

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

**BALANCE DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE
ORTODONCIA VIRTUAL EN ALIGN TECHNOLOGY
EL PRIMER SEMESTRE DE 2019**

Tesis para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial

AUTOR

ANTHONY CHACÓN HERNÁNDEZ

TUTOR

ALVARO ANDRÉS JACOME

HEREDIA, JULIO, 2019

DECLARACIÓN JURADA

DECLARACIÓN JURADA

Yo Anthony Chacón Hernández, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 110750874 egresado de la carrera de Ingeniería industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Balance de la línea de producción de ortodoncia virtual en Align technology el primer semestre de 2019

es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de Heredia, a los 30 días del mes de Julio del año dos mil 19.


Firma del estudiante

Cédula 110750874

CARTA DEL TUTOR (hoja de aprobación)

CARTA DEL TUTOR

San José, 30 de Julio de 2019.

Señores
Universidad Hispanoamericana
Carrera de Ingeniería Industrial
Presente

Estimado señores

El estudiante Anthony Chacón Hernández, cédula de identidad número 1-1075-0875, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **BALANCE DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ORTODONCIA VIRTUAL EN ALIGN TECHNOLOGY EL PRIMER SEMESTRE DE 2019**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	8
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	16
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	24
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	16
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	17
	TOTAL		81 %

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

Ing. Álvaro Andrés Jácome
Cédula identidad 1 0690 0755

CARTA DE LA FILÓLOGA

LICDA. ELVIA FERNÁNDEZ MORALES
FILÓLOGA UCR
SAN RAMÓN, ALAJUELA TEL. 2456-0313 158; 8-825-3794
C.4841 COL. LIC. Y PROF; EMAIL: elviafz@gmail.com

CONSTANCIA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

La suscrita, Licenciada en Filología Española ELVIA FERNÁNDEZ MORALES, hace constar que efectuó la revisión filológica del documento denominado, **BALANCE DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ORTODONCIA VIRTUAL EN ALIGN TECHNOLOGY EL PRIMER SEMESTRE DE 2019**. Este consiste en una TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL, DE LA UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA. El postulante es ANTHONY CHACÓN HERNÁNDEZ.

Al respecto, indica que luego de efectuadas las correcciones necesarias, dicho documento se encuentra listo para su presentación y disertación, pues se ajusta a las normas gramaticales y ortográficas establecidas por la Ortografía RAE (2010) y a la modalidad de discurso, correspondiente a su especialidad.

Dado en San Ramón, Alajuela, Costa Rica, el veintinueve de julio de dos mil diecinueve, a solicitud de la persona interesada y para los efectos administrativos pertinentes.


Licda. Elvia Fernández Morales



CC/Archivo

CARTA DEL LECTOR

San José, 24 de Octubre de 2019.

Miembros del comité de Trabajos Finales de Graduación.

Universidad Hispanoamericana

Estimados Señores:

Como lector de este proyecto, he revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: "BALANCE DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ORTODONCIA VIRTUAL EN ALIGN TECHNOLOGY EL PRIMER SEMESTRE DE 2019", elaborado por el estudiante ANTHONY CHACÓN HERNÁNDEZ, como requisito para que el estudiante pueda optar por el grado de Bachiller en Ingeniería Industrial.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos de forma y de contenido exigidos por la Universidad Hispanoamericana, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Cordialmente,

**MANUEL
ALEJANDRO
MENDEZ
FLORES (FIRMA)**

Firmado digitalmente
por MANUEL
ALEJANDRO MENDEZ
FLORES (FIRMA)
Fecha: 2019.10.24
23:18:38 -06'00'

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a mi esposa, Giannina Bravo, por apoyarme paso a paso durante todo el desarrollo de la carrera, ella se esforzó para que tuviera todas las condiciones familiares óptimas para triunfar en el ámbito profesional.

AGRADECIMIENTOS

Mi mayor agradecimiento es para Dios quien me fortalece y me da sabiduría todos los días para poder lograr las metas con el mayor de los éxitos.

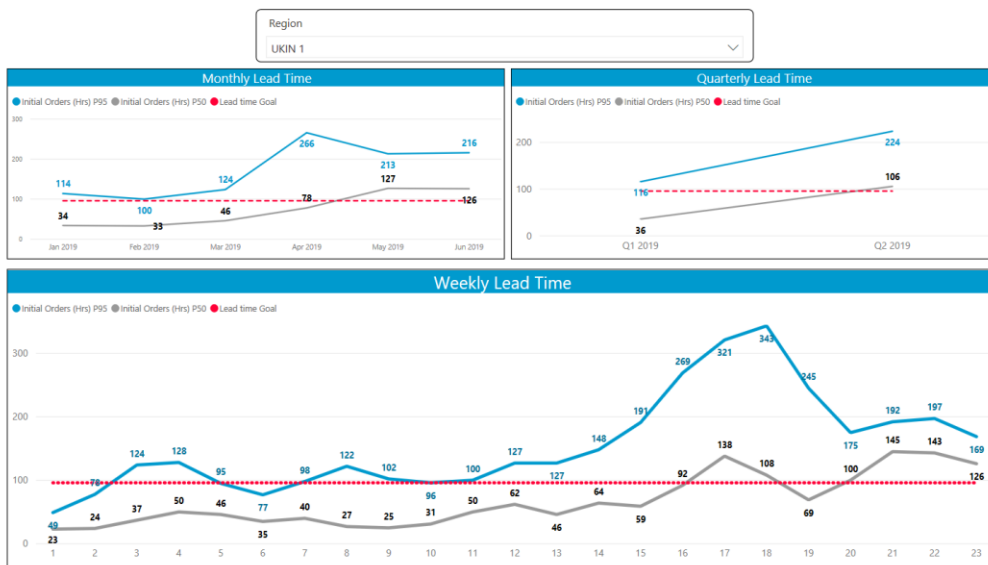
A mi familia quienes me apoyan en todo momento que las cosas se ven difíciles, gracias por darme las palabras de aliento para continuar con el propósito de logro personal.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN JURADA.....	ii
CARTA DEL TUTOR (hoja de aprobación)	iii
CARTA DE LA FILÓLOGA.....	iv
CARTA DEL LECTOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
TABLA DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ACRÓNIMOS Y SIGLAS	xvi
RESUMEN	xvii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	19
INTRODUCCIÓN	20
1.1. Descripción general del proyecto.....	20
1.2. Identificación de la empresa	22
1.3. Planteamiento del problema	26
1.4. Justificación del proyecto	27
1.5. Objetivos de la investigación.....	28
1.5.1. Objetivo general.....	28
1.5.2. Objetivos específicos.....	28
1.6. Alcances y limitaciones.....	29
1.6.1. Alcances.....	29
1.6.2. Limitaciones.....	29
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	31
2.1. Marco conceptual relativo al aspecto de la carrera	32
2.1.1. Metodología DMAIC.....	32
2.1. 2. Balanceo de líneas de producción.....	32
2.1. 3. Cargas de trabajo.....	33
2.1. 4. Diagnóstico.	34
2.1.5. Mejoramiento.	35
2.1.6. Procesos.....	35
2.1.7. Calidad.....	36
2.1.8. Gestión de la información.....	36
2.1.9. Productividad.....	37
2.1.10. Estudio de tiempos.....	37

2.2. Herramientas estadísticas	38
2.2.1. Población.....	38
2.2.2. Muestra.....	38
2.2.3. Tamaño de la muestra.....	38
2.2.4. Cálculo del tamaño de la muestra.....	39
2.3. Herramientas para diagnosticar la situación actual	40
2.3.1. Diagrama de Pareto.....	40
2.3.2. Ley de Pareto.....	42
2.3.3. Diagrama de flujo.....	43
2.4. Simbología	45
2.5. Análisis FODA	46
2.5.1. Fortalezas.....	47
2.5.2. Debilidades.....	48
2.5.3. Oportunidades.....	48
2.5.4. Amenazas.....	48
2.6. Diagrama de Ishikawa	49
2.7. Los cinco Por qué	52
2.8 Marco de la gestión de proyectos	54
2.9. Marco conceptual referente al impacto de un proyecto	55
2.9.1. Análisis beneficio costo.....	55
2.9.2. Diagrama de Gantt.....	57
3.1. Tipo de investigación	64
3.1.1. Tipo de finalidad.....	64
3.2. Marco de referencia	65
3.3. Dimensión temporal	66
3.4. Naturaleza de la investigación	66
3.5. Condición en que se realiza la investigación	67
3.6. Carácter de la investigación	68
3.7. Sujetos y fuentes de Información	69
3.7.1. Fuentes de información primaria.....	69
3.7.2. Fuentes de información secundaria y cargas de trabajo.....	69
3.8. Técnicas e instrumentos de investigación	70
3.9. Herramientas de planeación	71
3.9.1. Listado de actividades.....	71
3.9.2. Diagrama de Gantt.....	73
3.10. Variables e indicadores de operalización	74

CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	77
4.1. Descripción del Proceso de Set up and Stage	78
4.2. Descripción del análisis, registro y evaluación de la producción	82
4.3. Diagrama de proceso Setup & Stage	85
4.4. Proceso lógico para realizar el Setup & Stage	86
4.5. Cuantificación del problema	87
4.6. Cumplimiento de casos por hora meta 3.1 con tiempo muerto agregado	89
4.7. Medición de productividad actual en Align	92
4.7.1. Tiempo de espera.	93



4.8. Cuantificación del problema según la muestra	93
4.9. Causas según registro anual	94
4.10. Análisis FODA Departamento de Set up and Stage	96
4.11. Diagrama de causas	100
4.12. Definición de causas de acuerdo con las cargas de trabajo	101
4.12.1. Casos nuevos.	102
4.12.2. Doctores asignados	102
4.12.3. Casos complicados.	103
4.12.4. Uso de celular.	103
4.13. Análisis de los cinco por qué	104
4.14. Análisis de costos	105
CAPÍTULO V: DISEÑO DE PROPUESTA	108
5.1. Descripción de la propuesta	109

5.2. Tipos de casos	109
5.3. Valor según el tipo de caso	110
5.4. Diseño de la herramienta	111
5.4.1. Requerimientos de la herramienta	111
5.4.2. ¿Cómo trabaja la herramienta?	111
5.4.3. Ejemplo de cálculo de productividad.....	112
5.5. Desarrollo de la herramienta.....	112
5.5.1. Herramienta para visualizar productividad.	113
5.6. Beneficio económico	116
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	119
6.1. Conclusiones.....	120
6.2. Recomendaciones	123
BIBLIOGRAFÍA	125
APÉNDICES	129
Productividad por técnico.....	130
Productividad por mensual y semanal	131
Productividad con tiempo muerto agregado.....	132
Glosario.....	133
ANEXOS	134
Mejoras de productividad y el rendimiento.....	135
Método del embudo	136
Diagrama de Pareto.....	137
Minutas	138

Minuta de Reunión

Lugar y fecha: Align 08/01/2019

Hora de inicio: 2:00 pm

Asuntos a tratar: Reunión con supervisora Giannina bravo identificación del proyecto e Identificación de la empresa

Historia general de la empresa desde sus inicios con tan solo un año de estar en el país contaba con un personal de 100 personas y con un software único

Objetivos de la investigación

Se discutieron los posibles temas a abordar para poder determinar el posible problema en la producción.

Se informó cuáles son la limitación de la divulgación de la información

Minuta de Reunión

Lugar y fecha: Align 12/02/2019

Hora de inicio: 2:00 pm

Asuntos a tratar: Reunión con supervisora, planteamiento del problema

Se muestra a la supervisora el problema encontrado después de haber investigado y analizado los datos suministrados, recomendaciones sobre el problema encontrado y visto bueno para desarrollarlo.

Minuta de Reunión

Lugar y fecha: Align 5/03/2019

Hora de inicio: 2:00 pm

Asuntos a tratar: Procesos de producción

Descripción de los procesos y sugerencias por parte de la supervisora para abordar mejor los temas para el desarrollo de la propuesta, información del proceso de alineación de casos y su sistema de aprobación de casos.

138

Minutas	139
---------------	-----

Minuta de Reunión

Lugar y fecha: Align 09/04/2019

Hora de inicio: 2:00 pm

Asuntos a tratar: Herramienta

Muestra del funcionamiento de la herramienta y las mejoras que se pueden dar con la implementación y análisis de los hallazgos encontrados en la producción como los tiempos de duración para procesar cada caso.

Minuta de Reunión

Lugar y fecha: Align 14/05/2019

Hora de inicio: 2:00 pm

Asuntos a tratar: Beneficios económicos

Muestra de los beneficios económicos y de producción según la propuesta planteada, se dan recomendaciones de mejora para propuesta en cuanto a la cantidad de casos por técnicos según el valor de cada caso.

Minuta de Reunión

Lugar y fecha: Align 28/07/2019

Hora de inicio: 2:00 pm

Asuntos a tratar: Trata bajo final

Se muestra el trata bajo final, el cual es de agrado para la supervisora y se da el visto bueno para una posible implantación en una de las celdas.



Giannina Bravo Diaz
Production Supervisor, Americas, Costa Rica Operations

Align Technology, Inc.
San Antonio Business Park, Belen, Heredia
email gbravo@aligntech.com
direct 2209-1300 ext 106656 | cell 8833 5820

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables o Indicadores Operacionales	75
Tabla 2. Diagrama set up & stage	86
Tabla 3. Producción	90
Tabla 4. Producción anual promedio 2018 - 2019.....	91
Tabla 5. Resumen producción 2018 - 2019.....	92
Tabla 6. Resultado de la muestra.....	94
Tabla 7. Causas anuales.....	96
Tabla 8. Análisis FODA	100
Tabla 9. Costo por caso	106
Tabla 10. Valor según el tipo de caso	110
Tabla 11. Productividad según herramienta.....	112
Tabla 12. Producción del primer cuarto 2019.....	116
Tabla 13. Producción estimada	116
Tabla 14. Resumen costo beneficio	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cuadro Costo beneficio.....	28
Figura 2. Fórmula tamaño de la muestra	39
Figura 3. Tabla de Pareto.....	42
Figura 4. Diagrama de Pareto	42
Figura 5. Diagrama de Flujo.....	46
Figura 6. Diagrama de Ishikawa.....	51
Figura 7. Los cinco por qué.....	53
Figura 8. Fórmula costos.....	56
Figura 9. Diagrama de Gantt.....	60
Figura 10. Lista de actividades.....	71
Figura 11. Diagrama de Gantt.....	73
Figura 12. Diagrama del Proceso Set Up and Stage.....	78
Figura 13. Abrir el caso y revisar información del paciente	79
Figura 14. Alineamiento y <i>staging</i>	80
Figura 15. Proceso Automatizado	81
Figura 16. Revisión / Inspección del Tratamiento	81
Figura 17. Controlador de inventarios	82
Figura 18. Diagrama de Flujo.....	83
Figura 19. Diagrama de proceso.....	85
Figura 20. Producción por mes 2018	87
Figura 21. Gráfico de producción	88
Figura 22. Producción por mes 2019	88
Figura 23. Gráfico de producción 2019	89
Figura 24. Gráfico casos por hora 2019.....	90
Figura 25. Tiempo de espera	93
Figura 26. Muestra	94
Figura 27. Gráfico de tiempos	95
Figura 28. Gráfico de tiempos no cumplidos	95
Figura 29. Gráfico de cumplimiento por caso.....	96

Figura 30. Causas por mes	97
Figura 31. Pareto de causas	99
Figura 32. Diagrama de causas	101
Figura 33. Análisis de Cinco por qué.....	104
Figura 34. Tiempos estándar.....	105
Figura 35. Calculadora de Utilización de Tiempo.....	113
Figura 36. Asignador de casos.....	115

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

CCMods	Clincheck modification	modificación de tratamiento
DMAIC	Definir, medir, analizar, improve (mejorar), controlar	
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas	
WBS	Work Break Down Structure	Desglose de estructura del trabajo
PPM	partes por millón	
Dr.	Doctor	
MIN	Minutos	
HRS	Horas	

RESUMEN

El presente proyecto se completó en la empresa Align Technology de Costa Rica, donde se identificó la necesidad de incrementar la producción en el equipo de UKIN 1 debido a que los técnicos se encuentran en el periodo del primer cuarto del año 2019 en un promedio de producción de 89% y el requerido es de 95%. De manera que para estar dentro del estándar, se debe aumentar un 6%.

Para el análisis de este periodo, se realiza un muestreo de 383 tratamientos con un 95% nivel de confianza y 5% de porcentaje de error, en el cual se incluyeron casos nuevos, casos secundarios y los CCMOD. El resultado muestra que 107 casos no son producidos dentro del rango de los 20 minutos que se tiene como estándar.

Las causas son: casos nuevos, doctores asignados, casos complicados y uso del celular, las cuales se encuentran y analizan por medio de las herramientas de investigación y los históricos de Align.

La propuesta de mejora se enfoca en la asignación de un valor específico y un estándar de producción para cada tipo de caso, en concreto para los casos nuevos un estándar de 7 y un peso de 5.941%; para los casos secundarios, un estándar de 5 y un peso de 4.844% y para los CCMOD un estándar de 12 y un peso de 2.906%. Esto permite al técnico que por cada tipo de caso pueda ir haciendo una sumatoria según los valores previamente establecidos hasta llegar a un 100%. Se crea una herramienta llamada calculadora de utilización de tiempo que permite al técnico visualizar en tiempo real como va su producción y qué tipo de casos necesita para llegar a la meta diaria. Se le dio un valor porcentual mayor a los casos nuevos para que el técnico muestre más interés en aprobar este tipo de casos con el propósito de alcanzar el 100% de su producción diaria y por consiguiente la empresa se beneficia obteniendo mejoras en sus ganancias.

Asimismo, se realiza una proyección de producción y un beneficio económico, tomando como referencia los casos nuevos del primer cuarto del 2019, en donde se produjeron 9 221 con un promedio de 5.1 casos por día. Con el nuevo estándar la cantidad de casos es de 10 920 con un promedio de 7 casos por día el cual tiene un aumento en ingreso bruto de \$ 849 500 para un 18,43% de aumento en casos aprobados, el cual es de 1.1 caso por día para cada técnico.

Por lo demás, los ingresos adicionales obtenidos se dan por medio de la mejora en el aprovechamiento del tiempo disponible de los técnicos y de la estrategia de atención de los casos según su nuevo estándar y peso asignado.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción general del proyecto

Align Technology es una empresa dedicada a la ortodoncia virtual, desarrolla en Costa Rica el tratamiento de los pacientes mediante una serie de software especializado buscando la alineación invisible dental según especificaciones de odontólogos alrededor del mundo.

El proceso de Set up and Stage es el encargado directo de desarrollar la alineación y seguir instrucciones directas del odontólogo para el tratamiento de cada paciente; técnicos dentales realizan el tratamiento y este es enviado al Dr. Aunque los tratamientos se desarrollen de forma virtual la empresa maneja inventarios de tratamientos dentales los cuales son nombrados como casos, de manera que los inventarios se tratan como en cualquier empresa de manufactura en donde se tiene que cumplir con una producción diaria por parte de los técnicos.

En este punto es donde el proyecto tiene su fundamento debido a que algunos equipos de trabajo o celdas como son nombradas en Align no están cumpliendo con la cantidad de producción requerida.

El proyecto o mejora consiste en realizar un balance en las cargas de trabajo dándole un valor a los diferentes tipos de casos o tratamientos dentales para poder hacer la nivelación necesaria y de esta manera lograr la meta diaria; el impacto se daría directamente en la mejora de la producción de la empresa para que todo el personal esté nivelado según la meta de producción establecida, esto daría

ganancias a la entidad ya que sin contratar más personal estaría aumentando la producción con el actual, solamente que con mayor capacidad productiva.

En este sentido, este proyecto se lleva a cabo bajo la línea de investigación de operaciones industriales la cual trabaja sobre la mejora y optimización de la productividad y efectividad de los procesos productivos.

Específicamente en cuanto a los contenidos del documento, corresponden al siguiente orden: En el capítulo I se describen los objetivos y la aplicación de la metodología de abordaje de proyectos para ingeniería.

En el capítulo II se fundamenta la teoría que acompaña el proyecto, consiste en una síntesis, producto de la lectura y revisión de conceptos o conocimientos provenientes de varias fuentes. De manera que reúne un conjunto de conocimientos ya existentes, para situar el problema y fundamentar el resultado producto del análisis.

En el capítulo III se ejecuta el diagnóstico de la situación actual mediante el detalle de la metodología utilizada para definir el problema, los gráficos de análisis, las referencias que se desarrollaron para determinar objetivamente la base del planteamiento del problema, el diagnóstico y su metodología, el proceso deductivo, y las razones objetivas de la selección de las herramientas metodológicas incluidas.

En el capítulo IV se encuentra el análisis de las causas, el desarrollo de los diagnósticos, según los datos cuantitativos, respaldados por ejemplos en el comportamiento estadístico del proceso.

En el capítulo V se efectúa el diseño e implementación de la solución; esta es la parte central del documento y el capítulo principal del proyecto que muestra la propuesta de mejora según el análisis del problema encontrado.

En el capítulo VI se encuentran las conclusiones y recomendaciones mediante el logro de los objetivos del proyecto, productos, efectos e impactos esperados. Se identifican los beneficiarios directos e indirectos de los resultados y los aportes principales del proyecto a la empresa.

1.2. Identificación de la empresa

En este apartado se establece el desarrollo cronológico de la empresa estudiada. Cabe destacar los principales acontecimientos desarrollados en el tiempo. Seguidamente se describen dichas acciones:

En 1997, Zia Chishti y Kelsey Wirth dos estudiantes de la Universidad de Stanford, basándose en los principios de Kesling, pensaron en realizar ligeros movimientos dentales progresivamente mediante una serie de alineadores de poliuretano removibles, con la ayuda de la informática. En agosto recibieron 2.2 millones de dólares de financiación y fundaron Align Technology, Inc. (Santa Clara, California).

En septiembre del año 1998 recibieron la autorización de la Federación Dental Americana (FDA) para comercializar el sistema. Contaban con 25 empleados, 100 pacientes en tratamiento y tenían la capacidad de tratar nuevo paciente por día.

No fue sino hasta 1999, cuando el sistema Invisalign® se introdujo en una reunión de ortodoncistas y comenzaron su distribución en julio los Estados Unidos.

Es así como la primera publicación científica data del año 2000 coincidió con su primera campaña nacional de publicidad hacia el consumidor.

Align abrió sus operaciones en Costa Rica en el 2001. Actualmente, cuenta con más de 2 000 empleados en sus edificios en Global Park y Ultra Park.

En el verano de 2001, Invisalign se introduce en Europa, lanzando la primera fase de su expansión internacional. A finales de 2001, Align ya había fabricado un millón de alineadores. Se lanza la oferta pública inicial en Nasdaq (ALGN).

En el 2002, Invisalign se lanza al mercado de los dentistas generales. A finales de año, introduce la fabricación mediante tomografía computarizada.

En el 2003, la Facultad de Odontología de la Universidad de New York (NYU) incluye a Invisalign en su temario. En septiembre de ese mismo año, traslada la fabricación de los alineadores a Juárez.

Asimismo, en 2005, Align aterriza en Japón e introduce Invisalign Express (no disponible en España), una alternativa a menor precio para tratamientos más sencillos. En septiembre ya habían fabricado 15 millones de alineadores.

En el 2006 se publica el primer libro sobre Invisalign.

Además, en el 2007, Align establece empresas colaboradoras para la distribución en Asia y Latinoamérica. En octubre habían alcanzado 30 millones de alineadores, en noviembre lanzan los retenedores Viverra® y en diciembre obtienen 1 billón de dólares en beneficios acumulados (\$1 billón in cumulative net revenue).

En el 2008, Align lanza dos nuevas opciones de tratamiento: para el tratamiento en adolescentes .En abril de 2009 se trata el paciente 1 millón. En septiembre aparece Invisalign 1.5 con las características de fuerza inteligente.

En marzo de 2010 Align introduce Invisalign Lite en el mercado internacional. En agosto lanza el mayor conjunto de nuevas características hasta la fecha, Invisalign G3. Ese mismo año, añade un distribuidor para los pequeños países de Europa, el Medio Este y África.

De la misma forma, en el 2011, Align adquiere Cadent Holdings, la compañía propietaria del escáner intraoral. En mayo Align se introduce en la República de China. En el 2012, aparece Invisalign Express 5 (no disponible en España). En noviembre se alcanza la cifra de 2 millones de pacientes.

En el 2013 se estrena un nuevo material para los alineadores, junto con el nuevo escáner que incluye el software Invisalign. En mayo adquirió el distribuidor de Asia Pacífico.

Igualmente, en el 2014 lanza Invisalign G5, un conjunto de nuevas características para el tratamiento de la sobre mordida, junto con el nuevo

ClinCheck Pro. Align lanza un piloto en España para externalizar la formación y continúa con su política de adquisiciones de distribuidores.

Además, en el 2015 es el turno de Invisalign G6, una nueva solución para los tratamientos de extracciones de primeros premolares con máximo anclaje. En marzo, el anuncio del nuevo escáner Elemento, esto coincide con el tercer millón de pacientes tratados.

En febrero del 2016 continúa su expansión y llega a India.

Asimismo, en julio 2016, Align Technology compra el 19% de Smile Direct Club y se convierte en el suministrador de material para esta empresa, con lo cual se introduce en el mercado de los sistemas de ortodoncia de “hazlo tú mismo” a domicilio.

En septiembre de 2016 se alcanza el paciente número 4 millones.

De la misma forma, en octubre de 2016 se introduce el cambio semanal de alineadores y el Invisalign G7, un conjunto de características para mejorar el acabado y terminación. El software del escáner se actualiza a la versión 1.4.

En febrero de 2017 Invisalign adquiere oficialmente al distribuidor en Brasil y con ello comienza su inclusión en el continente sudamericano.

También, en marzo del 2017 se celebra 1 millón de escáneres realizados junto con un millón de pacientes adolescentes tratados con el lanzamiento del avance mandibular con Invisalign.

Por lo demás, en junio de 2017 abre unas nuevas instalaciones para la planificación de los tratamientos en China y con ello comienza la descentralización de la sede de Costa Rica.

1.3. Planteamiento del problema

El problema se basa en la carga de trabajo en las líneas de producción ya que los técnicos tienen una meta individual de 23 casos o tratamientos dentales dentro de los cuales se mezclan nuevos, secundarios y retrabajos, cuando el técnico realiza más casos nuevos que retrabajos por lo general no llega a la meta. También existe una meta como equipo la cual se ve afectada cuando la individual no se logra.

- 1- Casos nuevos (son casos o tratamientos que ingresan por primera vez en la producción).
- 2- Casos secundarios (son acabados finales a un caso que fue probado tiempo antes y que no llegó a su meta o algún tipo de garantía).
- 3- Retrabajos o CCMods (Son modificaciones requeridas por el doctor antes de que el caso sea aprobado).

¿Por qué se considera un problema o una oportunidad?

Se considera un problema ya que como empresa se tienen que cumplir con metas mensuales y para eso se cuenta con que cada equipo de trabajo cumpla con su expectativa de producción establecida.

¿Quién lo considera un problema?

El supervisor lo considera un problema ya que tiene que mantener el equipo estable en la producción y cumplir con las expectativas de la empresa.

¿Quién es el afectado?

En primera instancia la empresa porque al no sacar las metas de producción, se acumula el inventario y esto provoca que las entregas no se den a tiempo lo cual genera molestias con los clientes. En segundo plano el técnico es afectado por que al pasar mucho tiempo sin cumplir con la producción puede tener una amonestación que lo puede llevar al despido.

1.4. Justificación del proyecto

Un estudio previo (hecho por el autor del proyecto) identificó la baja en productividad y con los números indicados, justificó la necesidad de hacer el proyecto.

Se quiere alcanzar un incremento de por lo menos un 6 % en el indicador de producción del departamento. Según los datos investigados la celda logró hacer una producción de 100 178 tratamientos anuales que representan un 89% para un ingreso de \$ 4 508 010.00 con un costo de \$45 por caso o tratamiento.

Se pretende que con el aumento en la producción se llegue a 106,189 casos anuales y 500,9 casos por mes, los cuales representan un 95% para un ingreso de \$ 4 778 490.60.

Esto representa una ganancia de \$ 270 480 60 por equipo de trabajo y si se mide a nivel de toda la empresa, en el caso que se llegara a implementar la ganancia, sería de \$ 27 048 06 en 100 equipos que es la totalidad de celdas.

Figura 1. Cuadro Costo beneficio

Año	Producción	Total Casos	Costo por Caso	Ingreso	Aumento de produccion por mes
2018	89%	100,178	\$ 45.00	\$ 4,508,010.00	500,9 CASOS
2019 + 6%	95%	106,189	\$ 45.00	\$ 4,778,490.60	
1 Equipo				\$ 270,480.60	
100 Equipos				\$ 27,048.060	

Fuente: Elaboración propia.

Buscar oportunidades de eficiencia y mejora continua es una necesidad para toda empresa que quiera mantenerse competitiva, ya que estas propician maximizar las ganancias y reducir los costos, lo cual, también impacta al cliente final con la mejora en el tiempo de entrega.

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general.

Proponer una mejora en la distribución de doctores y tratamientos con alta dificultad que permita un aumento de producción de al menos un 6 % a partir de la metodología DMAIC, para obtener un mayor ingreso económico y estabilizar la producción de los técnicos más deficientes.

1.5.2. Objetivos específicos.

1. Medir la situación actual del proceso de producción para identificar posibles oportunidades que permitan incrementar dicho proceso.

2. Definir la propuesta de mejora para que propicie un incremento en la producción a partir de la medición de la situación actual e implementarla.

3. Definir el costo beneficio según la propuesta para identificar la ganancia

1.6. Alcances y limitaciones

1.6.1. Alcances.

El alcance de este proyecto abarca al grupo de colaboradores que trabajan en el turno que va de las 6:00 a.m. a las 2:00 p.m. en el Departamento de producción de Align Technology, albergado en San Antonio Business Park Belén, Heredia, Costa Rica.

- ❖ La primera parte del proyecto es un diagnóstico de la situación actual del proceso que incluye los resultados de la recolección de datos preliminares y su respectivo análisis, el cual permite definir los pasos siguientes para la consecución del proyecto.
- ❖ La segunda parte es una propuesta de mejora, que permita solucionar el problema planteado desde el punto de vista de beneficio para la realidad del departamento de producción.

1.6.2. Limitaciones.

Dentro de las limitaciones se destacan:

- ❖ No existe un estudio previo por parte de la organización que trate de estandarizar, controlar o medir el desempeño, lo cual lo hace evidente y necesario.

- ❖ Los datos han sido modificados de forma consecuente para que sean paralelos a la situación real pero no exactamente los reales.
- ❖ En relación con el punto anterior, no se permitió explicar a profundidad el funcionamiento de la herramienta TREAT ni proveer detalles al respecto, por una política de confidencialidad organizacional.
- ❖ Complejidad de la información, ya que mucha de esta no se encuentra sistematizada y se debió recopilarla de muchas fuentes al mismo tiempo.
- ❖ El plan tiene que realizarse de tal manera que no se afecten las operaciones de producción actuales.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco conceptual relativo al aspecto de la carrera

2.1.1. Metodología DMAIC.

En este sentido, se define la metodología DMAIC, correspondiente a la de mejora continua Six Sigma, esta se entiende como aquella enfocada a la mejora incremental de procesos existentes, es una estrategia de calidad basada en estadística, que da importancia a la recolección de información y a la veracidad de los datos como base de una mejora y así minimizar la posibilidad de error (Martínez, 2007, p. 80).

Otra definición de DMAIC la proporciona Prieto (2010), que la conceptualiza como el “proceso que consta de cinco pasos (definir, medir, analizar, mejorar y controlar) los cuales se van desarrollando en una serie de actividades que permite desarrollar los procesos reduciendo la variación y centrándolos en el valor nominal deseado”.

2.1. 2. Balanceo de líneas de producción.

La línea de producción es reconocida como la principal forma de producir grandes cantidades de elementos normalizados a costos bajos.

El balanceo de líneas de ensamble consiste en agrupar actividades u operaciones que cumplan con el tiempo de ciclo determinado con el fin de que cada línea de producción tenga continuidad; es decir que, en cada estación o centro de trabajo, cuente con un tiempo de proceso uniforme o balanceado, de esta manera las líneas de producción pueden ser continuas y no tener cuellos de botella.

En su estado más refinado, la producción en línea es una disposición de áreas de trabajo en el cual las operaciones consecutivas están colocadas inmediata y

mutuamente adyacentes, en donde el material se mueve continuamente y a un ritmo uniforme a través de una serie de operaciones equilibradas que permiten efectividad simultánea en todos los puntos, moviéndose el producto hacia el fin de su elaboración a lo largo de un camino razonable directo.

Los obstáculos a los que nos enfrentaremos al tratar de balancear una línea de producción serán (Henry Ford 1913)

- Líneas con diferentes tasas de producción
- Inadecuada distribución de planta
- Variabilidad de los tiempos de operación.

Para remediar esta situación se deben nivelar las cargas de trabajo, de tal manera que los operarios tengan una misma cantidad de trabajo en un tiempo determinado, de modo que se pueda reducir al máximo el tiempo ocioso de las estaciones de trabajo mediante una secuencia tecnológica predeterminada.

2.1. 3. Cargas de trabajo

La carga de trabajo es la cantidad de actividad que puede ser asignada a una parte o elemento de una cadena productiva sin entorpecer el desarrollo total de las operaciones. La carga de trabajo puede estar formada por una o varias unidades mínimas de trabajo (Kroëmer 1989).

En los procesos de producción continua, que anteriormente se le conocía como producción industrial, se utiliza el concepto de la “Carga de Trabajo”, el cual relaciona el volumen de trabajo a realizar con el tiempo que se lleva cada uno de dichos trabajos. Su resultado establece el número de agentes o estaciones de

servicio activas que se requieren para atender los servicios de clientes programados, siempre y cuando, éstos vengan realmente en forma programada

2.1. 4. Diagnóstico.

Según Cardona, Chiner y Lattur (2006) se define diagnóstico como el conocimiento de carácter científico que se obtiene, por un lado, de la información recogida a través de la acumulación de datos procedentes de la experiencia y, por otro lado, de la información recogida a través de medios técnicos, lo cual implica una labor de síntesis de toda la información recogida y una cierta competencia o dominio técnico del orientador.

Por su parte, Ruiz (2006) lo define como un proceso de conocimiento de la naturaleza, cualidades, características, manifestaciones, explicaciones, magnitud, trascendencia de una situación o un fenómeno de interés, para expresar un juicio fundamentado respecto a la situación encontrada frente a la situación ideal y orientar la intervención correspondiente.

La consecuencia más directa de la carga de trabajo tanto física como mental, es la fatiga. Se puede definir la fatiga como la disminución de la capacidad física y mental de un individuo después de haber realizado un trabajo durante un período de tiempo determinado. Las causas de la fatiga pueden ser por posturas corporales, desplazamientos, sobreesfuerzos o manejos de cargas (físicos) y/o por excesiva recepción de información, tratamiento de la información, fatiga por intentar dar respuesta a todo.

Históricamente, el trabajo implicaba la realización de trabajos con altas exigencias físicas, pero actualmente a raíz de la mecanización y automatización de los sistemas de trabajo, las exigencias físicas han disminuido siendo cada vez más frecuentes los puestos de trabajo con mayores exigencias psicológicas.

La Ergonomía y Psicología Aplicada es la técnica preventiva cuyo objetivo es el de ajustar estos requerimientos físicos y/o psicológicos del trabajo a las capacidades, limitaciones y necesidades de la persona, evitando los riesgos para la salud que puede sufrir el trabajador si no se da este ajuste.

2.1.5. Mejoramiento.

En este sentido, Gutiérrez y De la Vara (2010) mencionan que “el objetivo de esta etapa es proponer e implementar soluciones que atienden las causas raíz y asegurarse que se corrija o reduzca el problema”.

2.1.6. Procesos.

Este concepto se entiende como “un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados” (Gutiérrez y De la Vara, 2010).

2.1.7. Calidad.

Cuatrecasas (2010) define calidad como:

El conjunto de características que posee un producto o servicio, así como su capacidad de satisfacción de los requerimientos del usuario. La calidad supone que el producto o servicio deberá cumplir con las funciones y especificaciones para las que ha sido diseñado y que deberán ajustarse a las expresadas por los consumidores o clientes del mismo. La competitividad exigirá, además, que todo ello se logre con rapidez y al mínimo coste, siendo así que la rapidez y bajo coste serán, con toda seguridad, requerimientos que pretenderá el consumidor del producto o servicio.

2.1.8. Gestión de la información.

La gestión de la información se puede entender como “todo lo que tiene que ver con obtener la información correcta, en la forma adecuada, para la persona indicada, al costo correcto, en el momento oportuno, en el lugar indicado para tomar la acción precisa” (EcuRed, 2017). Se define como “...el proceso mediante el cual se obtienen, despliegan o utilizan recursos básicos (económicos, físicos, humanos, materiales) para manejar información dentro y para la sociedad a la que sirve” (EcuRed, 2017). Busca la gestión del ciclo de vida de este recurso y está presente en todas las organizaciones. Existen unidades específicas que se encargan de este recurso llamadas unidades de información.

2.1.9. Productividad.

Según el Diccionario de la Real Academia Española, productividad se define como: “relación entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, energía, etc.”. Gutiérrez y De la Vara (2010) mencionan que la productividad:

Se mide por el coeficiente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc.

2.1.10. Estudio de tiempos.

El concepto de estudio de tiempos se refiere a que:

Los estándares de tiempo establecidos con precisión hacen posible incrementar la eficiencia del equipo y el personal operativo, mientras que los estándares mal establecidos, aunque es mejor tenerlos que no tener estándares, conducen a costos altos, inconformidades del personal y posiblemente fallas de toda la empresa. Diferencia entre el éxito y el fracaso de un negocio (Niebel y Freivalds, 2009).

2.2. Herramientas estadísticas

2.2.1. Población.

Se define como:

...el conjunto de todos los elementos que tienen una característica común.

Una población puede ser finita o infinita. Es población finita cuando está delimitada y conocemos el número que la integran, así por ejemplo: estudiantes de algunas universidades mexicanas. Es población infinita cuando a pesar de estar delimitada en el espacio, no se conoce el número de elementos que la integran, así por ejemplo: todos los profesionales universitarios que están ejerciendo su carrera (Suárez, 2004).

2.2.2. Muestra.

Se define como una representación significativa de las características de una población, que bajo, la asunción de un error estudiamos las características de un conjunto poblacional mucho menor que la población global.

Al respecto, Spiegel (1991) indica que: “se llama muestra a una parte de la población a estudiar que sirve para representarla”.

2.2.3. Tamaño de la muestra.

En estadística el tamaño de la muestra es el número de sujetos que componen la muestra extraída de una población, necesarios para que los datos obtenidos sean representativos de la población (González, 2013).

Importancia del tamaño de muestra:

1. Estimar un parámetro determinado con el nivel de confianza deseado.
2. Detectar una determinada diferencia, si realmente existe, entre los grupos de estudio con un mínimo de garantía.
3. Reducir costos o aumentar la rapidez del estudio.

2.2.4. Cálculo del tamaño de la muestra.

Para calcular el tamaño de la muestra suele utilizarse la siguiente fórmula:

Figura 2. Fórmula tamaño de la muestra

$$n = \frac{N \times Z^2 \times P^2}{(N - 1) E^2 + Z^2 \times P^2}$$

Fuente: <http://www.ifad.org>

Donde:

n= tamaño de muestra (población 100.178 casos)

z= nivel de confianza (95% = 1.96)

p= probabilidad de que se realice el fenómeno (porcentaje 0.5 %)

q= probabilidad de que no se realice el fenómeno

E= error muestral (5% =0.05)

Se muestra el desarrollo de la fórmula para obtener la muestra con la cual se trabaja el proyecto

$$n = \frac{100.178 \times (1.96)^2 \times (0.5)^2}{(100.177) (0.05)^2 + (1.96)^2 \times (0.5)^2}$$

$$n = 383$$

Los datos del tamaño de la población utilizado para desarrollar la fórmula se toman del histórico de producción de casos y se puede identificar más adelante en la figura 20.

2.3. Herramientas para diagnosticar la situación actual

2.3.1. Diagrama de Pareto.

Al respecto, se indica:

El diagrama de Pareto, también llamado curva cerrada o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite, pues, asignar un orden de prioridades (Parrales, 2007).

Este es un diagrama de columnas que ordena las causas del problema por su importancia. Se basa en el principio de Pareto donde se expone que la mayoría de los efectos de un problema corresponde al 80 %, se deben solo a una pequeña cantidad de causas, estar serian el 20%.

Los datos obtenidos están distribuidos por tres categorías, la categoría A refleja las mayores utilidades, las opciones de esta categoría requieren solo el 20% del gasto, pero producen el 80 % de los beneficios. La categoría B ocupa una posición central, mientras que la categoría C aporta al éxito solo el 5 % pero abarca aproximadamente, el 60 % de los gastos. Quality Austria (2006, p. 21).

Ventajas del uso del diagrama de Pareto

- Indica cuáles problemas deben de ser resueltos primero.
- Representa en forma ordenada la ocurrencia del mayor al menor impacto de los problemas o áreas de oportunidad de mejora.
- Es el primer paso para la realización de mejoras.
- Facilita el proceso de toma de decisiones.

Pasos para elaborar el diagrama de Pareto:

Paso 1. Definir el tipo de problemas que se va a investigar.

En el caso de este proyecto se van a investigar los problemas de producción.

Paso 2. Definir el método y el periodo de recolección de los datos.

Para efectos del proyecto se tomarán datos de las producciones realizadas durante el 2018 y 2019.

Paso 3. Construir una tabla para el conteo de datos.

Paso 4. Anotar la información de acuerdo a la frecuencia en forma descendente.

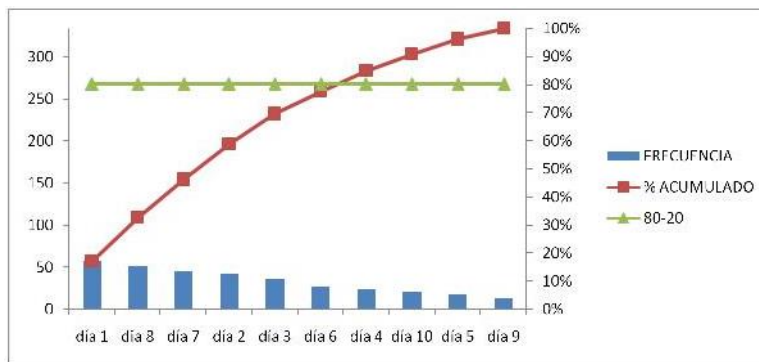
Paso 5. Construir el diagrama de Pareto, el cual consiste en un histograma de barras y una curva acumulada que representan frecuencias y porcentajes (Carot 1998, p. 356).

Figura 3. Tabla de Pareto

Día venta	venta chocola	% acumulado	Frec Acum.	80-20
CAUSA	FRECUENCIA	% ACUMULADO		80-20
día 1	57	17%	57	80%
día 8	52	33%	109	80%
día 7	45	46%	154	80%
día 2	42	59%	196	80%
día 3	36	69%	232	80%
día 6	27	78%	259	80%
día 4	24	85%	283	80%
día 10	20	91%	303	80%
día 5	18	96%	321	80%
día 9	13	100%	334	80%

Fuente: Mis gestiones logísticas, Diagramas, 2010.

Figura 4. Diagrama de Pareto



Fuente: Mis gestiones logísticas, Diagramas, 2010

El diagrama de Pareto en este proyecto va a determinar cuál es el 20 -80 de las causas de las quejas que están afectando la calidad del proceso, así como las áreas de oportunidad de mejora las cuales deben ser trabajadas en orden de mayor a menor impacto del problema.

2.3.2. Ley de Pareto.

Esta ley “se refiere a que pocos elementos (20 %) generan la mayor parte del efecto” (Gutiérrez y De la Vara, 2010).

2.3.3. Diagrama de flujo.

Los diagramas de flujo, también conocidos como flujogramas, corresponden a: “una representación gráfica mediante la cual se representan las distintas operaciones de que se compone un procedimiento o parte de él, estableciendo su secuencia cronológica. Clasificándolos mediante símbolos según la naturaleza de cada cual” (Palacios, 1996,92).

Son una mezcla de símbolos y explicaciones que expresan secuencialmente los pasos de un proceso, de forma tal que este se comprenda más fácilmente.

Se les llama diagramas de flujo porque los símbolos utilizados se conectan por medio de flechas para indicar la secuencia de la operación, en pocas palabras son la representación simbólica de los procedimientos administrativos.

Algunos aspectos que reflejan la utilidad de la herramienta:

- Muestran de manera global la composición de un proceso o procedimiento por lo que favorecen su comprensión al mostrarlo como un dibujo. El cerebro humano reconoce fácilmente los dibujos. Un buen diagrama de flujo reemplaza varias páginas de texto.
- Permiten identificar problemas tales como cuellos de botella o posibles duplicidades que se presentan durante el desarrollo de los procedimientos, así como las responsabilidades y los puntos de decisión.
- Facilitan a los funcionarios el análisis de los procedimientos, mostrando gráficamente quién proporciona insumos o recursos y a quién van dirigidos.

- Sirven como herramienta para capacitar a los nuevos funcionarios, y de apoyo cuando el titular responsable del procedimiento se ausenta, de manera que otra persona pueda reemplazarlo.
- La creación del diagrama de flujo es una actividad que agrega valor, pues el proceso que representa está disponible para ser analizado, no sólo por quienes lo llevan a cabo, sino también por todas las partes interesadas que aportarán nuevas ideas para cambiarlo y mejorarlo.

Algunas recomendaciones para la elaboración del diagrama de flujo según (MIDEPLAN, 2009):

- Debe de indicarse claramente dónde inicia y dónde termina el diagrama.
- Las líneas deben ser verticales u horizontales, nunca diagonales.
- No cruzar las líneas de flujo empleando los conectores adecuados sin hacer uso excesivo de ellos.
- No fraccionar el diagrama con el uso excesivo de conectores.
- Solo debe llegar una sola línea de flujo a un símbolo. Pero pueden llegar muchas líneas de flujo a otras líneas.
- Las líneas de flujo deben de entrar a un símbolo por la parte superior y/o izquierda y salir de él por la parte inferior y/o derecha.
- En el caso de que el diagrama sobrepase una página, enumerar y emplear los conectores correspondientes.
- Todo texto escrito dentro de un símbolo debe ser legible, preciso, evitando el uso de muchas palabras.

- Todos los símbolos tienen una línea de entrada y una de salida, a excepción del símbolo inicial y final.
- Solo los símbolos de decisión pueden y deben tener más de una línea de flujo de salida.
- Cada casilla de actividad debe indicar un responsable de ejecución de dicha actividad.
- Cada flecha representa el flujo de una información.

2.4. Simbología

El lenguaje gráfico de los diagramas de flujo está compuesto de símbolos, cada uno de ellos tiene un significado diferente, lo que garantiza que tanto la interpretación como el análisis del diagrama se realicen de forma clara y precisa.

Asimismo, para asegurar la interpretación unívoca del diagrama de flujo resulta necesario el diseño y escogencia de determinados símbolos a los que se les confiera convencionalmente un significado preciso, así como definir reglas claras con respecto a la aplicación de estos.

Figura 5. Diagrama de Flujo

Símbolo	Significado	¿Para que se utiliza?
	Origen	Este símbolo sirve para identificar el paso previo que da origen al proceso, este paso no forma en sí parte del nuevo proceso.
	Operación	Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Hay una operación cada vez que un documento es cambiado intencionalmente en cualquiera de sus características.
	Inspección	Indica cada vez que un documento o paso del proceso se verifica, en términos de: la calidad, cantidad o características. Es un paso de control dentro del proceso. Se coloca cada vez que un documento es examinado.
	Transporte	Indica cada vez que un documento se mueve o traslada a otra oficina y/o funcionario.
	Demora	Indica cuando un documento o el proceso se encuentra detenido, ya que se requiere la ejecución de otra operación o el tiempo de respuesta es lento.
	Almacenamiento	Indica el depósito permanente de un documento o información dentro de un archivo. También se puede utilizar para guardar o proteger el documento de un traslado no autorizado.
	Almacenamiento Temporal	Indica el depósito temporal de un documento o información dentro de un archivo, mientras se da inicio el siguiente paso.

Fuente: <http://documentos.mideplan.go.cr>

El diagrama de flujo será utilizado en el diseño de la propuesta de este proyecto como base para diseñar el procedimiento que se expondrá como mejora, asignando los procesos respectivos que se desarrollarán, así como la toma de decisiones que se pondrán como opción en el flujo.

2.5. Análisis FODA

En el proceso de planificación estratégica, se utilizan diversas herramientas de análisis para obtener información que permita tomar decisiones acertadas al trazar la trayectoria futura de las organizaciones. Una de las herramientas más utilizadas, por su sencillez y gran utilidad, es el análisis FODA.

El resultado inmediato del análisis FODA (SWOT en inglés; DOFA, FOCA, DAFO, etc. en español, según la traducción y el orden de los elementos

que le componen) es un diagnóstico bastante preciso de la situación actual del entorno interno y externo de la organización. Este es de gran ayuda para los gerentes a la hora de tomar decisiones estratégicas y tácticas.

FODA es una sigla que resume cuatro conceptos: fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Los criterios para ubicar un dato o hecho en una de estas cuatro categorías son básicamente dos:

1. Si son internos o externos a la organización.
2. Si son convenientes o inconvenientes para la organización

Las oportunidades y las amenazas son elementos externos a la organización que esta no puede controlar ni modificar, pero sí aprovechar o manejar.

Las fortalezas y las debilidades son factores internos que la organización sí controla, que dependen de esta.

Es fácil derivar que las oportunidades y las fortalezas son factores favorables para la organización y las debilidades y las amenazas son desfavorables.

Dado lo anterior pueden plantear las siguientes definiciones:

2.5.1. Fortalezas.

Son las características y capacidades internas de la organización que le han permitido llegar al nivel actual de éxito y lo que le distingue de la competencia (ventaja competitiva). La organización tiene control sobre ellas y son relevantes. Algunos ejemplos son el posicionamiento en el mercado, la porción de mercado, exclusividad de un producto de punta, recursos humanos leales y motivados, salarios competitivos, estilo gerencial exitoso, proceso muy eficiente de producción, capital de trabajo adecuado y otros.

2.5.2. Debilidades.

Son las características y capacidades internas de la organización que no están en el punto que debieran para contribuir al éxito y más bien provocan situaciones desfavorables. Al igual que las fortalezas, la organización tiene control sobre ellas y son relevantes. Las fortalezas pueden convertirse en debilidades, por ejemplo, si cambia la estructura salarial y deja de ser competitiva, si ocurre algo que provoque desmotivación importante en los empleados, si se pierde la exclusividad de un producto de punta, si se reduce sustancialmente el posicionamiento en el mercado y así sucesivamente.

2.5.3. Oportunidades.

Son aquellos factores externos a la organización que esta puede aprovechar para obtener ventajas competitivas. La organización no los controla y no dependen de esta, pero puede obtener ventajas de tales hechos relevantes. Algunos ejemplos son una ley que esté por aprobarse, un nuevo esquema tributario, la caída del competidor principal, la producción de empleados calificados en las universidades, el crecimiento acelerado del cliente principal, la apertura de un mercado, etc.

2.5.4. Amenazas.

Son aquellas situaciones que presenta el entorno externo a la organización, que no puede controlar pero le pueden afectar desfavorablemente y en forma relevante. Los mismos ejemplos citados como oportunidades pueden convertirse en amenazas si su efecto es negativo: una ley puede perjudicar; un mercado importante puede cerrarse; el principal cliente puede elegir otro proveedor

competidor; las universidades pueden dejar de producir el recurso humano que la organización necesita y así sucesivamente.

La utilidad del FODA radica en diseñar las estrategias para utilizar las fortalezas en forma tal que la organización pueda aprovechar las oportunidades, enfrentar las amenazas y superar las debilidades. De un buen análisis FODA surge toda una gama de planes de acción estratégicos y proyectos para lograr el éxito (Orlich, 2007).

Este análisis FODA se utilizará en el proyecto en el análisis de la situación actual de la empresa para determinar los puntos internos y externos que pueden estarla afectando, hasta convertirse en debilidades o amenazas y así mismo determinar las oportunidades y fortalezas para su mejor aprovechamiento; de esta manera se dará un escenario más claro del panorama en el que se encuentra Align, enfocado al problema principal que se va exponer en este proyecto.

2.6. Diagrama de Ishikawa

El Diagrama Causa-Efecto es llamado usualmente Diagrama de Ishikawa porque fue creado por Kaoru Ishikawa, experto en dirección de empresas interesado en mejorar el control de la calidad; también es llamado Diagrama Espina de Pescado porque su forma es similar al esqueleto de un pez.

En este sentido, Sacristán (2013) señala:

Representación gráfica compuesta de líneas y símbolos que tiene por objeto representar una relación entre un efecto y sus causas. Estos diagramas han sido creados para describir un conjunto de factores concretos (p.80).

El diagrama causa-efecto identifican las causas del defecto responsables del defecto en el producto considerado, a fin de que se puedan aplicar las acciones correctivas necesarias.

Es probable que para cada efecto haya diversas categorías principales de causas, entre estas se pueden mencionar:

- Mano de obra
- Material
- Métodos
- Máquina
- Medios (control, utillaje, herramienta, entorno)
- Mantenimiento

Esta herramienta de análisis puede ser utilizada para:

- Categorizar muchas causas potenciales de un problema o cuestión de manera ordenada.
- Analizar qué es lo que está sucediendo realmente con un proceso.
- Capacitar a los equipos y las personas y acerca de nuevos procesos y procedimientos corrientes (Chang y Niedzwiecki, 1999, p. 47).

Pasos para construir un diagrama de Ishikawa:

Paso 1. Definición del problema, ubicado en el cuadro que representa la cabeza de pescado.

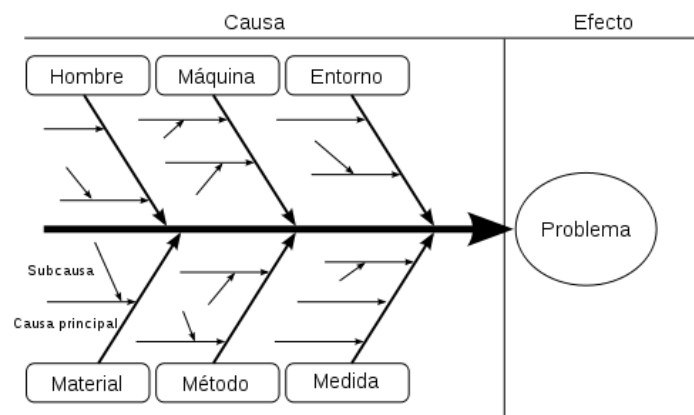
Paso 2. Determinar las causas que posiblemente producen la situación que se estudia, se colocan flechas con el nombre de las principales categorías.

Paso 3. Lluvia de Ideas, se identifican las causas potenciales del problema.

Paso 4. Examinar cada categoría principal de causa y de estas se despliegan causas secundarias.

Paso 5. Se identifican las causas con más recurrentes y se priorizan.

Figura 6. Diagrama de Ishikawa



Fuente: www.wikipedia.org

Esta herramienta de análisis será utilizada dentro del proyecto para el diagnóstico de las principales causas que están generando el atraso en la producción de parte de los técnicos, de esta manera se podrán identificar y priorizar, dando un panorama más claro de la situación actual y desplegando los aspectos más importantes para el análisis del problema.

2.7. Los cinco Por qué

Los cinco por qué son una solución para problemas inventada por Sakichi Toyoda, fundador de Toyota. Cuando algo va mal se debe preguntar por qué 5 veces, con la finalidad de encontrar la raíz del problema.

Según Muro (2010): “Los Cinco Por qué es una técnica sistemática de preguntas utilizada durante la fase de análisis de problemas para buscar posibles causas principales de un problema”.

Con frecuencia, la respuesta al primer “por qué” provocará otro “por qué” y la respuesta al segundo “por qué” provocará otro y así sucesivamente; de ahí el nombre de la técnica de los 5 Por qué.

Algunos beneficios de los cinco porqué según, González (2012):

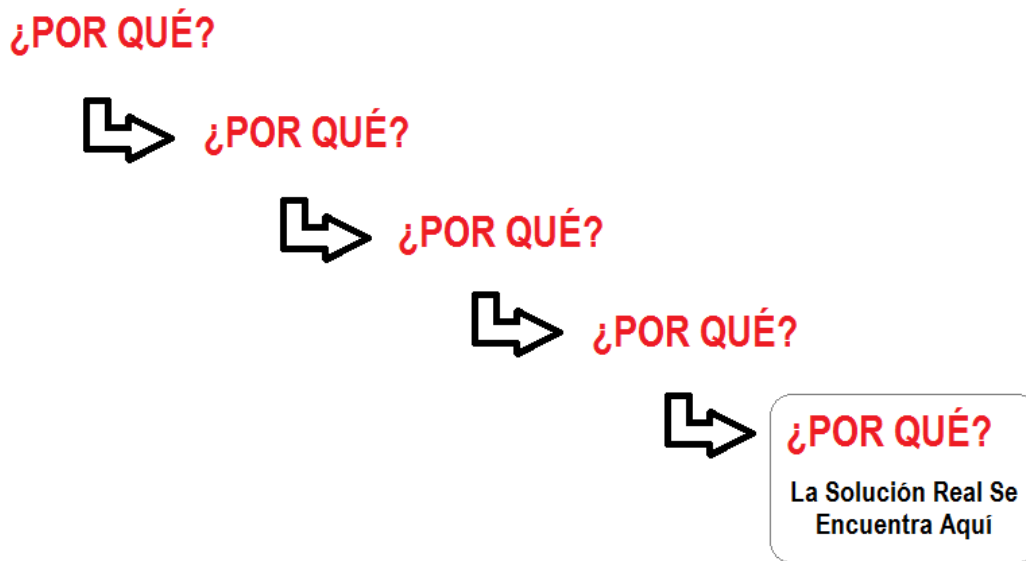
- Ayuda a determinar rápidamente la causa raíz de un problema.
- Es simple, fácil de aprender y de aplicar.

Pasos para la utilización de la herramienta

1. Realizar una sesión de Lluvia de Ideas normalmente utilizando el modelo del Diagrama de Causa y Efecto.
2. Una vez que las causas probables hayan sido identificadas, empezar a preguntar “¿Por qué es así?” o “¿Por qué está pasando esto?”
3. Continuar preguntando Por Qué al menos cinco veces. Esto reta al equipo a buscar a fondo y no conformarse con causas ya “probadas y ciertas”.
4. Habrá ocasiones en las que se podrá ir más allá de las cinco veces preguntando Por Qué para poder obtener las causas principales.

5. Durante este tiempo se debe tener cuidado de NO empezar a preguntar “Quién”. Es muy importante recordar que el equipo está interesado en las causas del problema y no en las personas involucradas.

Figura 7. Los cinco por qué



Fuente: Blog logística y producción

La técnica de los 5 por qué es una sencilla y frecuentemente efectiva herramienta para descubrir la raíz de un problema. Debido a su fácil empleo y uso, se puede adoptar rápidamente y aplicarla a la gran mayoría de los problemas.

Para el presente proyecto esta técnica será utilizada poniendo en práctica la pregunta de los cinco por qué y así sucesivamente como parte del análisis de la situación actual para determinar las causas principales del problema.

2.8 Marco de la gestión de proyectos

Para llevar a cabo este proyecto se empleó el método DMAIC, explicado por Gutiérrez y De la Vara (2013) como “en el nivel operacional, Seis Sigma tiene una naturaleza táctica que se enfoca a mejorar métricas de eficiencia operacional, como tiempos de entrega, costos de no calidad y defectos por unidad”.

Asimismo, las fases que se deben seguir para completar el proceso de forma exitosa: Definir el proyecto (D) En la etapa de definición se enfoca el proyecto, se delimita y se sientan las bases para su éxito. Medir la situación actual (M) El objetivo general de esta segunda fase es entender y cuantificar mejor la magnitud del problema o situación que se aborda con el proyecto. Medir la situación actual (M) El objetivo general de esta segunda fase es entender y cuantificar mejor la magnitud del problema o situación que se aborda con el proyecto. Analizar las causas raíz (A) La meta de esta fase es identificar la(s) causa(s) raíz del problema (identificar las X vitales), entender cómo es que éstas generan el problema y confirmar las causas con datos. Mejorar (M) El objetivo de esta etapa es proponer e implementar soluciones que atiendan las causas raíz; es decir, asegurarse de que se corrige o reduce el problema. Controlar para mantener la mejora (C) Una vez que las mejoras deseadas han sido alcanzadas, en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las X vitales) y se cierra el proyecto. Estas son las fases que permitieron llevar un avance ordenado y provechoso del proyecto en cuestión, las cuales se desarrollaron durante el plazo del proyecto.

2.9. Marco conceptual referente al impacto de un proyecto

Utilizar estas metodologías de mejora representa una reducción de costos para las compañías, ya que permite medir su efectividad y éxito. Esto se evidencia en los datos que Hahn et al., 2000 y Harry, 1998 (citados por Gutiérrez y De la Vara, 2013), quienes exponen sobre los resultados obtenidos por Motorola, Allied Signal y GE gracias a Seis Sigma:

- Motorola logró aproximadamente 1 000 millones de dólares en ahorros durante tres años, y el premio a la calidad Malcolm Baldrige en 1988.
- Allied Signal ahorró más de 2 000 millones de dólares entre 1994 y 1999.
- GE alcanzó más de 2 570 millones de dólares en ahorros en tres años (1997-1999).

2.9.1. Análisis beneficio costo.

Acerca de este concepto se dice que:

El análisis costo-beneficio es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión con el fin de evaluar su rentabilidad, entendiéndose por proyecto de inversión no solo como la creación de un nuevo negocio, sino también, como inversiones que se pueden hacer en un negocio en marcha tales como el desarrollo de nuevo producto o la adquisición de nueva maquinaria (Crece negocios, 2012).

Además, se indica:

Mientras que la relación costo-beneficio (B/C), también conocida como índice neto de rentabilidad, es un cociente que se obtiene al dividir el Valor Actual de los Ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) entre el Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales (VAC) de un proyecto (Crece negocios, 2012).

Figura 8. Fórmula costos

$$B/C = VAI / VAC$$

Fuente: <http://www.crecenegocios.com/el-analisis-costo-beneficio>

Según el análisis costo-beneficio, un proyecto o negocio será rentable cuando la relación costo-beneficio es mayor que la unidad.

$B/C > 1 \rightarrow$ el proyecto es rentable

Significa que el valor de los ingresos es superior al de los egresos, es decir que los valores económicos del proyecto son positivos,

Según Crece Negocios (2012) los pasos necesarios para hallar y analizar la relación costo-beneficio son los siguientes:

1. Hallar costos y beneficios: en primer lugar, hallamos la proyección de los costos de inversión o costos totales y los ingresos totales netos o beneficios netos del proyecto o negocio para un periodo de tiempo determinado.
2. Convertir costos y beneficios a un valor actual: debido a que los montos que hemos proyectado no toman en cuenta el valor del dinero en el tiempo (hoy

en día tendrían otro valor), debemos actualizarlos a través de una tasa de descuento.

3. Hallar relación costo-beneficio: dividimos el valor actual de los beneficios entre el valor actual de los costos del proyecto.
4. Analizar relación costo-beneficio: si el valor resultante es mayor que 1 el proyecto es rentable, pero si es igual o menor que 1 el proyecto no es viable pues significa que los beneficios serán iguales o menores que los costos de inversión.
5. Comparar con otros proyectos: si tendríamos que elegir entre varios proyectos de inversión, teniendo en cuenta el análisis costo-beneficio, elegiríamos aquél que tenga la mayor relación costo-beneficio.

El análisis costo beneficio es una técnica importante dentro del ámbito de la teoría de la decisión. Pretende determinar la conveniencia de un proyecto mediante la enumeración y valoración posterior en términos de todos los costes y beneficios derivados directa e indirectamente de dicho proyecto, por ello se tomarán en cuenta como parte de la propuesta de este proyecto para determinar la rentabilidad de este, elaborando una proyección de costos y beneficios.

2.9.2. Diagrama de Gantt.

El diagrama de Gantt es una herramienta que le permite al usuario modelar la planificación de las tareas necesarias para la realización de un proyecto. Esta herramienta fue inventada por Henry L. Gantt en 1917.

Al respecto, Ríos (2009), explica:

El diagrama de Gantt es una herramienta muy utilizada en la actualidad, su objetivo es el de mostrar el tiempo programado, las fechas de iniciación y terminación para las diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado.

Eje horizontal: un calendario, o escala de tiempo definido en términos de la unidad más adecuada al proyecto a ejecutar: hora, día, semana, mes, etc.

Eje vertical: Las tareas que constituyen el proyecto a ejecutar. A cada tarea se representa por una línea horizontal cuya longitud es proporcional a la duración en la escala de tiempo (eje horizontal).

Los diagramas de Gantt se usan para representar por medio de barras las actividades con longitud de duración (calendarización de actividades).

Cómo crear un diagrama de Gantt

En un diagrama de Gantt, cada tarea es representada por una línea, mientras que las columnas representan los días, semanas, o meses del programa, dependiendo de la duración del proyecto. El tiempo estimado para cada tarea se muestra a través de una barra horizontal cuyo extremo izquierdo determina la fecha de inicio prevista y el extremo derecho determina la fecha de finalización estimada. Las tareas se pueden colocar en cadenas secuenciales o se pueden realizar simultáneamente.

Si las tareas son secuenciales, las prioridades se pueden confeccionar utilizando una flecha que desciende de las tareas más importantes hacia las tareas

menos importantes. La tarea menos importante no puede llevarse a cabo hasta que no se haya completado la más importante.

A medida que progresa una tarea, se completa proporcionalmente la barra que la representa hasta llegar al grado de finalización. Así, es posible obtener una visión general del progreso del proyecto rastreando una línea vertical a través de las tareas en el nivel de la fecha actual.

Ventajas del diagrama de Gantt

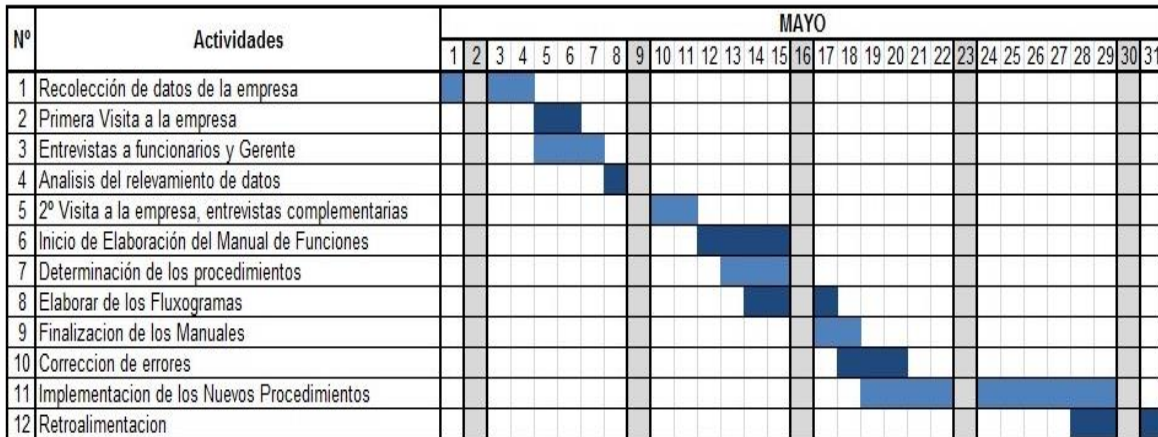
- Es muy sencilla y fácil de entender.
- Da una representación global del proyecto.
- Permite hacer sin muchas dificultades.
- Lo maneja los paquetes Computacionales.

Desventajas del diagrama de Gantt.

- No muestra relaciones de procedencia entre actividades claramente.
- No permite optimizar el desarrollo de un programa.
- No muestra las actividades críticas o claves de un proyecto

Figura 9. Diagrama de Gantt

DIAGRAMA DE GANTT
 Secuencia de la elaboración de los Manuales de procedimientos para empresa XX



Fuente: <http://negocioaz.com>

2.9.3. Estructura jerárquica de actividades (WBS).

En este sentido, se indica que:

Una Estructura Jerárquica de Actividades, también conocida por su nombre en inglés *Work Breakdown Structure* o WBS, es en gestión de proyectos una descomposición jerárquica orientada al entregable, del trabajo a ser ejecutado por el equipo de proyecto, para cumplir con los objetivos de éste y crear los entregables requeridos, con cada nivel descendente de la estructura Jerárquica de Actividades representando una definición con un detalle incrementado del trabajo del proyecto. La Estructura Jerárquica de Actividades es una herramienta fundamental en la gestión de proyectos (Ekok, 2006).

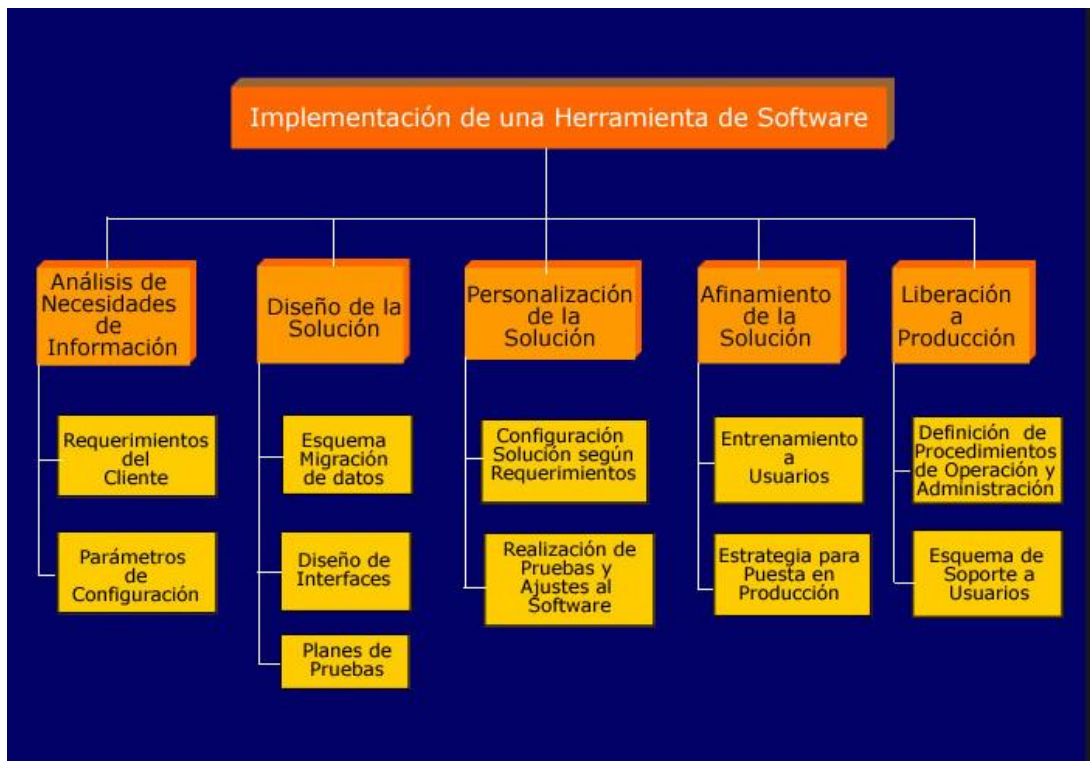
El propósito de una Estructura Jerárquica de Actividades es organizar y definir el alcance total aprobado del proyecto según lo declarado en la documentación vigente. Su forma jerárquica permite una fácil identificación de los elementos finales, llamados "Paquetes de trabajo". Se trata de un elemento exhaustivo en cuanto al alcance del proyecto, la Estructura Jerárquica de Actividades sirve como la base para la planificación del proyecto. Todo trabajo a ser hecho en el proyecto debe poder rastrear su origen en una o más entradas de la Estructura Jerárquica de Actividades.

Cómo construir una Estructura Jerárquica de Actividades

- Se debe tener claridad respecto del alcance del trabajo a ejecutar en el momento de elaborar el quiebre, el que debe estar documentado en la "Declaración de Alcance del Proyecto".
- El proceso de desglose o descomposición debe ser progresivo y representar siempre el alcance completo, esto significa que para generarla se debe proceder desde lo general a lo particular, y cada nivel debe ser el resultado de la integración del nivel siguiente.
- Generalmente no debe tener más de 100 o 200 elementos terminales.
- Debería tener 3 o 4 niveles de profundidad, y cada nivel debería tener entre 5 y 9 elementos de ancho.
- Consejos a tener en cuenta al construir un WBS
- Identificar los principales componentes del proyecto en términos de resultados tangibles y verificables de manera que se facilite la evaluación del rendimiento.

- Los entregables deben descomponerse de manera lógica al nivel que representa la forma como serán producidos (diseñados, comprados, subcontratados, fabricado).

Figura 9. Estructura Jerárquica de Actividades



Fuente: <http://www.expertconsulting.com>.

La Estructura Jerárquica de Actividades será desarrollada durante este proyecto, asignando cada una de las tareas de manera jerárquica en las siguientes cuatro divisiones: anteproyecto, diagnóstico de la situación actual, diseño de la propuesta, evaluación y seguimiento.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se llevará a cabo en este proyecto será definido por medio del análisis de los puntos que se detallan a continuación.

3.1.1. Tipo de finalidad.

Según la Finalidad de la investigación puede ser clasificada como teórica, práctica o mixta:

La investigación teórica se define como “aquella actividad orientada a la búsqueda de nuevos conocimientos y nuevos campos de investigación sin un fin práctico específico e inmediato” (De la Orden, 1985). Tiene como fin “crear un cuerpo de conocimiento teórico sobre los fenómenos educativos, sin preocuparse de su aplicación práctica. Se orienta a conocer y persigue la resolución de problemas amplios y de validez general” (Fox, 1981, p. 128).

Por su parte, la investigación práctica tiene como finalidad primordial la resolución de problemas prácticos inmediatos en orden a transformar las condiciones del acto didáctico y a mejorar la calidad educativa. Él propósito de realizar aportaciones al conocimiento teórico es secundario.

La investigación mixta puede estar enfocada en el reforzamiento de conocimientos, así como también en la resolución de problemas y búsqueda de mejoras.

Esta investigación se considera de tipo práctica ya que está enfocada en el diseño de una propuesta y en la búsqueda de mejoras al departamento de Set up and Stage, por cuanto el aporte teórico que se pueda brindar no es un aspecto primordial.

3.2. Marco de referencia

El marco de Referencia es la extensión del tema y el problema de estudio, la investigación se clasifica en mega, macro y micro.

- Mega: es un estudio que se realiza a nivel global en toda la empresa o país.

En el caso de este proyecto se desarrollará en la empresa Align Technology en la Sede de Costa Rica.

- Macro: es el que sólo aborda el funcionamiento administrativo de un departamento.

A nivel macro se abarcará en el departamento de Producción de Align Technology.

- Micro: el que estudia únicamente un proceso o subproceso administrativo de trabajo dentro de dicho departamento.

Específicamente a nivel micro este proyecto se elaborará en el proceso de producción de Set up and Stage.

3.3. Dimensión temporal

Desde el punto de vista de dimensión temporal puede ser clasificada en transversal o longitudinal.

3.3.1. Diseño transversal.

“Los diseños transversales implican la recolección de datos en un solo corte en el tiempo” (Díaz, 2007)

3.3.2. Diseño longitudinal.

En cuanto a los diseños longitudinales, estos “reúnen datos en dos o más momentos. La aplicación de un diseño longitudinal es recomendable para el tratamiento de problemas de investigación que involucran tendencias, cambios o desarrollos a través del tiempo” (Díaz, 2007).

En el caso de esta investigación es de carácter transversal ya que será realizada durante un corto periodo de tiempo, entre 4 o 5 meses, y la recolección de datos será realizada en un solo momento.

3.4. Naturaleza de la investigación

En cuanto a la naturaleza, las investigaciones son cualitativas, cuantitativas o mixtas. En el caso de las cualitativas, es la información sobre lo que las personas sienten, piensan y opinan acerca de una situación concreta. El tipo de queja, la percepción sobre el trato, lo amigable o no que es un software, o la imagen que se tiene sobre una organización es información, propia de un estudio de corte cualitativo.

En el segundo caso, las cuantitativas, es lo relativo a los datos, cifras, números, cantidades. Los estudios de corte cuantitativos a nivel de ejemplo, recolectan datos e información sobre cantidad de producción, cantidad de clientes, cantidad de computadoras, nivel de eficiencia de un empleado, porcentaje de morosidad, tiempo que se tarda para atender a un cliente.

También se puede dar una investigación mixta que haga referencia de ambas, en donde se dan aspectos cualitativos y cuantificables.

En el caso de este proyecto desde el punto de vista de la naturaleza es de tipo cuantitativa, ya que es medible y utiliza datos, cifras así como recolección de datos en la información sobre la producción.

3.5. Condición en que se realiza la investigación

Esta clasificación distingue el lugar donde se desarrolla la investigación, puede ser de campo, de laboratorio o mixta.

En la investigación de laboratorio dado que el máximo objetivo es el control, se realiza en un ambiente controlado (de tipo laboratorio) pues carece de las características propias del ambiente natural., es de tipo experimental.

La investigación de campo es aquella que se centra en hacer el estudio donde el fenómeno se da de manera natural, de este modo se busca conseguir la situación lo más real posible. Se pueden incluir experimentos de campo.

En cuanto a la investigación mixta en esta puede existir presencia de ambas, de campo o de laboratorio, se da en el lugar específico de la investigación, así como también en un ambiente de tipo laboratorio.

Según las condiciones de esta investigación, se clasifica como de campo, ya que se realiza el estudio propiamente en la empresa que es el lugar específico donde se desarrolla el proyecto.

3.6. Carácter de la investigación

Según el carácter de la investigación esta puede ser de tipo exploratoria, descriptiva o explicativa.

- Investigación exploratoria: tiene carácter provisional en cuanto se realiza para obtener un primer conocimiento de la situación donde se piensa realizar una investigación posterior.
- Investigación descriptiva: tiene como objetivo central la descripción de los fenómenos. Se sitúa en el primer nivel de conocimiento científico. Utiliza métodos descriptivos como la observación.
- Investigación explicativa: su objetivo es la explicación de los fenómenos y el estudio de sus relaciones para conocer su estructura y los aspectos que intervienen en la dinámica de aquellos, Estudia las relaciones de causalidad, Se aplica a áreas. Se considera para efectos de este proyecto como una investigación explicativa porque se tiene un problema y buscamos causas de este, así como también la solución del mismo.

3.7. Sujetos y fuentes de Información

3.7.1. Fuentes de información primaria.

Desde el punto de vista de información primaria se genera un muestreo de las diferentes situaciones las cuales no permiten que los casos cumplan con el tiempo establecido para ser enviados a los doctores o clientes, como resultante de este se va obtener información de las causas para el desarrollo de este proyecto.

En la obtención de esta información van a estar involucrados, el investigador en este caso el autor se brindará aporte en la recolección de muestreo por una supervisora del departamento de producción.

Se va generar información sobre los tiempos de espera que son generados en producción por diversas razones esto con el fin de elaborar la propuesta de mejora en el tiempo de entrega del producto.

3.7.2. Fuentes de información secundaria y cargas de trabajo

Con respecto a la información secundaria se toma en cuenta durante esta investigación los datos de producción de los técnicos, los cuales pueden mostrar cuántos están por debajo y cuántos sobre el estándar de producción.

También se analizan las cargas de trabajo como un motivo por el cual los técnicos no logran llegar a la meta de producción establecida por la empresa.

Se va a tener acceso a ellos por medio de los reportes de producción mensuales de cada celda o equipo de trabajo. Asimismo, se hará uso de información de pronósticos de producción del departamento de *Set up and Stage* para el desarrollo de la propuesta.

3.8. Técnicas e instrumentos de investigación

Existen diversos tipos de instrumentos de investigación como la observación, medición, entrevista o encuesta, cada uno de ellos con características diferentes y adecuadas según sea el tipo de y objeto de la investigación. Los pasos a seguir para la definición del instrumento, son delimitar que se pretende medir u observar.

En este proyecto se utilizará la medición; acerca de ello se indica que es:

...un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan los conceptos o variables que el investigador tiene en mente. En términos cuantitativos: capturo verdaderamente la realidad que deseo capturar (Hernández, 2003, p.345).

En este proyecto, la información es obtenida por medio de medición ya que se pretende demostrar un problema y una propuesta de solución, para demostrar el problema se utiliza la recolección de datos mediante un muestreo de casos producidos y se exponen los resultados con herramientas como Diagramas de Pareto donde son cuantificados los datos.

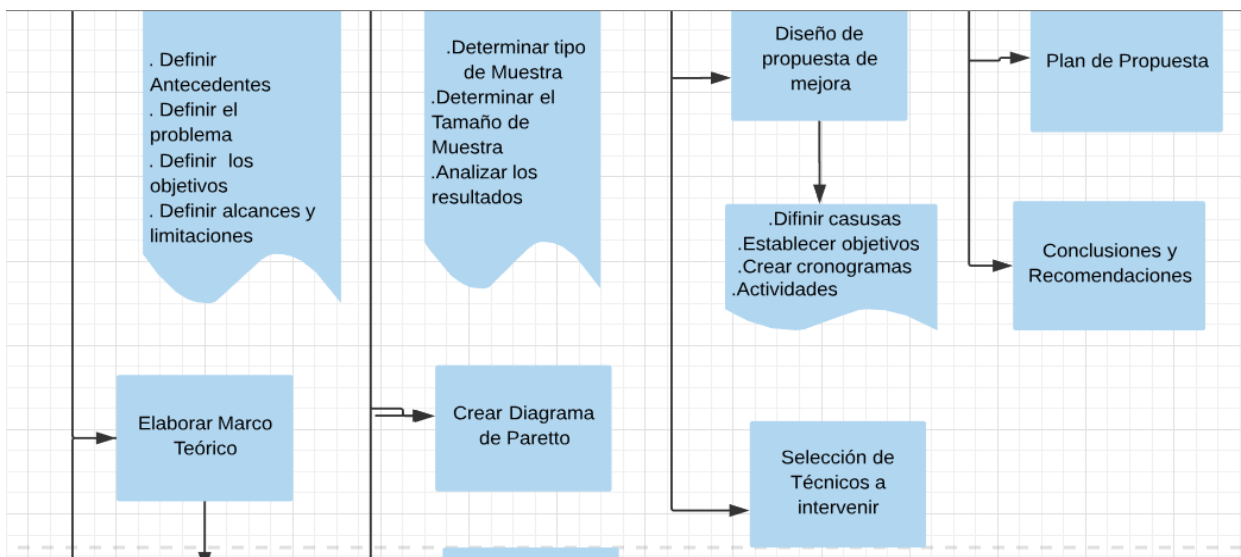
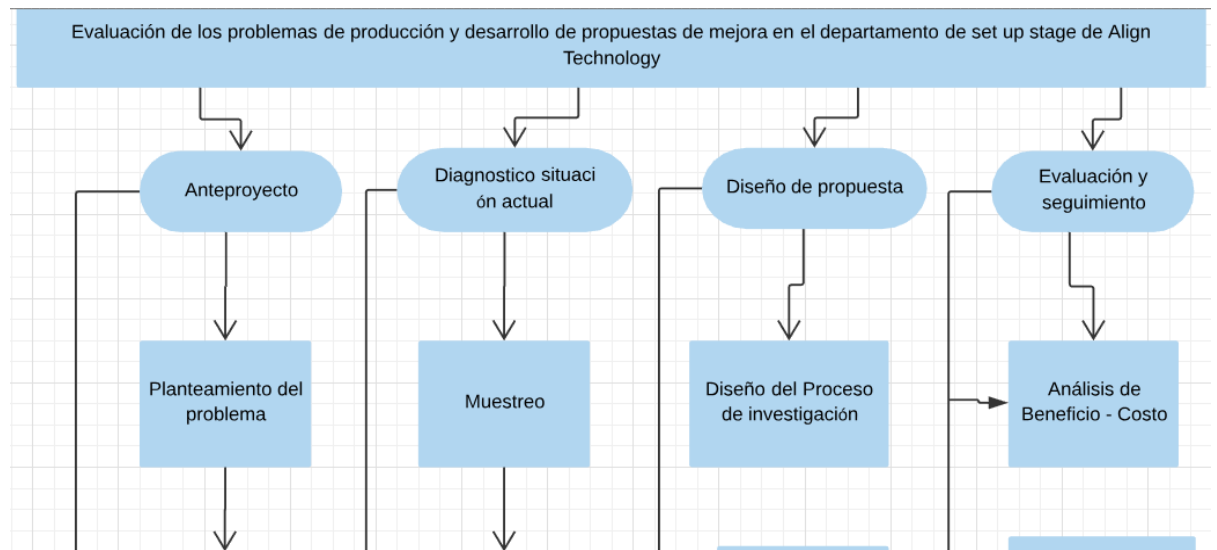
Para el desarrollo de la propuesta también se utilizan herramientas cuantificables como el desarrollo de pronósticos y análisis de costo- beneficio.

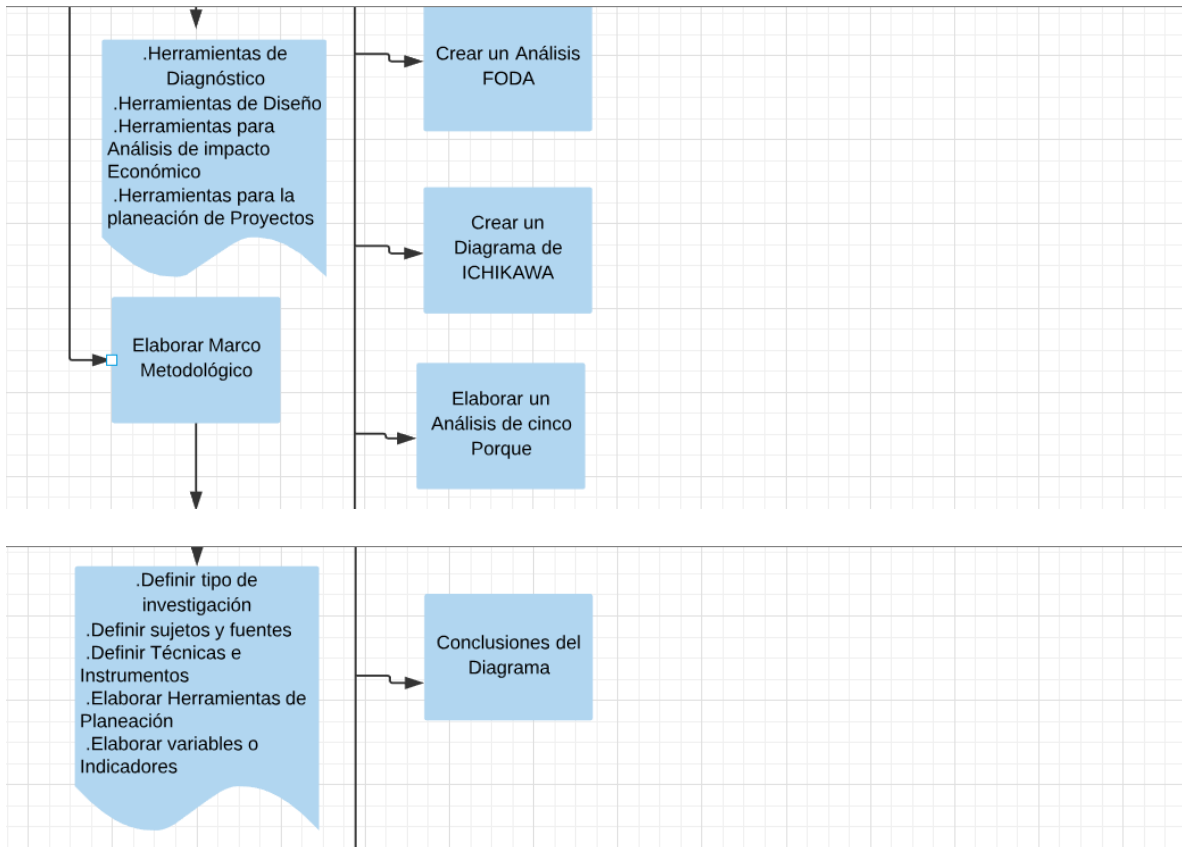
3.9. Herramientas de planeación

3.9.1. Listado de actividades.

El siguiente listado de actividades muestra las tareas que se van a desarrollar durante el proyecto divididas en cuatro fases consecutivas.

Figura 10. Lista de actividades





Fuente: Elaboración Propia

3.9.2. Diagrama de Gantt.

Figura 11. Diagrama de Gantt

DIAGRAMA DE GANTT																												
Actividades	MESES																											
	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO							
	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
FASE 1																												
Planteamiento del problema																												
Definir antecedentes																												
Definir el problema																												
Definir los objetivos																												
Definir alcances y limitaciones																												
Elaborar Marco Teórico																												
Definir Herramientas de Diagnostico																												
Definir Herramientas de Diseño																												
Definir Herramientas para Análisis de impacto Económico																												
Definir Herramientas para planeación de Proyectos																												
Elaborar Marco metodológico																												
Definir tipo de investigación																												
Definir sujetos y fuentes																												
Definir Técnicas e instrumentos																												
Elaborar Herramientas de planeación																												
Elaborar variables o indicadores																												
Muestreo																												
Determinar tipo de muestreo																												
Determinar tamaño de muestra																												
Analizar los resultados																												
Crear Diagrama de paretto																												
Crear un análisis FODA																												
Crear un diagrama ISHIKAWA																												
Elaborar un análisis de cinco por qué																												
Conclusiones del diagnostico																												
Diseño de propuesta de mejora																												
Desarrollo de la mejora																												
Establecer adjetivos de la propuesta																												
Selección pronóstico de mejora																												
Proyección de beneficios																												
Plan de propuesta																												
Conclusiones y recomendaciones																												



Fuente: Elaboración propia.

Se observa en el Diagrama de Gantt que las actividades se van desarrollando semana a semana en forma consecutiva hasta la aprobación del proyecto.

3.10. Variables e indicadores de operalización

Estas son las variables o indicadores del proyecto que determinan el porqué se debe tener una producción competitiva, estable y siempre buscando el cumplimiento de las metas productivas establecidas por la empresa para cada celda de trabajo, debido a que se manejan métricas de PPM (partes por millón) las cuales involucran a la calidad pero que dependen de la producción para poder mantearse estables según los requerimientos de la empresa.

Los PPM son el resultado de la cantidad de quejas de los clientes dividida entre la cantidad de producción multiplicada por un millón, esto determina si una celda se encuentra estable en producción y calidad, lo ideal es tener una buena producción para que no afecte dicha métrica, en caso de tener algunas quejas, pues cuando existe un número acumulado de quejas, se tiene que aumentar la producción para que los PPM no sobrepase la meta correspondiente a 500 PPM mensuales.

Tabla 1. Variables o Indicadores Operacionales

Variables o indicadores	Definición conceptual	Definición Operacional	Definición Instrumental
PPM	Se define como la unidad de medida con la que se evalúa la concentración. Se refiere a la cantidad de unidades de quejas que hay por cada millón de unidades del conjunto.	Número de quejas recibidas/casos aprobados x 1000000 = PPM.	Medición directa realizada por el investigador.
Eficiencia	Significa hacer algo al costo más bajo posible. En términos generales la meta de un proceso eficiente es producir un bien o prestar un servicio utilizando la menor cantidad posible de insumos.	% de cantidad de quejas recibidas versus cantidad de casos aprobados.	Medición directa realizada por el investigador y reportes brindados por el departamento producción.

Variables o indicadores	Definición conceptual	Definición Operacional	Definición Instrumental
Producción	Es la actividad que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios, es decir, consiste en la creación de productos o servicios	Suma de la cantidad de tratamientos aprobados en una celda de trabajo	Medición directa realizada por el investigador basada en datos de reportes brindados por el supervisor

	y, al mismo tiempo, la creación de valor		
Plan de mejora	Un plan de mejora es un conjunto de medidas de cambio que se toman en una organización para mejorar su rendimiento	Valores en porcentajes específicos según el tipo de tratamiento	Medición directa realizada por el investigador.

Variables o indicadores	Definición conceptual	Definición Operacional	Definición Instrumental
Beneficio-Costo	Es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión con el fin de evaluar su rentabilidad	$B/C = VAI / VAC$ donde : $B/C > 1 \rightarrow$ el proyecto es rentable	Medición directa realizada por el investigador basada en datos de ingresos y costos brindados por ingeniería.
Costos del proyecto	Son los recursos económicos que han sido, deben o deberían sacrificarse en el desarrollo de las actividades tendientes a alcanzar un fin determinado	Costos de Mano de Obra + Costos Indirectos.	Medición directa de realizada por el investigador basada en datos brindados por ingeniería.

Fuente: Elaboración propia.

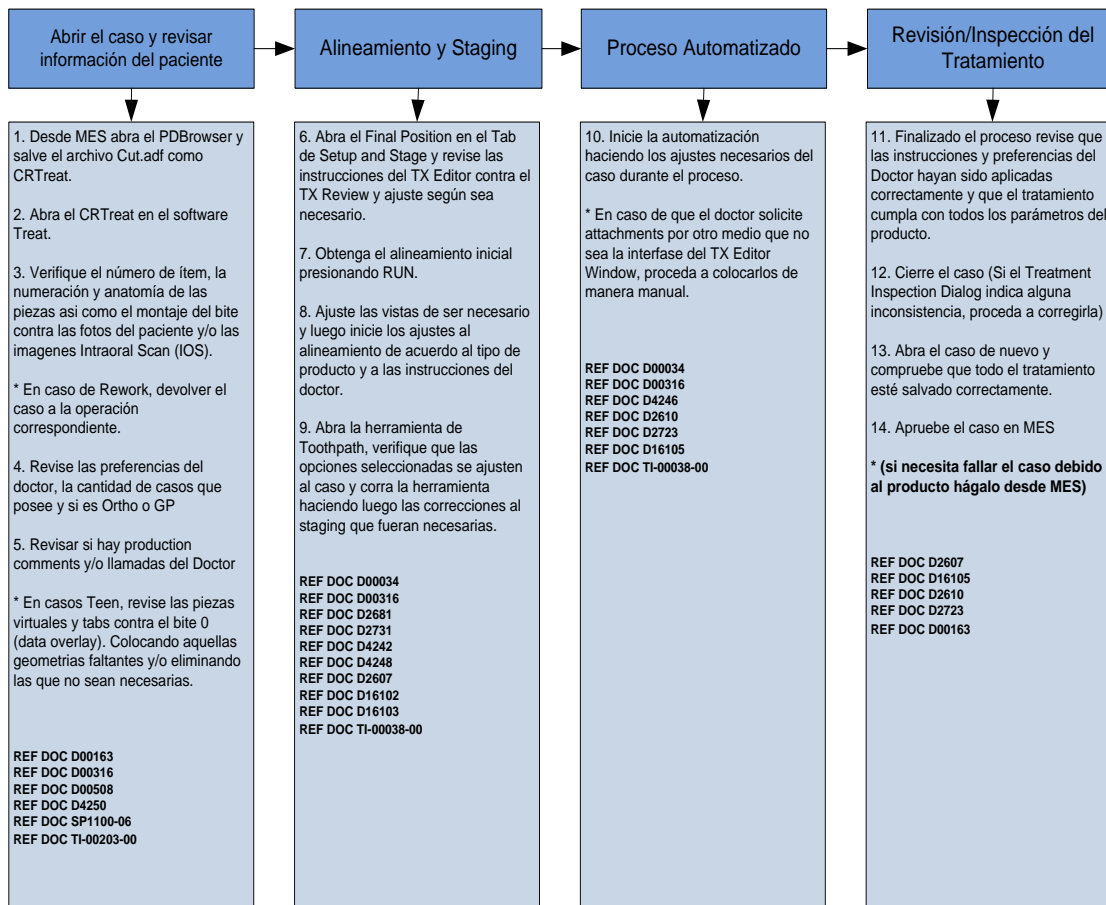
Se observa en la tabla los indicadores relevantes, así como sus definiciones, dentro de la operación la forma como se calcula dentro de la empresa.

CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Descripción del Proceso de Set up and Stage

La elaboración del tratamiento virtual da inicio con los procesos de detallado y corte de impresión y seguidamente de corte y detallado de las piezas, como tercer y más importante está el proceso de Set up and Stage, ya aquí es donde se realiza la alineación virtual de los arcos dentales dando una correcta posición de los dientes de acuerdo con las instrucciones que envía el Dr. para cada caso, debido a esto es el proceso con mayor responsabilidad en la calidad del tratamiento.

Figura 12. Diagrama del Proceso Set Up and Stage



Fuente: Departamento de Ingeniería Align Technology.

A continuación, se detalla cada uno de los pasos del proceso de Set up And Stage descritos anteriormente:

1. Abrir el caso y revisar información del paciente: una vez que el proceso anterior envía el caso por medio de un archivo con el número asignado al paciente se renombra y se salva en el software, una vez que sea realizado se debe de verificar la información del paciente, las fotos que coincidan con el montaje del caso, la radiografía para verificar aditamentos, así como también llamadas e información del Dr. que envía el caso.

Figura 13. Abrir el caso y revisar información del paciente

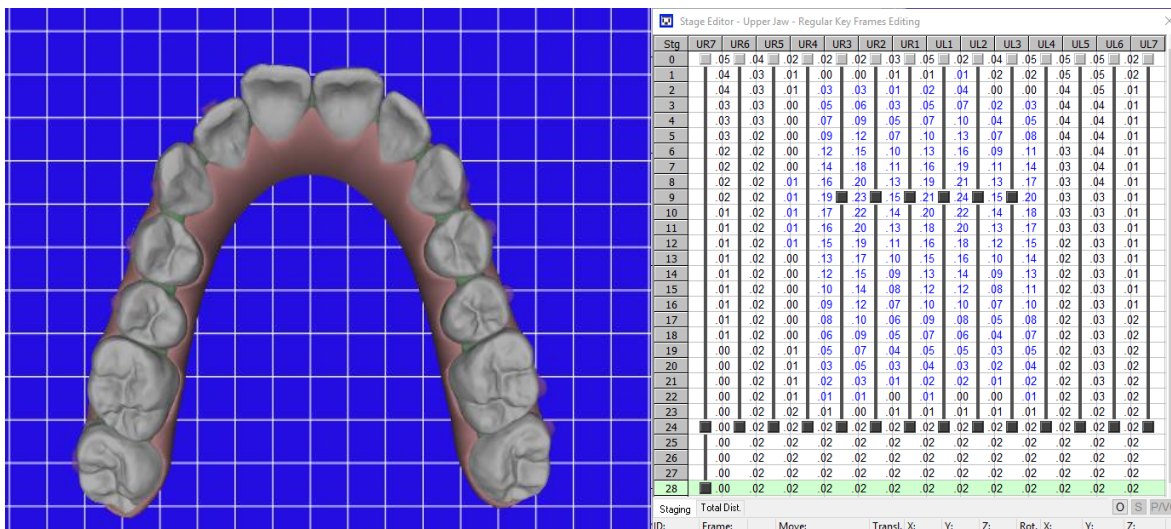
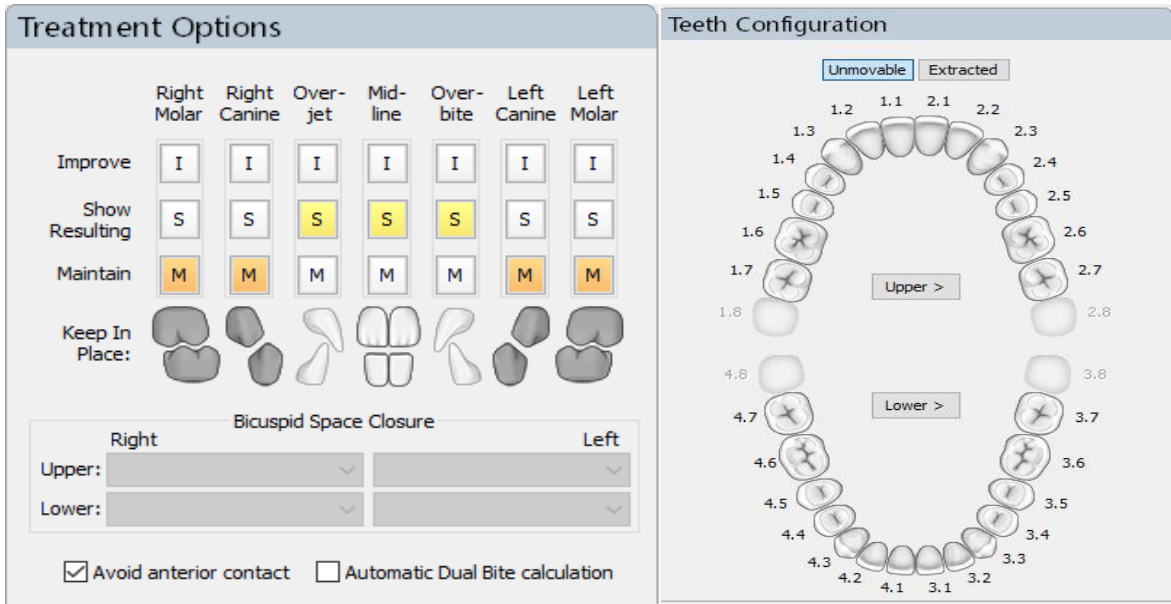


Fuente: Software set up and Stage

2. Alineamiento y *staging*: en esta etapa es donde se desarrolla la alineación correcta de las piezas dentales por medio del software, se rotan, nivelan y ajustan según sea necesario primeramente mediante el programa y luego manualmente siguiendo las instrucciones del plan del tratamiento, una vez que esté listo el caso se procede a correr la herramienta de *staging* que corresponde a la cantidad de etapas que va tener el tratamiento para que

según estas sean fabricados los alineadores ,se verifica que no haya colisiones entre arcos y piezas.

Figura 14. Alineamiento y staging



Fuente: Software set up and Stage

3. Proceso Automatizado: se corre la herramienta de automatización y se va modificando y colocando cada uno de los aditamentos, pñticos, sobre

correcciones y comentarios dirigidos al Dr. según corresponda en el determinado tratamiento.

Figura 15. Proceso Automatizado



Fuente: Software set up and stage

Revisión / Inspección del tratamiento: una vez terminado el proceso de automatización, se va desplegar una ventana de inspección donde va generar una alerta de lo que según el plan de tratamiento no se hizo o al contrario se realizó algo que el doctor no solicitó, se da una revisión general de las instrucciones y se envía el caso al siguiente proceso para que sea ajustada la encía.

Figura 16. Revisión / Inspección del Tratamiento



Fuente: Software set up and stage.

4.2. Descripción del análisis, registro y evaluación de la producción

La parte final del proceso de producción es realizado por técnicos de *set up and stage*, quienes tienen una meta establecida por la empresa tanto individual como por celda o equipo de trabajo.

Cuando no se está cumpliendo esta meta se debe a que algunos técnicos no están sacando su producción, las razones se explican en la sección cuantificación del problema, a pesar de que algunos generan más del 100% de su propia producción de manera que lo que se busca es establecer los métodos adecuados para nivelar los técnicos bajos en producción y evitar el incremento de los PPM.

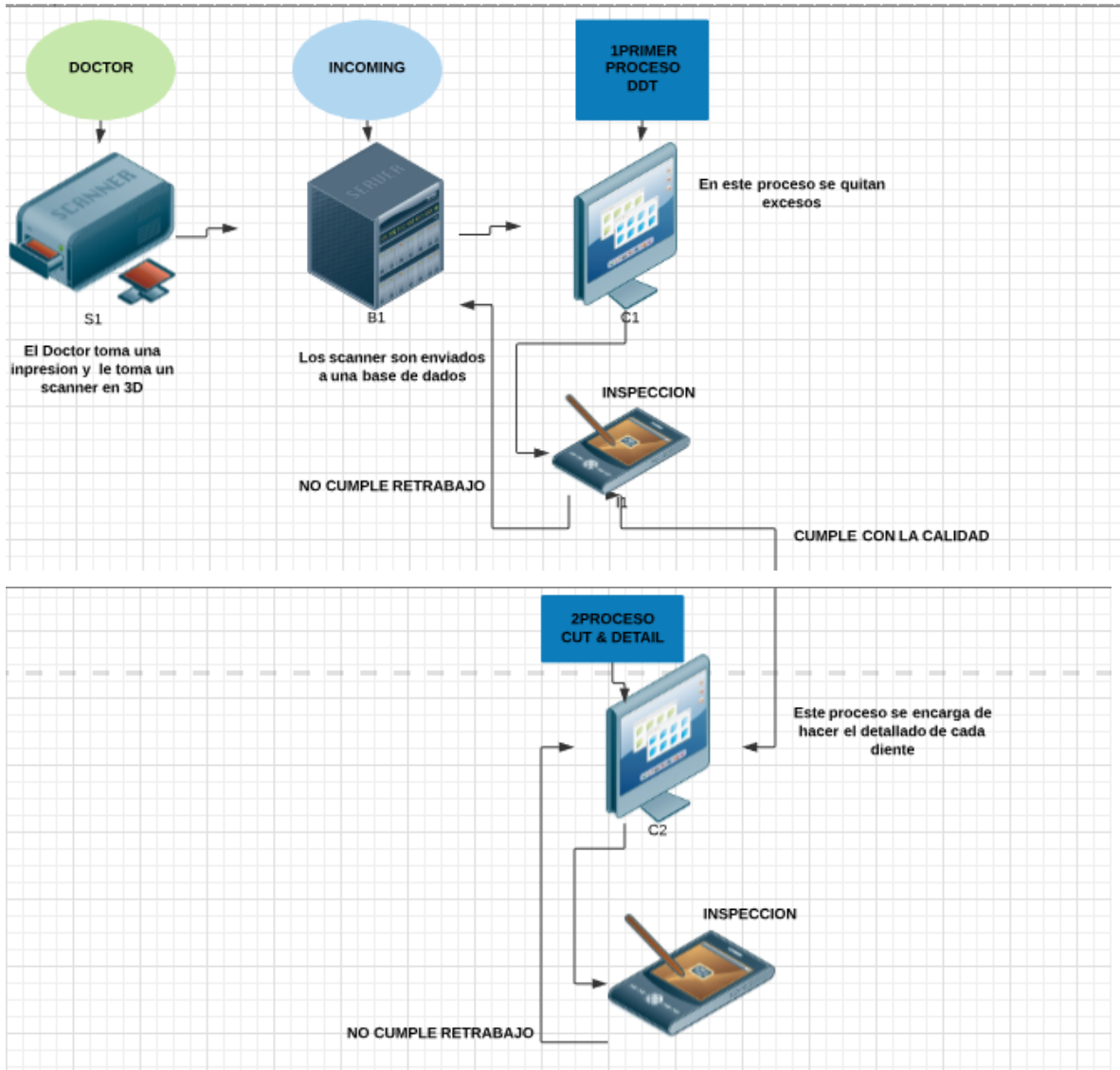
Figura. Fuente de almacenamiento de casos

Figura 17. Controlador de inventarios

The screenshot displays the 'Lot Operations' software interface. At the top, there is a menu bar with 'File', 'View', and 'Help'. Below the menu bar is a toolbar with icons for 'Pick Case', 'Complete', 'Pause', and 'Rework', along with a 'Setup & Stage' button. The main area is divided into sections: 'Work Order & Lot' (highlighted in green) showing 'WO: 20118659' and '24097340', and 'Study' with 'Treatment Category: PRIMARY'. Below this is a tabbed interface with tabs for 'Case', 'Doctor Info', 'Prod Comments', 'IDS Comments', 'Data Entry', 'History', 'Tech File', and 'Staging Informa...'. The 'Case' tab is active, showing a 'General' section with fields for 'Treat Arch: BOTH', 'Case Type:', 'Due Date: 8/16/2016 7:27:13 AM CST', 'Tech Region: UKN 2', 'Team Number: 573', 'Dr. Name: Dr. Mital Patel', 'Graduated Doctor: false', 'Technician Name: Roy Abarca Alfaro (roaba...)', 'Patient ID: 5854595', 'Cur Item % Internal Desc: Post Invisalign 1.5', 'Rework Count: 0', 'Internal Rejection: false', 'OA Plant: 2101', and 'Treatment Category: PRIMARY'. To the right of the 'General' section are buttons for 'Expedite', 'Pick Up', 'Patient Central', 'Launch Report', and 'Copy PID #'. Further right is a 'Customer Change Order' section with fields for 'Product Changed Warning: false', 'Current Item: 7886.J', 'Previous Item:', 'Original Item: 7886.J', 'Is Partial Express: false', 'Current ReCC Count: 0', and 'Total Switch Count: 0', each with a 'Change Value...' button. At the bottom right, there is a 'Warnings' section with 'Show Warning Message' and 'Clinical Flag: false', and a 'File Repository' section with a 'Go to Patient Assets Repository' button.

Fuente: Software set up and Stage

Figura 18. Diagrama de Flujo



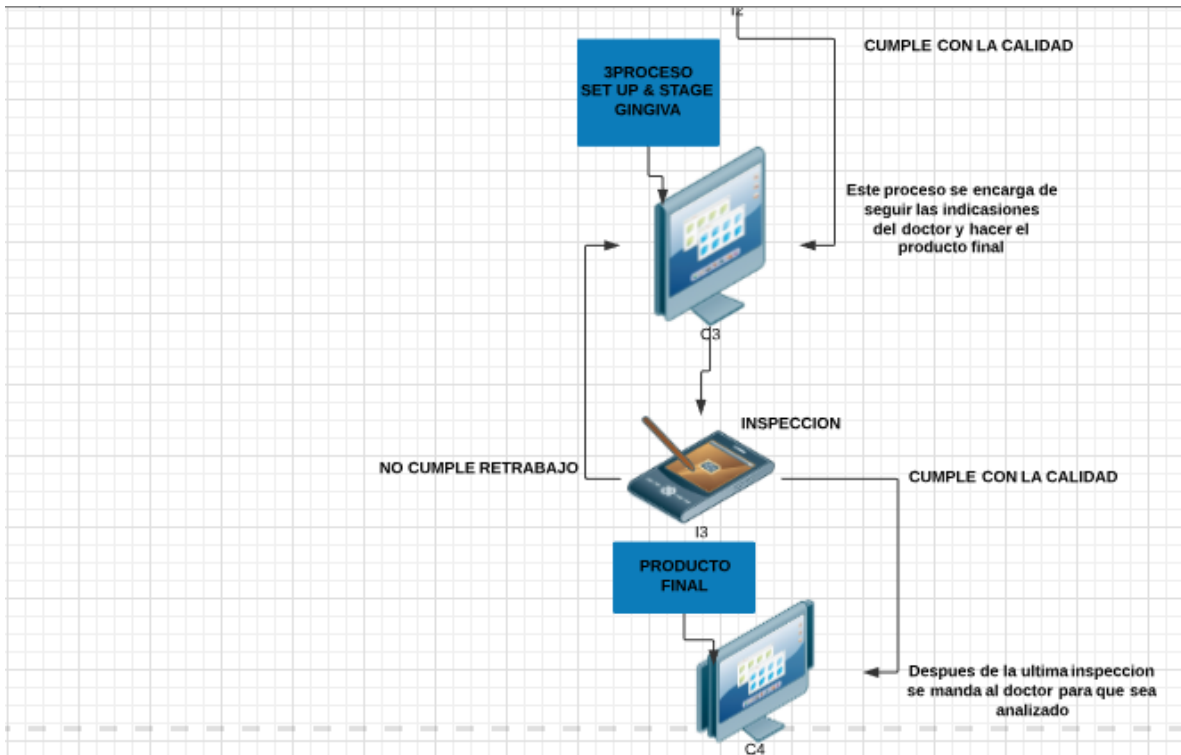


Tabla de reconocimineto

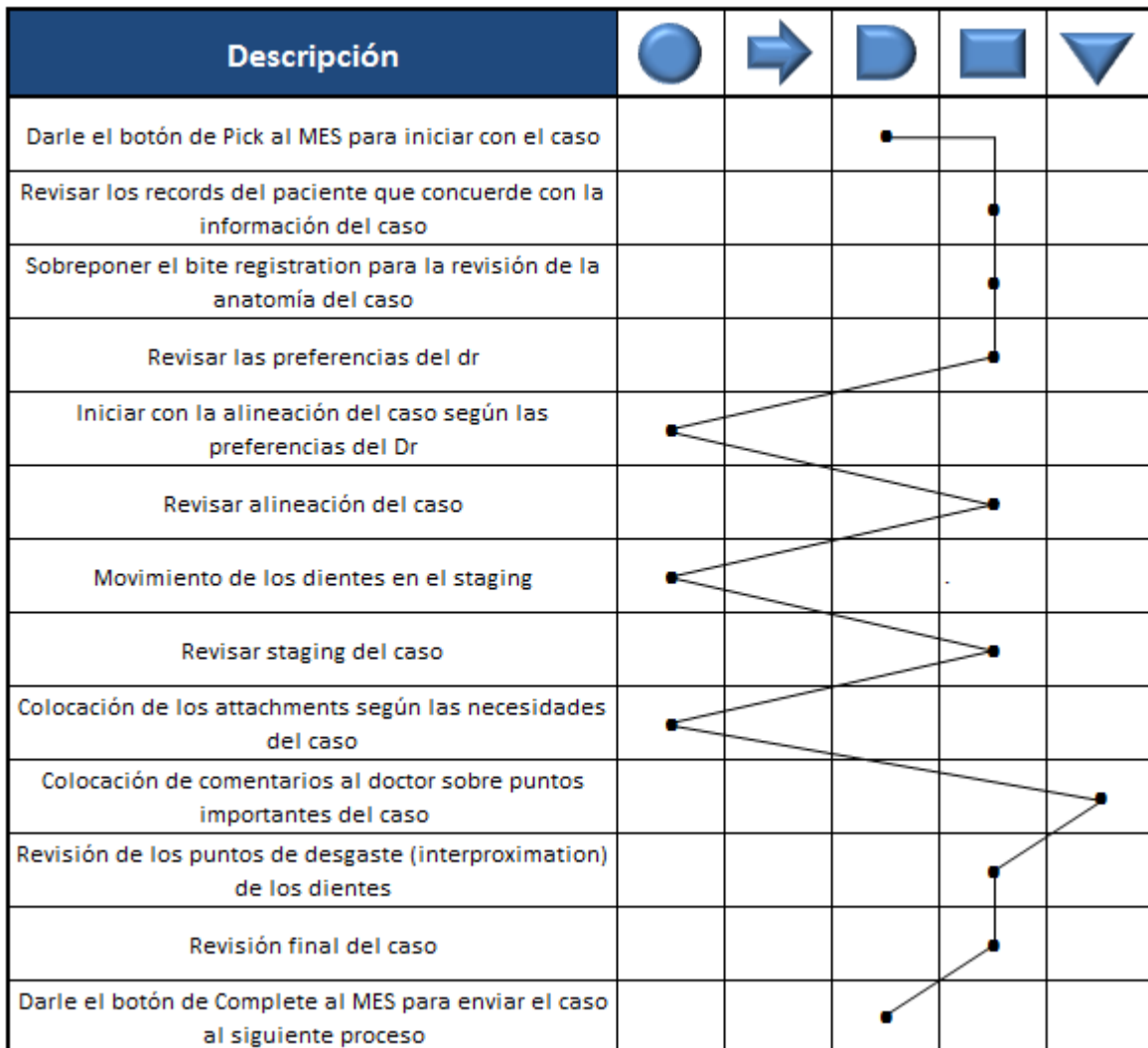
Scanner	S1
Base de datos...	B1
Computadora...	C1
Inspeccion.....	I1

Fuente: Elaboración propia.

En el diagrama anterior se puede ver cuál es el flujo que tienen los casos cuando ingresan por primera vez en la empresa, donde se nota que después de cada proceso productivo se encuentra una inspección para controlar y cuantificar la calidad.

4.3. Diagrama de proceso Setup & Stage

Figura 19. Diagrama de proceso



Fuente: Elaboración propia.

En este diagrama se muestran el paso a paso que debe realizar el técnico en el momento de hacer un tratamiento, todas las demoras e inspecciones están contempladas en el tiempo establecido para realizar el tratamiento, esto fue definido por Align después de realizar estudios de toma de tiempos, según la dificultad de cada tipo de caso.

4.4. Proceso lógico para realizar el Setup & Stage

Tabla 2. Diagrama set up & stage

Pasos	Herramienta	Descripción
1	Base de datos	Darle el botón de Pick a la base de datos para iniciar con el caso
2	Patient Records	Revisar los records del paciente que concuerde con la información del caso
3	Bite registration	Sobreponer el bite registration para la revisión de la anatomía del caso
4	Treatment Form	Revisar las preferencias del dr
5	Fipos	Iniciar con la alineación del caso según las preferencias del Dr
6	Tooth Path	Movimiento de los dientes en el staging
7	Attachments	Colocación de los attachments según las necesidades del caso
8	Notes	Colocación de comentarios al doctor sobre puntos importantes del caso
9	Interproximation	Revisión de los puntos de desgaste de los dientes
10	Inspección	Revisión final del caso
11	Base de datos	Darle el botón de Complete a la Base de datos para enviar el caso al siguiente proceso

Fuente: Elaboración propia.

4.5. Cuantificación del problema

Debido a que las celdas de trabajo están enfocadas en ser cada día más productivas mediante el aumento en producción o casos aprobados, es necesario que el cumplimiento sea total en todo el equipo pero, como se va a mostrar en la información, hay serias deficiencias tanto a nivel de personal como con factores distractores que no permiten la plena concentración y generan complicaciones en el cumplimiento de las metas productivas.

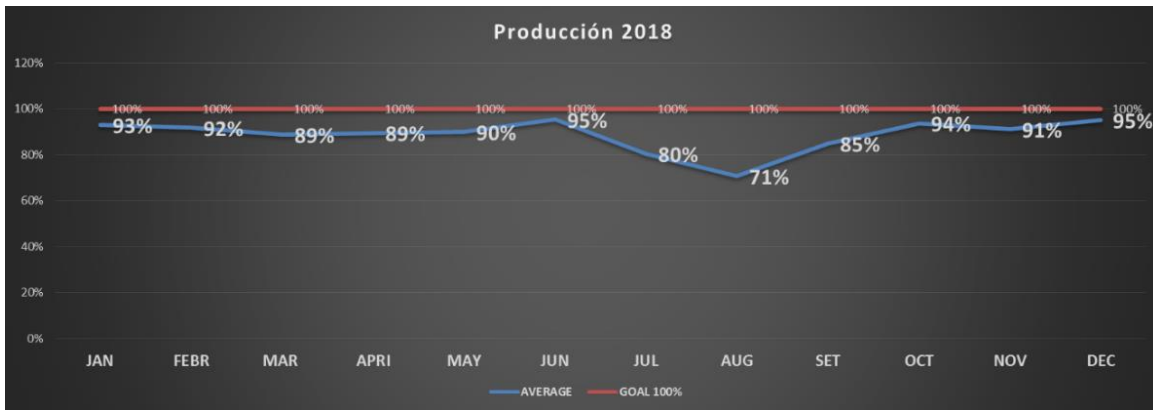
De acuerdo con la tabla de producción anual y el gráfico adjuntos, la producción del año 2018, según se puede notar en la celda correspondiente, no llega al 90% de producción, lo cual es lo mínimo requerido por la empresa.

Figura 20. Producción por mes 2018

2018			
MES	PRODUCCION	PROMEDIO	META
JAN	3337	93%	100%
FEBR	8800	92%	100%
MAR	10111	89%	100%
APRI	8652	89%	100%
MAY	10634	90%	100%
JUN	11079	95%	100%
JUL	8135	80%	100%
AUG	6470	71%	100%
SET	7833	85%	100%
OCT	10123	94%	100%
NOV	7511	91%	100%
DEC	7493	95%	100%
Total	100178	89%	

Fuente. Elaboración propia.

Figura 21. Gráfico de producción



Fuente: Elaboración propia.

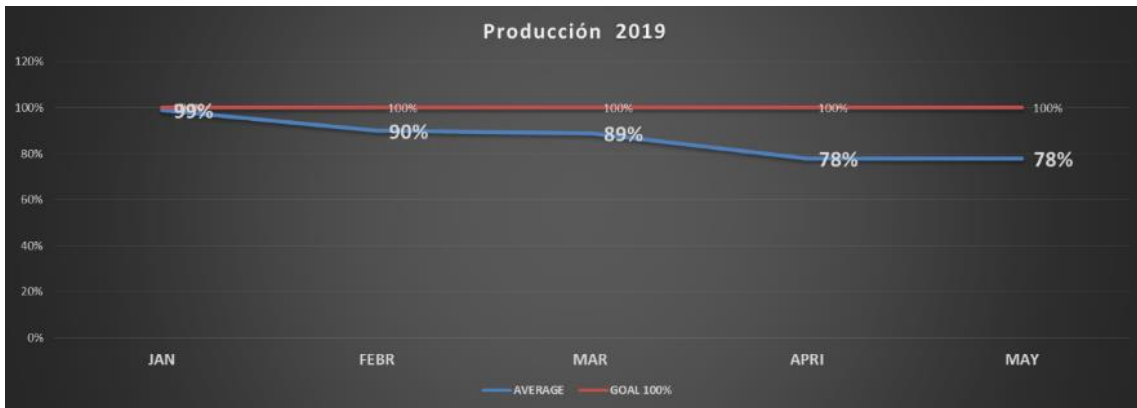
En los primeros meses del 2019, como se puede ver en la tabla y el gráfico adjuntos, la producción no llega al 90% igual que el año anterior, esto causa una tendencia no muy atractiva para la empresa por cuanto se pretende aumentar la producción para disminuir el tiempo de espera.

Figura 22. Producción por mes 2019

2019			
MES	PRODUCCION	PROMEDIO	META
JAN	9396	99%	100%
FEBR	9040	90%	100%
MAR	9029	89%	100%
APRI	8929	78%	100%
MAY	8933	78%	100%
JUN			100%
JUL			100%
AUG			100%
SET			100%
OCT			100%
NOV			100%
DEC			100%
Total	45327	87%	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. Gráfico de producción 2019



Fuente: Elaboración propia.

4.6. Cumplimiento de casos por hora meta 3.1 con tiempo muerto agregado

La empresa establece como meta productiva que los técnicos tienen que mantener una producción de 3.1 casos por hora para que al final de la jornada laboral tenga un 100% de producción. En la tabla y el grafico adjuntos se puede identificar que de cada 20 de técnicos 13 no cumplen con la meta de casos por hora y por consiguiente no llegan al 100% las causas que provocan la deficiencia en la producción se pueden ver en la tabla número 7

Tabla 3. Producción

Nombre	Productividad	Tiempo Muerto	Casos / Hora Tiempo Muerto	Eficiencia
Alejandra Soto Azofeifa	67.78 %	20.00 hrs	2,39	76.94 %
Allan Mora Cruz	85.06 %	4.50 hrs	2,71	87.40 %
Ariel Sánchez Calderón	96.59 %	6.09 hrs	3,14	101.22 %
Carlos González Montero	82.28 %	8.00 hrs	2,68	86.58 %
Cindy Su Barrantes	80.87 %	3.00 hrs	2,27	82.35 %
David Jiménez Madrigal	67.71 %	8.02 hrs	2,22	71.64 %
Elliott Montero Ramírez	119.82 %	0.50 hrs	3,76	121.26 %
Evelyn Sánchez Rodríguez	86.68 %	5.50 hrs	2,78	89.73 %
Gabriela Ramírez Aguilar	76.78 %	2.12 hrs	2,15	77.76 %
Gina Villegas Salas	76.61 %	4.50 hrs	2,44	78.72 %
Haydee Díaz Carrillo	101.19 %	1.75 hrs	3,17	102.26 %
Ivon Sáenz Brown	75.25 %	7.50 hrs	2,45	78.93 %
Jacqueline Camacho Vargas	72.39 %	3.00 hrs	2,28	73.70 %
Jeiler Jirón Gómez	103.11 %	4.00 hrs	3,27	105.63 %
Jimena Corrales Sánchez	91.59 %	3.00 hrs	2,89	93.26 %
Jonathan Aguilar Rojas	100.00 %	6.33 hrs	3,23	104.06 %
José Camacho Barquero	53.78 %	3.17 hrs	1,7	54.86 %
Joseph Morales Coto	82.47 %	1.50 hrs	2,6	83.77 %
Oscar Álvarez Morera	97.30 %	4.58 hrs	3,11	100.29 %
Verónica Herrera Núñez	107.27 %	4.00 hrs	3,43	110.75 %
	84.81 %	101.06 hrs	2.69	87.75 %

Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Gráfico casos por hora 2019



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Resumen de gráfico

3.1 CASOS POR HORA		
META	No cumple 3.1 <	Si cumple 3.1 >
Técnicos	13	7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Producción anual promedio 2018 - 2019

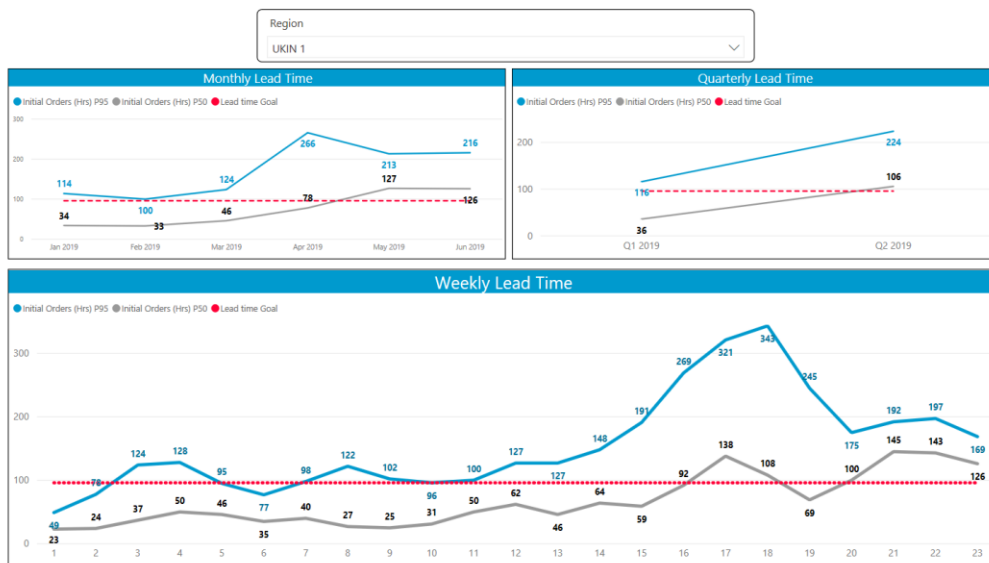
Nombre	MET A POR HORA 3.1	ene -18	feb -18	mar -18	abr -18	may -18	jun -18	jul- 18	ago -18	sep -18	oct -18	nov -18	dic- 18	ene -19	feb -19	PROMEDIO
Alejandra	3.1			1,8	2,15	2,09	2,39	1,72	1,6	2,1	2,17	1,74	1,57	1,73	1,71	1,98
Allan	3.1					2,77	3,11	2,69	2,44	2,64	3,05	2,79	3,21	3,19	3,22	2,73
Ariel	3.1	3,12	2,91	3,08	3,17	2,97	3,02	2,98	2,58	2,99	2,96	3,04	3,37	3,32	2,88	2,97
Carlos	3.1	3,29	2,88	2,63	2,62	2,82	2,98	2,39	2,06	2,55	3,14					2,58
Cindy Su	3.1	2,39	2,67	2,48	2,55	2,78	2,89	2,36	1,71	2,23	2,66	2,52	2,52	2,92	3,08	2,43
David	3.1	3,04	2,96	2,85	2,34	2,74	3,14	2,62	1,92	2,12	2,84	2,59	2,56	2,47	2,7	2,53
Evelin	3.1			2,52	2,96	2,51	2,98	2,75								2,74
Evelyn	3.1	3,31	1,92	3,12	2,71	3,03	3,11	3,2								3,03
Evelyn	3.1					2,57	2,4	2,04	1,88	2,69	2,75	2,58	2,95	3	2,74	2,32
Gabriela	3.1	2,73	2,72	2,72	2,97	2,69	3,1	2,18	1,94	2,12	2,83	2,73	2,81	2,85	2,82	2,53
Gina	3.1	1,96	1,89	2,09	2,68	1,97	2,31	1,84	1,66	2,38	2,56	2,43	2,08			2,13
Haydee	3.1		2,67	2,84	2,5	3,09	3,08	2,76	2,91	3,14	3,1	3,1	3,48	3,39	3,23	2,90
Ivon	3.1	2,65	2,31	2,35	3,09	2,4	2,67	2,52	2,12	2,33	2,55	2,55	2,75	3,14	2,6	2,49
Jacqueline	3.1					1,9	2,15	1,81	1,52	2,24	2,35	2,32	2,41	2,44	2,27	1,92
Jeiler	3.1	3,37	3,23	3,15	2,6	2,98	3,29	2,95	2,63	3,2	3,38					2,97
Jeremy	3.1		2,6	2,2	3,38											2,79
Jimena	3.1	3,12	3,2	2,88	2,18	3	3,28	2,66	2,35	2,84		2,96	3,07	3,17	3,31	2,74
Jonathan	3.1	3,09	3,35	3,11	3,08	3,23	3,24	3,05	2,7	3,1		2,89	2,97	3,11	2,88	3,07

$(\text{Total de casos completados} / (\text{Horas efectivas} - \text{Tiempo muerto}))/\text{Casos esperados por hora}$

Donde la meta de casos completados no se hace diferencia entre casos nuevos, Productos secundarios y CCMods (retrabajos) sino que están como si todos los casos tomaran el mismo tiempo para ejecutarse. Y esto afecta al técnico debido que si solo saca casos nuevos o complicados en su desarrollo no logra la meta de producción diaria.

4.7.1. Tiempo de espera.

Figura 25. Tiempo de espera



Fuente: Software set up and Stage

El tiempo de espera es una métrica que en Align Technology se sigue muy de cerca ya que está ligada a la producción debido a que a menor cantidad de casos se produzcan o sean aprobados mayor será el tiempo de espera por parte de los clientes para poder obtener el producto terminado y esto genera molestias.

Tomando esta métrica como referencia la empresa necesita que todos los técnicos produzcan la mayor cantidad de casos para mantener el tiempo de espera bajo la meta establecida por la corporación.

4.8. Cuantificación del problema según la muestra

Para obtener la muestra se utiliza la fórmula de muestreo la cual está identificada y desarrollada en el marco teórico, en la siguiente figura se observa la imagen del cálculo de la muestra que se realiza con la herramienta de Excel.

Figura 26. Muestra

CÁLCULO DEL TAMAÑO ÓPTIMO DE UNA MUESTRA

(Para la estimación de proporciones, bajo el supuesto de que $p=q=50\%$)

MARGEN DE ERROR MÁXIMO ADMITIDO	5,0%
TAMAÑO DE LA POBLACIÓN	100.178
Tamaño para un nivel de confianza del 95%	383

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra que de los 383 casos que se deben realizar en 20 minutos de acuerdo con el tiempo establecido por la empresa, 276 cumplen y 107 no cumplen con esta normativa.

Tabla 6. Resultado de la muestra

MUESTRA		
Casos	383 / 20min	
Cumplen	276	< 20min
No cumplen	107	> 20min

Fuente: Elaboración propia.

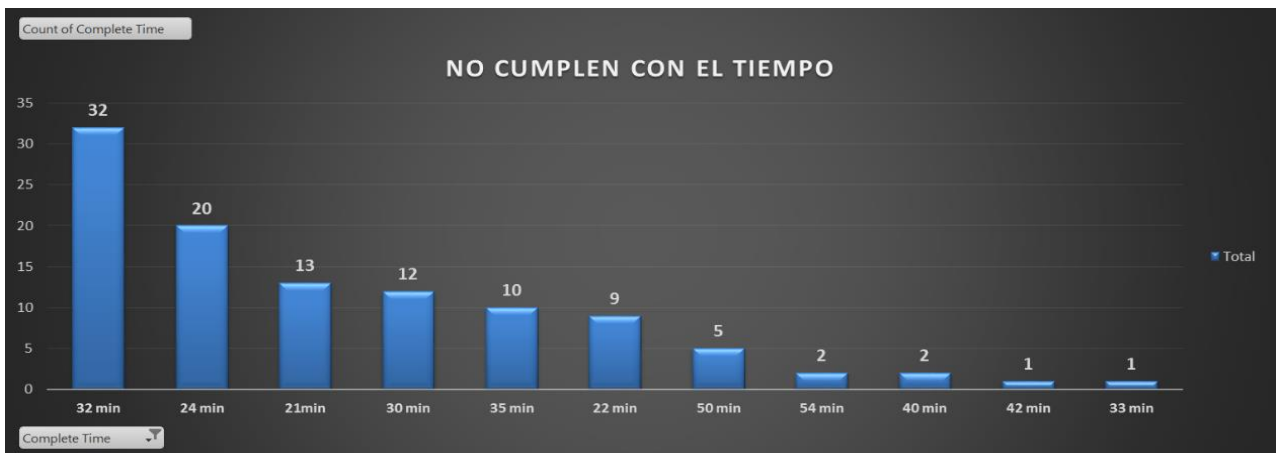
Figura 27. Gráfico de tiempos



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la muestra, 276 casos fueron aprobados dentro de los 20 minutos de tiempo promedio establecido para realizar un tratamiento.

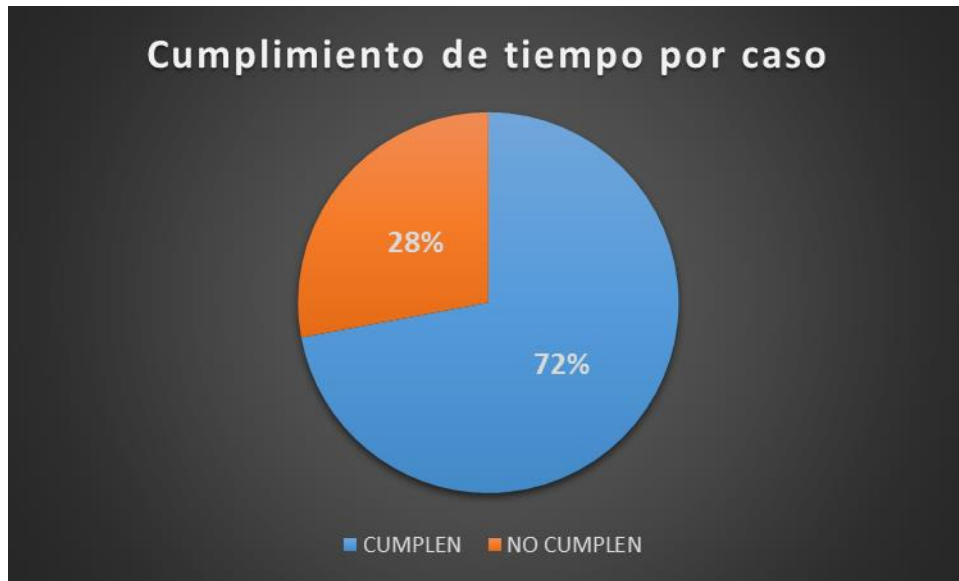
Figura 28. Gráfico de tiempos no cumplidos



Fuente: Elaboración Propia

Fueron 107 casos que no cumplieron con el rango de los 20 minutos para poder realizar el tratamiento dental, lo cual provoca que el tiempo de espera se aumente y que el técnico no cumpla con la producción del día tanto individual como grupal.

Figura 29. Gráfico de cumplimiento por caso



Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico anterior refleja el porcentaje de casos que no cumplen y los que no cumplen con el estándar de tiempo establecido de acuerdo a la muestra.

4.9. Causas según registro anual

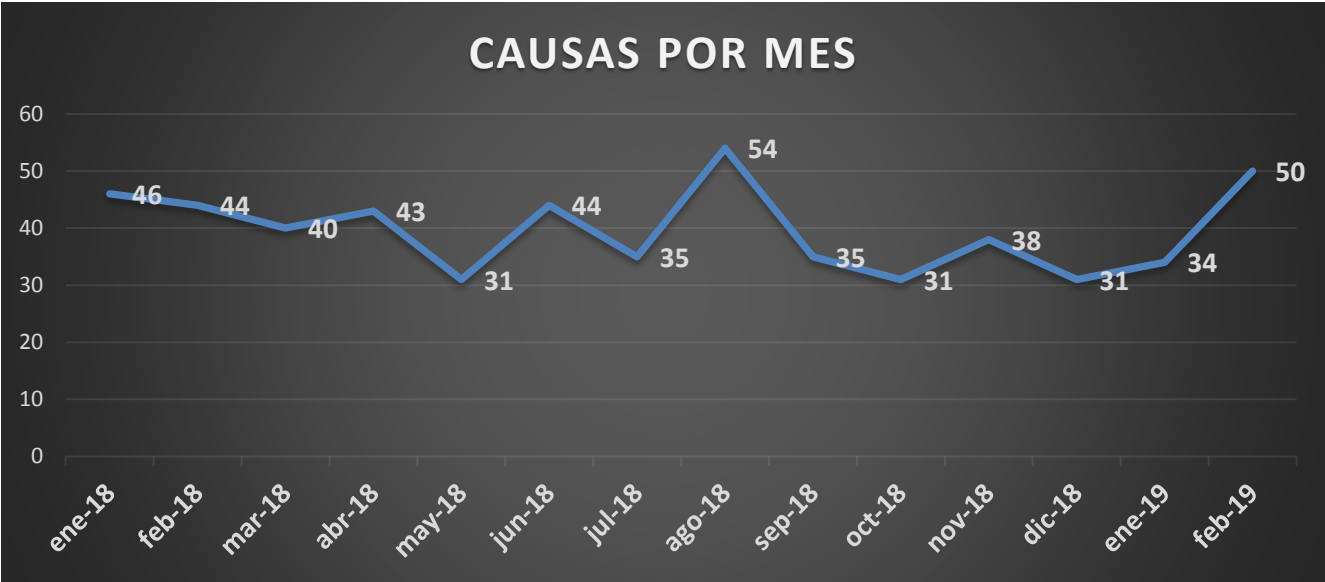
En la tabla adjunto se encuentran las causas que provocan que los técnicos no estén cumpliendo con la producción establecida, son tomadas del registro anual que se lleva en cada equipo de producción para poder hacer las mejoras según corresponda.

Tabla 7. Causas anuales

CAUSAS	en e-18	fe b-18	m ar-18	ab r-18	ma y-18	ju n-18	ju l-18	ag o-18	se p-18	oc t-18	no v-18	di c-18	en e-19	fe b-19	TOT AL CAU SAS	%	% Acum ulado
Casos nuevos	6	4	6	5	6	4	5	6	6	3	5	6	8	5	75	13%	13%
DR asignado	4	3	5	6	4	3	5	4	3	6	5	4	7	5	64	12%	25%
Casos complicados	5	4	4	6	2	4	6	5	4	6	6	2	1	6	61	11%	36%
Uso de celular	5	4	5	3	5	4	1	6	4	3	2	5	4	6	57	10%	46%
Distracción con el compañero	4	5	3	3	2	5	1	4	2	3	1	2	2	6	43	8%	54%
Tiempos de alimentación	3	3	2	3	2	3	2	3	1	1	3	2	2	4	34	6%	60%
Stage	3	4	3	2	1	4	2	3	2	1	2	1	1	3	32	6%	66%
Entrenamientos	2	3	1	2	1	3	2	2	1	2	2	1	1	2	25	4%	70%
Extracciones	2	2	3	2	1	2	2	2	1	1	2	1	1	2	24	4%	75%
Enfermedad	2	2	1	3	1	2	2	2	0	1	2	1	1	3	23	4%	79%
Espera por soporte	2	3	1	2	1	3	1	2	1	1	1	1	1	2	22	4%	83%
Re - trabajos	2	1	1	1	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	22	4%	87%
Reuniones	2	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	20	4%	90%
Inventarios bajos	1	0	0	1	0	0	0	8	6	1	0	0	0	1	18	3%	94%
Computadores en mal estado	1	2	2	0	2	2	1	1	0	0	1	2	2	0	16	3%	96%
Problemas con el software	1	1	1	2	0	1	2	1	1	0	2	0	0	2	14	3%	99%
Simulacros	1	2	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	6	1%	100%
Total	46	44	40	33	31	44	35	54	35	13	38	13	34	0	556		

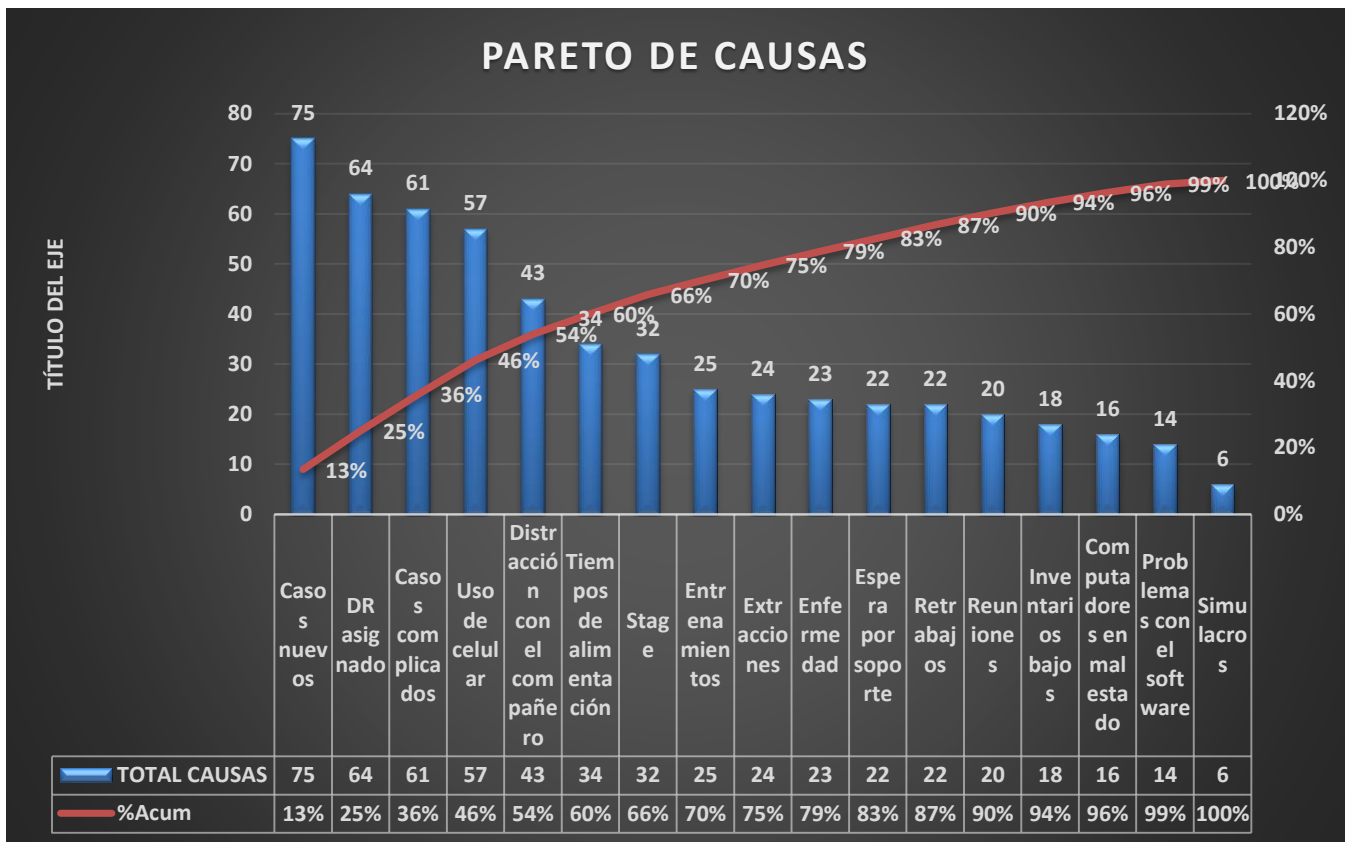
Fuente: Elaboración propia.

Figura 30. Causas por mes



Fuente: Elaboración propia.

Figura 31. Pareto de causas



Fuente: Elaboración propia.

En los gráficos anteriores se muestran la tendencia y cantidad de las diferentes causas que se encuentran en el equipo de trabajo. De las cuales la mayor causa es por casos nuevos esto indica que este tipo de casos tienen un nivel de dificultad a la hora de realizarlos. También se puede identificar que durante el año 2018 el mes con la mayor tendencia en el alza de las causas fue en agosto y que para el 2019 en febrero tiene casi la misma tendencia al alza en causas que afectan la producción directamente ya que no permiten alcanzar las metas establecidas.

4.10. Análisis FODA Departamento de Set up and Stage

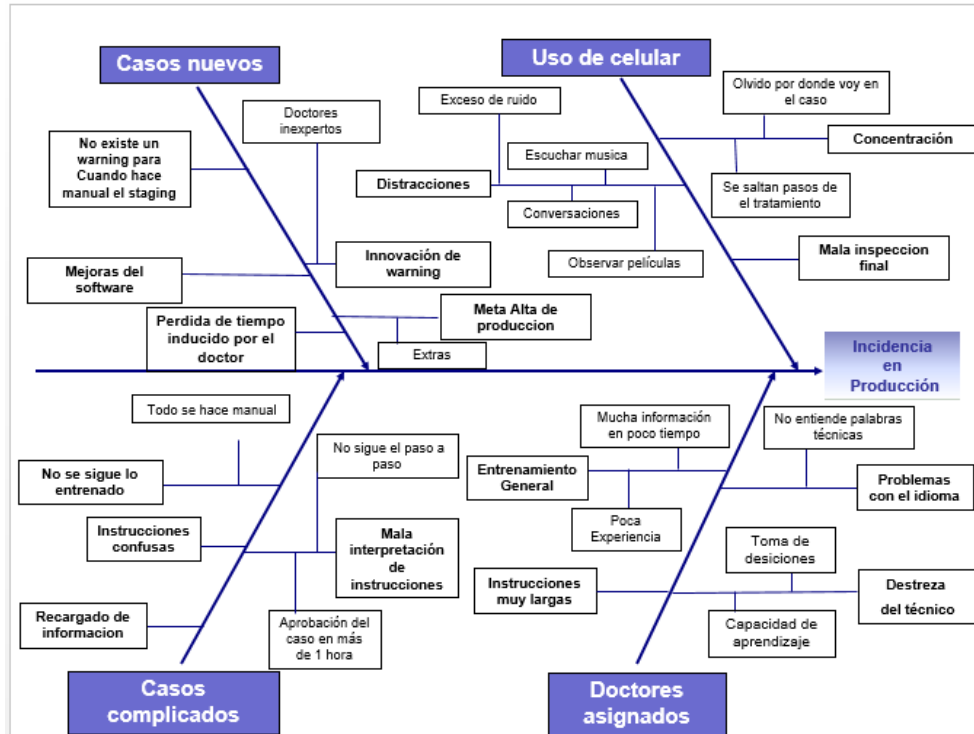
Tabla 8. Análisis FODA

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Personal calificado para desempeñar las funciones.	Personal con conocimiento dental graduados en Mecánica Dental en convenio con el Colegio Universitario de Cartago.	Desmotivación en empleados por metas de producción elevadas lo que lleva a cometer errores y afectar la producción.	Nuevas oportunidades de crecimiento laboral y salarial.
Mejores salariales y seguro de salud.	Alto nivel de capacitación en el idioma inglés por parte de convenio con el INA ofrecido a empleados.	Entrenamientos incompletos.	Diferentes opciones en el mercado de tratamientos dentales.
Buen posicionamiento en el mercado lo que atribuye la realización de tratamientos de varios continentes.	Incorporación de nuevos países del mercado asiático.	Protocolos cambiantes por cambio de método que crean confusiones.	Los técnicos se pueden marchar para otra empresa.
Personal capacitado para entrenar.	Implementar mejoras en el software.	Técnicos muy nuevos en el proceso.	Cansancio por las horas extras.
Buena actitud para enfrentar el problema.	Identificar cuáles técnicos están fallando más.	Procedimientos de trabajo no se cumplen a cabalidad.	Fallas en la calidad.

Fuente: Elaboración propia.

4.11. Diagrama de causas

Figura 32. Diagrama de causas



Fuente: Elaboración propia.

Tomando como base el diagrama de Ishikawa se realiza una adaptación de acuerdo con las necesidades de mostrar las causas secundarias que afectan el cumplimiento de la meta de producción, se tomaron las primeras 4 causas del Pareto de causas como las primarias y la información de las secundarias es brindada por el supervisor de acuerdo con la base de datos de Align. Las causas secundarias son necesarias para poder tener un mayor entendimiento de que está provocando las causas primarias y de esta manera poder tener un panorama claro para definir la propuesta de mejora.

4.12. Definición de causas de acuerdo con las cargas de trabajo

Estas se obtienen de los históricos de causas de Align, también son confirmadas por el supervisor y el equipo de soporte de la celda; la información del histórico está en la tabla número 7 en la cual se muestra que el 13% de los casos son nuevos y es ahí donde se produce la carga de trabajo ya que el técnico está realizando la mayoría de su producción solo con casos nuevos que toman mayor tiempo que los demás para completarlos.

4.12.1. Casos nuevos.

Dentro de estas causas se encuentran algunas situaciones infundadas por doctores que no tienen experiencia en los tratamientos, de manera que solicitan algunos procedimientos complicados pues por no tener experiencia en movimientos sin la secuencia necesaria, ello provoca parte del incumplimiento, pero con esto el técnico pierde tiempo en hacer un tratamiento confuso. Además, si durante el día el técnico realiza en su mayoría casos nuevos, le es difícil llegar al estándar de producción.

4.12.2. Doctores asignados.

Usualmente los doctores con mayor experiencia general, y reconocidos en el sistema utilizado por Align se encuentran en este grupo, estos solicitan planes de tratamiento más complicados y sus instrucciones son muy extensas, lo cual hace que el técnico demore mucho tiempo en leer y entender las solicitudes hechas por estos. En algunos casos, se tienen que hacer algunos procedimientos manuales y

no automáticos debido a la dificultad de movimientos solicitados, también generan más consultas al soporte del equipo y por ende se toma más tiempo para completar el tratamiento.

4.12.3. Casos complicados.

Existen casos que por la cantidad de dientes, espacios o nivel de apiñamiento de estos presentan dificultades a la hora de realizar la alineación del tratamiento. También en ocasiones el técnico no entiende o confunde las instrucciones del doctor y esto provoca que se den retrasos en la espera de consulta al soporte por cuanto si hay más de un técnico en consulta, se debe esperar el turno y eso depende del nivel de consulta para determinar qué tanto debe esperar, por lo cual se extiende el tiempo de aprobación del tratamiento.

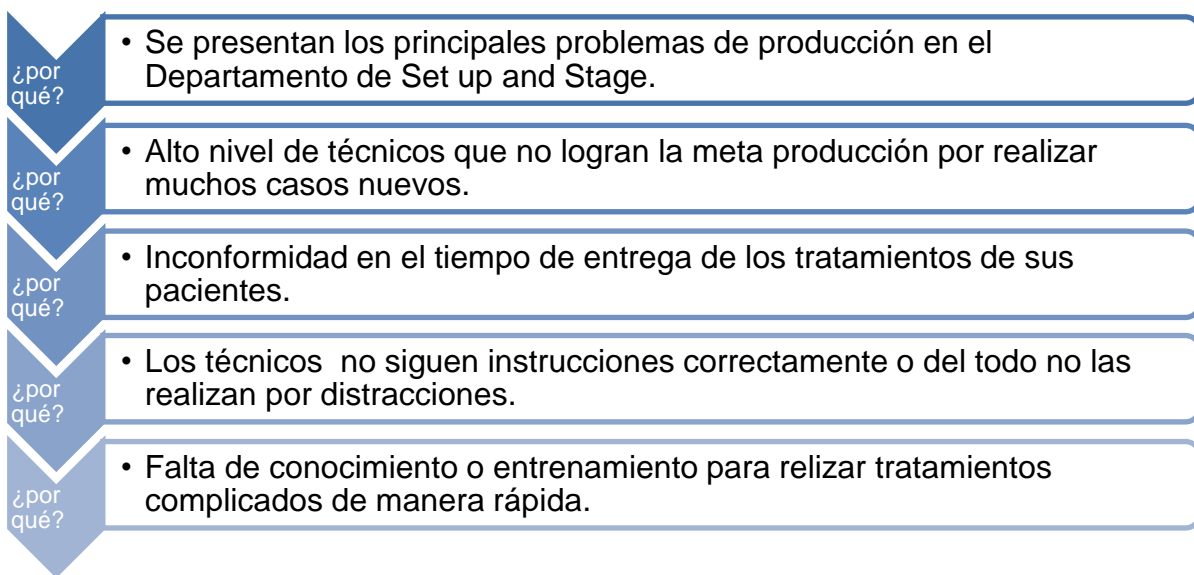
4.12.4. Uso de celular.

Esta causa es la que más distracciones generan a los técnicos ya que se les permite el uso de celular para escuchar música, pero también se encuentran técnicos revisando y haciendo uso de las redes sociales y esto provoca que se detengan a la mitad del tratamiento y cuando retoman el trabajo no recuerdan por donde quedaron, lo cual provoca que deban iniciar nuevamente o que existan problemas de calidad. Dependiendo de cuánto ocurra esto durante el día, se generan minutos que al final de la jornada se transforma en menos casos producidos.

4.13. Análisis de los cinco por qué

Se realizó un análisis de cinco por qué para proporcionar las causas que generan los problemas de producción en el departamento de *Set up and Stage* y tener un mayor conocimiento del porqué de la situación actual en el equipo. Las causas fueron dadas por el supervisor y el equipo de soporte el cual está conformado por 3 personas, estas concluyeron después de participar en una reunión que estas son las causas presentes en el equipo.

Figura 33. Análisis de Cinco por qué



Fuente: Elaboración propia.

Se pudo determinar dentro del análisis de los cinco por qué que el problema de producción de *Set up and Stage* está dado porque los técnicos no alcanzan los estándares productivos, muestran inconformidad en los doctores por el tiempo de espera por el tratamiento y por ende se generan quejas, esto es dado principalmente por la falta de conocimiento de los técnicos o por sus múltiples distracciones

durante todos los días, así como también entrenamientos cortos y con mucha información lo cual provoca confusiones y olvidos traducidos en errores en los casos y consultas constantes y por ende pérdida de tiempo. Esto se transforma al final de la jornada laboral en el incumplimiento de la meta de producción.

4.14. Análisis de costos

Se realizó un análisis de los costos según la muestra de 383 casos de los cuales 107 no se realizan durante el tiempo estándar de 20 minutos por diferentes causas las cuales están mostradas en la figura número 37, provocando que los técnicos de Set up and Stage no cumplan con la meta de producción establecida por la empresa.

De manera que al no cumplir con el tiempo establecido por caso al final de la jornada laboral la empresa percibe menos ganancias debido a que el personal está utilizando todo el tiempo de la jornada, pero no consigue el promedio productivo requerido, como se identifica en el cuadro la muestra son 163 minutos que el personal no está generando ningún tipo de ganancias.

Lo ideal es que la empresa no invierta más en personal para alcanzar mayor producción si no que se logre mejorar el tiempo por cada caso de esta manera la producción aumentaría con el mismo personal.

Figura 34. Tiempos estándar

TIEMPO ESTANTAR POR CASO 20 MIN			
CASOS	TIEMPO POR CASO	DIFERENCIA POR CASO	minutos
107	32	12	minutos
	24	4	minutos
	21	1	minutos
	30	10	minutos
	35	15	minutos
	22	2	minutos
	50	30	minutos
	54	34	minutos
	40	20	minutos
	42	22	minutos
	33	13	minutos
minutos	383	163	minutos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Costo por caso

Análisis de costos	
casos no cumplen con el tiempo	107
exceden en minutos	163 min
cantidad casos según exceso de tiempo	8,15
costo por caso \$ 45	\$366.75
costo por jornada	\$3.484.125
costo por semana	\$17.420.625
costo por mes	\$69682.5
costo anual	\$836190

Fuente: Elaboración propia.

Lo que se muestra en la tabla anterior es la cantidad de minutos excedidos al momento de realizar los casos de acuerdo con la muestra, tomando los 163 minutos excedidos en el tiempo de producción y dividiéndolos entre los 20 minutos que es el tiempo estándar para realizar un tratamiento da como resultado 8.15 casos por hora que se están dejando de producir, de manera que cuando se multiplican esos 8.15 casos por el costo de producción de cada caso el cual es de \$45 muestra como

resultado que se están dejando de percibir \$ 366.75. Tomando en cuenta que la jornada laboral es de 9.5 horas por día multiplicándolos por los \$45 que representan el costo por caso se obtiene que se está dejando de percibir \$ 3.484.125 por jornada.

De esta manera la empresa está dejando de percibir **\$ 836190** anualmente en una sola celda o equipo de trabajo, por no realizar los casos en el estándar de tiempo requerido por Align. Esto no solo representa lo económico, sino que los clientes no están recibiendo sus tratamientos a tiempo.

CAPÍTULO V: DISEÑO DE PROPUESTA

5.1. Descripción de la propuesta

La propuesta de mejora para la producción está basada en la utilización de tiempo por medio de la asignación de un valor y un estándar específico para cada tipo de caso, de esta manera permite al técnico que por cada caso realizado pueda ir haciendo una sumatoria según los valores previamente establecidos hasta llegar a un 100% de producción y no por cantidad de casos como está actualmente.

Se crea una herramienta llamada calculadora de utilización de tiempo como complemento y forma de visualizar la producción, su función es mostrar la sumatoria de casos tanto en cantidad como en porcentaje de acuerdo con el tipo de caso que el técnico este ingresando. De esta forma el técnico puede estar informado de cuanta producción lleva y que tipo de caso necesita realizar para cumplir con la producción diaria ya que actual mente los técnicos no tienen un balance en la carga de trabajo según sea el tipo de caso y esto provoca que no cumplan con la meta.

A través del software de la empresa se asignan los valores a cada caso y el supervisor podrá hacer la configuración de los tipos de casos de acuerdo con el inventario y necesidad de cada técnico para realizar una producción balanceada de manera que no se aprueben muchos casos de un solo tipo. Para entender mejor la propuesta se tiene que mencionar que en Align se manejan tres tipos de casos.

5.2. Tipos de casos

1. Casos nuevos (son casos o tratamientos que ingresan por primera vez en la producción).

2. Productos secundarios (son acabados finales a un caso que fue probado tiempo antes y que no llego a su meta o algún tipo de garantía).
3. Retrabajos o CCMods (Son modificaciones requeridas por el doctor antes de que el caso sea aprobado).

5.3. Valor según el tipo de caso

En la tabla se muestra los valores y el estándar que se le dan a cada tipo de caso y también el tiempo que tiene asignado para que el técnico pueda realizarlo, el cual es establecido por Align debido a estudios previos.

Tabla 10. Valor según el tipo de caso

Jornada	Orden de trabajo	Valor por caso	valor %	Estándar por caso
8.67 horas 520.2 min	Ordenes Primarias	30.9l min	5.94	7
	Ordenes Secundarias	25.2min	4.84	5
	CCMODS	15.12min	2.91	12

Fuente: Elaboración propia.

Fórmula

$(\text{Estándar CCMods} * \text{Cantidad CCMods} + \text{Estándar Nuevos} * \text{Cantidad de nuevos} + \text{Estándar Secundario} * \text{Cantidad Secundario}) / \text{Horas efectivas}$

Al agregar el estándar, se está diferenciando un caso nuevo de un producto secundario y de un CCMod.

El estándar está calculado con base en históricos de producción, es un promedio de los resultados de periodos anteriores donde se tomó en cuenta los casos que tomaron mucho tiempo en completarse y aquellos que fueron más

sencillos de resolver. La asignación de valor se basa en la forma más idónea de llegar al 100% de producción con un balance en la dificultad del tipo de caso. Para los casos nuevos se da un valor mayor debido a que son los que le generan ganancias a la empresa de esta manera el técnico buscara realizar mayor cantidad de estos casos para llegar más rápido a su meta diaria.

5.4. Diseño de la herramienta

5.4.1. Requerimientos de la herramienta.

La herramienta debe contar con ciertas características, con el fin de que sea funcional para un analista, esto es:

- a) Que solicite el mínimo de acciones por parte del personal para proveer la información requerida.
- b) Que los cálculos de productividad sean consistentes con los utilizados por la empresa.
- c) Que sea de fácil acceso para toda la población. También, debe tener la capacidad de permitir el rastreo por hora y día en cuanto a la productividad del analista. Además de lo anterior, la herramienta no debe representar costos extras para la compañía, por lo que se ha optado por utilizar Microsoft Excel para generar la herramienta, ya que este se encuentra instalado en el equipo de cómputo del trabajo.

5.4.2. ¿Cómo trabaja la herramienta?

- Cuenta con un tiempo disponible por persona según los tiempos de descanso (desayuno, almuerzo,) y otros tiempos como idas al baño, ejercicios de estiramiento, reuniones de arranque, consultas

a supervisores y otros establecidos por reportes de tomas de tiempo echas por Align.

- Tiene el tiempo estándar definido para cada caso ya sea nuevo, producto secundario y CCMOD. (mencionados en la tabla número 10).

5.4.3. Ejemplo de cálculo de productividad.

Según herramienta

Tabla 11. Productividad según herramienta

Tiempo disponible 8.67 horas = 520.2min			
Estándar según tipo de caso	Cantidad	Estándar por tiempo	Minutos
casos nuevos	7	30.91	216.37
casos secundarios	5	25.2	126
CCMODS	12	15.12	181.44
Productividad			523.81
			100.68%

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra la herramienta realiza varias operaciones en las cuales da como resultado una sumatoria de minutos para establecer el porcentaje de producción.

5.5. Desarrollo de la herramienta

Se observa el producto final del desarrollo de la herramienta, la cual se ha llamado, Calculadora de utilización de tiempo; teniendo en cuenta que la mejora se encuentra establecida en la asignación de valores y estándar para los casos, la herramienta es para una fácil visualización en tiempo real de la producción individual de cada técnico y que le permita hacer una estrategia en la cual pueda escoger que tipo de caso debe realizar para llegar con facilidad y balance a la meta diaria.

5.5.1. Herramienta para visualizar productividad.

Figura 35. Calculadora de Utilización de Tiempo

The image displays two windows from a software application titled 'Utilización de Tiempo'. The main window, 'Calculadora de Utilización de Tiempo', features a header with a clock icon and the title. Below the header, there are five columns of data: 'Ordenes Primarias' (7), 'Ordenes Secundarias' (5), 'CCMods' (12), 'Total de Casos' (24), and 'Porcentaje Total' (100,68%). The 'Total de Casos' and 'Porcentaje Total' are highlighted in green. Below these columns, there are fields for 'Fecha' (23/07/2019), 'Hora' (11:00 p.m.), 'Hora de entrada' (6:00 a.m.), and 'Hora de Salida' (3:30 p.m.). A blue button labeled 'Limpiar Campos' is located at the bottom right. A secondary window, 'Ajustar valores | Utilización de Tiempo', is shown below the main window. It contains five input fields: 'Valor porcentual de una orden primaria' (5,941), 'Valor porcentual de una orden secundaria' (4,844), 'Valor porcentual de un CCMOD' (2,906), 'Hora de entrada' (6:00 a.m.), and 'Hora de salida' (3:30 p.m.). A grey button labeled 'GUARDAR' is at the bottom right of this window. A blue arrow points from the gear icon in the main window to the secondary window.

Fuente: Elaboración propia.

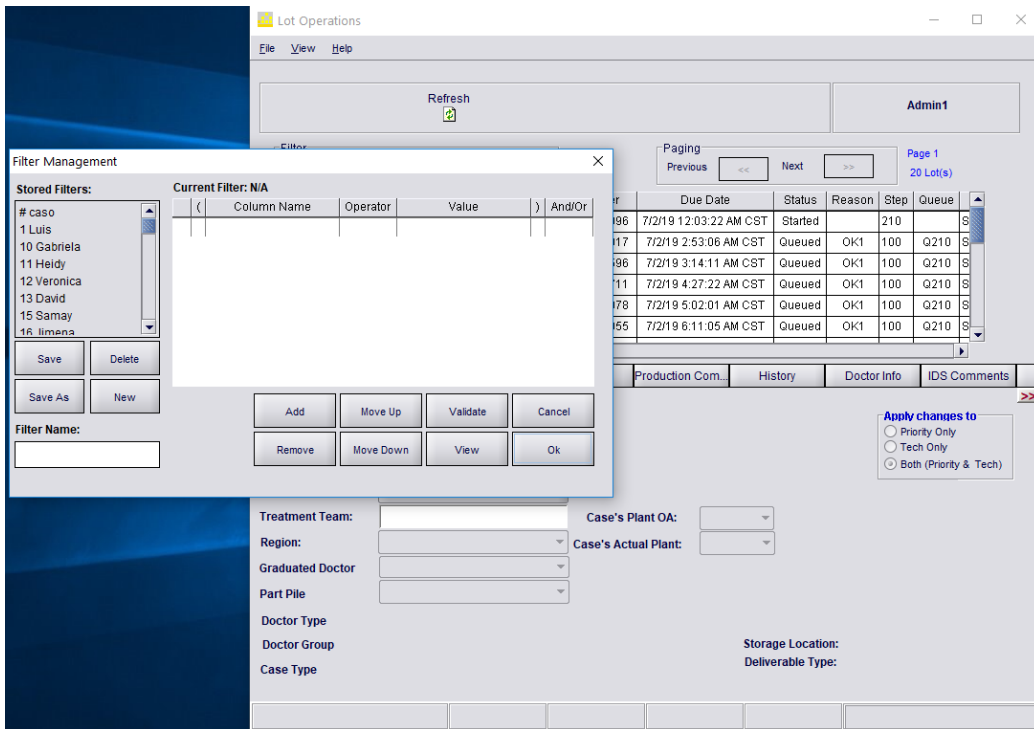
La calculadora de utilización de tiempo es portable y de poco peso para el sistema de Align. Se realiza de tamaño pequeño para evitar que quite espacio en el escritorio de la computadora. Se requiere que cada uno de ellos ingrese el número de caso que está realizando, según el tipo de caso previamente establecido, la herramienta está formulada de tal manera que el técnico puede visualizar en tiempo real la producción y el porcentaje de productividad actual.

Esto le permite tener una mayor visión para formular una estrategia de trabajo y terminar con el 100% de producción tomando más control de los tiempos en cada caso y por lo tanto aumentando o manteniendo un buen nivel productivo.

Como cada caso tiene un valor específico se busca que los técnicos soliciten realizar más casos nuevos, esto le facilita llegar a la meta productiva con mayor rapidez y a la empresa le permite sacar ventaja de ello ya que son los casos nuevos los que le dan las ganancias, por esta razón se le dio un mayor rango a este tipo.

Este control del desempeño en tiempo real da oportunidad de tomar acciones tanto al técnico como al supervisor en caso de que se esté fallando con la meta establecida.

Figura 36. Asignador de casos



Fuente: Departamento de producción

Desde el asignador de casos se escoge el tipo de caso que se desea programar para cada técnico según su porcentaje de producción para realizar el balance necesario y así alcanzar la meta al finalizar la jornada laboral. El supervisor puede comprobar la producción de cada técnico por medio de un reporte de producción general.

5.6. Beneficio económico

Para comprender el impacto económico de la propuesta, se procede a comparar entre el estado de producción del primer cuarto del año 2019 y el estimado según el estándar de casos nuevos, de acuerdo con la propuesta.

La producción del primer cuarto del año 2019 consta de 78 días realizada con 20 técnicos. La producción estimada se basa en el estándar de 7 casos nuevos con 20 técnicos.

Tabla 12. Producción del primer cuarto 2019

Producción del primer cuarto del año 2019			
Producción	Casos por día	promedio caso por técnico	Ingreso \$
9221	118	5.9	414.945

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se observa que con el método actual de producción de la empresa, el cual consiste en que el técnico produce cualquier tipo de caso sin importar lo difícil que sea y la duración que haya tenido en procesarlo; se está obteniendo un promedio de 5.9 casos por técnico por día. Con un ingreso de \$414.945

Tabla 13. Producción estimada

Producción estimada			
Producción	Casos por día	promedio caso por técnico	Ingreso \$
10920	140	7	491.400

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13 se muestra que con la propuesta de dar un valor específico y con la herramienta de conteo de casos, se puede tener un promedio de 7 casos por técnico con una diferencia de 1699 casos y una diferencia en el ingreso de \$76.455 con tan solo aumentar 1.1 caso por técnico lo cual no es de gran impacto para el personal, pero sí para la empresa.

Tabla 14. Resumen costo beneficio

Tiempo (78 días)	Total casos	Promedio por día por técnico	costo por caso \$	Costo total \$	Ingreso \$	Diferencia
Primer cuarto del 2019	9221	5.9	45	414.945	4.610,500	849.500
Estimado según propuesta	10920	7	45	491.400	5.460,000	
Incremento en casos	1699	(1.1 aumento)				
Incremento en %	18,43					

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en el resumen costo beneficio del proyecto, de acuerdo con la proyección referida a la producción y la parte económica, la propuesta es rentable para la empresa ya que puede aumentar la productividad con la misma cantidad de técnicos y la ganancia también sería un beneficio alto comparado con el primer cuarto del 2019.

También se muestra que el técnico aumenta la producción de casos nuevos en un promedio de 1.1 caso por día, lo cual no genera una meta alta de alcanzar y con ello este no se sienta presionado por alcanzar dicho aumento en su producción

diaria. Se obtiene un ingreso adicional de \$849 500 y un aumento del 18.43 % en casos aprobados.

Los ingresos son calculados con el precio de venta de \$500 por caso el cual tuvo una variación del precio real, debido a la confidencialidad de Align.

**CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

6.1. Conclusiones

Después del análisis efectuado, se llega a las siguientes conclusiones:

Se logra identificar que el proceso de Set up and Stage es donde se generan los problemas de producción en Align Technology debido a la baja productividad de los técnicos.

Se encuentra que la métrica de producción establecida por la empresa está en un 89% donde la meta es de 100%

También, mediante el análisis realizado, se determinó que la baja producción en el proceso de Set up and Stage se debe a los casos nuevos, doctores asignados, casos complicados y uso del celular; se concluye que de estas causas la que mayor afecta es la de casos nuevos ya que no existe un balance ni un estándar en la cantidad de los que el técnico debe realizar por día, ello provoca que los técnicos no cumplan con los 23 casos representativos del 100 % de la producción.

Se atribuye esto a la falta de balance en los diferentes tipos de tratamientos o casos en la producción.

En Align se tiene un tiempo establecido de 20 minutos para la elaboración de un tratamiento dental sin importar el tipo de caso, de manera que el técnico, sin importar la dificultad del tratamiento, debe cumplir con el tiempo para lograr la producción.

Se analiza el muestreo tomado con un nivel de confianza de 95% y un 5% de margen de error el cual muestra que un 28% de los casos no están siendo

procesados en el tiempo establecido. De esta manera la empresa está dejando de percibir \$ 836 190 anualmente, además repercute en que los técnicos no estén cumpliendo con la producción, los inventarios aumenten y los clientes no estén recibiendo el tratamiento a tiempo.

De esta manera, se encontró una oportunidad de mejora en el proceso para incrementar la productividad. Esto se obtuvo a partir de un análisis con las herramientas metodológicas tales como el Pareto y el Ishikawa. Así se cumple el primer objetivo específico: “Medir la situación actual del proceso de producción para identificar posibles oportunidades que permitan incrementar dicho proceso”.

Asimismo, se realiza una propuesta de mejora en la cual les permita a los técnicos contar con un estándar para los casos nuevos una asignación de un valor específico para cada tipo de caso y de manera que pueda ir realizando una sumatoria cuando se aprueba cada caso según los valores previamente establecidos hasta llegar a un 100% de producción y no por cantidad de casos o tiempo.

También por medio de una herramienta elaborada en Excel, el técnico puede conocer sobre su rendimiento productivo en tiempo real. Esto da la oportunidad de tomar las acciones necesarias para asegurar el alcance de la meta diaria. Además, el supervisor a cargo del equipo de trabajo puede manipular la asignación de casos según sea la necesidad del técnico para completar la producción.

Se realiza una proyección de producción de acuerdo con el nuevo estándar y asignaciones valores tomando como punto de comparación el primer cuarto de producción del 2019, en donde se obtuvo una producción de 9 221 casos con un

promedio de 5.9 casos nuevos por día. Tomando como estándar 7 casos nuevos por día, se producen 10 920 casos, con ello se logra un aumento de 1 699 casos por cuarto del año; esto representa un 18,43 % y un 1.1 caso por día para cada técnico.

De este modo se cumple con el segundo objetivo: “Definir la propuesta de mejora para que propicie un incremento en la producción a partir de la medición de la situación actual e implementarla”.

La elaboración de la propuesta y herramienta de Excel no representa ninguna inversión por parte de la compañía, ya que se cuenta con los recursos y el conocimiento necesarios para confeccionarla sin costo alguno.

Se observa que el incremento en productividad se traduce en un aumento en las ganancias, como se mencionó anteriormente se toma punto de comparación el primer cuarto de producción del 2019 el cual dio un ingreso de \$414.945 y con la proyección de producción da una diferencia de 1699 casos los cuales representan un ingreso de \$491.400 para una diferencia de \$76.455.

De esta forma se cumple con el tercer objetivo “Definir el costo beneficio según la propuesta para identificar la ganancia”.

Se concluye que los objetivos del proyecto presentan un porcentaje de 100 %, ya que se alcanzaron todos los objetivos específicos.

6.2. Recomendaciones

Es necesario mencionar que durante el proceso investigación se encontraron oportunidades para el departamento, la cuales se enumeran a continuación:

- ❖ Establecer un reglamento más rígido para el uso del celular ya que esto es un factor de distracción y compromete la producción y calidad de los tratamientos.
- ❖ Implementar la mejora a todos las celdas y turnos para que cubra toda la población. Esto va a requerir que se modifique el estándar de casos nuevos y el valor de cada caso dada las diferencias entre jornadas.
- ❖ Automatizar la asignación de casos según la producción del técnico para que no tenga una producción basada en casos difíciles.
- ❖ Crear un grupo de técnicos experimentados para tratar los casos que son de doctores complicados con una producción diferente a los otros técnicos.
- ❖ Modificar los puestos de trabajo para que sean más individuales con separaciones ya que actualmente son abiertos y los técnicos tienden a distraerse con conversaciones innecesarias.
- ❖ Crear acceso en la computadora a alguna aplicación en donde se pueda escuchar música para evitar usar el celular para esta necesidad.
- ❖ Tener una respuesta más rápida por parte del departamento de soporte para solucionar los problemas que presentan las computadoras y de esta manera evitar el retraso en la producción del técnico.

- ❖ Realizar un estudio para determinar el soporte necesario para un grupo de 20 técnicos debido que actualmente las consultas se acumulan esperando respuesta.
- ❖ Realizar un filtro en el área de entrenamiento que permita identificar las personas que no reúnen las aptitudes necesarias para pasarlas al departamento de producción.

BIBLIOGRAFÍA

Orlich, J. (2007). El análisis FODA .Universidad para la cooperación internacional.

Disponible en: <http://www.uci.ac.cr/docs-maestrias/articulos-interes-map.asp>

(Tomado el día 10/6/13).

Sacristán, F. (2003). *Técnicas de resolución de problemas: criterios a seguir en la producción y el mantenimiento*: FC Editorial.

Chang,R y Niedzwiecki,M (1999) . *Las herramientas para la mejora continua de la calidad: Guía práctica para lograr resultados positivos*: Ediciones Granica S.A.

Parrales. (2007) .*Diagrama de Ishikawa*. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Pareto (Tomado el día 11/6/13).

Carot, V. (1998). *Control estadístico de la calidad*. Valencia: Ed. Univ. Politéc .

Mis gestiones logísticas (2010). *Diagramas*. Disponible en: <http://misgestiones.blogspot.com/2010/12/diagramas.html> (Tomado el día 12/6/13)

Muro, P (2010). *Técnicas de resolución de problemas: Los 5 Por Que*. Disponible en: <http://manuelgross.bligoo.com/content/view/1049038/Tecnicas-de-resolucion-de-problemas-Los-5-Por-Que.html> (Tomado el día 12/6/13).

González, J. (2012). *Los 5 Porqués, la localización rápida de la raíz del problema*. Disponible en: <http://www.bloglogisticayproduccion.com/2012/11/20/los-5-porques-la-localizacion-rapida-de-la-raiz-del-problema/>Post navigation (Tomado el día 13/6/ 13).

- EUROPARC. (2012). *Manual Guía Indicadores de Calidad*. Disponible en:
http://www.redeuroparc.org/sistema_calidad_turistica/ManualGuiaIndicadores deCalidad.pdf (Tomado el día 13/6/13).
- González. (2013) .*Partes por millón*. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Partes_por_mill%C3%B3n#p-search (Tomado el día 14 /6/ 13).
- Chase, R; Jacobs, F; Aquilano, N (2009). *Administración de Operaciones producción y cadena de Suministros*. México: mcgraw-hill / interamericana editores, s.a. de c.v..
- Suarez, M . (2004). *Holístico de Matemática*. Ecuador: Ed. Gráficas Planeta, Ibarra
- Spiegel .(1991). *Tamaño de Muestra*. Disponible en:
<http://www.monografias.com/trabajos87/calculo-del-tamano-muestra/calculo-del-tamano-muestra.shtml#ixzz2XTmavm7v> (Tomado el día 14/6/13).
- Caballano. (2013).*Administracion de Empresas:Gestion de Calidad*.Disponible en:http://www.elprisma.com/apuntes/administracion_de_empresas/gestionde_lacalidad/ (Tomado el día 15/6/13).
- Castillo, J (2006).*Administracion de Personal*. ECOE ediciones.
- Pérez (2013). *Análisis de quejas y reclamaciones*. Disponible en: Planificación y definición del proyecto (APQP). Análisis de quejas y reclamaciones (A-6) miguel perez articulo<http://miquelps.com/archives/899> (Tomado el 16/6/13).

Palacios, J . (1996). *Microanálisis Administrativo, Concepto y Técnicas Usuales*,
Publicaciones del Instituto Latinoamericano de Investigación y Capacitación
Administrativa S.R.L.

MIDEPLAN. (2009). *Guía para la Elaboración de Diagramas de Flujo*. Disponible
en: [http://documentos.mideplan.go.cr/alfresco/d/d/workspace/
SpacesStore/6a88ebe4-da9f-4b6a-b366-425dd6371a97/guia-elaboracion-
diagramas-flujo-2009.pdf](http://documentos.mideplan.go.cr/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/6a88ebe4-da9f-4b6a-b366-425dd6371a97/guia-elaboracion-diagramas-flujo-2009.pdf) (Tomado el día 17/6/13).

Rivera, (2013). *Entrenamiento*. Disponible en: [http://es.scribd.com/
doc/4040536/Leccion-4-RRHHII-ENTRENAMIENTO](http://es.scribd.com/doc/4040536/Leccion-4-RRHHII-ENTRENAMIENTO). (Tomado el día
18/6/13).

Crecenegocios. (2012). *Análisis Costo beneficio*. Disponible en:
<http://www.crecenegocios.com/el-analisis-costo-beneficio>. (Tomado el día
24/6/13)

Ríos. (2009). *Diagrama de Gantt*. Disponible en: [http://rios-vazquez.
blogspot.com/2009/04/definicion-del-diagrama-de-gantt.html](http://rios-vazquez.blogspot.com/2009/04/definicion-del-diagrama-de-gantt.html) (Tomado el
26/6/13)

Ekok.(2006). *Proyectos EDT* . Disponible en: [http://www.expertconsulting.com.co
/Articulos/Proyectos/EDT_Estructura%20De%20trabajo.htm](http://www.expertconsulting.com.co/Articulos/Proyectos/EDT_Estructura%20De%20trabajo.htm) (Tomado el día
27/6/13).

Fox. (1981). *Diseño de Investigaciones*. Disponible en: [http://www
.bjoasesores.com/tributario/Diseno_de_Investigaciones.pdf](http://www.bjoasesores.com/tributario/Diseno_de_Investigaciones.pdf) (Tomado el día
2/7/13).

Díaz. (2007). Tipos de encuestas considerando la dimensión temporal. Univ
Pública de Navarra. Departamento de Sociología Campus de Arrosadía
Pamplona.

APÉNDICES

Productividad por técnico

Name	Year Values			New	Total New CCMod	Total Productivity	Total Efficiency	Total New
	New CCMod	Productivity	Efficiency					
Daniel Carrillo Acosta	810	89.70%	100.00%	364	810	89.70%	100.00%	364
Alejandra Soto Azofeifa	857	56.48%	74.41%	371	857	56.48%	74.41%	371
Cindy Su Barrantes	1532	108.25%	109.11%	640	1532	108.25%	109.11%	640
Gabriela Ramirez Aguilar	1410	101.36%	102.58%	562	1410	101.36%	102.58%	562
Veronica Herrera Nunez	1729	110.33%	111.21%	763	1729	110.33%	111.21%	763
Elliott Montero Ramirez	610	103.70%	104.25%	227	610	103.70%	104.25%	227
Ariel Sanchez Calderon	1230	100.32%	101.43%	477	1230	100.32%	101.43%	477
David Jimenez Madrigal	1282	87.62%	98.31%	535	1282	87.62%	98.31%	535
Mabelyn Campos Calderon	145	85.04%	85.04%	66	145	85.04%	85.04%	66
Luis Arrieta Benavides	1320	81.22%	82.96%	517	1320	81.22%	82.96%	517
Ivon Saenz Brown	1310	90.34%	91.32%	520	1310	90.34%	91.32%	520
Jimena Corrales Sanchez	1186	100.81%	101.35%	558	1186	100.81%	101.35%	558
Jonathan Aguilar Rojas	1406	95.48%	96.71%	723	1406	95.48%	96.71%	723
Luis Campos Ramirez	595	66.99%	67.85%	270	595	66.99%	67.85%	270
Samay Corrales Duran	479	82.64%	82.64%	270	479	82.64%	82.64%	270
Haydee Diaz Carrillo	1693	105.33%	106.35%	732	1693	105.33%	106.35%	732
Paola Valerio Moraga	684	74.03%	75.17%	315	684	74.03%	75.17%	315
Heidy Ramirez Ramirez	260	86.46%	86.46%	123	260	86.46%	86.46%	123
Evelyn Sanchez Rodriguez	1384	87.58%	90.24%	558	1384	87.58%	90.24%	558
Jacqueline Camacho Vargas	1256	78.14%	79.05%	570	1256	78.14%	79.05%	570

Productividad por mensual y semanal

Nombre	Productividad SETIEMB RE	Meta 90%	SEMANA#1 10/01/2018 - 10/06/2018 OCTUBRE semana 1	SEMANA#2 10/08/2018 - 10/13/2018 OCTUBRE semana 2
Elliott Montero				109%
Ramírez	120%	90%	117%	
Verónica Herrera				117%
Núñez	107%	90%	114%	
Jeiler Jirón Gómez	103%	90%	115%	107%
Haydee Díaz				98%
Carrillo	101%	90%	109%	
Jonathan Aguilar				98%
Rojas	100%	90%	109%	
Oscar Álvarez				96%
Morera	97%	90%	103%	
Ariel Sánchez				93%
Calderón	97%	90%	98%	
Jimena Corrales				106%
Sánchez	92%	90%	105%	
Evelyn Sánchez				87%
Rodríguez	87%	90%	96%	
Allan Mora Cruz	85%	90%	93%	102%
Joseph Morales				95%
Coto	82%	90%	95%	
Carlos González				104%
Montero	82%	90%	106%	
Cindy Su Barrantes	81%	90%	104%	98%
Gabriela Ramírez				100%
Aguilar	77%	90%	108%	
Gina Villega Salas	77%	90%	98%	95%
Avon Sáenz Brown	75%	90%	78%	74%
Jacqueline				76%
Camacho Vargas	72%	90%	89%	
Alejandra Soto				63%
Azofeifa	68%	90%	86%	
David Jiménez				97%
Madrigal	68%	90%	95%	
José Camacho				57%
Barquero	54%	90%	65%	
Promedio		86	99	94

Productividad con tiempo muerto agregado

Productividad	Tiempo Muerto	Casos / Hora Tiempo Muerto	Eficiencia
67.78 %	20.00 hrs	2,39	76.94 %
85.06 %	4.50 hrs	2,71	87.40 %
96.59 %	6.09 hrs	3,14	101.22 %
82.28 %	8.00 hrs	2,68	86.58 %
80.87 %	3.00 hrs	2,27	82.35 %
67.71 %	8.02 hrs	2,22	71.64 %
119.82 %	0.50 hrs	3,76	121.26 %
86.68 %	5.50 hrs	2,78	89.73 %
76.78 %	2.12 hrs	2,15	77.76 %
76.61 %	4.50 hrs	2,44	78.72 %
101.19 %	1.75 hrs	3,17	102.26 %
75.25 %	7.50 hrs	2,45	78.93 %
72.39 %	3.00 hrs	2,28	73.70 %
103.11 %	4.00 hrs	3,27	105.63 %
91.59 %	3.00 hrs	2,89	93.26 %
100.00 %	6.33 hrs	3,23	104.06 %
53.78 %	3.17 hrs	1,7	54.86 %
82.47 %	1.50 hrs	2,6	83.77 %
97.30 %	4.58 hrs	3,11	100.29 %
107.27 %	4.00 hrs	3,43	110.75 %
84.81 %	101.06 hrs	2.69	87.75 %

Glosario

Termino	Definición
Align Technoly	Tecnología de alineamiento
Stage	Etapa del tratamiento
TREAT	Herramienta realizar el tratamiento
Quality	Calidad
Set Up and Stage	Configuración o alineación del tratamiento y etapa
Caso	tratamiento
Patient Records	Registros médicos de pacientes
Bite registration	Registros de la mordida del paciente
Treatment Form	Forma del tratamiento
Fipos	Herramienta para realizar el tratamiento
Tooth Path	Forma de alineación de los dientes
Attachments	Aditamento para adherir al diente
Notes	Notas
Interproximation	Interproximación entre cada diente

ANEXOS

LO MÁS LEÍDO DE LA SEMANA

noticias

1. Damm, Schneider Electric, Chiesi, Zurich, Volkswagen, Bacardi y Sanitas, premiadas por AdQualis
2. Alta anima a los jóvenes a participar en la transformación digital
3. La comunicación interna se traslada a esfera virtual, con el foco puesto en las personas y...
4. 10 propuestas para mejorar la productividad y el rendimiento
5. Las diez cualidades más valoradas por los seleccionadores de personal
6. Beneficios de fomentar la práctica del mindfulness en las empresas
7. Philip Morris implanta una cultura de aprendizaje continuo para afrontar su transformación
8. La Sanidad madrileña, Psinergia y Mapfre, reciben el Premio iMm
9. Save the date: El próximo 7 de noviembre Talent Day vuelve a Barcelona
10. Los 8 errores en ciberseguridad más habituales en el trabajo

NOTICIAS

10 propuestas para mejorar la productividad y el rendimiento

Fomentar la creatividad y la motivación, evitar las distracciones y reducir el tiempo de la comida y las reuniones, son alguna de las propuestas



28/04/2015 La Comisión Nacional para la Racionalización de los Horarios Españoles (ARHOE), con motivo de la celebración del Día del Trabajo, el día 1 de mayo, ha dado a conocer una serie de propuestas dirigidas a empresarios y trabajadores, encaminadas a lograr una mayor eficiencia y productividad de las empresas de nuestro país.

Responsables de la Comisión Nacional señalan que nuevos tiempos requieren nuevas soluciones y que se imponen medidas imaginativas, más allá de la clásica negociación salarial, para llevar a cabo reformas de calado que permitan no sólo mejorar los resultados empresariales, sino también promover actitudes corporativas que faciliten ambientes de trabajo más humanos e integradores.

Método del embudo



Diagrama de Pareto



The collage features four Pareto charts. The largest chart on the left is titled 'Diagrama de Pareto de número de retardos en función de las causas' and shows a bar chart with categories like 'Faltas de personal', 'Faltas de material', 'Faltas de maquinaria', 'Faltas de transporte', 'Faltas de comunicación', and 'Faltas de otros'. The y-axis represents the number of delays (0 to 160.0) and the x-axis represents the percentage of total delays (0.0% to 100.0%). An orange cumulative curve is overlaid on the bars. To the right are three smaller charts: 'Diagrama de Pareto de Defectos', 'Diagrama de Pareto de Quejas', and 'Customer Complaints'. The 'Customer Complaints' chart includes a red dashed line representing a Pareto principle threshold (80/20 rule) and labels for 'Significant loss' and 'Insignificant loss'.

Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto, también llamado curva cerrada o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite asignar un orden de prioridades. [Wikipedia](#)

Minutas

Minuta de Reunión

Lugar y fecha: Align 08/01/2019

Hora de inicio: 2:00 pm

Asuntos a tratar: Reunión con supervisora Giannina bravo identificación del proyecto e Identificación de la empresa

Historia general de la empresa desde sus inicios con tan solo un año de estar en el país contaba con un personal de 100 personas y con un software único

Objetivos de la investigación

Se discutieron los posibles temas a abordar para poder determinar el posible problema en la producción.

Se informó cuáles son la limitación de la divulgación de la información

Minuta de Reunión

Lugar y fecha: Align 12/02/2019

Hora de inicio: 2:00 pm

Asuntos a tratar: Reunión con supervisora, planteamiento del problema

Se muestra a la supervisora el problema encontrado después de haber investigado y analizado los datos suministrados, recomendaciones sobre el problema encontrado y visto bueno para desarrollarlo.

Minuta de Reunión

Lugar y fecha: Align 5/03/2019

Hora de inicio: 2:00 pm

Asuntos a tratar: Procesos de producción

Descripción de los procesos y sugerencias por parte de la supervisora para abordar mejor los temas para el desarrollo de la propuesta, información del proceso de alineación de casos y su sistema de aprobación de casos.

Minutas

Minuta de Reunión

Lugar y fecha: Align 09/04/2019

Hora de inicio: 2:00 pm

Asuntos a tratar: Herramienta

Muestra del funcionamiento de la herramienta y las mejoras que se pueden dar con la implementación y análisis de los hallazgos encontrados en la producción como los tiempos de duración para procesar cada caso.

Minuta de Reunión

Lugar y fecha: Align 14/05/2019

Hora de inicio: 2:00 pm

Asuntos a tratar: Beneficios económicos

Muestra de los beneficios económicos y de producción según la propuesta planteada, se dan recomendaciones de mejora para propuesta en cuanto a la cantidad de casos por técnicos según el valor de cada caso.

Minuta de Reunión

Lugar y fecha: Align 28/07/2019

Hora de inicio: 2:00 pm

Asuntos a tratar: Trata bajo final

Se muestra el trata bajo final, el cual es de agrado para la supervisora y se da el visto bueno para una posible implantación en una de las celdas.



Giannina Bravo Diaz
Production Supervisor, Americas, Costa Rica Operations

Align Technology, Inc.
San Antonio Business Park, Belen, Heredia
email gbravo@aligntech.com
direct 2209-1300 ext 106656 | cell 8833 5820

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACION DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACION ELECTRONICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, __02 de diciembre de 2019__

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Anthony Chacón Hernández con número de identificación 1 1075 0874 autor (a) del trabajo de graduación titulado Balace de la línea de producción de ortodoncia virtual en Align Technology el primer semestre de 2019 Presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial; ~~SI~~ NO autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,



110750874

Firma y Documento de Identidad

**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.
- b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana
- c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.