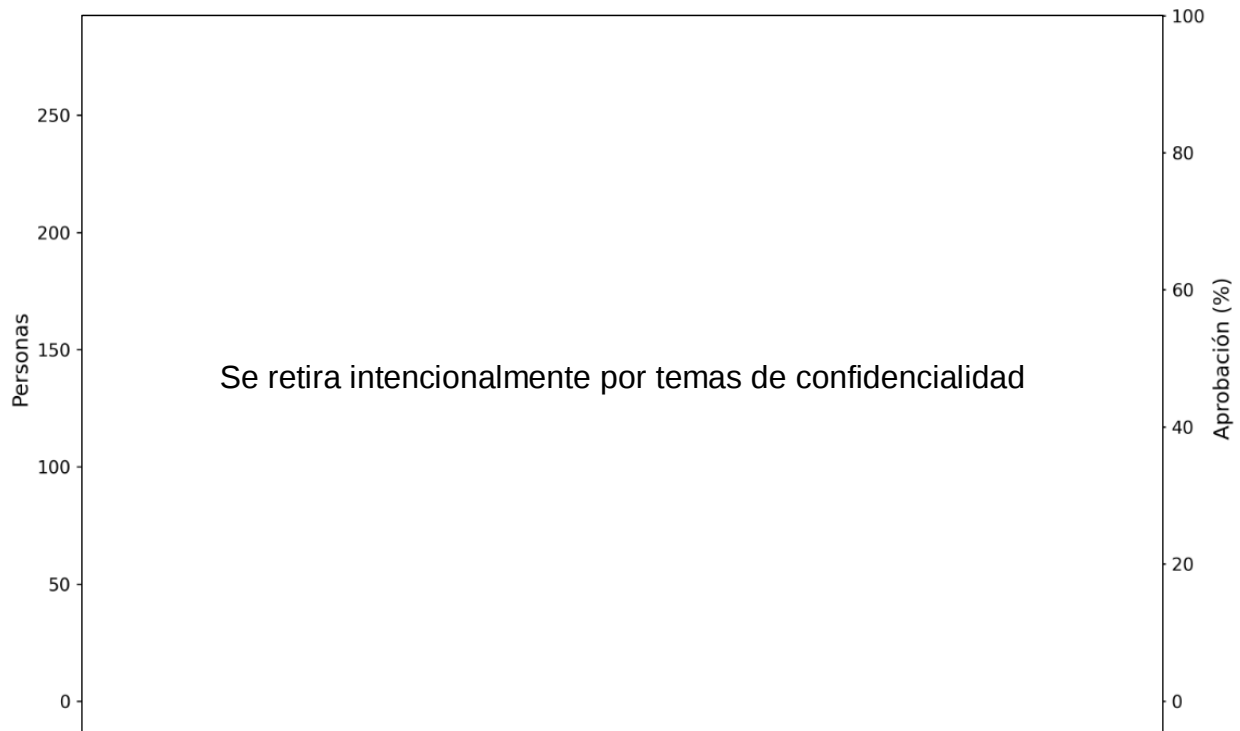
Estos resultados reafirman que las acciones de mejora implementadas van a generar impactos positivos, tanto operativos como económicos, para la empresa, lo que contribuye de manera directa al cumplimiento del objetivo general del proyecto.

5.3.7 Ramp up hit rate

En esta sección se indican los resultados obtenidos por diversos grupos de trabajo de la Empresa Médica Dental Toya a lo largo del año 2025, tras la implementación de la mejora en la curva de aprendizaje o proceso de *ramp up*.

Así, el siguiente gráfico muestra el impacto de la mejora en la curva de aprendizaje (*ramp up*) en el desempeño de la producción durante el 2025:

Figura 5.2: Ramp up hit rate de la Empresa Médica Dental Toya



Fuente: Elaboración propia, 2025

Este proceso de mejora tiene como objetivo acelerar la adaptación de los nuevos colaboradores a sus funciones de producción, lo que optimiza el tiempo requerido para alcanzar niveles de desempeño productivo (95 %).

Los datos reflejan cómo la tasa de aprobación durante el periodo 2023 es de +80 % en cuatro o cinco semanas, esto destaca el impacto positivo de la estrategia aplicada sobre el *hit rate* de producción y la reducción del tiempo hasta de más de tres semanas si se compara con la curva anterior que tenía una duración de 15 semanas.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

Conclusiones

- Los datos históricos evidenciaron que durante el segundo semestre de 2023 los retrabajos superaban los 22 000 casos mensuales, por lo tanto, en ocasiones se alcanzó más del 70 % de los tratamientos. Sin embargo, con la implementación del *self-learning* y un exhaustivo seguimiento de que los diseñadores de tratamiento cumplieran el SOP, se lograron reducir los retrabajos a 14 000 casos, lo cual representó una mejora de un 45 %.
- Se identificó que la curva de aprendizaje de los nuevos diseñadores de tratamiento presentaba una duración excesiva con un promedio de 16.44 semanas y una desviación estándar de 1.88 semanas. Esto provocaba costos generados por el no cumplimiento de la meta de producción, lo que hacía la curva más larga y originaba retrabajos.
- Por medio del análisis FODA, se reveló que la empresa cuenta con personal comprometido, un buen liderazgo y disposición para el cambio, lo que facilitó aplicar las propuestas de mejora.
- Mediante el árbol de CTQ, se determinó que un índice clave para el doctor es el cumplimiento de los tratamientos ortodónticos sin retrabajos, aspecto relacionado directamente con la falta de seguir el SOP y la ausencia de una inspección final, confirmado por el FMEA, que mostró un RPN de 125 puntos en estas áreas.
- A partir del Pareto, se comprobó que el 80 % de los problemas durante la curva de aprendizaje se concentraban en causas como: falta de seguir el SOP, desconocimiento del proceso, técnicos no enfocados, instrucciones de trabajo no claras y no siguen las instrucciones del doctor. Las propuestas formuladas atacaron directamente estas causas principales y, así, se obtuvieron mejoras significativas y medibles.
- La lluvia de ideas evidenció que los problemas no solo son operativos (*software* desactualizado), sino también se vinculan con el elemento humano, como técnicos desmotivados, la ausencia de una inspección final o el desconocimiento del SOP.

Esta variedad de causas refleja una necesidad urgente de intervenir distintas áreas de manera integral.

- En cuanto al análisis de causa-raíz, mediante el diagrama de Ishikawa, se identificaron de forma estructurada las causas más determinantes que influían negativamente en el prolongado tiempo de la curva de aprendizaje de la Empresa Médica Dental Toya, a saber: falta de seguir instrucciones del doctor, falta de seguir el SOP, técnicos no enfocados, entre otras.
- Las soluciones implementadas, como la reestructuración de la curva de aprendizaje, la estandarización del entrenamiento, la mejora en los procesos de contratación y el plan de integración acelerado, permitieron reducir significativamente la duración promedio de la curva de aprendizaje a 5.16 semanas, con una desviación estándar de 1.63. Por ende, se logró una reducción tanto en tiempo como en retrabajos.
- El VSM identificó los principales cuellos de botella en el proceso de *ramp up*, siendo los más críticos el tiempo de espera para aprobaciones de *pass down* y reuniones prolongadas, lo cual representó aproximadamente el 48.1 % de las actividades improductivas. La automatización de procesos y mejora en las dinámicas de reunión se recomendaron como acciones clave de mejora.
- Se determinó que el tiempo improductivo dentro del proceso de *ramp up* era del 43.75 %, debido principalmente a tiempos muertos durante las reuniones de seguimiento (60 minutos) y los procesos de aprobación (45 minutos). Este porcentaje implicaba un impacto económico negativo estimado en ₡ 1 312 500 diarios, equivalente a más de \$ 2560 diarios, \$ 56 400 mensuales y casi \$ 677 000 anuales en pérdidas por improductividad.
- Las propuestas generaron un ahorro mensual estimado de \$ 32 400, con una inversión total de \$ 14 680 y un ROI promedio del 121.9 %. Además, se redujeron los retrabajos en un 57 %, pasando de 26 080 casos con retrabajo en 2024 a 11 006 en 2025, esto mejoró la eficiencia del proceso y aumentó la producción en más de 10 000 tratamientos anuales.

- La implementación de herramientas de control como caminatas semanales, auditorías internas aleatorias, reuniones de seguimiento de 15 minutos y uso de *checklist* contribuyó a la mejora continua.
- El *checklist* implementado como herramienta de control reveló una mejora significativa en la adherencia al procedimiento estándar (SOP), así como en la identificación de hallazgos preventivos y correctivos. Estos hallazgos se utilizaron para establecer planes de acción inmediatos que ayuden a garantizar que las mejoras implementadas sean sostenibles a lo largo del tiempo.

Recomendaciones

- Se recomienda documentar todas las caminatas y auditorías internas en el sistema de gestión de calidad por parte del supervisor de calidad, así como los seguimientos que se hacen y cualquier desviación. Lo anterior debe estar actualizado e ingresarse en tiempo real.
- Se debe asignar un responsable para efectuar una revisión mensual de los módulos de entrenamiento, con el fin de garantizar que estén al día con todos los requerimientos.
- En cuanto a la evaluación permanente de los procesos de selección, se sugiere integrar evaluaciones técnicas más específicas para predecir el desempeño en producción. La correcta identificación de perfiles adecuados disminuirá el riesgo de *attrition* desde el entrenamiento hasta la curva de aprendizaje.
- Hacer entrenamientos con frecuencia (mínimo una vez al mes) en los que sea posible asegurar que los colaboradores realizan bien el procedimiento de acuerdo con los protocolos establecidos y definir un proceso de recertificaciones.
- Implementar un calendario de mantenimiento preventivo para los equipos de cómputo, con el objetivo de evitar cualquier fallo de manera anticipada.

REFERENCIAS

Libros

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill.

Trabajos de investigación

Bermúdez, J. A., Castrillo, B. J. y Rodríguez, J. (2020). *Mejoramiento de la curva de aprendizaje en los operarios de producción de la empresa Yara Costa Rica, mediante una propuesta de mediación pedagógica basada en el aprendizaje por competencias durante el 2020*. [Proyecto de graduación de Licenciatura en Mediación Pedagógica, Universidad Técnica Nacional]. <https://repositorio.utn.ac.cr/items/1ca1b967-6965-412b-bd36-799d0473fb87>

Cardona, D. A., Río, J. L., Romero, A. K. y Lora, H. (2019). La curva de aprendizaje y su contribución al desempeño del talento humano en las organizaciones: una revisión teórica. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 10(1). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2027-83062019000200037

De la Cruz, O. (2019). Metodología basada en las curvas de aprendizaje para mejorar los procesos de construcción. Estudio de caso: construcción de muros. *Revista Académica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán*, 24(2). <https://www.revista.ingenieria.uady.mx/ojs/index.php/ingenieria/article/view/169/167>

De la Cruz, O. A. (2020). Metodología basada en las curvas de aprendizaje para mejorar los procesos de construcción. *Revista Académica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán*, 24(2). <https://www.revista.ingenieria.uady.mx/ojs/index.php/ingenieria/article/view/169>

Gamboa, M. A. (2014). *Innovación para el mejoramiento de la productividad y la competitividad empresarial en Costa Rica*. [Trabajo de graduación, Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología]. <https://repositorio.ulacit.ac.cr/bitstream/handle/20.500.14230/219/044171.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gamboa, Y. (2020). *Propuestas de mejora para la reducción del tiempo del cambio de papel en las máquinas A-07, A-08 y T's ubicadas en el Focus Factory SCD*. [Proyecto de graduación de Licenciatura en Ingeniería en Producción Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/12242>

Hamui-Sutton, A. (2013). Un acercamiento a los métodos mixtos de la educación. *Investigación en Educación Médica*, 2(8). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000400006

Núñez, J. (2013). Los métodos mixtos en la investigación en educación: hacia un uso reflexivo. *Cadernos de Pesquisa*, 47(164), 632-649. <https://doi.org/10.1590/S0100-15742013000300007>

Schilling, M. A., Vidal, P., Ployhart, R. E. y Marangoni, A. (2003). Learning by Doing Something Else: Variation, Relatedness, and the Learning Curve. *Management Science*, 49(1), 39–56. <https://doi.org/10.1287/mnsc.49.1.39.12750>

Internet

Agbede, T. (2024). *Stand-up meeting: purpose, template, and best practices*. <https://www.notta.ai/en/blog/stand-up-meeting>

AgenciaE. (2023). *¿Qué es un KPI y cuál es su función principal?* <https://agenciae.com/que-es-un-kpi-y-cual-es-su-funcion-principal/>

- Agustín, J. (2023). *El efecto de la curva de aprendizaje en procesos industriales*. <https://blog.zadecon.es/metodos-y-tiempos/el-efecto-de-la-curva-de-aprendizaje-en-procesos-industriales/>
- Aiteco Consultores. (2019). *Multivotación: instrumento para seleccionar las mejores ideas*. <https://www.aiteco.com/multivotacion-seleccionando-las-mejores-ideas/>
- Amaya, M. (2017). *Lluvia de ideas*. https://prezi.com/p/6pqtiy98_rmj/lluvia-de-ideas/
- Arias, D. (2023). *Espectrometría infrabiomateriales*. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstreams/66d8f2cb-38e4-4a4d-8432-a5f5bc16e118/download>
- Atlas.ti. (2025). *Guía fundamental de la investigación cualitativa. Parte 1: conceptos básicos*. <https://atlasti.com/es/guias/guia-investigacion-cualitativa-parte-1/entrevistas>
- Betancourt, D. F. (2016). *El diagrama de Pareto: ¿Qué es y cómo se construye?* <https://www.ingenioempresa.com/diagrama-de-pareto/>
- Bravo, J. (03 de octubre de 2023). Diputados crean consejos para promover la competitividad y la productividad. *La Nación*. <https://www.nacion.com/el-pais/politica/diputados-crean-consejo-para-promover-la-productividad-y-competitividad/>
- Cabrera, R. (2020). *¿Cómo hacer un diagrama de flujo de procesos?* <https://www.herramientaslean.com/diagramas-de-flujo-de-proceso/>
- Cárdenas, F. (2023). *¿Qué es el stakeholder mapping o mapeo de stakeholders?* <https://blog.hubspot.es/sales/que-es-mapa-stakeholders>

Centro de Ortodoncia Miravalles. (2023). *Historia del invisalign: ¿Cómo se crearon?*
<https://centrodeortodonciamiralles.com/2023/01/24/>

Consuunt. (2025). *¿Cómo hacer un árbol de calidad?* <https://www.consuunt.es/arbol-de-calidad/>

Embed. (2025). *Auditoría interna: qué es, ejemplos y objetivos.*
<https://embed.es/auditoria-interna-que-es-ejemplos-y-objetivos/>

Freepik. (2025). *Daily checklist.* https://www.freepik.com/free-vector/hand-drawn-simple-daily-restaurant-checklist_137384570.htm

Gaskin, J. (2024). *Todo lo que necesitas sobre las gráficas de pastel.*
<https://es.venngage.com/blog/grafica-de-pastel/>

GCF Global. (2025). *¿Qué es un gráfico de barras?*
<https://edu.gcfglobal.org/es/estadistica-basica/que-es-un-grafico-de-barras/1/>

Global Trust Association. (2019). *El árbol de CTQ (critical to quality).*
<https://globaltrustassociation.org/es/el-arbol-ctq-critical-to-quality/>

Guevara, P. (2025). *Importancia de realizar una auditoría interna en su organización.*
<https://safetyculture.com/topics/audit-program/internal-audit/>

Hernández, J. (2019). *Análisis de procesos con SIPOC.*
<https://agileexperience.com.ar/2019/12/30/analisis-de-procesos-con-sipoc/>

International Organization for Standarization [ISO]. (2015). *ISO 9001:2015: Quality Management System Requirements.* <https://www.iso.org/standard/62085.html>

Linkeln. (2025). *¿Cómo se traducen las necesidades de los clientes en especificaciones medibles con los árboles CTQ?* <https://es.linkedin.com/advice/0/how-do-you-translate-customer-needs-measurable-specifications?lang=es&lang=es>

MacNeil, C. (2025). *¿Qué es un diagrama SIPOC? 7 pasos para trazar y comprender los procesos.* <https://asana.com/es/resources/sipoc-diagram>

Mapex. (2024). *10 KPI de calidad para evaluar y mejorar la producción en tu empresa industrial.* <https://mapex.io/news/kpis-de-calidad/>

Martins, J. (2024). *¿Qué es un KPI, para qué sirve y cómo utilizarlo en tu proyecto?* <https://asana.com/es/resources/key-performance-indicator-kpi>

Martins, J. (2025a). *Diagrama de Gantt: qué es y cómo crear uno con ejemplos.* <https://asana.com/es/resources/gantt-chart-basics>

Martins, J. (2025b). *¿Quiénes son los stakeholders de un proyecto?* <https://asana.com/es/resources/project-stakeholder>

Montezzana, M. (2023). *ROI capacitación: mide el retorno de la inversión en programas de desarrollo corporativo.* <https://voxy.com/es/blog/roi-capacitacion/>

Naydenev, P. (2024). *¿Qué es gemba walk?* <https://businessmap.io/es/gestion-lean/mejora-continua/caminata-gemba>

Next U. (2023). *¿Qué es la capacitación de personal?* <https://es.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-la-capacitaci%C3%B3n-de-personal-next-u-open-education>

Niño, O. (2021). *¿Qué es el SIPOC y para qué sirve?*
<https://www.linkedin.com/pulse/que-es-el-sipoc-y-para-sirve-oscar-ni%C3%B1o?originalSubdomain=es>

Obando, R. (2024). *Control interno empresarial: elementos y objetivos.*
<https://blog.hubspot.es/marketing/control-interno>

Olea, J., Feuchter, C. I., Barceló, M. y Pérez, A. (2017). Mejorar la productividad mediante la aplicación de la curva de aprendizaje, en M. Barceló, A. Pérez, O. M. Rodríguez, G. Valencia, R. R. Palacio y R. D. Fornés (Eds.), *Avances de investigación en ingeniería en el estado de Sonora* (pp. 330-335).
https://irsitio.com/refbase/documentos/330_OleaMiranda_etal2017.pdf

Parra, A. (2025). *Cuáles son los tipos de variables en una investigación.*
<https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-variables-en-una-investigacion/>

Pérez, R. (2022). *DMAIC: qué es y cuáles son sus pasos.*
<https://blog.mudanai.org/kaizen-mejora-continua/calidad/dmaic-que-es-y-cuales-son-sus-pasos/>

Plan de Mejora. (2022). *Ejemplos de gráficos de barras-ejercicios y problemas resueltos.* <https://www.plandemejora.com/ejemplos-grafica-barras/>

Problema. (2023). *Diagrama de Ishikawa de una empresa textil.*
<https://diagramadeishikawa.com/diagrama-de-ishikawa-empresa-textil/>

Qué es una lluvia de ideas. (s.f.).
https://archivos.territorio.la/archivos/clases/lluviandenideasnmaterialInconferencia_n__35655639d7ce02e____.pdf

Radigan, D. (2024). *Qué es una reunión rápida y consejos para organizar una.*
<https://www.atlassian.com/es/agile/scrum/standups>

Raeburn, A. (2025a). *Análisis FODA: ¿Qué es y cómo usarlo?*
<https://asana.com/es/resources/swot-analysis>

Raeburn, A. (2025b). *Cómo crear un plan de acción eficaz.*
<https://asana.com/es/resources/action-plan>

Riquelme, M. (2024). *9 ejemplos de diagrama de flujo.*
<https://www.webyempresas.com/ejemplos-de-diagrama-de-flujo/>

Rodrigues, N. (2023). *Cómo elaborar un plan de mejora en 7 pasos.*
<https://blog.hubspot.es/marketing/tecnicas-lluvia-de-ideas-creativas>

Rodrigues, N. (2024). *Diagrama de Ishikawa: qué es, cómo hacerlo y ejemplos.*
<https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-ishikawa>

Rodrigues, N. (2025). *Aprende a crear un plan de acción exitoso paso a paso.*
<https://blog.hubspot.es/sales/plan-de-accion-empresa>

SafetyCulture. (2024). *Cómo realizar una auditoría de cumplimiento.*
<https://safetyculture.com/es/temas/auditoria-de-cumplimiento/>

Salesforce LATAM. (2024). *Diagrama de Ishikawa: qué es y cómo aplicarlo.*
[https://www.salesforce.com/mx/blog/diagrama de ishikawa](https://www.salesforce.com/mx/blog/diagrama-de-ishikawa)

Scriptanatomy. (2025). *Ejemplos de reunión de 15 minutos.*
<https://scriptanatomy.com/writers-groups-pros-cons/>

Siller, A. (2024). *La importancia y evolución de las reuniones diarias en equipos ágiles*.
<https://es.linkedin.com/pulse/la-importancia-y-evoluci%C3%B3n-de-las-reuniones-diarias-en-siller-botti-dhdvc>

SPC Consulting Group. (2015). *Gráfica de Pareto*. <https://spcgroup.com.mx/grafica-de-pareto/>

Suárez, E. (2023). *Diferencia entre investigación cualitativa y cuantitativa*.
<https://expertouniversitario.es/blog/diferencia-entre-investigacion-cualitativa-y-cuantitativa/>

SYDLE. (2023). *Mejora de procesos: cómo aplicarla correctamente*.
[https://www.sydle.com/es/blog/mejora-de-procesos-61969726351e93287c68a539 /](https://www.sydle.com/es/blog/mejora-de-procesos-61969726351e93287c68a539/)

Team Asana. (2025a). *Análisis de causa raíz: explora y encuentra soluciones efectivas*.
<https://asana.com/es/resources/root-cause-analysis-template>

Team Asana. (2025b). *Planes de capacitación: cómo fomentar el aprendizaje del equipo*. <https://asana.com/es/resources/training-plan-template>

Team Asana. (2025c). *¿Qué es un diagrama de flujo y cómo hacerlo?*
<https://asana.com/es/resources/what-is-a-flowchart>

Terreros, D. (2025). *¿Qué es el método FMEA, cómo se aplica y ejemplo?*
<https://blog.hubspot.es/marketing/metodo-fmea>

Trujillo, V. (2023). *Qué es un plan de acción*.
<https://es.scribd.com/document/663011190/Que-Es-Un-Plan-de-Accion>

Unifikas. (2023). *¿Qué es un checklist?* <https://www.unifikas.com/es/noticias/que-es-un-checklist-y-como-se-utiliza>

Universidad de Colima. (2025). *Estudios históricos*. https://recursos.ucol.mx/tesis/estudios_historicos.php

Universidad Privada del Guairá. (2007). *¿Qué es la recolección de datos?* <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-privada-del-guaira/administracion-de-recursos-humanos/metodos-e-instrumentos-de-recoleccion-de-datos/34173932>

Vega, M. y Jiménez, S. (2023). *Análisis de la productividad en Costa Rica: un enfoque microeconómico*. CONARE. <https://hdl.handle.net/20.500.12337/8590>

Westreicher, G. (2021). *Factor de conversión*. <https://economipedia.com/definiciones/factor-de-conversion.html>

APÉNDICES

APÉNDICE 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS

- *Attrition*: rotación de personal.
- AMS: América.
- CAD: diseño asistido por computadora.
- CAM: fabricación asistida por computadora.
- Curva de aprendizaje: Proceso que atraviesan los empleados de nuevo ingreso en el Área de Producción, con el fin de lograr las metas de producción y calidad.
- *Coaches*: Personas encargadas de acompañar a los diseñadores de tratamiento, dándoles seguimiento en términos de producción y calidad durante toda la etapa de la curva de aprendizaje.
- *e-learning*: Plataforma virtual que facilita el aprendizaje de los empleados por medio de contenidos digitales accesibles.
- *Ramp up hit rate*: Tasa de éxito para el cumplimiento del *ramp up*.
- *Ramp up*: curva de aprendizaje.
- Plan de acción: Ayuda a describir con precisión cómo se planea lograr un objetivo o proyecto.
- WI: *work instructions*, por sus siglas en inglés, o instrucciones de trabajo en español.
- SOP: *standard operation procedure*, por sus siglas en inglés. Documento formal que describe el paso a paso de la operación.

- KPI: *key performance indicator*, por sus siglas en inglés.
- *Onboarding*: Proceso de inducción para un empleado nuevo en la empresa.
- Riesgo reputacional: Pérdida de credibilidad y confianza del cliente.
- RST: *ramp up status tracking*, por sus siglas en inglés.
- ROI: indicador financiero que mide el retorno de la inversión con respecto al costo del proyecto.
- RPN: número de prioridad de riesgo.
- *Stakeholders*: personas con interés en el proyecto.