

UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA

Facultad de Ingeniería y Gestión



**MEJORA EN EL PLANEAMIENTO Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN
DE EQUIPOS MINEROS JUMBO EN LA EMPRESA RESEMIN**

Trabajo de Investigación para obtener el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Industrial

JOSÉ CARLOS SARMIENTO SALDAÑA

MIGUEL ÁNGEL MEJÍA CABELLO

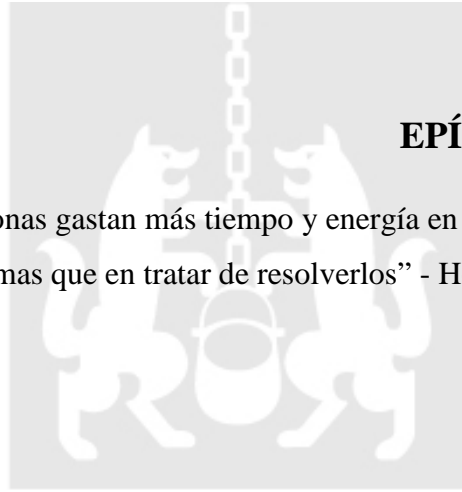
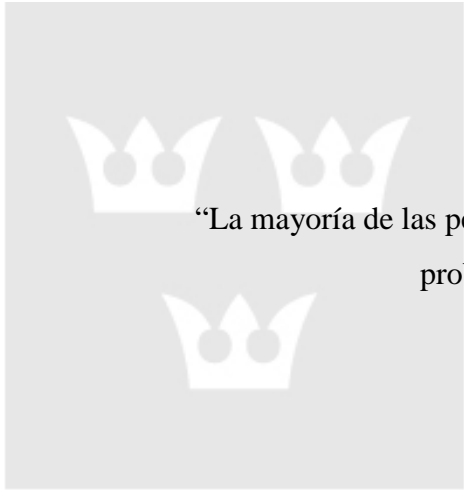
Asesor

Edwin Ramos Galloso

Lima - Perú

Febrero de 2019

GLORIA



EPÍGRAFE

“La mayoría de las personas gastan más tiempo y energía en rondar los problemas que en tratar de resolverlos” - Henry Ford.



DEI

VIVENS

HOMO

GLORIA

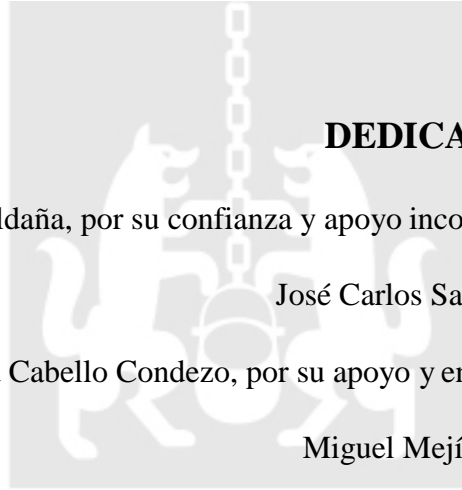


A mi madre, Rosa Saldaña, por su confianza y apoyo incondicional.

José Carlos Sarmiento S.

A mi madre, Juliana Cabello Condezo, por su apoyo y enseñanzas.

Miguel Mejía Cabello.



DEDICATORIA

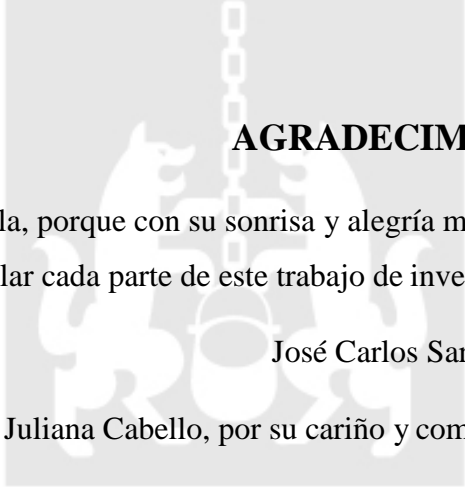
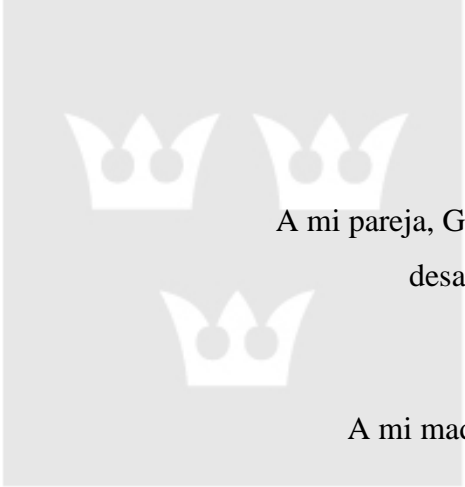


DEI

VIVENS

HOMO

GLORIA
DEI



AGRADECIMIENTO

A mi pareja, Gisella, porque con su sonrisa y alegría me alentó a desarrollar cada parte de este trabajo de investigación.

José Carlos Sarmiento S.

A mi madre, Juliana Cabello, por su cariño y comprensión.

Miguel Mejía Cabello.



VIVENS
HOMO



RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene el objetivo de mejorar el planeamiento y el control de la producción de RESEMIN. La cual es una empresa peruana dedicada al diseño, fabricación y mantenimiento de equipos mineros jumbo.

Palabras clave: Planeamiento, Control, Producción, Ingeniería, Industrial, Resemin.



ABSTRACT

The following investigation aims to improve the planning and control of the production of RESEMIN. This is a Peruvian company which is dedicated to the design, manufacture and maintenance of mining equipments - jumbo.

Key words: Planning, Control, Production, Engineering, Industrial, Resemin.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	14
CAPITULO I: GENERALIDADES	15
1.1 Antecedentes de la empresa	15
1.2 Determinación del problema	20
1.3 Justificación de la investigación	21
1.4 Objetivo general de la investigación	21
1.5 Objetivos específicos de la investigación	22
1.6 Limitaciones de la investigación	22
1.7 Alcance de la investigación	22
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	23
2.1 Antecedentes de la investigación	23
2.2 Glosario de términos	24
2.3 Marco teórico	25
CAPITULO III: ANÁLISIS ESTRATÉGICO	40
3.1 Visión	40
3.2 Misión	40
3.3 Valores	41
3.4 Política de calidad	41
3.5 Política de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente	41
3.6 Análisis externo e interno	42
3.7 Objetivos estratégicos	44

CAPITULO IV: DIAGNÓSTICO GENERAL	45
4.1 Análisis del proceso	45
4.2 Caracterización del proceso	49
4.3 Análisis de los indicadores	50
4.4 Determinación de las brechas	52
4.5 Determinación de la causa raíz	53
CAPITULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN	56
5.1 Determinación de objetivos y metas	56
5.2 Desarrollo del proyecto de mejora	57
5.3 Determinación de las actividades a realizar	83
5.4 Elaboración del presupuesto	84
5.5 Cálculo de los ingresos del proyecto	85
CAPITULO VI: EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN	87
6.1 Evaluación del flujo de caja	87
6.2 Evaluación de indicadores	88
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	90
BIBLIOGRAFÍA	91
ANEXOS	92

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. FODA. Análisis externo e interno de Resemin	42
Tabla 2. Objetivos estratégicos de Resemin.	44
Tabla 3. Tiempo de entrega de equipos	47
Tabla 4. Relación entre las ventas y la cantidad de horas extras utilizadas en 2017.	47
Tabla 5. Matriz de caracterización del proceso.	49
Tabla 6. Análisis del reporte de retrasos 2017	50
Tabla 7. Indicadores del reporte de retrasos 2017	52
Tabla 8. Determinación de brechas	52
Tabla 9. Causas de retrasos en la producción y aumento de costos	55
Tabla 10. Equipos vendidos durante el 2015	57
Tabla 11. Equipos vendidos durante el 2016	57
Tabla 12 Equipos vendidos durante el 2017	58
Tabla 13. Resumen de ventas de Resemin del 2015 al 2017	59
Tabla 14. Ventas Muki FF	60
Tabla 15. Ventas Muki FF por Trimestre	61
Tabla 16. Evaluación del promedio móvil simple – Muki	63

Tabla 17. Evaluación de Suavización Exponencial Simple – MUKI FF	64
Tabla 18. Suavización Exponencial con Tendencia (Modelo de HOLT) – MUKI FF	65
Tabla 19. Suavización Exponencial con Tendencia y Estacionalidad – MUKI FF	66
Tabla 20. Selección de pronóstico con menos porcentaje de error.	67
Tabla 21. Pronóstico de la demanda – Resemin 2018	68
Tabla 22. Cálculo de horas hombre por equipo	69
Tabla 23 Estandarización de los tiempos de fabricación	70
Tabla 24. Estandarización de los tiempos de ensamble	70
Tabla 25. Principales costos por área y equipo	70
Tabla 26. Pre plan agregado	71
Tabla 27. Datos del área de fabricación	72
Tabla 28. Datos de área de ensamblaje	73
Tabla 29. Inversión inicial	84
Tabla 30. Gastos de operación	84
Tabla 31. Ahorro gradual en gastos de horas extras	85
Tabla 32. Nivel de producción que se desea mantener	86
Tabla 33. Ahorro en nivel de inventario 2018	86

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Participación RESEMIN en mercado mundial - 2013.	16
Gráfico 2. Diagrama de la cadena de suministros de RESEMIN.	17
Gráfico 3. RAPTOR 55 - Jumbo para perforación profunda.	18
Gráfico 4. MUKI FRONT FACE - Jumbo Frontonero.	19
Gráfico 5. TROIDON 55 - Jumbo Frontonero.	19
Gráfico 6. BOLTER 88 - Jumbo Empernador.	19
Gráfico 7. Ajuste de Forecast. Ver anexo 2.	45
Gráfico 8. Cuantificación de la Intención de Compra. Ver anexo 2.	45
Gráfico 9. Leadtime de componentes principales para ensamble de equipos.	46
Gráfico 10. Ventas por mes VS el total de horas extras requeridas del 2017.	48
Gráfico 11. Diagrama de Ishikawa, causa - efecto.	53
Gráfico 12. Diagrama de Pareto	55
Gráfico 13. Diagrama de Pareto de las ventas acumuladas por equipo.	58
Gráfico 14. Ventas por mes del MUKI FF, evaluado en 36 periodos.	61
Gráfico 15. Ventas por trimestre del MUKI FF, evaluado en 12 periodos.	62
Gráfico 16. Análisis marginal para definir el número de trabajadores.	72
Gráfico 17. Análisis marginal para definir el número de trabajadores.	73

Gráfico 18. Plan Agregado – Capacidad Constante (Enero a Junio 2018).	74
Gráfico 19. Plan Agregado – Capacidad Constante (Julio a Diciembre 2018).	75
Gráfico 20. Plan Agregado – Capacidad Variable (Enero a Junio 2018)	76
Gráfico 21. Plan Agregado – Capacidad Variable (Julio a Diciembre 2018)	77
Gráfico 22. Programa Maestro de Producción (Enero a Marzo 2018)	78
Gráfico 23. Formulación del Programa Maestro de Producción (Junio a Julio 2018)	79
Gráfico 24. Programa Maestro de Producción (Junio a Julio 2018)	79
Gráfico 25. Diagramas de Gozinto para el MRP.	80
Gráfico 26. Componentes analizados por el MRP.	81
Gráfico 27. Formulación del sistema MRP.	81
Gráfico 28. Sistema MRP programado para todo el 2018.	82
Gráfico 29. Diagrama de Gantt de las actividades del proyecto.	83
Gráfico 30. Proyección de ahorros en horas extras.	85
Gráfico 31. Flujo de Caja Proyectado.	87

GLORIA



HOMO

DEI

VIVENS

INTRODUCCIÓN

El Planeamiento y el control de la producción, también conocido como PCP, es el corazón del área de producción en cualquier empresa manufacturera, ya que sin este planeamiento y control sería imposible cumplir con los compromisos establecidos.

A diario, la persona a encargada del PCP es responsable de:

- Realizar pronósticos de demanda con un bajo porcentaje de error, con lo cual se espera disminuir el exceso de inventario de productos terminados.
- Mantener la eficiencia y eficacia, en armonía, logrando que las máquinas y el personal produzcan a su máxima capacidad con el menor costo de producción.
- Evitar el exceso de mantenimientos correctivos, debido al no cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias.
- El correcto aprovisionamiento de repuestos, materiales, componentes, materia prima, insumos, productos terminados, por parte de logística, para evitar retrasos con las fechas prometidas.
- Asegurar la alta calidad de los productos semielaborados o terminados.

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

A. RESEÑA HISTÓRICA

La empresa Representaciones y Servicios Mineros S.A. conocida comercialmente como RESEMIN, fue fundada en el año 1989 por el empresario peruano e Ingeniero de Minas James Valenzuela. Durante los primeros doce años, la compañía se dedicó a comercializar repuestos para minería subterránea, compitiendo directamente con Atlas Copco y Sandvik. Es a partir del año 2001 que empiezan a fabricar sus propios equipos, siendo el Raptor (Jumbo de Perforación) el primero en diseñarse.

Al año siguiente vendieron su primer equipo a la empresa Glencore en Perú, la cual quedó muy satisfecha. Meses después trasladaron a los ejecutivos de esa compañía a Zambia, quienes se contactaron con el empresario peruano para que participe en una licitación de compra de equipos mineros. RESEMIN logró ganar la licitación y exportar seis Raptor a ese país.

Desde entonces, la empresa ha incursionado en la fabricación de jumbos para minado de vetas angostas. Sus famosos micro jumbos Muki tienen una reputación que traspasa fronteras, y son la atracción cada vez que visitan ferias mineras. Además, el mercado ha motivado a Resemin a ingresar al negocio contratista minero, aunque exclusivamente en Zambia, Congo y La India. Así, se evidencia el constante crecimiento de Resemin que pronto incrementará su oferta de equipos (Scoops y Loaders).

Su fundador, James Valenzuela ha demostrado que en el Perú se pueden hacer grandes cosas, como tecnología de punta de máquinas mineras, y que no es exclusividad de países con tradición industrial. Hoy gracias a su trabajo y al de todo su equipo ha llevado tecnología peruana a los cinco continentes. Es por ello, que debido a su trayectoria, ha sido reconocido como el gran ganador de los Premios Líderes Empresariales del Cambio (LEC), que reconocer a los principales líderes y ejecutivos que promueven el crecimiento empresarial en el Perú.

Durante el 2017, las exportaciones de Resemin en maquinaria y repuestos superaron los US\$ 17 millones. En el Perú cuentan con alrededor de 450 colaboradores y en total el holding suma 1700 colaboradores entre América, África y La India.

B. MERCADO

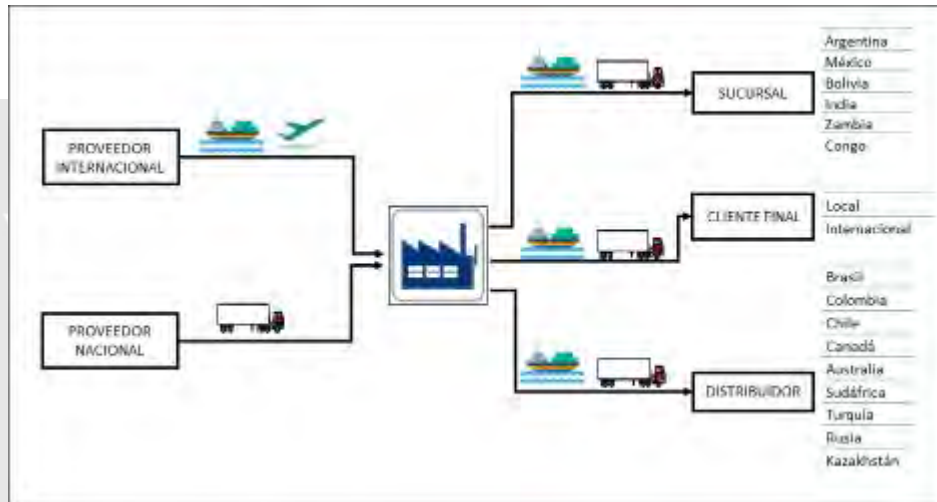
RESEMIN no solo vende sus equipos a empresas locales, sino que además es un proveedor de servicios mineros en exterior, teniendo sedes en países como el Congo, Zambia y la India, donde usa sus propios equipos para realizar dichos servicios. Además tiene distribuidores en Latinoamérica, Norteamérica y Australia.

Gráfico 1. Participación RESEMIN en mercado mundial - 2013.



Fuente: Perfil Resemin, 7 de enero del 2013.

Gráfico 2. Diagrama de la cadena de suministros de RESEMIN.



Fuente: Elaboración propia (2018).

Sucursales:

-  RESEMIN Perú (Perú)
-  RESEMIN México (México)
-  Reliant Congo SARL (Congo)
-  Reliant Drilling Limited (Zambia)
-  Reliant Drilling Limited - India (India)
-  JMC Minería s.a. (Argentina)
-  RESEMIN Bolivia (Bolivia)

Principales Distribuidores:

-  Combigua (Guatemala)
-  Caimex Equipamentos para Mineração
-  Gladiator Equipment (Canadá)
-  Drilling Mining & Const. (South Africa)
-  Sesco S.A.S (Colombia)
-  Resemin Asia (Australia)
-  Titan (Turquía)
-  Subterra Maquinaria Minera (Chile)

C. PRODUCTOS

Entre sus líneas de producción los equipos de RESEMIN se pueden dividir por su aplicación en la minería. En la primera etapa encontramos a los jumbos de tiros largos llamados RAPTOR, los cuáles realizan perforaciones profundas que luego serán dinamitadas para obtener los minerales a procesar; continúan los jumbos frontoneros MUKI y TROIDON los cuáles realizan perforaciones frontales que permiten la construcción de las minas subterráneas; finalmente tenemos los jumbos empernadores llamados BOLTER, cuya función es asegurar las rocas y evitar posibles derrumbes.

Adicionalmente, RESEMIN comercializa Vigas de perforación, desatadores de rocas y perforadoras Montabert.

A continuación se muestran los principales equipos mineros mencionados:

Gráfico 3. RAPTOR 55 - Jumbo para perforación profunda.



Fuente: Elaboración propia (2018).

Gráfico 4. MUKI FRONT FACE - Jumbo Frontonero.



Fuente: Elaboración propia (2018).

Gráfico 5. TROIDON 55 - Jumbo Frontonero.



Fuente: Elaboración propia (2018).

Gráfico 6. BOLTER 88 - Jumbo Empernador.



Fuente: Elaboración propia (2018).

1.2 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años, las ventas de los equipos mineros de Resemin se han incrementado rápidamente. En el 2015 facturaron unos 15 millones de dólares, durante el 2016 facturaron 25 millones, y en el 2017 alcanzaron los 34 millones de dólares.

Respecto a los equipos fabricados y vendidos se tiene la siguiente información, fueron 33 en el 2015, 62 en el 2016, y 86 durante el 2017. Como podemos observar, Resemin cada año se posiciona mejor en el mercado y sus ventas aumentan a gran escala, tanto así, que para el 2018 se estima que lograrán vender 120 equipos.

Sin embargo, este incremento en las ventas ha traído consecuencias, ya que la empresa se ha visto obligada a aumentar su capacidad rápidamente, sin tener en cuenta una adecuada planificación, ocasionando que algunas áreas crezcan de manera desordenada y por ende, que algunos de sus procesos no sean los más eficientes.

Luego de realizar varias visitas a la planta, conversar con el personal y estudiar sus procesos se han identificado los siguientes inconvenientes:

- El pronóstico de ventas no es confiable, ya que, de los 90 equipos fabricados durante el 2017 sólo 28 fueron pronosticados, es decir, apenas el 30%.
- No están preparados para satisfacer una demanda bajo pedido de manera eficiente, ya que, de los 62 equipos fabricados bajo esta modalidad durante el 2017, sólo 9 fueron entregados a tiempo.
- Para cumplir con las fechas de entrega o evitar que éstas se sigan alargando, utilizan una gran cantidad de horas extras, trabajando incluso domingos y feriados. Durante el 2017 emplearon más de 5800 horas extras.
- Su nivel de inventario es excesivamente elevado, más de 6 millones de soles en componentes “críticos”, pero aun así continúan ocurriendo retrasos en la producción por desabastecimiento de componentes.

Analizando la lista anterior, se ha determinado que el problema principal es el incumplimiento de las fechas de entrega y los sobrecostos generados por el nivel de inventario y horas extras.

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se realiza debido a que Resemin está en la necesidad de mejorar la eficiencia de sus recursos y procesos para satisfacer la gran demanda de sus clientes y cumplir con las fechas de entrega programadas; ya que, según la siguiente información el mercado seguirá creciendo.

Según el INEI, a partir del 2005 en adelante, el producto bruto interno (PBI) del Perú ha tenido una tasa de crecimiento de 5,89% en promedio; sin embargo, durante los últimos años esa tasa ha ido decreciendo, en el 2015 fue de 3.6%, en el 2016 de 3.9% y en el 2017 apenas alcanzó el 2.5%. El sector de manufactura no primaria se ha contraído durante el 2017 en un 2.7%, por lo cual las empresas metalmeccánicas deberían de aumentar su competitividad, reduciendo costos y tiempos de producción.

Por otro lado, en el ámbito internacional, Richard Wilson, presidente de Metales de Wood Mackenzie y experto en el campo de la economía de suministro de metales, indicó que el precio del cobre cerrará el 2017 a US\$ 2.68/lb y crecerá hasta US\$ 2.85/lb en 2019, pudiendo llegar hasta los US\$ 3.45/lb en el 2022.

El especialista también detalló que durante el periodo 2018-2019 entrarán en operación nuevos proyectos en Chile (Escondida), Panamá (Cobre Panamá), Perú (Ampliación de Toquepala) y en el continente africano (Glencore África Operations), los cuáles requerirán maquinaria especializada en minería subterránea.

1.4 OBJETIVO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

Mejorar la planificación y control de la producción de la empresa Resemin, con el fin de gestionar sus recursos de una manera más eficiente y satisfacer una mayor demanda a partir del 2018.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA INVESTIGACIÓN

- Analizar y mejorar el pronóstico de ventas a partir del 2018 en adelante.
- Reducir el número de horas extras empleadas en la fabricación de los equipos.
- Diseñar un sistema de requerimiento de materiales que permita reducir el desabastecimiento de componentes utilizados en el ensamblado de los equipos.
- Reducir paulatinamente los niveles de inventario de los componentes gestionados por el MRP a implementar.
- Demostrar la rentabilidad del proyecto de mejora.

1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La principal limitación de la investigación es la falta de indicadores logísticos que hagan referencia a las roturas de stock, se conoce que ocurren retrasos de la producción debido al desabastecimiento de los componentes pero se carece de un historial que permita comparar el antes y después.

1.7 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Una de las principales fortalezas por las que resalta Resemin es la capacidad de diseñar y fabricar equipos personalizados según las especificaciones de cada cliente; sin embargo, ofrecer esta gran variedad entre sus modelos trae consigo mayores dificultades para la estandarización del proceso.

A la fecha, Resemin, cuenta con 12 modelos de equipos para minería subterránea, pero se calcula que con la cantidad de alternativas que ofrece, este número puede llegar a triplicarse.

El alcance de esta investigación es analizar los principales componentes utilizados en el ensamble de aquellos equipos que equivalgan al 65 - 70% del total de las ventas correspondientes a los últimos 3 años, del 2015 al 2017. No se encuentra dentro del alcance evaluar los materiales que forman parte de la estructura de los equipos, ni aquellos componentes que se encuentren en el mercado local y cuyo tiempo de entrega sea menor a 30 días.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El impacto de la planificación y control de la producción en las empresas se puede clasificar como exponencial. Dos de los principales aspectos donde se puede ver con claridad este impacto incluyen:

- Incremento en el nivel de servicio al cliente interno como externo. Una adecuada planificación de la producción impacta directamente en el nivel de servicio el tiempo de la entrega al cliente final del producto apropiado y con el menor costo posible.
- Se puede estimar la producción a medio y largo plazo y responder con tiempo ante posibles imprevistos para cumplir los plazos de entrega
- Se conoce con antelación si es posible cumplir el plazo de entrega con la capacidad actual
- Se puede informar con la suficiente antelación a los proveedores para que las materias primas las tengamos justo en la cantidad que necesitamos y en la fecha requerida
- Se reduce la inversión en inventario y por ende aumenta el flujo de caja.
- Se reduce el coste total de producción al impulsar la eficiencia.

Mediante el uso de las herramientas y las técnicas de gestión adecuadas, las empresas adquieren la capacidad de diagnosticar correctamente los problemas, al mismo tiempo que evitan las interrupciones y a su vez pueden determinar la mejor forma en la que se pueden mover más eficientemente los productos en caso de eventos inesperados.

2.2 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Forecast: Es la estimación de ventas que se tiene para un determinado periodo de tiempo. Para ello, se utilizan datos históricos, valoraciones del equipo de marketing, información de los profesionales de ventas o cualquier otro indicador disponible para obtener la cifra más real posible. Puede realizarse desde un punto de vista institucional, en el que la empresa hace sus predicciones sobre la demanda de sus productos para que los distintos departamentos (logística, producción, financiero, entre otros) tomen en cuenta esta información en su planificación, o desde un punto de vista personal, en el que el profesional de ventas declara lo que venderá en el futuro.

Lead time: Es el tiempo que transcurre desde que se inicia un proceso de producción hasta que se completa, incluyendo normalmente el tiempo requerido para entregar ese producto al cliente.

Stock: Producto almacenado listo para ser vendido, distribuido o usado.

EOQ: La cantidad económica de pedido busca encontrar el monto de pedido que reduzca al mínimo el costo total del inventario de la empresa. Una de las herramientas que se utilizan para determinar el monto óptimo de pedido para un artículo de inventario es el modelo de la cantidad económica de pedido.

Stock de seguridad: Artículos de uso excepcional, que cubren los riesgos derivados de la aleatoriedad de las salidas de almacén.

Stock mínimo: Mínima cantidad de producto que se debe almacenar en un almacén, para poder dar un servicio adecuado. Si se rebasa hacia abajo este Stock, se pueden producir los llamados "Roturas de Stock".

2.3 MARCO TEÓRICO

FORECAST

El Forecast consiste en la estimación y monitorización de las ventas futuras para un producto, utilizando diferentes herramientas como los datos históricos de venta y las previsiones del equipo de ventas y del departamento de marketing. Tiene como objetivos:

- Mejorar el flujo de información en la cadena de suministro.
- Preparar las áreas de la organización para las acciones a emprender.
- Conocer qué pasará en el corto y medio plazo (no se hacen estimaciones más allá del año debido al alto grado de cambio en los mercados en la actualidad).
- Detectar los problemas con anterioridad.
- Encontrar soluciones más rápidamente.
- Reducir inventarios.
- Mejorar la atención al cliente.

Se diferencian dos métodos básicos para realizar el análisis:

Cuantitativos: Se basan en datos históricos de ventas que ya se disponen. Hay que tener presente que ventas pasadas no presuponen ventas futuras, pero pueden ser una base para predecir lo que pasará en un futuro próximo. Igualmente, hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Cambios en el mercado: puede que en el mercado haya aparecido alguna oportunidad o amenaza que afecta a todo el sector y que afecte las ventas.
- Cambios en la propia empresa: en la misma compañía pueden haber sucedido determinados hechos que la hayan fortalecido o, por el contrario, debilitado respecto la competencia.
- Contexto económico: hay que tener en cuenta la situación general del mercado al cual dirigirse para saber si disponen de la misma capacidad adquisitiva que antes.

- Cambios en las preferencias: las modas y preferencias son muy cambiantes en la actualidad, y aquello que antes era valorado, hoy ya no. Por lo tanto, es imprescindible estar atentos a estos cambios.

Cualitativos: según evaluaciones subjetivas de todas aquellas personas que conforman la empresa que han tenido algún tipo de contacto con el consumidor final o en alguno de los procesos necesarios para hacer llegar el producto al punto de venta. En este sentido, toma mucha importancia la figura del comercial.

El comercial, la principal fuente de información:

Muchas veces se tiende a valorar a una persona que trabaja como comercial solamente por sus resultados en ventas. Esta valoración tan simplista provoca que se dejen muchos cabos sueltos respecto a la que tendría que ser la totalidad de sus tareas. El comercial es la persona que tiene el contacto más directo con el consumidor final. Por lo tanto, tiene que conseguir el máximo de información de él para conocer cuáles son sus preferencias y qué puntos valora más y menos del producto que se le está ofreciendo. De este modo, la empresa podrá:

- Conocer las características más valoradas del producto y destacarlas.
- Conseguir solucionar aquellos puntos que no son tenidos en cuenta.
- Adaptarse a las necesidades del consumidor.
- Tener una base de datos muy importante que puede ser vital para el lanzamiento de futuros productos.

Por lo tanto, es imprescindible pedir a los vendedores que, de cada contacto con el público, hagan un completo informe del encuentro. Ellos son la principal fuente de conocimiento del cliente y es básico hacerles entender de la importancia de esta tarea, no solamente para la empresa, también para ellos mismos. Si la compañía consigue enfocar correctamente el producto, éste será más atractivo y la tarea de venta, más sencilla. A más ventas, más ingresos para la empresa y, a la vez, más comisiones para los comerciales. Por lo tanto, todas las partes salen ganando con la aplicación del forecast.

Problemas que pueden surgir

Una vez agrupados los datos, es muy importante analizarlos correctamente.

Aun así, se pueden dar los siguientes problemas o desviaciones:

- Diferentes formas de realizar el Forecast: Cada comercial y cada área de la empresa tiene que enfocar la realización de esta tarea siguiendo unos mismos patrones y parámetros. En caso contrario, es imposible realizar la extrapolación y análisis de los datos.
- Desviaciones respecto la media general en algunos resultados: Puede que los datos presentados por algún comercial disten, con relación a las preferencias de los consumidores finales, del que han conseguido la mayoría. Es imprescindible analizar a qué se debe tal desviación. Si se trata de un caso aislado, no se toma en consideración y se aparta del análisis.
- Poca o inadecuada atención al cliente: Es importante disponer de un servicio completo capaz de recopilar los datos referentes a los clientes. Los comerciales los transmiten y tiene que haber un grupo capaz de agruparlos y de ordenarlos. Del mismo modo, el servicio post venta es clave en el conocimiento de las preferencias de los clientes, ya que nos permite saber en qué falla el producto y solucionarlo.
- Poca colaboración entre departamentos: Es imprescindible que todas las áreas que conforman la empresa tomen como suya la realización del forecast. La información que dispone un área puede afectar y ser importancia para otras, por lo que tienen que existir canales de comunicación que permitan una circulación ágil y fiable de toda la información y conocimiento que hay en la empresa.

Tipos de pronósticos

El pronóstico se puede clasificar en cuatro tipos básicos: cualitativo, análisis de series de tiempo, relaciones causales y simulación.

Las técnicas cualitativas son subjetivas y se basan en estimados y opiniones. El análisis de series de tiempo, el enfoque primario de este trabajo, se basa en la idea de que es posible utilizar información relacionada con la demanda pasada para predecir la demanda futura. La información anterior puede incluir varios componentes, como influencias de tendencias, estacionales o cíclicas. El pronóstico causal, que se analiza utilizando la técnica de la regresión lineal, supone que la demanda se relaciona con algún factor subyacente en el ambiente. Los modelos de simulación permiten al encargado del pronóstico manejar varias suposiciones acerca de la condición del pronóstico.

Análisis de series de tiempo

«Los modelos de pronósticos de series de tiempo tratan de predecir el futuro con base en la información pasada. Por ejemplo, las cifras de ventas recopiladas durante las últimas seis semanas se pueden usar para pronosticar las ventas durante la séptima semana. Las cifras de ventas trimestrales recopiladas durante los últimos años se pueden utilizar para pronosticar los trimestres futuros. Aun cuando ambos ejemplos contienen ventas, es probable que se utilicen distintos modelos de series de tiempo para pronosticar» (Chase *et al.* 2006: 473).

El modelo de pronóstico que una empresa debe utilizar depende de:

- El horizonte de tiempo que se va a pronosticar.
- La disponibilidad de los datos.
- La precisión requerida.
- El tamaño del presupuesto de pronóstico.
- La disponibilidad de personal calificado.

Al seleccionar un modelo de pronóstico, existen otros aspectos como el grado de flexibilidad de la empresa (mientras mayor sea su habilidad para reaccionar con rapidez a los cambios, menos preciso necesita ser el pronóstico). Otro aspecto es la consecuencia de un mal pronóstico. Si una decisión importante sobre la inversión de capital se basa en un pronóstico, éste debe ser bueno.

Promedio móvil simple

«Cuando la demanda de un producto no crece ni baja con rapidez, y si no tiene características estacionales, un promedio móvil puede ser útil para eliminar las fluctuaciones aleatorias del pronóstico. Aunque los promedios de movimientos casi siempre son centrados, es más conveniente utilizar datos pasados para predecir el periodo siguiente de manera directa. Para ilustrar, un promedio centrado de cinco meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo da un promedio centrado en marzo. Sin embargo, los cinco meses de datos deben existir. Si el objetivo es pronosticar para junio, se debe proyectar el promedio de movimientos de marzo a junio. Si el promedio no está centrado, sino que se encuentra en un extremo, se puede pronosticar con mayor facilidad, aunque quizá se pierda cierta precisión. Por lo tanto, si se quiere pronosticar para junio con un promedio móvil de cinco meses, puede tomarse el promedio de enero, febrero, marzo, abril y mayo. Cuando pase junio, el pronóstico para julio será el promedio de febrero, marzo, abril, mayo y junio» (Chase *et al.* 2006: 474).

La fórmula de un promedio móvil simple es:

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}}{n}$$

Donde:

F_t = Pronóstico para el siguiente periodo

n = Número de periodos para promediar

A_{t-1} = Ocurrencia real en el periodo pasado

$A_{t-2}, A_{t-3}, A_{t-n}$ = Ocurrencias reales hace dos periodos, hace tres periodos y así sucesivamente hasta hace n periodos

Promedio móvil ponderado

Mientras que el promedio móvil simple da igual importancia a cada uno de los componentes de la base de datos del promedio móvil, un promedio móvil ponderado permite asignar cualquier importancia a cada elemento, siempre y cuando la suma de

todas las ponderaciones sea igual a uno. Por ejemplo, tal vez una tienda departamental se dé cuenta de que en un periodo de cuatro meses, el mejor pronóstico se deriva utilizando 40% de las ventas reales durante el mes más reciente, 30% de dos meses antes, 20% de tres meses antes y 10% de hace cuatro meses.

Elección de ponderaciones

La experiencia y las pruebas son las formas más sencillas de elegir las ponderaciones. Por regla general, el pasado más reciente es el indicador más importante de lo que se espera en el futuro y, por lo tanto, debe tener una ponderación más alta. Los ingresos o la capacidad de la planta del mes pasado, por ejemplo, serían un mejor estimado para el mes próximo que los ingresos o la capacidad de la planta de hace varios meses.

No obstante, si los datos son estacionales, por ejemplo, las ponderaciones se deben establecer en forma correspondiente. Las ventas de trajes de baño en julio del año pasado deben tener una ponderación más alta que las ventas de trajes de baño en diciembre (en el hemisferio norte).

El promedio móvil ponderado tiene una ventaja definitiva sobre el promedio móvil simple en cuanto a que puede variar los efectos de los datos pasados. Sin embargo, es más inconveniente y costoso de usar que el método de suavización exponencial.

Suavización exponencial

«En los métodos de pronósticos anteriores (promedios móviles simple y ponderado), la principal desventaja es la necesidad de manejar en forma continua gran cantidad de datos históricos (esto también sucede con las técnicas de análisis de regresión). En estos métodos, al agregar cada nueva pieza de datos, se elimina la observación anterior y se calcula el nuevo pronóstico. En muchas aplicaciones (quizás en la mayor parte), las ocurrencias más recientes son más indicativas del futuro que aquellas en el pasado más distante. Si esta premisa es válida (que la importancia de los datos disminuye conforme el pasado se vuelve más distante), es probable que el método más lógico y fácil sea la suavización exponencial» (Chase *et al.* 2006: 477).

Análisis de regresión lineal

«Puede definirse la regresión como una relación funcional entre dos o más variables correlacionadas. Se utiliza para pronosticar una variable con base en la otra. Por lo general, la relación se desarrolla a partir de datos observados. Primero es necesario graficar los datos para ver si aparecen lineales o si por lo menos partes de los datos son lineales. La regresión lineal se refiere a la clase de regresión especial en la que la relación entre las variables forma una recta.

La recta de la regresión lineal tiene la forma $Y = a + bX$, donde Y es el valor de la variable dependiente que se despeja, a es la secante en Y, b es la pendiente y X es la variable independiente (en el análisis de serie de tiempo, las X son las unidades de tiempo).

La regresión lineal es útil para el pronóstico a largo plazo de eventos importantes, así como la planeación agregada. Por ejemplo, la regresión lineal sería muy útil para pronosticar las demandas de familias de productos. Aun cuando la demanda de productos individuales dentro de una familia puede variar en gran medida durante un periodo, la demanda de toda la familia de productos es sorprendentemente suavizada.

La principal restricción al utilizar el pronóstico de regresión lineal es, como su nombre lo implica, que se supone que los datos pasados y los pronósticos futuros caen sobre una recta. Aunque esto no limita su aplicación, en ocasiones, si se utiliza un periodo más corto, es posible usar el análisis de regresión lineal. Por ejemplo, puede haber segmentos más cortos del periodo más largo que sean aproximadamente lineales.

La regresión lineal se utiliza tanto para pronósticos de series de tiempo como para pronósticos de relaciones causales. Cuando la variable dependiente (que casi siempre es el eje vertical en una gráfica) cambia como resultado del tiempo (trazado como el eje horizontal), se trata de un análisis de serie temporal. Si una variable cambia debido al cambio en otra, se trata de una relación causal (como el número de muertes debidas al aumento de cáncer pulmonar entre la gente que fuma)» (Chase *et al.* 2006: 483-4).

Cadena de suministro

La Administración de la Cadena de Suministro es un sistema el cual se encarga de la planificación, supervisión y organización de los flujos de materiales, flujos financieros y flujos de información que va desde el mercado de materias primas hasta el mercado de productos acabados.

Los seis principios básicos de la metodología LEAN que pueden aplicarse a la gestión óptima de la cadena de suministro son:

- Búsqueda de cero defectos, detección y solución de los problemas en su origen que logre una calidad perfecta, sin tener que repetir la producción o el servicio por errores, incidencias o defectos.
- Procesos “Pull”: los productos son solicitados por el cliente final, que es quien determina lo que hace falta, no lo determina el responsable de la producción o fabricación.
- Flexibilidad: producir rápido diferentes productos variados, sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción. También, cada producto se fabrica de una vez reduciendo tiempos de esperas, movimientos, transportes e inventarios.
- Construcción de relaciones de colaboración con los proveedores con acuerdos de colaboración en los que se pueda compartir el riesgo, los costes y la información. Y mantener a largo plazo esta relación de colaboración en la cadena de suministro.
- Mejora continua: reducción de costes, mejora de la calidad, aumento de la productividad y compartir la información
- Aplicar los principios LEAN al suministro supone trabajar para reducir y eliminar de la cadena de suministro los desperdicios o despilfarros. Estos son aquellas actividades, elementos o componentes que no generan valor añadido al beneficio que el cliente/consumidor espera o a los productos o servicios que se fabrican o desarrollan. También supone la optimización del uso de los recursos escasos: capital – desbloquear capital circulante por ejemplo-, recursos humanos y espacios.

Los desperdicios o despilfarros que pueden surgir en la cadena de suministro pueden concretarse:

- Actividades realizadas que no aportan valor.
- Procesos poco eficientes.
- Procedimientos o pasos innecesarios o sin definir con claridad.
- Material o productos almacenados que están inactivos
- Tiempos de espera excesivos para los leads -tiempos de suministro.
- Embalajes y/o contenedores que limitan el transporte o no protegen adecuadamente de los daños.
- Transporte innecesario de productos.
- Instalaciones, espacios y material o productos en inventario que son innecesarios.

En definitiva, optimizar la gestión de la cadena de suministro significa responder a lo que pide el cliente, gestionando los procesos de forma que se logre la calidad del producto o servicio y que esté disponible en el momento, lugar y modo que ha pedido el cliente, y lograrlo con eficiencia.

En el caso general de una empresa, la Logística contempla las siguientes áreas:

- Planificación de la demanda
- Compras
- Transporte de aprovisionamiento
- Gestión de inventarios (stocks)
- Almacenamiento y manipulación de materias primas y productos intermedios
- Fabricación
- Almacenamiento y manipulación de productos terminados
- Transporte y entrega al cliente
- Atención al cliente

La Gestión de la Cadena de Suministro es una Logística con las siguientes particularidades:

- Busca la eficiencia óptima de todo el conjunto de áreas de la Logística, en lugar de la eficiencia óptima de cada área.
- Persigue la ausencia de obsoletos, manejando exclusivamente los materiales que se necesitan, en las cantidades que se necesitan; ni más, ni menos. Para ello, busca la colaboración de proveedores y clientes.
- Da a los materiales la máxima velocidad en la empresa, o dicho de otro modo: los materiales permanecen en la empresa el mínimo tiempo posible.

Flujos de cadena de suministro

La gestión de la cadena de suministros consiste, esencialmente, en la gestión del flujo de materiales y del flujo de información. Por tanto, a lo largo de la cadena de suministros coexisten dos tipos de flujos.

Flujo tipo PULL

Cuando el flujo de información precede al de productos. También llamado flujo tenso, o de arrastre, porque son los clientes los que desencadenan –arrastran- el flujo de bienes.

Por tal motivo el producto final no debería existir como tal en ninguno de los agentes de la cadena hasta que surge la petición del cliente. En otras palabras, es el cliente el que provoca toda una serie de operaciones necesarias para transformar y transferir el producto a lo largo de la cadena.

Obviamente, hay una imposibilidad manifiesta y una contradicción. No se puede entregar de inmediato aquello que no está hecho, si no se encuentra almacenado en algún lugar de la cadena.

Corresponde por tanto a una gestión irreal, a no ser que se mantengan ciertas cantidades de stock de productos –materias primas, productos auxiliares, componentes, producto final, etc.- a lo largo de la cadena. Luego volveremos a este punto.

No obstante, la idea denota pautas de gestión necesarias para mantener una eficiencia en la Cadena.

- La satisfacción de necesidades se hace sobre pedido y no sobre estimaciones, o éstas deben ser a muy corto plazo.
- La transferencia de producto, por la razón anterior, es muy rápida, ya que los recursos sólo se utilizan para atender los pedidos de los clientes y no se consume tiempo en fabricar para almacenar.
- La producción necesariamente ha de ser muy eficiente, con productos que puedan ser fabricados con rapidez, por lo que se requieren buenos diseños de acuerdo con el mercado, pero también con profundos estudios previos de ingeniería.
- Las existencias de producto deben ser reducidas.
- La gestión de las órdenes – entendamos esto como gestión de la información- debe ser muy rápida. De hecho, la transmisión de la información, que transcurre hacia aguas arriba de la cadena, es un factor muy importante en la eficiencia de estos sistemas de gestión.
- Podemos decir que en un mundo de gustos rápidamente cambiantes, productos de ciclo corto y fuerte competencia en el mercado, este sistema constituye un medio adecuado para atender una demanda, cuyos bruscos cambios no incidirán negativamente en las empresas integrantes de la cadena, por la simple – y teórica- razón de que si nada hay hecho, todo puede adaptarse.

Pero es meramente teórico suponer que este tipo de gestión puede llevarse a cabo en la realidad tal cual, sin nada de producto a lo largo de la cadena, máxime en cadenas largas, esto es, con muchos agentes. Después veremos cómo lograr soluciones reales sin llegar a los límites teóricos y con resultados aceptables.

Por último, este tipo de canal se presta bien a la gestión denominada de Postergación, o Aplazamiento, es decir no completar las operaciones finales del producto hasta que no se conozca la cantidad y tipo de demanda.

Flujo tipo PUSH

Conocido también por flujo de empuje, porque son las empresas las que envían – empujan- el producto a lo largo de la cadena hacia el mercado. Como se puede deducir, la gestión de estos sistemas es opuesta a la anterior:

- La demanda se satisface en base a estimaciones previas. Esto tiene la supuesta ventaja de no requerir una perfecta coordinación entre los agentes, pues cada uno opera sobre sus propias estimaciones basadas en las demandas del agente posterior. Naturalmente, eso supone que los niveles de inventarios son mucho más elevados que en el caso anterior (las predicciones siempre originan inventario).

Sus principales características son:

- Se utiliza para productos poco diferenciados, y consecuentemente de coste unitario bajo, tales como “commodities”, o materias primas, etc.
- Como el coste unitario es bajo, los stocks pueden ser elevados por lo que es usual encontrar múltiples puntos de almacenaje en la cadena logística.
- Se busca obtener economías de escala: fabricar y vender poca variedad de producto, pero mucha cantidad.
- Ello simplifica la gestión del canal en cuanto que la producción y transporte, sigue programas preestablecidos de larga duración.
- Las transferencias se hacen en grandes cantidades, para repercutir los costes de transporte entre un número de unidades mayor.
- Este tipo de flujo reacciona peor ante cambios en la demanda, de aquí que no sea adecuado para productos obsoletos o de alto coste unitario.

Flujo tipo PUSH – PULL

Cada uno de los tipos de flujo escritos tiene sus ventajas, sus desventajas. Si pudiéramos elegir, buscaríamos un flujo que permitiera manejar gran variedad de productos –propio de los flujos PULL- con costes bajos dados por una gestión fácil de la cadena –propio de los flujos PUSH. Además, como ya hemos indicado, en una gran parte de las cadenas reales es imposible aplicar en un flujo PULL puro por lo que en muchas ocasiones se busca una mezcla de los dos flujos de manera que sea posible conseguir las máximas ventajas de ambos. De aquí que haya cadenas con ambos flujos.

Flujo Mixto

En la cadena de suministros se mantiene un flujo PUSH hasta un determinado punto que se denomina *PUNTO DE DESACOPLO* del flujo físico, a partir de este punto el flujo se transforma de PUSH a PULL.

Este método es muy frecuente, sobre todo en cadenas largas (cadenas con muchos agentes), ya que es imposible que una cadena larga responda rápidamente sin tener producto almacenado. Más adelante volveremos a tratar este tema, cuando hablemos del *Aplazamiento*. Razones de costes obligan a que, en cualquier cadena, el Punto de Desacoplo esté lo más próximo del mercado que sea posible. La posición del punto de desacoplo es un aspecto que se ha de considerar en el momento del diseño de la cadena y que está relacionado con el tipo de bienes que se quiere manejar y su diseño.

Flujo combinado

En este caso coexisten dos canales dentro de la misma cadena. Esto es, hay un canal que trabaja en PUSH y el otro en PULL, de manera que los agentes atienden a ambas formas de gestión.

Un caso típico de este tipo de gestión es la producción de autos. Las fábricas de vehículos mantienen una carga de trabajo de coches “convencionales” –casi sin opciones y con colores de gusto común- para asegurar la estabilidad de la producción (en torno al 70% de la capacidad) y que se fabrican según estimaciones de la empresa (flujo PUSH). El resto (aproximadamente el 30% de la capacidad) corresponde a vehículos con opciones específicas solicitadas por los propios clientes (flujo PULL).

El punto de desacoplo de los fabricantes de autos está, por lo general, en el proveedor del proveedor del primer escalón (inmediato al fabricante).

Indicadores de desempeño de cadenas de suministro

Indicadores de desempeño cualitativo

- Satisfacción del cliente: grado con el cual los clientes son satisfechos con el producto o servicio recibido.

- Flexibilidad: capacidad de la cadena de abastecimiento para responder a las fluctuaciones aleatorias en los patrones de demanda.
- Integración de los flujos de materiales e información: grado en el cual todas las funciones en la cadena de abastecimiento pueden intercambiar información y materiales sin inconvenientes.
- Desempeño de proveedores: mide el desempeño de los proveedores de materias primas en cuanto a calidad de las mismas y tiempo de entrega.

Indicadores de desempeño cuantitativo

- Indicadores de costos o financieros: costos de la cadena de abastecimiento completa, ingresos por ventas, utilidades, inversión en inventarios, el rendimiento de la inversión.
- Indicadores de respuesta al cliente: tasa de cumplimiento, porcentaje de entregas tardías, tiempo de respuesta al cliente, tiempo de pedido, duplicación de funciones.
- Indicadores de productividad: porcentaje de utilización de la capacidad instalada, porcentaje de utilización de los recursos.

PLANEACIÓN DE REQUIRIMIENTO DE MATERIALES (MRP)

Con el MRP es necesario utilizar métodos de pronósticos, definir la demanda dependiente e independiente, para luego lanzar el Plan Maestro de Producción (PMP) que permita conocer la Planeación de los Requerimientos de materiales o MRP y la Planeación de la Capacidad. Los diferentes planes expuestos son emitidos por diferentes niveles Jerárquicos con distintos horizontes o tiempos de cálculo. El Plan Maestro nace, de la estimación de la demanda, no es suficiente con tomar datos históricos para el cálculo, pues esta información no estima valores de incertidumbre ni tendencias, tampoco explica los motivos de temporalidad o falta de atención a pedidos específicos de los clientes. Con el PMP se consideran los niveles de inventarios, la capacidad de fabricación de planta, la disponibilidad de los materiales y el tiempo de entrega de los productos terminados. En el PMP se deben considerar la diferencia entre producción

para inventario y producto o producción bajo pedido. Esto es importante para la determinación del tamaño del lote a producir. Es decir, este sistema funciona bien en lotes grandes de producción y es muy útil donde hay muchos componentes para ensamble de los productos. El Sistema MRP vendría a ser considerado como parte de las metodologías Push, se inicia desde los pronósticos de ventas hasta el producto final, y las etapas de planeación por nivel serían:

Planeación de la Alta Gerencia (largo y mediano plazo)

- Planeación del negocio
- Planeación de las Ventas
- Planeación de la Producción

Planeación de la Gerencia de Operaciones (corto plazo)

- Programación Maestra
- Planeación de Materiales
- Planeación de la Capacidad

Ejecución de la Gerencia de Operaciones

- Control de Planta
- Compras

Las desventajas del MRP son el suponer los tiempos de entrega constante de los productos, y una capacidad ilimitada de cálculo de materiales. Se requieren pronósticos exactos para que todos los planes de manufactura sean efectivos.

Para tener una idea cierta del desempeño de las actividades en una empresa se emplean los KPI. La evaluación de que tan productivamente utiliza sus recursos, una empresa es la base para los KPI. Y relaciona el producto terminado con los recursos como materiales, energía o trabajo, con esta información se generan mejoras en los procesos.

CAPITULO III: ANÁLISIS ESTRATÉGICO

RESEMIN S.A. es una empresa establecida en Enero de 1989 por un grupo de profesionales, técnicos y operarios, cuyo objetivo principal era brindar servicios de diseño, fabricación, mantenimiento, reparación y venta de repuestos para equipos mineros.

En la actualidad se dedica a fabricar equipos para minería subterránea, cumpliendo con estándares de calidad según norma ISO 9001:2000, y paralelamente brindando servicio de perforación de rocas a nivel mundial.

3.1 VISIÓN

Ser una corporación líder en el sector minero nacional e internacional, con un portafolio completo de maquinarias innovadoras, de fácil manejo y alta calidad, diseñadas especialmente para solucionar diferentes necesidades en la operación y explotación de la minería subterránea.

Promover la generación y difusión del conocimiento en las áreas comercial, tecnológico y gerencial de la empresa, seleccionar y capacitar a nuestra gente con el fin de alcanzar los perfiles ideales para la gestión de la misma, lograr su pleno compromiso con los valores de RESEMIN y ofrecerles las mejores oportunidades de desarrollo.

3.2 MISIÓN

Satisfacer las necesidades de nuestros clientes, accionistas, trabajadores y proveedores del sector minero a través de nuestros productos y de la gestión de nuestro negocio, garantizando altos estándares de calidad, eficiencia y competitividad, con la mejor relación precio/valor, alta rentabilidad y crecimiento sostenido en la fabricación de maquinaria para soluciones en la minería subterránea.

3.3 VALORES

- Honestidad
- Puntualidad
- Eficiencia
- Responsabilidad

3.4 POLÍTICA DE CALIDAD

El compromiso de RESEMIN S.A. es brindar una mejora continua en la satisfacción plena a las necesidades de nuestros clientes de la Industria Minera en base a los requerimientos de productos y servicios que ellos nos encargan, en los siguientes rubros:

- Diseño y fabricación de equipos de perforación de rocas.
- Mantenimiento y/o Reparación de equipos de Perforación de Rocas.
- Venta de Repuestos y Componentes para Equipos de Perforación.

3.5 POLÍTICA DE SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE

Resemin, considera como prioridad, salvaguardar la seguridad y salud de las personas y el cuidado del medio ambiente. Por ello, ha definido y puesto en marcha los siguientes compromisos:

- Adoptar las medidas necesarias para la protección de la seguridad y salud de todos los trabajadores que mantengan vínculo laboral con la empresa y del personal externo que realice actividades en nuestras instalaciones; previniendo accidentes, enfermedades ocupacionales e incidentes relacionados con el trabajo y aquellos que puedan causar impacto ambiental.
- Cumplir con la legislación aplicable vigente en materia de Seguridad y Salud Ocupacional, programas voluntarios, negociación colectiva y otros compromisos que nuestra organización asuma, orientados a mejorar la eficacia de la gestión de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente; en los procesos y servicios que brinda.
- Difundir el contenido de la Políticas, permitiendo que los trabajadores sean consultados y que participen activamente en el sistema de gestión de la seguridad y salud ocupacional, promoviendo el compromiso de los proveedores y clientes con la mejora continua.

3.6 ANÁLISIS EXTERNO E INTERNO

TABLA 1. FODA DEL ANÁLISIS EXTERNO E INTERNO DE RESEMIN		
FORTALEZAS	DESCRIPCIÓN	ACCIÓN A REALIZAR
Estructura sólida de la Organización	Organización bien definida e integración de sus partes en las actividades y procesos logrando una mejora continua	Capacitación del personal en todas las áreas, a fin de mantener una organización creativa y con metas y objetivos comunes.
Cumplimiento de los procedimientos	Actividades y procedimientos detallados logrando su cumplimiento total para satisfacer al cliente	Actualización de las actividades y procesos, que estén acordes a los escenarios actuales de empresas líderes en el mercado
Personal Calificado	Grupo humano de primera logrando su efectividad en todas las áreas.	Mejorando el salario personal, realizando capacitaciones mensuales, premiando y destacando el esfuerzo realizado en diversos ámbitos.
Productos de Calidad	Productos de alta calidad para la satisfacción del cliente mediante insumos y materiales de primera marca.	Verificaciones y certificaciones de calidad del producto, así como los insumos y materiales para su realización.
OPORTUNIDADES	DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVA DE LA EMPRESA
Demanda creciente de actividades de construcción y actividades mineras	Aumento de los clientes así como de la demanda en maquinarias para las actividades de construcción y actividades mineras.	Realizando estudios de mercado para aumentar los niveles de producción, a fin de poder cubrir una mayor parte de los niveles de demanda el mercado.
Generación de nuevos productos de mercado	Aumento de nuevas necesidades mediante nuevos productos de mercado.	Estudio de productos de mercado para su fabricación y puesta en venta en conformidad con las nuevas necesidades.
Aumento de mano de obra calificada	Incremento de profesionales y técnicos calificados.	Oferta de trabajo para personal capacitado para lograr innovación y mejora en los procesos en la empresa.

DEBILIDADES	DESCRIPCIÓN	ACCIÓN A REALIZAR
Falta de actualización tecnológica	Máquinas y equipos con tecnología convencional generando mayor gasto de recursos y energía	Adquisición de maquinaria y equipos más modernos que permita la obtención de un producto de calidad de manera más eficaz y eficiente.
Poca publicidad	Publicidad y marketing defiende como empresa de construcción y servicios a través de las redes sociales, internet, etc.	Mejora de la página web, mayor propaganda e incursión de la empresa dentro del mercado utilizando medios sociales como Facebook, o medios comerciales como anuncios en Internet.
Centralización	No cuenta con sucursales a nivel provincial nacional o internacional	Abarcar mayores áreas mediante una expansión de los locales de producción en los diferentes niveles logrando una mayor distribución de los productos.
AMENAZAS	DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVA DE LA EMPRESA
Aumento de la competencia en el mercado	Nuevas empresas nacen a partir de la demanda creciente de la actividad.	Generar productos de mayor y lograr la confianza y respaldo de sus clientes.
Aumento de proveedores con productos de baja o dudosa calidad	Debido al aumento de empresas en el mismo rubro aumentan también proveedores con productos de mala calidad	Análisis exhaustivo de nuestros proveedores, en el caso de que ingrese uno nuevo requerirle toda la documentación legal y de calidad necesaria para su aceptación
Incompatibilidad entre la innovación tecnológica y los procesos de la empresa	Tecnología innovadora para la fabricación de los productos pero que no es acorde a los procesos que se realizan.	Actualización de los procesos, estudio exhaustivo de los procesos para acopiarlos a nuevas tecnologías.

Fuente: Elaboración propia (2018).

3.7 OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

TABLA 2.		OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DE RESEMIN
TEMA ESTRATÉGICO	DESCRIPCIÓN	
INFRAESTRUCTURA	Modernizar la infraestructura, maquinaria, herramienta e instrumentos, en los primeros meses del año el área de Fabricación se mudará a un terreno en Huachipa de 15000 m2.	
ORGANIZACIÓN	A mediados de año se prevé iniciar el sistema ERP Microsoft Dynamics para así contar con una organización moderna y flexible que facilite y mejore la eficiencia y eficacia de los procesos de gestión con estándares de calidad, además de que la información se pueda centrar en un solo núcleo.	
PERSONAL	Contar con personas competentes, en cantidad suficiente y a costos razonables a fin de cumplir con el objetivo social de RESEMIN S.A.	
FINANZAS	Obtener niveles financieros adecuados que permitan sostener el desarrollo de los centros de operación, para esto se planea producir 120 equipos en el 2018, 25 equipos más de los que se producirá en el 2017.	
CLIENTES	Satisfacer los requerimientos de bienes y servicios de los clientes estatales y privados, superando sus expectativas	
INVESTIGACIÓN, DISEÑO Y DESARROLLO	Alcanzar niveles apropiados de investigación, diseño y desarrollo para satisfacer las necesidades de los clientes. En el 2018 se empezará con la fabricación del primer Scooptramp.	
ROL SOCIAL	Generar valor social con acciones y proyectos que contribuyan al desarrollo socioeconómico y tecnológico del país.	

Fuente: Elaboración propia (2018).

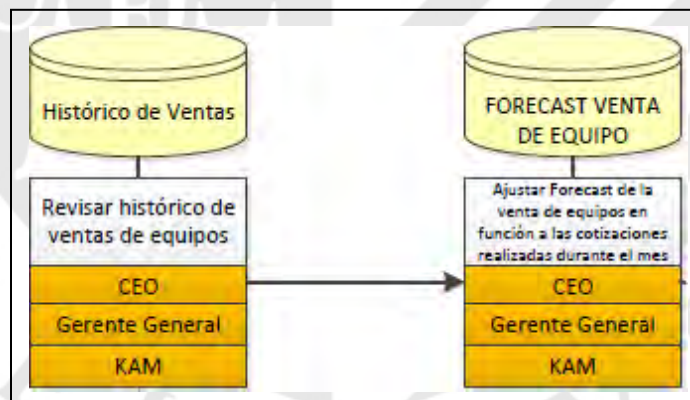
CAPITULO IV: DIAGNÓSTICO GENERAL

4.1 ANÁLISIS DEL PROCESO

El proceso productivo comienza con el pronóstico de la demanda (anexo 2), el cuál es realizado por el CEO, el Gerente General y el KAM (Key Account Manager); y está basado en el histórico de las ventas que es entregado por el Jefe de Planeamiento.

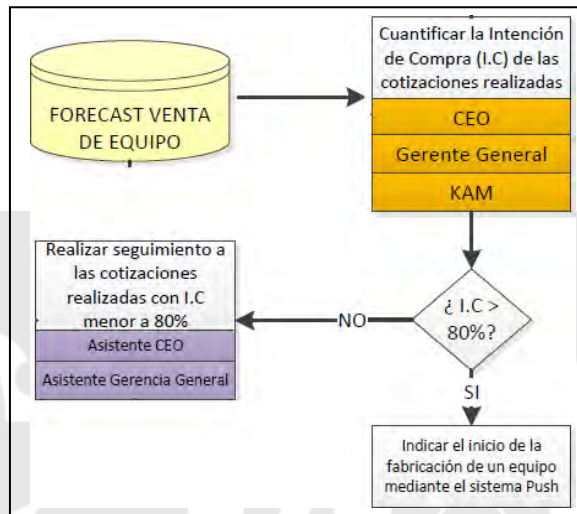
El principal inconveniente, es que no tienen un Forecast anual confiable y definen la demanda sólo con un mes de anticipación; mientras que los principales componentes que se requieren para la fabricación de los equipos tienen un Leadtime mayor a 45 días.

Gráfico 7. Ajuste de Forecast. Ver anexo 2.



Además, después de ajustar el Forecast, aún se debe cuantificar la “Intención de compra del cliente”, y sólo si ésta es mayor al 80% se da inicio a la producción tipo Push.

Gráfico 8. Cuantificación de la Intención de Compra. Ver anexo 2.



Para explicar mejor este problema utilizaremos el siguiente ejemplo:

Si se solicita un equipo Muki FF y éste empieza a fabricarse desde cero, demora en producirse siete semanas, las cuáles se distribuyen aproximadamente de la siguiente manera: una semana de planificación, cuatro semanas de fabricación estructural y dos semanas de ensamblado de componentes.

En cuanto a la fabricación de la estructura, no se tienen problemas con el abastecimiento, ya que todos los proveedores son locales y su tiempo de entrega es de unos pocos días. Sin embargo, respecto al ensamblado del equipo sí se tienen grandes dificultades, ya que los componentes principales son importados y su tiempo de entrega puede llegar a ser hasta de 3 o 5 meses. Este es el caso de motores diésel, cilindros, bombas hidráulicas, cajas de transmisión, entre otros.

Gráfico 9. Leadtime de componentes principales para ensamble de equipos.

1	MRP		PARA ENSAMBLE DE EQUIPOS				
2	EQUIPO	OP	CODIGO	DESCRIPCION	QTY	COSTO PROM TOTL	LEAD TIME
49							
50	MUKI FF	BOOM 2.4_MK	0000023803	UNIDAD DE ROTACION (L30-42-MS-RL/RF-360-S1-C-H)	1	S/. 10,393.70	91
51	MUKI FF	BOOM 2.4_MK	0000030289	UNIDAD DE ROTACION (L30-42-MS-FT-220-S2-C-H)	1	S/. 9,933.77	90
52	MUKI FF	BOOM 2.4_MK	0000022229	SOPORTE PRINCIPAL BOOM 4-AP (COMPLETO)	1	S/. 3,620.00	83
53	MUKI FF	BOOM 2.4_MK	0000022781	EXPANDER Ø80 X 285 MM.	1	S/. 1,456.74	119
54	MUKI FF	BOOM 2.4_MK	0000025595	C.H. GEMELO INFERIOR Ø110XØ63X323	2	S/. 2,270.00	56
55	MUKI FF	BOOM 2.4_MK	0000020895	C.H. DE BASCULACION Ø80XØ50X285	1	S/. 1,073.10	56
56	MUKI FF	BOOM 2.4_MK	0000014324	C.H. DE EXTENSION DE BOOM Ø63XØ40X1000	1	S/. 967.42	58
57	MUKI FF	CARRIER C22_MK	0000020322	PERFORADORA MONTABERT HC-50	1	S/. 98,630.62	150
58	MUKI FF	CARRIER C22_MK	0000008571	MOTOR DIESEL DEUTZ, MODELO BF4L2011	1	S/. 12,455.89	18
59	MUKI FF	CARRIER C22_MK	0000024876	MOTOR HIDRAULICO MSE08-0-12A-F09-1220-58EJM	4	S/. 37,695.91	134
60	MUKI FF	CARRIER C22_MK	0000026901	BOMBA HIDROSTATICA 45 CC CON VALVULA DE LAVADO	1	S/. 5,831.42	115
61	MUKI FF	CARRIER C22_MK	0000026356	MOTOR HIDRAULICO EIE INCLINADO	1	S/. 2,846.18	53
62	MUKI FF	CARRIER C22_MK	0000026554	COMPRESOR LE3-10UV HYDRAULIC (10CCM)	1	S/. 2,453.30	136

Fuente: Elaboración propia (2018).

Esto significa que si ocurriera un desabastecimiento de los componentes que se requieren para ensamblar un equipo, éste podría tardar en producirse hasta 6 meses, lo cual, se convierte en una gran desventaja competitiva para Resemin, ya que puede desanimar a sus clientes, quiénes podrían optar por comprarle a la competencia.

En la tabla 3 se comparan los tiempos de entrega de Resemin y sus competidores.

TABLA 3.		TIEMPO DE ENTREGA DE EQUIPOS (MESES)							
EMPRESAS	1	2	3	4	5	6	7	8	
ATLAS COPCO	(4 - 5.5 meses)								
RESEMIN	(2 - 6 meses)								
SANDVIK	(1.5 - 4.5 meses)								

Fuente: Elaboración propia (2018).

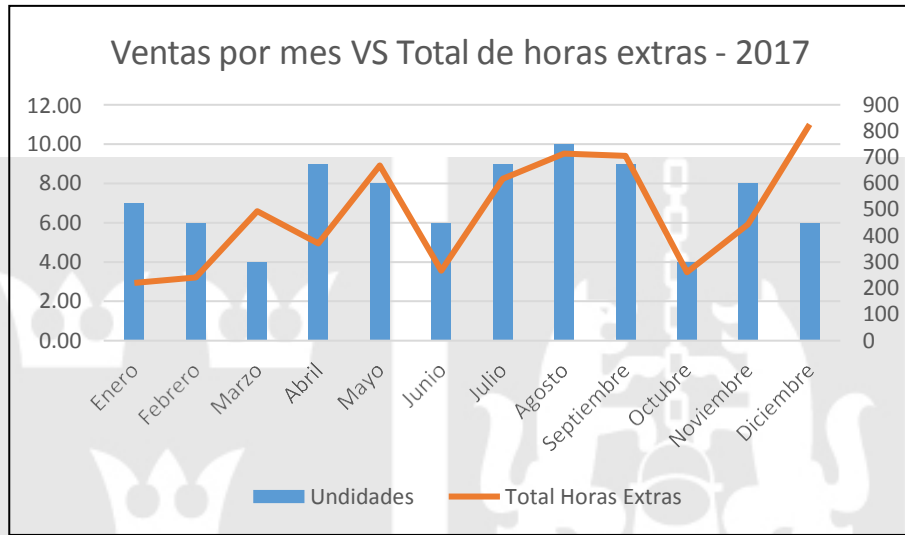
En un intento por evitar este escenario, Resemin, ha elevado sus niveles de inventario de manera considerable, pero, al no tener un adecuado planeamiento de la producción que genere un requerimiento de materiales anticipado, siguen ocurriendo roturas de stock frecuentemente.

Cuando se presenta el desabastecimiento de componentes se generan una gran cantidad de horas extras, ya que a pesar de que el personal puede estar disponible se encuentran a la espera de los materiales; una vez que éstos llegan deben de trabajar horas extras, e incluso domingos y feriados para intentar alcanzar la fecha de entrega.

TABLA 4.		RELACIÓN ENTRE LAS VENTAS Y LA CANTIDAD DE HORAS EXTRAS UTILIZADAS - 2017						
VENTAS	Undidades	%	# TÉCNICOS	H EXT 25%	H EXT 35%	D&F 100%	Total Horas Extras	
Enero	7.00	8%	50	160	60	0	220	
Febrero	6.00	7%	50	140	28	73	241	
Marzo	4.00	5%	53	239	122	133	494	
Abril	9.00	10%	53	154	93	123	370	
Mayo	8.00	9%	53	297	196	175	668	
Junio	6.00	7%	52	156	28	83	267	
Julio	9.00	10%	55	182	77	358	617	
Agosto	10.00	12%	58	203	58	452	713	
Septiembre	9.00	10%	58	133	50	522	705	
Octubre	4.00	5%	58	139	70	52	261	
Noviembre	8.00	9%	60	270	84	90	444	
Diciembre	6.00	7%	60	255	90	480	825	
	86.00	100%	55.00	2328.00	956.00	2541.00	5825.00	

Fuente: Elaboración propia (2018).

Gráfico 10. Ventas por mes VS el total de horas extras requeridas del 2017.



Fuente: Elaboración propia (2018).

TABLA 5.		MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO				
Nombre del Proceso:		Planeamiento de la Fabricación de un Equipo		Responsable:	Jefe de Planeamiento	
Objetivo del Proceso:		Elaborar el programa general de equipos		Alcance:	Este proceso aplica a todas los repuestos que se adquieren a proveedores externos, y no a los componentes estructurales fabricados por Resemin.	
Entradas	Proveedores	Actividades		Responsable	Salidas	Clientes
Flujograma del proceso	Forecast de ventas	P	Planificar y hacer pedido de lista de	Jefe de Planeamiento	Programa general de equipos	Diferentes áreas de organización
Órdenes de compra de equipos	Gestión del Key Account Manager	H	Aprobar cotizaciones y órdenes de compra.	Analista de Planeamiento	Programación de pedidos	Diferentes áreas de la organización
Informe de seguimiento SIG	Proceso de seguimiento y control	V	Realiza el control y seguimientos de materiales	Analista de Planeamiento	Indicadores de Gestión	Dep. de Mantenimiento y Reparaciones
Informe de Auditoria y Testeo	Proceso de seguimiento y control	A	Ejecutan acciones correctivas para mejorar los KPI	Jefe de Planeamiento	Lista de Requerimiento de Materiales	Proceso de Gestión de la Calidad

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.3 ANÁLISIS DE LOS INDICADORES

Para cuantificar las metas del proyecto se solicitó el Reporte de retrasos 2017 con la finalidad de analizar los indicadores correspondientes a tiempos de entrega.

TABLA 6.		ANÁLISIS DEL REPORTE DE RETRASOS - 2017					
ITEM	DESCRIPCIÓN	FECHA O/C	T. ENTREGA ESTIMADO	FECHA ENTREGA	MES	DÍAS CON RETRASO	TIEMPO DE ENTREGA REAL
1	JUMBO EMP. BOLTER 88	13/10/2016	75 días	19/01/2017	ENERO	20 días	98 días
2	JUMBO LONG HOLE RAPTOR 55-XP	24/10/2016	75 días	19/01/2017		9 días	87 días
3	JUMBO EMP. BOLTER 88	05/12/2016	46 días	23/01/2017		3 días	49 días
4	JUMBO RAPTOR 44-XP	18/08/2016	160 días	31/01/2017		0 días	166 días
5	JUMBO MUKI FRONT FACE	25/10/2016	101 días	06/02/2017	FEBRERO	3 días	104 días
6	JUMBO EMP. SMALL BOLTER 88	27/12/2016	28 días	08/02/2017		15 días	43 días
7	JUMBO MUKI FRONT FACE	30/01/2017	45 días	10/02/2017		0 días	11 días
8	JUMBO EMP. BOLTER 88	03/02/2017	2 días	14/02/2017		9 días	11 días
9	JUMBO FRONTONERO TROIDON 55-XP	12/01/2017	33 días	16/02/2017		2 días	35 días
10	JUMBO EMP. BOLTER 88	03/02/2017	10 días	20/02/2017	7 días	17 días	
11	CAMION SCISSOR LIFT SURI	30/01/2017	23 días	23/02/2017	1 día	24 días	
12	JUMBO FRONTONERO TROIDON 55-XP	12/01/2017	47 días	01/03/2017	1 día	48 días	
13	JUMBO MUKI FRONT FACE	28/11/2016	100 días	10/03/2017	MARZO	2 días	102 días
14	JUMBO EMP. BOLTER 88	03/02/2017	26 días	13/03/2017		12 días	38 días
15	JUMBO FRONTONERO TROIDON 66-XP	02/02/2017	35 días	16/03/2017		7 días	42 días
16	JUMBO FRONTONERO TROIDON 55-XP	03/02/2017	45 días	21/03/2017		1 día	46 días
17	JUMBO RAPTOR 44-XP (Act. MQ-0185-00)	07/03/2017	9 días	06/04/2017	ABRIL	4 días	30 días
18	JUMBO FRONTONERO TROIDON 55-XP	03/02/2017	70 días	07/04/2017		0 días	63 días
19	JUMBO FRONTONERO TROIDON 55-XP	28/02/2017	39 días	10/04/2017		2 días	41 días
20	JUMBO EMP. BOLTER 88	15/02/2017	59 días	15/04/2017		0 días	59 días
21	JUMBO MUKI LONG HOLE LHP	09/01/2017	60 días	17/04/2017		0 días	98 días
22	JUMBO MUKI FRONT FACE	28/11/2016	140 días	19/04/2017		2 días	142 días
23	JUMBO FRONTONERO TROIDON 66-XP	10/04/2017	7 días	20/04/2017		3 días	10 días
24	JUMBO MUKI LONG HOLE LHBP	08/03/2017	45 días	25/04/2017	3 días	48 días	
25	JUMBO EMP. BOLTER 88	27/02/2017	60 días	27/04/2017	0 días	59 días	
26	JUMBO EMP. BOLTER 88 (Act. MQ-0186-00)	14/02/2017	52 días	28/04/2017	MAYO	21 días	73 días
27	JUMBO EMP. BOLTER 88	19/04/2017	7 días	29/04/2017		3 días	10 días
28	DESATADOR SCALEMIN "Enclosed Cabin"	08/03/2017	35 días	03/05/2017		21 días	56 días
29	JUMBO MUKI FRONT FACE	20/01/2017	55 días	10/05/2017		0 días	110 días
30	JUMBO EMP. BOLTER 88	08/03/2017	65 días	10/05/2017		0 días	63 días
31	JUMBO EMP. BOLTER 88	15/02/2017	86 días	13/05/2017	1 día	87 días	
32	JUMBO MUKI FRONT FACE	11/04/2017	27 días	16/05/2017	8 días	35 días	
33	JUMBO FRONTONERO TROIDON 55-XP	17/04/2017	30 días	23/05/2017	6 días	36 días	
34	JUMBO EMP. SMALL BOLTER 88	16/03/2017	60 días	24/05/2017	9 días	69 días	
35	DESATADOR SCALEMIN "Enclosed Cabin"	08/03/2017	70 días	30/05/2017	13 días	83 días	
36	JUMBO EMP. BOLTER 88	10/05/2017	15 días	31/05/2017	0 días	21 días	
37	JUMBO MUKI FRONT FACE	17/03/2017	83 días	16/06/2017	JUNIO	8 días	91 días
38	JUMBO MUKI FRONT FACE	15/03/2017	87 días	16/06/2017		6 días	93 días
39	JUMBO EMP. BOLTER 88	09/06/2017	15 días	22/06/2017		0 días	13 días
40	JUMBO MUKI LONG HOLE LHB	24/03/2017	70 días	03/07/2017		6 días	101 días
41	JUMBO MUKI FRONT FACE	09/05/2017	16 días	04/07/2017	0 días	56 días	
42	JUMBO FRONTONERO TROIDON 66-XP	11/04/2017	65 días	06/07/2017	21 días	86 días	
43	JUMBO LONG HOLE RAPTOR 44-XP	03/05/2017	56 días	10/07/2017	12 días	68 días	
44	DESATADOR DE ROCAS "SCALEMIN"	01/02/2017	150 días	11/07/2017	0 días	160 días	
45	JUMBO EMP. BOLTER 88	09/03/2017	97 días	11/07/2017	JULIO	27 días	124 días
-	REP. SMALL BOLTER 88 "Over Haul"	25/05/2017	45 días	13/07/2017		4 días	49 días
46	CAMION SCISSOR LIFT SURI	03/05/2017	68 días	17/07/2017		7 días	75 días
47	JUMBO MUKI 33	14/03/2017	76 días	17/07/2017		38 días	125 días
48	JUMBO FRONTONERO TROIDON 66-XP	11/04/2017	78 días	19/07/2017		21 días	99 días
49	JUMBO FRONTONERO TROIDON 55-XP	09/06/2017	30 días	21/07/2017		12 días	42 días
50	JUMBO EMP. BOLTER 88	26/05/2017	57 días	26/07/2017	3 días	61 días	

Fuente: Elaboración propia (2018).

51	JUMBO FRONTONERO TROIDON 55-XP	26/05/2017	61 dias	03/08/2017	AGOSTO	8 dias	69 dias
52	JUMBO MUKI FRONT FACE	13/07/2017	30 dias	10/08/2017		0 dias	28 dias
53	JUMBO LONG HOLE RAPTOR 44-2R	26/05/2017	62 dias	12/08/2017		16 dias	78 dias
54	JUMBO FRONTONERO TROIDON 55-XP	03/05/2017	84 dias	14/08/2017		19 dias	103 dias
55	JUMBO EMP. BOLTER 88 (Remanufact.)	12/06/2017	60 dias	15/08/2017		4 dias	64 dias
56	JUMBO FRONTONERO TROIDON 55-XP	09/06/2017	60 dias	16/08/2017		8 dias	68 dias
57	JUMBO MUKI FRONT FACE	30/05/2017	74 dias	24/08/2017		12 dias	86 dias
58	JUMBO FRONTONERO TROIDON 55-XP	09/06/2017	60 dias	24/08/2017		16 dias	76 dias
59	JUMBO MUKI FRONT FACE	20/06/2017	45 dias	05/09/2017		32 dias	77 dias
60	JUMBO FRONTONERO TROIDON 66	09/06/2017	65 dias	08/09/2017	26 dias	91 dias	
61	JUMBO FRONTONERO TROIDON 55-XP	28/08/2017	14 dias	13/09/2017	2 dias	16 dias	
62	JUMBO MUKI FRONT FACE	27/06/2017	80 dias	22/09/2017	0 dias	87 dias	
63	JUMBO EMP. BOLTER 88	28/08/2017	21 dias	20/09/2017	2 dias	23 dias	
64	JUMBO EMP. BOLTER 88 DH	30/01/2017	270 dias	26/09/2017	0 dias	239 dias	
65	JUMBO MUKI FRONT FACE	28/08/2017	31 dias	28/09/2017	0 dias	31 dias	
65	JUMBO FRONTONERO TROIDON 66-XP	09/06/2017	90 dias	29/09/2017	21 dias	112 dias	
66	JUMBO MUKI 22	24/03/2017	110 dias	03/10/2017	0 dias	193 dias	
67	JUMBO MUKI FRONT FACE	02/09/2017	28 dias	04/10/2017	4 dias	32 dias	
68	JUMBO EMP. BOLTER 88	18/07/2017	75 dias	05/10/2017	0 dias	79 dias	
69	JUMBO EMP. SMALL BOLTER 88	15/08/2017	60 dias	17/10/2017	0 dias	63 dias	
70	JUMBO MUKI FRONT FACE	20/07/2017	72 dias	20/10/2017	0 dias	92 dias	
71	DESATADOR DE ROCAS "SCALEMIN"	14/07/2017	90 dias	20/10/2017	8 dias	98 dias	
72	JUMBO LONG HOLE RAPTOR 44-XP	11/08/2017	75 dias	24/10/2017	0 dias	74 dias	
73	JUMBO FRONTONERO TROIDON 55-XP	12/09/2017	38 dias	24/10/2017	4 dias	42 dias	
74	JUMBO FRONTONERO TROIDON 66-XP	09/06/2017	90 dias	27/10/2017	49 dias	140 dias	
75	JUMBO MUKI FRONT FACE	02/09/2017	60 dias	02/11/2017	0 dias	61 dias	
76	JUMBO FRONTONERO TROIDON 55-XP	03/09/2017	48 dias	09/11/2017	19 dias	67 dias	
77	JUMBO EMP. BOLTER 88	03/09/2017	60 dias	14/11/2017	12 dias	72 dias	
78	JUMBO EMP. BOLTER 88	12/09/2017	62 dias	21/11/2017	8 dias	70 dias	
79	JUMBO EMP. BOLTER 88	12/09/2017	56 dias	21/11/2017	14 dias	70 dias	
80	JUMBO FRONTONERO TROIDON 55-XP	12/09/2017	66 dias	23/11/2017	6 dias	72 dias	
81	JUMBO RAPTOR 44 "Enclosed Cabin"	24/08/2017	60 dias	29/11/2017	37 dias	97 dias	
82	JUMBO EMP. BOLTER 88	29/11/2017	3 dias	02/12/2017	0 dias	3 dias	
83	JUMBO EMP. SMALL BOLTER 88	20/09/2017	60 dias	07/12/2017	18 dias	78 dias	
84	JUMBO MUKI FRONT FACE	20/10/2017	45 dias	13/12/2017	0 dias	54 dias	
85	JUMBO RAPTOR 55 "Enclosed Cabin"	15/09/2017	66 dias	13/12/2017	23 dias	89 dias	
86	JUMBO EMP. BOLTER 88	28/11/2017	15 dias	13/12/2017	0 dias	15 dias	
87	JUMBO MUKI FRONT FACE	25/11/2017	17 dias	16/12/2017	4 dias	21 dias	
88	JUMBO MUKI FRONT FACE	19/10/2017	63 dias	26/12/2017	5 dias	68 dias	
89	JUMBO MUKI FRONT FACE	19/10/2017	63 dias	26/12/2017	5 dias	68 dias	
90	JUMBO EMP. BOLTER 88 (Act. MQ-00194)	04/12/2017	15 dias	27/12/2017	8 dias	23 dias	

NOTA:	Las celdas resaltadas representan a los equipos que han sido pronosticados.	
	Las celdas resaltadas representan a los equipos que han sido entregados sin retrasos.	

TABLA 7.		INDICADORES DEL REPORTE DE RETRASOS - 2017	
Sobre el total de equipos entregados en el 2017			
¿Cuántos equipos se entregaron a tiempo?	24	27%	
¿Cuántos equipos se entregaron con retraso?	66	73%	
¿Cuántos han sido pronosticados? (tiempo de entrega < 45 días)	28	31%	
¿Cuántos han sido fabricados a pedido (desde cero)?	62	69%	
	Total Equipos	90	
Sobre equipos fabricados a pedido (desde cero) en el 2017:			
¿Cuál es el tiempo promedio estimado de entrega?	71 días	100%	
¿Cuál es el tiempo promedio real de entrega?	84 días	119%	
¿En cuántos días como máximo han entregado un equipo?	193 días	272%	
¿Cuál es el tiempo promedio de retraso de entregas?	10 días	14%	
¿Cuántos días de retraso como máximo han registrado?	49 días	69%	

4.4 DETERMINACIÓN DE LAS BRECHAS

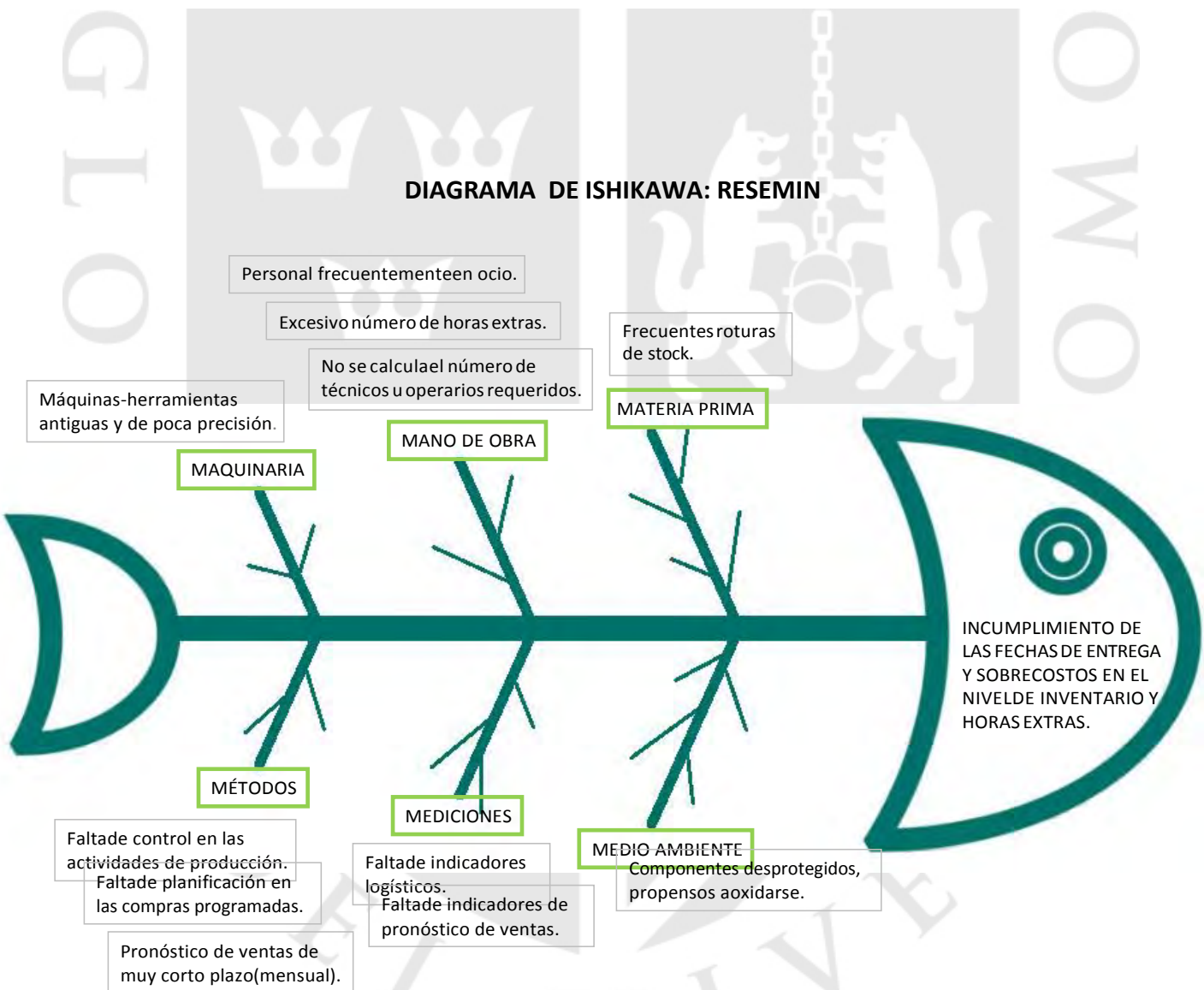
El propósito de determinar las brechas es generar una visión general del proceso de planeamiento de la fabricación de equipos, y definir la meta deseada a alcanzar.

TABLA 8.		DETERMINACIÓN DE BRECHAS	
Actual		Deseado	
El Forecast se ajusta en función a las cotizaciones mensuales.		Realizar un forecast anual en función al historial de las ventas usando métodos cuantitativos, siendo ajustado mensualmente, pero los siguientes tres meses.	
El sistema Push se basa en la intención de compra del cliente, pero ésta se sabe con poco tiempo de anticipación.		El sistema Push debe basarse en el pronóstico de ventas y debe ser afinado mediante la intención de compra del cliente.	
El programa general de equipos se genera después de recibir la solicitud.		El requerimiento de materiales se debe realizar con una frecuencia determinada por las políticas de la empresa, en este caso, de manera semanal.	
Alto nivel de inventario.		Reducir el nivel de inventario, sin generar desabastecimiento de componentes.	

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.5 DETERMINACIÓN DE LA CAUSA RAÍZ

Gráfico 11. Diagrama de Ishikawa, causa - efecto.



Fuente: Elaboración propia (2018).

En el diagrama de Ishikawa se muestra las diferentes causas que generan retraso en la producción de equipos mineros de Resemin.

A continuación se explican a detalle cada una de esas causas:

Mano de Obra

Se puede observar que en algunos lapsos de tiempo el personal operativo se encuentra sin laborar, pero de forma contradictoria ha habido ingreso de personal en los últimos meses. También se puede observar que la cantidad de operarios que se asigna para el ensamble de un equipo depende de la prioridad de entrega del equipo.

Mediciones

En el área de ensamblaje y planeamiento de la producción, no tiene indicadores del desempeño, se está evaluado un indicador de tiempo planeado vs tiempo real.

Métodos

Se puede ver por la planta componentes estructurales que debieron haber pasado directamente desde el área pintura hasta el área de ensamblaje, esto evidencia falta de planeamiento y control de la producción además de un cuello de botella.

El área de ventas no realiza el pronóstico, el pronóstico realizado se encarga el área de planeamiento.

Materiales

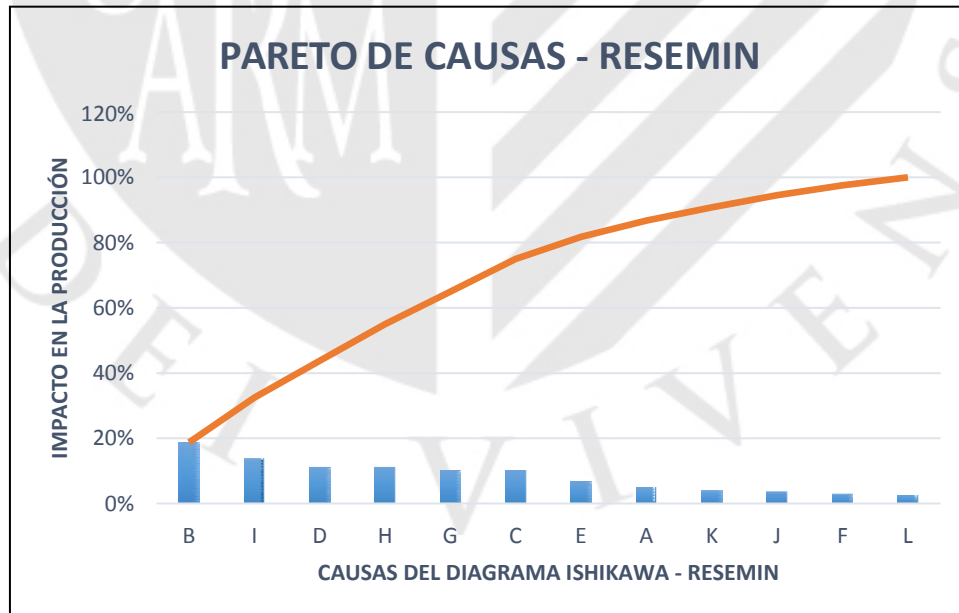
Muchos de los lapsos de tiempo en la que el personal operativo se encuentra sin laborar se debe a la falta de repuestos logísticos, que a su vez se debe a que se depende de un solo proveedor, cuando decimos que nuestros repuestos no están protegidos también nos referimos que; si el producto A no tiene stock podemos pensar que lo podemos encontrar en otros proveedores, pero no siempre es así hay veces en la que simplemente el fabricante del producto A no tiene el producto, lo que se debe hacer es encontrar otro fabricante que nos provea el producto B y este sea semejante intercambiable con el producto A. Para esto se necesita realizar un cálculo que no se ha hecho.

Finalmente, se detalla el porcentaje de incidencia que tienen las causas respecto al retraso en la producción de equipos mineros de Resemin.

TABLA 9. CAUSAS DE RETRASOS EN LA PRODUCCIÓN Y AUMENTO DE COSTOS			
CAUSAS	FRECUENCIA PROM	DENOMINACIÓN	FRECUENCIA %
Proveedores internacionales.	20	A	5%
Frecuentes roturas de stock.	75	B	19%
Falta de cálculo de personal requerido.	40	C	10%
Excesivo número de horas extras.	45	D	11%
Personal en ocio por falta de componentes.	27	E	7%
Máquinas herramientas antiguas y de poca precisión.	12	F	3%
Falta de control en las actividades de producción.	40	G	10%
Falta de planificación en las compras programadas.	45	H	11%
Pronóstico de ventas de muy corto plazo (mensual).	55	I	14%
Falta de indicadores logísticos.	15	J	4%
Falta de indicadores de pronóstico de ventas.	16	K	4%
Ambiente húmedo, componentes desprotegidos.	10	L	3%
	400		100%

Fuente: Elaboración propia (2018).

Gráfico 12. Diagrama de Pareto, para identificar las principales causas del retraso en la producción y el aumento de los costos.



Fuente: Elaboración propia (2018).

CAPITULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 DETERMINACIÓN DE OBJETIVOS Y METAS

Objetivo General

Mejorar la planificación y control de la producción de la empresa Resemin, con el fin de gestionar sus recursos de una manera más eficiente, reducir los retrasos en los tiempos de entrega de sus equipos y satisfacer una mayor demanda a partir del 2018.

Objetivos Específicos

- Elaborar un pronóstico de la demanda de los principales equipos mineros, es decir, que equivalgan al 70% del total de ventas estimadas para el 2018.
- Elaborar un plan agregado para permita definir la estrategia de producción.
- Diseñar un sistema de requerimiento de materiales que programe la compra de componentes de equipos más vendidos, cuyo Leadtime sea superior a 30 días.
- Identificar el ahorro en cuanto a los niveles de inventario proyectados y la cantidad de horas extras utilizadas en la fabricación y ensamblaje de los equipos.
- Evaluar el VAN, el TIR y la relación B/C del proyecto de mejora.

Metas

- Pronosticar el volumen de ventas trimestrales para el año 2018 con al menos un 70% de asertividad.
- Reducir el número de horas extras en un 40% en comparación del año 2017.
- Reducir las compras no programadas en un 35% en comparación al año 2017.
- Reducir el inventario de repuestos críticos en un 30% con relación al año 2017.
- Demostrar la rentabilidad del proyecto.

5.2 DESARROLLO DEL PROYECTO DE MEJORA

ETAPA 1: Pronóstico de la demanda para el 2018

A. Análisis del histórico de las ventas:

Se comienza analizando todos los equipos vendidos durante los 3 últimos años, los modelos más vendidos y de mayor valor monetario se muestran resaltados.

TABLA 10. EQUIPOS VENDIDOS DURANTE EL 2015			
Ventas/modelo	Und.	% Ventas	% Valor \$
Bolter 88	8.00	24%	30%
Small Bolter 88	2.00	6%	8%
Muki FF	7.00	21%	13%
Muki LH	3.00	9%	7%
Raptor 44	1.00	3%	3%
Raptor 55	6.00	18%	22%
Troidon 55	1.00	3%	3%
Troidon 66	5.00	15%	15%
TOTAL	33.00	100%	100%

Fuente: Elaboración propia (2018).

TABLA 11. EQUIPOS VENDIDOS DURANTE EL 2016			
Ventas/modelo	Und.	% Ventas	% Valor \$
Bolter 88	14.00	23%	28%
Small Bolter 88	8.00	13%	16%
Muki FF	12.00	19%	14%
Muki LH	5.00	8%	7%
Muki 22	1.00	2%	1%
Raptor 44	2.00	3%	4%
Raptor 55	7.00	11%	13%
Troidon 55	6.00	10%	10%
Troidon 66	1.00	2%	2%
Scissor Lift	4.00	6%	3%
Scalemin	2.00	3%	3%
TOTAL	62.00	100%	100%

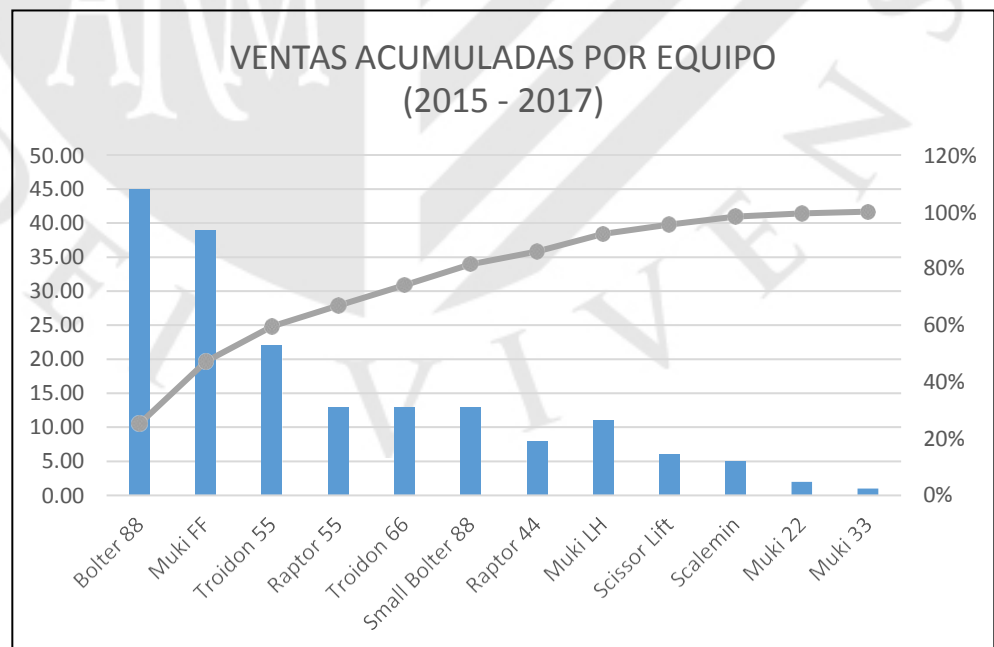
Fuente: Elaboración propia (2018).

TABLA 12.		EQUIPOS VENDIDOS DURANTE EL 2017	
Ventas/modelo	Und.	% Ventas	% Valor \$
Bolter 88	23.00	27%	33%
Small Bolter 88	3.00	3%	4%
Muki FF	20.00	23%	17%
Muki LH	3.00	3%	3%
Muki 22	1.00	1%	1%
Muki 33	1.00	1%	1%
Raptor 44	5.00	6%	7%
Raptor 55	3.00	3%	3%
Troidon 55	15.00	17%	17%
Troidon 66	7.00	8%	11%
Scissor Lift	2.00	2%	1%
Scalemin	3.00	3%	3%
TOTAL	86.00	100%	100%

Fuente: Elaboración propia (2018).

Con la información recopilada de las tablas 10, 11 y 12 se procede a graficar un diagrama de Pareto basado en las ventas acumuladas de cada tipo y modelo de equipo durante los años 2015, 2016 y 2017.

Gráfico 13. Diagrama de Pareto de las ventas acumuladas por equipo.



Fuente: Elaboración propia (2018).

Del diagrama de Pareto, se seleccionan los equipos con mayor demanda y los cuales se consideran que representarán el 70% del total de las ventas durante el 2018.

Los equipos seleccionados son los siguientes:

- Bolter 88
- Muki Front Face
- Raptor 55
- Troidon 55

Y el resumen de las ventas se muestra a continuación:

TABLA 13. MODELO Y TIPO DE JUMBO	RESUMEN DE VENTAS DE RESEMIN DEL 2015 AL 2017					
	2015		2016		2017	
	Unid. Vend.	% Promedio	Unid. Vend.	% Promedio	Unid. Vend.	% Promedio
BOLTER 88	8	27%	14	25%	23	30%
MUKI FF	7	17%	12	17%	20	20%
RAPTOR 55	6	20%	7	12%	3	3%
TROIDON 55	1	15%	6	10%	15	17%
% DE LAS VENTAS:	22	79%	39	64%	61	71%
TOTAL DE VENTAS:	33	100%	62	100%	86	100%

Fuente: Elaboración propia (2018).

De la tabla 13, es importante resaltar lo siguiente:

- El porcentaje promedio es calculado a partir del porcentaje que representan las unidades vendidas y del porcentaje que representa el valor de cada equipo.
- El promedio total de los 4 equipos durante los tres años de historial equivale al 71% del total de las ventas.
- Se observa que las ventas del Raptor 55 han disminuido notablemente durante el 2017, sin embargo, este equipo realiza una labor diferente a los demás, perforaciones profundas con la cual se inicia el proceso de dinamitado para la extracción de minerales, por lo que la gerencia lo considera un equipo bandera de la empresa y nos ha recomendado que lo mantengamos dentro del proyecto de mejora.

B. Análisis de los métodos de pronósticos:

A continuación, se explica a detalle el análisis realizado al Muki Front Face.

El primer paso, es identificar los datos y el número de periodos.

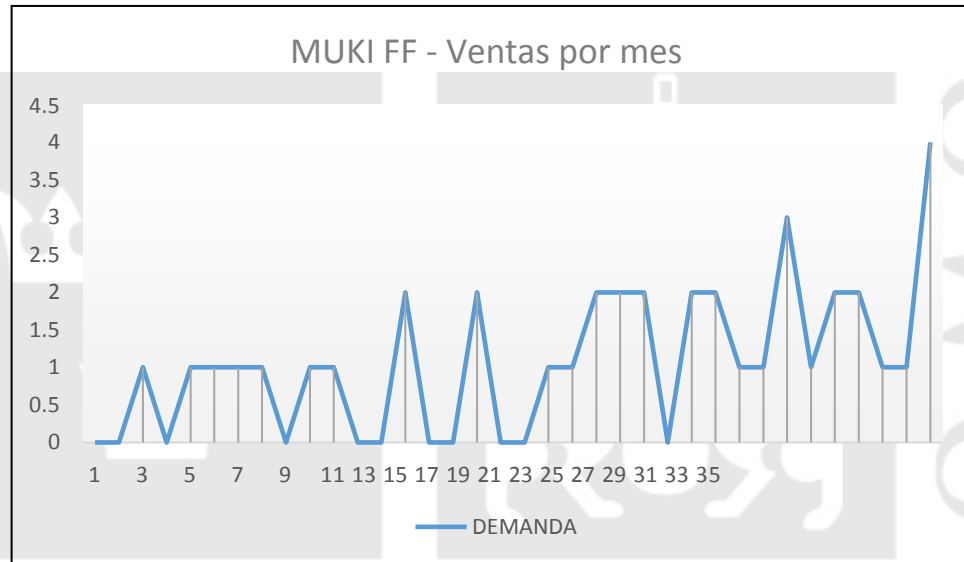
En la tabla 14 se observa el número de ventas por mes del Muki FF.

TABLA 14.		VENTAS MUKI FF	
AÑO	PERIODO	DEMANDA	
2015	1	0	
	2	0	
	3	1	
	4	0	
	5	1	
	6	1	
	7	1	
	8	1	
	9	0	
	10	1	
	11	1	
	12	0	
2016	13	0	
	14	2	
	15	0	
	16	0	
	17	2	
	18	0	
	19	0	
	20	1	
	21	1	
	22	2	
	23	2	
	24	2	
2017	25	0	
	26	2	
	27	2	
	28	1	
	29	1	
	30	3	
	31	1	
	32	2	
	33	2	
	34	1	
	35	1	
	36	4	

Fuente: Elaboración propia (2018).

Luego se procede a graficar las ventas desde el 2015 al 2017.

Gráfico 14. Ventas por mes del MUKI FF, evaluado en 36 periodos.



Fuente: Elaboración propia (2018).

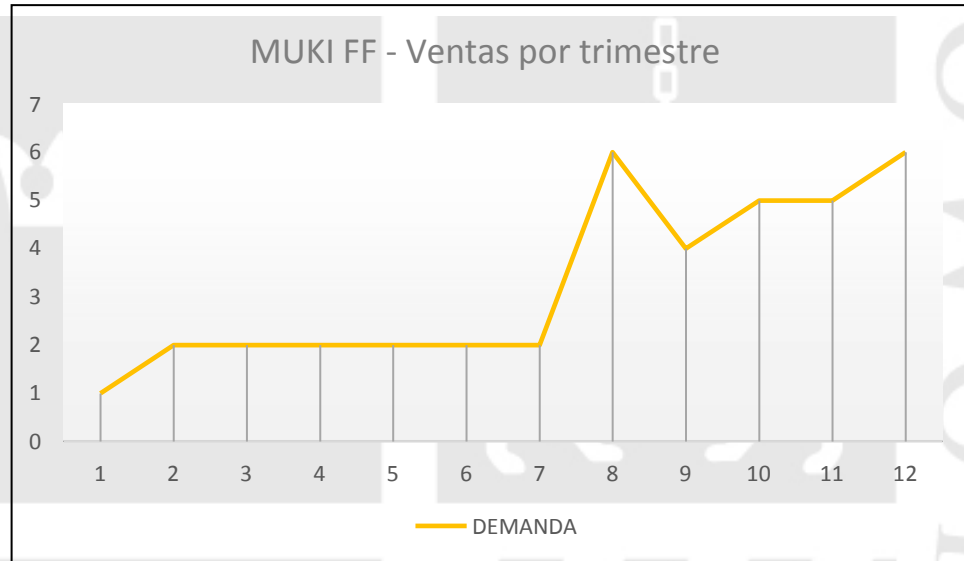
Ya que la gráfica presenta muchas irregularidades se procede a reunir los datos en periodos trimestrales, tal como se observa en la tabla 15.

TABLA 15.		VENTAS MUKI FF	
AÑO	TRIMESTRES	DEMANDA	
2015	1	1	
	2	2	
	3	2	
	4	2	
2016	5	2	
	6	2	
	7	2	
	8	6	
2017	9	4	
	10	5	
	11	5	
	12	6	

Fuente: Elaboración propia (2018).

Una vez acumulados los datos se grafica nuevamente, pero evaluando sólo 12 periodos.

Gráfico 15. Ventas por trimestre del MUKI FF, evaluado en 12 periodos.



Fuente: Elaboración propia (2018).

Finalmente se observa que la demanda presenta una tendencia.

Una vez terminada esta etapa, se procede a pronosticar la demanda mediante los siguientes métodos:

- Promedio Móvil Simple.
- Suavización Exponencial Simple.
- Suavización Exponencial con Tendencia (Modelo de Holt).
- Suavización Exponencial con Tendencia y Estacionalidad (Modelo de Winter).

A continuación se muestran los métodos y los resultados obtenidos mediante la hoja de cálculo Excel “PROYECTO DE MEJORA PCP - RESEMIN”

Tabla 16. Evaluación de Promedio Móvil Simple – MUKI FF

TABLA 16.

EVALUACIÓN DE PROMEDIO MÓVIL SIMPLE - MUKI FF

Periodo t	Demanda Dt	Nivel Lt	Pronóstico Ft	Error Et	Error Absoluto	Error Cuad(MSE)	Error Cuad (MAD)	% Error (MAPE)	MAPE (Acum)	TS (+/-6)
1	1									
2	2									
3	2									
4	2	2								
5	2	2	2	-0.25	0.25	0.06	0.25	13%	13%	-1.00
6	2	2	2	0.00	0.00	0.03	0.13	0%	6%	-2.00
7	2	2	2	0.00	0.00	0.02	0.08	0%	4%	-3.00
8	6	3	2	-4.00	4.00	4.02	1.06	67%	20%	-4.00
9	4	4	3	-1.00	1.00	3.41	1.05	25%	21%	-5.00
10	5	4	4	-1.50	1.50	3.22	1.13	30%	22%	-6.00
11	5	5	4	-0.75	0.75	2.84	1.07	15%	21%	-7.00
12	6	5	5	-1.00	1.00	2.61	1.06	17%	21%	-8.00

(Trimestres)
Período:

Pronósticos:	F13 = F14 = F15 = F16 = L12 =	5	Desv. Estándar
			1.33
			27%

4

La Desv. Estándar es mediana en comparación con el pronóstico.

Pronóstico Sesgado

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 17. Evaluación de Suavización Exponencial Simple – MUKIFF

TABLA 17.

SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE - MUKI FF

Periodo t	Demanda Dt	Nivel Lt	Pronóstico Ft	Error Et	Error Absoluto	Error Cuad. (MSE)	Error Cuad (MAD)	% Error	MAPE (Acum)	TS (+/-6)
0		3								
1	1	3	3.25	2.25	2.25	5.06	2.25	225%	225%	1.00
2	2	3	3	1.00	1.00	3.03	1.63	50%	138%	2.00
3	2	3	3	1.00	1.00	2.35	1.42	50%	108%	3.00
4	2	3	3	1.00	1.00	2.02	1.31	50%	94%	4.00
5	2	3	3	1.00	1.00	1.81	1.25	50%	85%	5.00
6	2	3	3	1.00	1.00	1.68	1.21	50%	79%	6.00
7	2	3	3	1.00	1.00	1.58	1.18	50%	75%	7.00
8	6	4	3	-3.00	3.00	2.51	1.41	50%	72%	3.73
9	4	4	4	0.00	0.00	2.23	1.25	0%	64%	4.20
10	5	4	4	-1.00	1.00	2.11	1.23	20%	60%	3.47
11	5	4	4	-1.00	1.00	2.01	1.20	20%	56%	2.70
12	6	5	4	-2.00	2.00	2.17	1.27	33%	54%	0.98
$\alpha =$	0.3						Desv. Estándar			
			Pronósticos:	F13 = F14 = F15 = F16 = L12 = 5			1.59			
				La Desv. Estándar es mediana en comparación con el pronóstico.			35%			
								Pronóstico Sesgado		

Fuente: Elaboración propia (2018).

TABLA 18.

SUAIVIZACIÓN EXPONENCIAL CON TENDENCIA (MODELO HOLT) - MUKI FF

Periodo t	Demanda Dt	Nivel Lt	Tendencia	Pronóstico Ft	Error Et	Error Absoluto	Error Cuad. (MSE)	Error Cuad (MAD)	% Error	MAPE (Acum)	TS (+/-6)
0		0.40909091	0.437062937								
1	1	1	0	1	-0.15	0.15	0.02	0.15	15%	15%	-1.00
2	2	1	0	1	-0.70	0.70	0.26	0.43	35%	25%	-2.00
3	2	2	0	2	-0.18	0.18	0.18	0.35	9%	20%	-3.00
4	2	2	0	2	0.28	0.28	0.16	0.33	14%	18%	-2.29
5	2	3	0	3	0.70	0.70	0.22	0.40	35%	22%	-0.14
6	2	3	0	3	1.07	1.07	0.38	0.51	53%	27%	1.96
7	2	3	0	3	1.39	1.39	0.60	0.64	69%	33%	3.75
8	6	4	0	4	-2.34	2.34	1.21	0.85	39%	34%	0.06
9	4	4	0	4	0.33	0.33	1.08	0.79	8%	31%	0.49
10	5	5	0	5	-0.27	0.27	0.98	0.74	5%	28%	0.16
11	5	5	0	5	0.19	0.19	0.90	0.69	4%	26%	0.45
12	6	6	0	6	-0.39	0.39	0.83	0.67	7%	25%	-0.12
$\alpha =$	0.1										
$\beta =$	0.1										
								Desv. Estándar			
								0.83			

F13	1	6
F14	2	7
F15	3	7
F16	4	7

La Desv. Estándar aún es aceptable en comparación con los pronósticos.	14%
	13%
	12%
	11%

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.868076487
Coefficiente de determinación R ²	0.753556788
R ² ajustado	0.728912467
Error típico	0.945175456
Observaciones	12

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	27.31643357	27.31643357	30.57729941	0.000251131
Residuos	10	8.933566434	0.893356643		
Total	11	36.25			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	0.409090909	0.581715281	0.703249377	0.497946161	-0.887051509	1.705233327	-0.887051509	1.705233327
Variable X 1	0.437062937	0.079039542	5.52967444	0.000251131	0.260951862	0.613174012	0.260951862	0.613174012

Tabla 18. Suavización Exponencial con Tendencia (Modelo de HOLT) – MUKI FF

Tabla 19. Suavización Exponencial con Tendencia y Estacionalidad – MUKI FF

TABLA 19.

SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL CON TENDENCIA Y ESTACIONALIDAD (MODELO WINTER) - MUKI FF

Periodo t	Demanda Dt	Datos Dem Desest	Dem Desest	Nivel Lt	Tendencia	Datos Estacional.	Factor Estacional	Pronóstico Ft	Error Et	Error Absoluto	Error Cuad. (MSE)	Error Cuad (MAD)	% Error	MAPE (Acum)	TS (+/-6)
0				-0.06	0.492559524										
1	1		0.431547619	0	0	2.32	1.35	1	-0.42	0.42	0.17	0.42	42%	42%	-1.00
2	2		0.924107143	1	0	2.16	1.29	1	-0.78	0.78	0.39	0.60	39%	40%	-2.00
3	2	1.875	1.416666667	1	0	1.41	0.98	1	-0.56	0.56	0.37	0.59	28%	36%	-3.00
4	2	2	1.90922619	2	1	1.05	1.21	2	0.41	0.41	0.32	0.54	20%	32%	-2.49
5	2	2	2.401785714	2	0	0.83	1.44	4	1.60	1.60	0.77	0.75	80%	42%	0.34
6	2	2.5	2.894345238	3	0	0.69	1.37	4	2.07	2.07	1.36	0.97	104%	52%	2.39
7	2	3.25	3.386904762	3	0	0.59	1.01	3	1.46	1.46	1.47	1.04	73%	55%	3.63
8	6	3.875	3.879464286	4	0	1.55	1.19	5	-1.46	1.46	1.55	1.10	24%	51%	2.13
9	4	4.625	4.37202381	4	0	0.91	1.38	6	2.12	2.12	1.88	1.21	53%	51%	3.68
10	5	5	4.864583333	5	0	1.03	1.30	6	1.39	1.39	1.88	1.23	28%	49%	4.75
11	5		5.357142857	5	0	0.93	0.97	5	0.26	0.26	1.72	1.14	5%	45%	5.35
12	6		5.849702381	6	0	1.03	1.22	7	1.17	1.17	1.69	1.14	20%	43%	6.36
$\alpha =$	0.05				F13	1	1.33	8	17%	Desv. Estándar 1.43					
$\beta =$	0.1				F14	2	1.27	9	16%						
$\gamma =$	0.1				F15	3	0.97	7	20%						
Periodicidad =	4				F16	4	1.20	9	15%						

La Desv. Estándar es aceptable en comparación con los pronósticos.

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.97016568
Coefficiente de determinación R ²	0.941221446
R ² ajustado	0.931425021
Error típico	0.325665147
Observaciones	8

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	10.18982515	10.18982515	96.07804735	6.49112E-05
Residuos	6	0.636346726	0.106057788		
Total	7	10.82617188			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-0.061011905	0.346332654	-0.176165614	0.865959386	-0.908457381	0.786433572	-0.908457381	0.786433572
Variable X 1	0.492559524	0.050251223	9.801940999	6.49112E-05	0.369599211	0.615519837	0.369599211	0.615519837

Fuente: Elaboración propia (2018).

Luego se analizan los pronósticos y se selecciona el que tenga menor porcentaje de error, que además debe cumplir con que sus valores no estén sesgados, es decir, que su señal de rastreo sea menor a +/-6.

TABLA 20. SELECCIÓN DE PRONÓSTICO CON MENOS % DE ERROR					
METODO	PRONÓSTICO		DESVIACIÓN ESTÁNDAR		SESGADO
PROM. MÓVIL. SIMPLE	F13 = F14 = F15 = F16 =	5 5 5 5	1.33	27%	SI
SUAV.EXPO. SIMPLE	F13 = F14 = F15 = F16 =	5 5 5 5	1.59	35%	SI
SUAV. EXPO. TEND.	F13 = F14 = F15 = F16 =	6 7 7 7	0.83	14% 13% 12% 11%	NO
SUAV. EXPO. TEND. & ESTACION.	F13 = F14 = F15 = F16 =	8 9 7 9	1.43	17% 16% 20% 15%	NO

Fuente: Elaboración propia (2018).

Finalmente, se obtienen los pronósticos por trimestre del 2018:

Enero – Marzo: 6
 Abril – Junio: 7
 Julio – Septiembre: 7
 Octubre – Diciembre: 7

En total se estiman vender 27 Muki FF durante el año 2018.

Este mismo procedimiento se repite con los otros 3 equipos seleccionados.

Los resultados finales del pronóstico son los siguientes:

TABLA 21. A PRONÓSTICO DE LA DEMANDA - RESEMIN 2018				
TRIMESTRE	BOLTER 88	MUKI FF	RAPTOR 55	TROIDON 55
1	7	6	2	5
2	7	7	2	5
3	7	7	2	6
4	8	7	2	6
TOTAL	29	27	8	22

TABLA 21. B DESESTACIONALIZACIÓN DE LA DEMANDA				
ENERO	1.53	0.00	0.89	0.00
FEBRERO	2.74	2.40	0.00	2.16
MARZO	2.32	2.18	0.83	0.48
ABRIL	1.95	0.45	0.00	0.96
MAYO	1.95	3.23	0.83	1.68
JUNIO	3.01	2.63	1.27	1.20
JULIO	2.74	1.73	1.27	1.68
AGOSTO	3.53	2.93	0.89	1.92
SEPTIEMBRE	3.16	1.65	1.14	1.68
OCTUBRE	1.90	3.23	0.00	0.48
NOVIEMBRE	1.68	3.23	0.00	8.18
DICIEMBRE	2.49	3.30	0.89	1.20
TOTAL	29.02	26.97	8.00	21.65

TABLA 21. C ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA - RESEMIN 2018				
(Cruzar información del pronóstico con la desestacionalización)				
PERIODO	BOLTER 88	MUKI FF	RAPTOR 55	TROIDON 55
ENERO	2.00	2.00	1.00	2.00
FEBRERO	3.00	2.00	0.00	2.00
MARZO	2.00	2.00	1.00	1.00
ABRIL	2.00	1.00	0.00	1.00
MAYO	2.00	3.00	1.00	2.00
JUNIO	3.00	3.00	1.00	2.00
JULIO	3.00	2.00	1.00	2.00
AGOSTO	3.00	3.00	0.00	2.00
SEPTIEMBRE	3.00	2.00	1.00	2.00
OCTUBRE	2.00	2.00	0.00	2.00
NOVIEMBRE	2.00	2.00	1.00	2.00
DICIEMBRE	2.00	3.00	1.00	2.00
TOTAL	29.00	27.00	8.00	22.00

Fuente: Elaboración propia (2018).

ETAPA 2: Planificación de la producción para el 2018

A. Cálculo de horas-hombre requeridas por tipo y modelo de equipo:

TABLA 22.		CÁLCULO DE HORAS HOMBRE POR EQUIPO				
BOLTER 88		DÍAS	H/D	OP	HH	HH/E
ÁREA DE FABRICACIÓN	Armado y Soldadura Carrier / Pre Montaje	17	8	8	1088	1744
	Armado de Boom y Vigas	5	8	8	320	
	Pintura	7	8	6	336	
ÁREA DE ENSAMBLAJE	Sistema Hidráulico	28	8	2	448	1536
	Sistema Eléctrico 400 VAC	14	8	4	448	
	Sistema Eléctrico 24 VDC	10	8	2	160	
	Sistema Diesel	10	8	6	480	
MUKI FRONT FACE		DÍAS	H/D	OP	HH	HH/E
ÁREA DE FABRICACIÓN	Armado y Soldadura Carrier / Pre Montaje	14	8	8	896	1648
	Armado de Boom y Vigas	5	8	8	320	
	Pintura	9	8	6	432	
ÁREA DE ENSAMBLAJE	Sistema Hidráulico	21	8	2	336	1104
	Sistema Eléctrico 400 VAC	8	8	4	256	
	Sistema Eléctrico 24 VDC	8	8	2	128	
	Sistema Diesel	8	8	6	384	
RAPTOR 55		DÍAS	H/D	OP	HH	HH/E
ÁREA DE FABRICACIÓN	Armado y Soldadura Carrier / Pre Montaje	16	8	8	1024	1808
	Armado de Boom y Vigas	7	8	8	448	
	Pintura	7	8	6	336	
ÁREA DE ENSAMBLAJE	Sistema Hidráulico	21	8	2	336	1200
	Sistema Eléctrico 400 VAC	9	8	4	288	
	Sistema Eléctrico 24 VDC	9	8	2	144	
	Sistema Diesel	9	8	6	432	
TROIDON 55		DÍAS	H/D	OP	HH	HH/E
ÁREA DE FABRICACIÓN	Armado y Soldadura Carrier / Pre Montaje	11	8	8	704	1424
	Armado de Boom y Vigas	6	8	8	384	
	Pintura	7	8	6	336	
ÁREA DE ENSAMBLAJE	Sistema Hidráulico	21	8	2	336	1296
	Sistema Eléctrico 400 VAC	10	8	4	320	
	Sistema Eléctrico 24 VDC	10	8	2	160	
	Sistema Diesel	10	8	6	480	

Fuente: Elaboración propia (2018).

B. Estandarización de tiempos de fabricación y ensamblaje:

TABLA 23.		ESTANDARIZACIÓN TIEMPOS FABRICACIÓN	
Datos laborales del área de fabricación			
Merma	0%	H.Lab./día	8
Eficiencia	93%	Ausentismo	5%
Equipo	T. Nominal (Horas/und.)	Tiempo real (Horas/und.)	Tiempo Estándar
BOLTER 88	1744	1875.27	1766
MUKI FF	1648	1772.04	
RAPTOR 55	1808	1944.09	
TROIDON 55	1424	1531.18	

TABLA 24.		ESTANDARIZACIÓN TIEMPOS ENSAMBLE	
Datos laborales del área de ensamblaje			
Merma	0%	H.Lab./día	8
Eficiencia	95%	Ausentismo	3%
Equipo	T. Nominal (Horas/und.)	Tiempo real (Horas/und.)	Tiempo Estándar
BOLTER 88	1536	1616.84	1385
MUKI FF	1104	1162.11	
RAPTOR 55	1200	1263.16	
TROIDON 55	1296	1364.21	

C. Principales costos por área y equipo:

TABLA 25.		PRINCIPALES COSTOS POR ÁREA Y EQUIPO	
COSTOS POR ÁREA			
DESCRIPCIÓN		FABRICACIÓN	ENSAMBLAJE
Operarios Disponibles		90	60
Costo de Contratación		S/. 800.00	S/. 1,200.00
Costo de Despedido		S/. 1,000.00	S/. 1,500.00
Salario		S/. 1,600.00	S/. 2,600.00
Costo MO H.Normal		S/. 6.67	S/. 10.83
Costo MO H.Extra		S/. 8.33	S/. 13.54
Máximo Horas Extras (HEX/HN)		25%	25%
COSTO POR EQUIPO			
MÁQUINA	PRODUCCIÓN	COSTO MP	
BOLTER 88	36.0%	\$ 139,195.17	S/. 452,384.29
MUKI FF	30.2%	\$ 83,414.55	S/. 271,097.27
RAPTOR 55	9.3%	\$ 117,701.86	S/. 382,531.05
TROIDON 55	24.4%	\$ 118,276.95	S/. 384,400.10
COSTO DE MANTTO DE INVENTARIO			
Equivale al 5% del Costo de Fab.		S/. 18,723.89	S/./(unidad-año)
5%		S/. 1,560.32	S/./(unidad-mes)

TABLA 26. PRE PLAN AGREGADO													
DEMANDA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
BOLTER 88	2	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	29
MUKI FF	2	2	2	1	3	3	2	3	2	2	2	3	27
RAPTOR 55	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	8
TROIDON 55	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	22
TOTAL	7	7	6	4	8	9	8	8	8	6	7	8	86
ÁREA DE FABRICACIÓN													
PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
PRODUCCIÓN	7	7	6	4	8	9	8	8	8	6	7	8	
HORAS REQ.	12327	12327	10566	7044	14088	15849	14088	14088	14088	10566	12327	14088	
DÍAS LAB/MES	26	24	25	25	26	25	25	26	25	26	25	24	25.17
HRS NOM/H	208	192	200	200	208	200	200	208	200	208	200	192	201.33
HRS REAL/H	198	182	190	190	198	190	190	198	190	198	190	182	191.33
Hm. REQ. FAB.	62.26	67.73	55.61	37.07	71.15	83.42	74.15	71.15	74.15	53.36	64.88	77.41	66.03
ÁREA DE ENSAMBLAJE													
PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
PRODUCCIÓN	7	7	6	4	8	9	8	8	8	6	7	8	
HORAS REQ.	9639	9639	8262	5508	11016	12393	11016	11016	11016	8262	9639	11016	
DÍAS LAB/MES	26	24	25	25	26	25	25	26	25	26	25	24	25.17
HRS NOM/H	208	192	200	200	208	200	200	208	200	208	200	192	201.33
HRS REAL/H	202	186	194	194	202	194	194	202	194	202	194	186	195.33
Hm. REQ. ENS.	47.72	51.82	42.59	28.39	54.53	63.88	56.78	54.53	56.78	40.9	49.69	59.23	50.57

Fuente: Elaboración propia (2018).

E. Análisis Marginal:

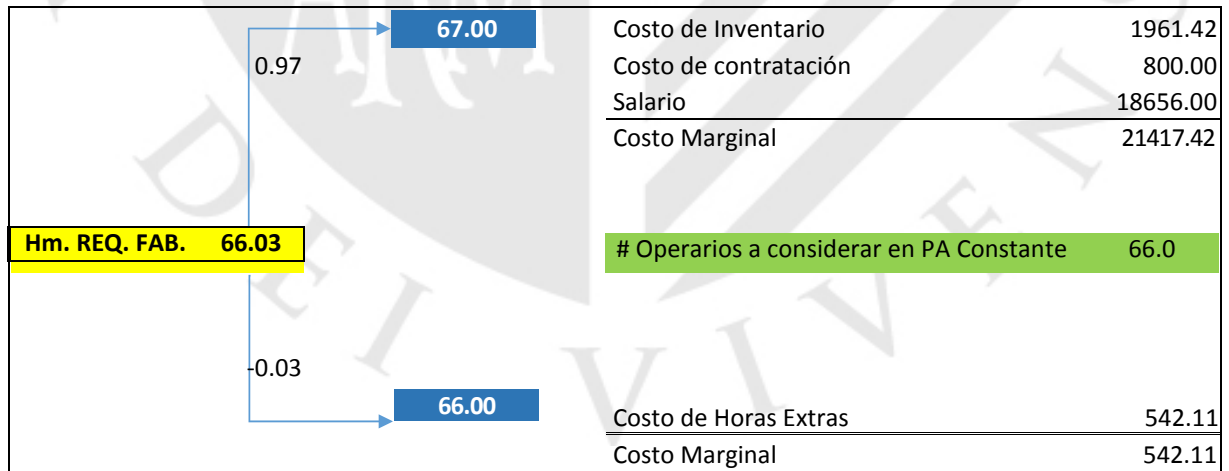
A continuación, se detallan los cálculos necesarios para decidir si es conveniente contratar una persona adicional o realizar horas extras.

Análisis Marginal para el área de fabricación:

TABLA 27.	DATOS DEL ÁREA DE FABRICACIÓN
DEMANDA ANUAL DE EQUIPOS ESTANDARIZADOS	86.00
Inventario Inicial - Periodo 1	0.00
Inventario Final - Periodo N	0.00
Compras	0.00
Producción Requerida Anual	86.00
Número de Periodos (Meses)	12.00
Horas Reales disponibles por Hombre al Mes (Horas/mes)	191.33
TE Real de todos los productos (Horas/unidad)	1766.00
Unidades hechas por 1 Hombre/hora (unidad/hora)	0.00057
Costo unitario de inventario (soles/unidad al mes)	1560.32
Costo MO Hora Normal (Soles/hora)	6.67
Costo MO Hora Extra (Soles/hora)	8.33
Producción por operario al mes (unidad/mes)	0.11

Fuente: Elaboración propia (2018).

Gráfico 16. Análisis marginal para definir el número de trabajadores.



Fuente: Elaboración propia (2018).

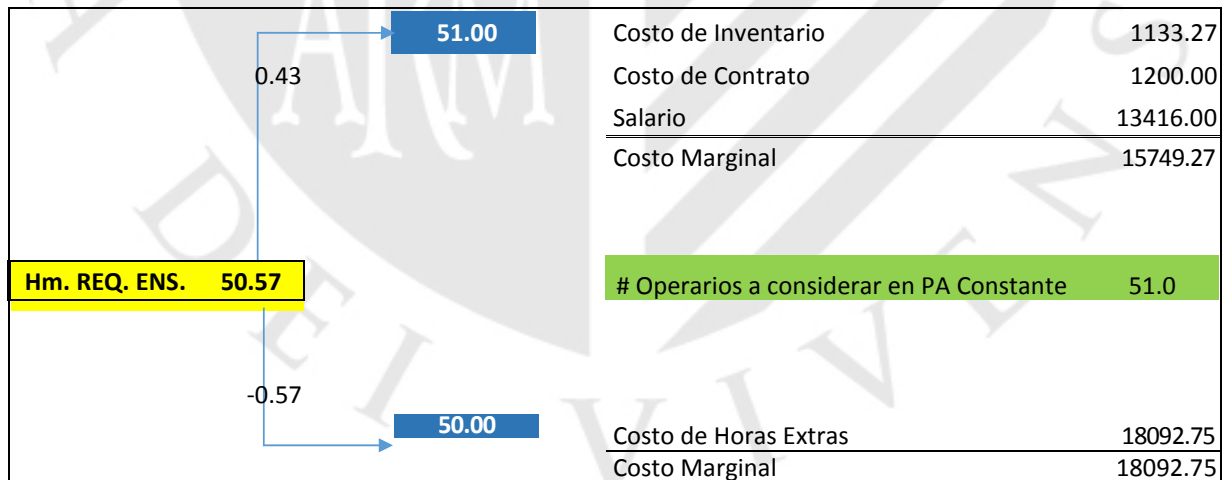
Del análisis se concluye que el área de fabricación requiere 66 operarios para satisfacer la demanda y que conviene hacer horas extras.

Análisis Marginal para el área de ensamblaje:

TABLA 28.	DATOS DEL ÁREA DE ENSAMBLAJE
DEMANDA ANUAL DE EQUIPOS ESTANDARIZADOS	86.00
Inventario Inicial - Periodo 1	0.00
Inventario Final - Periodo N	0.00
Compras	0.00
Producción Requerida Anual	86.00
Número de Periodos (Meses)	12.00
Horas Reales disponibles por Hombre al Mes (Horas/mes)	195.33
TE Real de todos los productos (Horas/unidad)	1385.00
Unidades hechas por 1 Hombre/hora (unidad/hora)	0.00072
Costo unitario de inventario (soles/unidad al mes)	1560.32
Costo MO Hora Normal (Soles/hora)	10.83
Costo MO Hora Extra (Soles/hora)	13.54
Producción por operario al mes (unidad/mes)	0.14

Fuente: Elaboración propia (2018).

Gráfico 17. Análisis marginal para definir el número de trabajadores.



Fuente: Elaboración propia (2018).

Del análisis se concluye que el área de fabricación requiere 51 técnicos para satisfacer la demanda y que en este caso no conviene realizar horas extras.

F. Plan Agregado de Capacidad Constante:

Gráfico 18. Plan Agregado – Capacidad Constante (Enero a Junio 2018).

PLAN AGREGADO - CAPACIDAD CONSTANTE

DEMANDA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
BOLTER 88	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00
MUKI FF	2.00	2.00	2.00	1.00	3.00	3.00
RAPTOR 55	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00
TROIDON 55	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00
TOTAL	7.00	7.00	6.00	4.00	8.00	9.00

ÁREA DE FABRICACIÓN:

INV. INICIAL	0.00	0.42	0.24	1.36	4.48	3.90
INV. FINAL	0.42	0.24	1.36	4.48	3.90	2.03
Unid./Hm-Mes	0.11	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11
Hm Req.	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00
Hm Disp.	90.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00
Contrato/Desp	-24.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PRODUCCIÓN	7.42	6.82	7.12	7.12	7.42	7.12
PROD. H.N.	7.42	6.82	7.12	7.12	7.42	7.12
PROD. H.EX.						

ÁREA DE ENSAMBLAJE:

INV. INICIAL	0.00	0.48	0.37	1.56	4.74	4.22
INV. FINAL	0.48	0.37	1.56	4.74	4.22	2.41
Unid./Hm-Mes	0.15	0.14	0.14	0.14	0.15	0.14
Hm Req.	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00
Hm Disp.	60.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00
Contrato/Desp	-9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PRODUCCIÓN	7.48	6.89	7.19	7.19	7.48	7.19
PROD. H.N.	7.48	6.89	7.19	7.19	7.48	7.19
PROD. H.EX.						

COSTOS DE PRODUCCIÓN:

COSTOS PROD.	S/. 2,874,645.85	S/. 2,906,722.15	S/. 2,454,204.32	S/. 1,805,408.01	S/. 3,113,636.93	S/. 3,563,112.00
H.N.	S/. 238,200.00	S/. 238,200.00	S/. 238,200.00	S/. 238,200.00	S/. 238,200.00	S/. 238,200.00
H.EX.	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
MP	S/. 2,598,294.38	S/. 2,668,147.62	S/. 2,213,894.28	S/. 1,560,265.95	S/. 2,869,391.65	S/. 3,321,775.94
Inventarios	S/. 651.48	S/. 374.53	S/. 2,110.05	S/. 6,942.06	S/. 6,045.29	S/. 3,136.06
Contrato/Desp	S/. 37,500.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -

Fuente: Elaboración propia (2018).

Plan Agregado de Capacidad Constante:

Gráfico 19. Plan Agregado – Capacidad Constante (Julio a Diciembre 2018).

JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	29.00
2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	27.00
1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	8.00
2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	22.00
8.00	8.00	8.00	6.00	7.00	8.00	86.00

2.03	1.15	0.57	-0.31	1.11	1.23	
1.15	0.57	-0.31	1.11	1.23	0.24	
0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	
66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	
66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
7.12	7.42	7.12	7.42	7.12	7.01	86.24
7.12	7.42	7.12	7.42	7.12	6.82	86.05
					0.19	0.19

2.41	1.59	1.07	0.26	1.74	1.93	
1.59	1.07	0.26	1.74	1.93	0.81	
0.14	0.15	0.14	0.15	0.14	0.14	
51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	
51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
7.19	7.48	7.19	7.48	7.19	6.89	86.81
7.19	7.48	7.19	7.48	7.19	6.89	86.81
						0.00

S/. 3,290,653.74	S/. 3,178,323.19	S/. 3,288,395.99	S/. 2,455,680.37	S/. 2,838,398.69	S/. 3,110,753.19	S/. 34,879,934.46
S/. 238,200.00	S/. 238,200.00	S/. 238,200.00	S/. 238,200.00	S/. 238,200.00	S/. 238,200.00	S/. 2,858,400.00
S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 2,788.25	S/. 2,788.25
S/. 3,050,678.67	S/. 2,939,244.89	S/. 3,050,678.67	S/. 2,215,763.32	S/. 2,598,294.38	S/. 2,869,391.65	S/. 31,955,821.38
S/. 1,775.08	S/. 878.31	S/. -482.67	S/. 1,717.05	S/. 1,904.32	S/. 373.29	S/. 25,424.83
S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 37,500.00

COSTO PROM. | S/. 404,446.74 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

G. Plan Agregado de Capacidad Variable:

Gráfico 20. Plan Agregado – Capacidad Variable (Enero a Junio 2018)

PLAN AGREGADO - CAPACIDAD VARIABLE

DEMANDA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
BOLTER 88	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00
MUKI FF	2.00	2.00	2.00	1.00	3.00	3.00
RAPTOR 55	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00
TROIDON 55	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00
TOTAL	7.00	7.00	6.00	4.00	8.00	9.00

ÁREA DE FABRICACIÓN:

INV. INICIAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
INV. FINAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Unid./Hm-Mes	0.11	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11
Hm Req.	63.00	68.00	56.00	38.00	72.00	84.00
Hm Disp.	90.00	63.00	68.00	56.00	38.00	72.00
Contrato/Desp	-27.00	5.00	-12.00	-18.00	34.00	12.00
PRODUCCIÓN	7.00	7.00	6.00	4.00	8.00	9.00
PROD. H.N.	7.00	7.00	6.00	4.00	8.00	9.00
PROD. H.EX.						

ÁREA DE ENSAMBLAJE:

INV. INICIAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
INV. FINAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Unid./Hm-Mes	0.15	0.14	0.14	0.14	0.15	0.14
Hm Req.	48.00	52.00	43.00	29.00	55.00	64.00
Hm Disp.	60.00	48.00	52.00	43.00	29.00	55.00
Contrato/Desp	-12.00	4.00	-9.00	-14.00	26.00	9.00
PRODUCCIÓN	7.00	7.00	6.00	4.00	8.00	9.00
PROD. H.N.	7.00	7.00	6.00	4.00	8.00	9.00
PROD. H.EX.						

COSTOS DE PRODUCCIÓN:

COSTOS PROD.	S/. 2,868,894.38	S/. 2,920,947.62	S/. 2,440,794.28	S/. 1,735,465.95	S/. 3,185,991.65	S/. 3,642,975.94
H.N.	S/. 225,600.00	S/. 244,000.00	S/. 201,400.00	S/. 136,200.00	S/. 258,200.00	S/. 300,800.00
H.EX.	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
MP	S/. 2,598,294.38	S/. 2,668,147.62	S/. 2,213,894.28	S/. 1,560,265.95	S/. 2,869,391.65	S/. 3,321,775.94
Inventarios	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Contrato/Desp	S/. 45,000.00	S/. 8,800.00	S/. 25,500.00	S/. 39,000.00	S/. 58,400.00	S/. 20,400.00

Fuente: Elaboración propia (2018).

Plan Agregado de Capacidad Variable:

Gráfico 21. Plan Agregado – Capacidad Variable (Julio a Diciembre 2018)

JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	29.00
2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	27.00
1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	8.00
2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	22.00
8.00	8.00	8.00	6.00	7.00	8.00	86.00

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	
75.00	72.00	75.00	54.00	65.00	78.00	
84.00	75.00	72.00	75.00	54.00	65.00	
-9.00	-3.00	3.00	-21.00	11.00	13.00	
8.00	8.00	8.00	6.00	7.00	8.00	86.00
8.00	8.00	8.00	6.00	7.00	8.00	86.00
						0.00

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.14	0.15	0.14	0.15	0.14	0.14	
57.00	55.00	57.00	41.00	50.00	60.00	
64.00	57.00	55.00	57.00	41.00	50.00	
-7.00	-2.00	2.00	-16.00	9.00	10.00	
8.00	8.00	8.00	6.00	7.00	8.00	86.00
8.00	8.00	8.00	6.00	7.00	8.00	86.00
						0.00

S/. 3,338,378.67	S/. 3,203,444.89	S/. 3,323,678.67	S/. 2,453,763.32	S/. 2,851,894.38	S/. 3,172,591.65	S/. 35,138,821.38
S/. 268,200.00	S/. 258,200.00	S/. 268,200.00	S/. 193,000.00	S/. 234,000.00	S/. 280,800.00	S/. 2,868,600.00
S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
S/. 3,050,678.67	S/. 2,939,244.89	S/. 3,050,678.67	S/. 2,215,763.32	S/. 2,598,294.38	S/. 2,869,391.65	S/. 31,955,821.38
S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
S/. 19,500.00	S/. 6,000.00	S/. 4,800.00	S/. 45,000.00	S/. 19,600.00	S/. 22,400.00	S/. 314,400.00

COSTO PROM. | S/. 408,590.95 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

De los resultados obtenidos se puede apreciar que conviene trabajar con un Plan Agregado Constante, ya que el costo promedio es menor.

ETAPA 3: Programa Maestro de Producción para el 2018

Una vez terminado el Plan Agregado se procede a realizar el Programa Maestro de Producción, cuyo fin es calcular la fecha en la que debe empezarse a fabricar el equipo. Para ello, se ha tenido en cuenta los tiempos de producción promedio en semanas. Este PMP, se ha realizado en una plantilla de Excel por lo que se actualiza de manera automática sólo con modificar los valores del pronóstico.

Gráfico 22. Programa Maestro de Producción (Enero a Marzo 2018)

PMP : RESEMIN			2018												
PROD.	Tamaño de Lote:	1	ENERO					FEBRERO				MARZO			
	Barrera de demanda:	02	01	08	15	22	29	05	12	19	26	05	12	19	26
BOLTER 88	Demanda (Pronóstico de venta)		1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0
	Inicio de Fab.	T. Fab. 21	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Inventario Inicial		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pedido														
	Inventario Final		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Plan Maestro de Producción (PMP)		0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	Disponible para Promesa (DPP)		0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1
MUKI FF	Demanda (Pronóstico)		0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
	Inicio de Fab.	T. Fab. 14	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0
	Inventario Inicial		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pedido														
	Inventario Final		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Plan Maestro de Producción (PMP)		0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0
	Disponible para Promesa (DPP)		0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0
RAPTOR 55	Demanda (Pronóstico)		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Inicio de Fab.	T. Fab. 14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Inventario Inicial		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pedido														
	Inventario Final		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Plan Maestro de Producción (PMP)		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Disponible para Promesa (DPP)		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
TROIDON 55	Demanda (Pronóstico)		0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
	Inicio de Fab.	T. Fab. 14	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
	Inventario Inicial		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pedido														
	Inventario Final		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Plan Maestro de Producción (PMP)		0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
	Disponible para Promesa (DPP)		0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia (2018).

ETAPA 3: Programa Maestro de Producción para el 2018

Gráfico 23. Formulación del Programa Maestro de Producción (Junio a Julio 2018)

Vistas de libro				Mostrar				Zoom				
SI				=SI(W\$3+\$E\$5=Z\$3,Z4,0)								
A B C D E				SI(prueba_lógica, [valor_si_verdadero], [valor_si_falso])				Z A				
1 PMP : RESEMIN				2018								
2 PROD.		Tamaño de Lote:	1	ABRIL				MAYO				
3		Barrera de demanda:	02	02	09	16	23	30	07	14	21	28
4		Demanda (Pronóstico de venta)	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
5		Inicio de Fab.	T. Fab. 21	0	0	1	0	=SI(W	0	1	1	1
6		Inventario Inicial		0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia (2018).

Gráfico 24. Programa Maestro de Producción (Junio a Julio 2018)

PMP : RESEMIN			2018												
PROD.	Tamaño de Lote:	1	ABRIL					MAYO				JUNIO			25
	Barrera de demanda:	02	02	09	16	23	30	07	14	21	28	04	11	18	
BOLTER 8	Demanda (Pronóstico de venta)		1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0
	Inicio de Fab.	T. Fab. 21	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1
	Inventario Inicial		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pedido														
	Inventario Final		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Plan Maestro de Producción (PMP)		0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1
Disponible para Promesa (DPP)		0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	
MUKI 8	Demanda (Pronóstico)		0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
	Inicio de Fab.	T. Fab. 14	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0
	Inventario Inicial		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pedido														
	Inventario Final		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Plan Maestro de Producción (PMP)		0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0
Disponible para Promesa (DPP)		0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	
RACTOR 5	Demanda (Pronóstico)		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
	Inicio de Fab.	T. Fab. 14	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
	Inventario Inicial		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pedido														
	Inventario Final		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Plan Maestro de Producción (PMP)		0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
Disponible para Promesa (DPP)		0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
TROIDON 5	Demanda (Pronóstico)		0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
	Inicio de Fab.	T. Fab. 14	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1
	Inventario Inicial		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pedido														
	Inventario Final		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Plan Maestro de Producción (PMP)		0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1
Disponible para Promesa (DPP)		0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	

Fuente: Elaboración propia (2018).

ETAPA 4: Diagramas de Gozinto

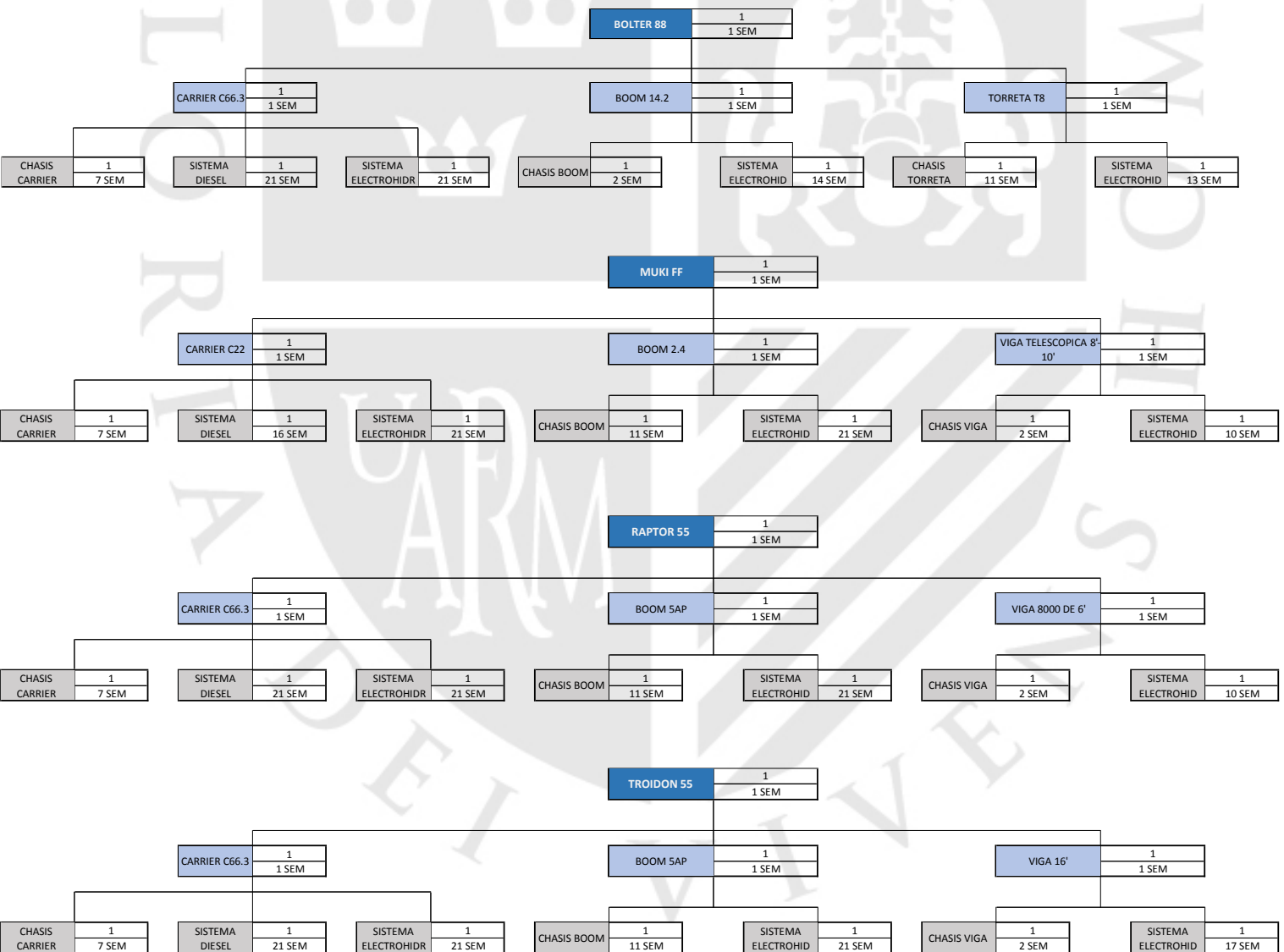
Gráfico 25. Diagramas de Gozinto para el MRP.

Bolter 88

Muki FF

Raptor 55

Troidon 55



ETAPA 5: Diseño de un sistema para el requerimiento de materiales

Finalmente, una vez terminado el Programa Maestro de Producción se procede a diseñar un sistema para el requerimiento de materiales, un MRP, cuya función sea indicar cuándo y cuántos componentes comprar.

Este MRP, analiza los datos del PMP, e indica los componentes que se deben de solicitar semanalmente. Por equipo, se analizan sólo los que tienen un Leadtime mayor a 30 días y cuyo costo superan los \$ 1000.00, en el Gráfico 22 se puede apreciar que para el Bolter 88, el MRP evalúa 43 componentes, los cuales a su vez, representan un costo de más del 80% con respecto al total de componentes del equipo.

Gráfico 26. Componentes analizados por el MRP.

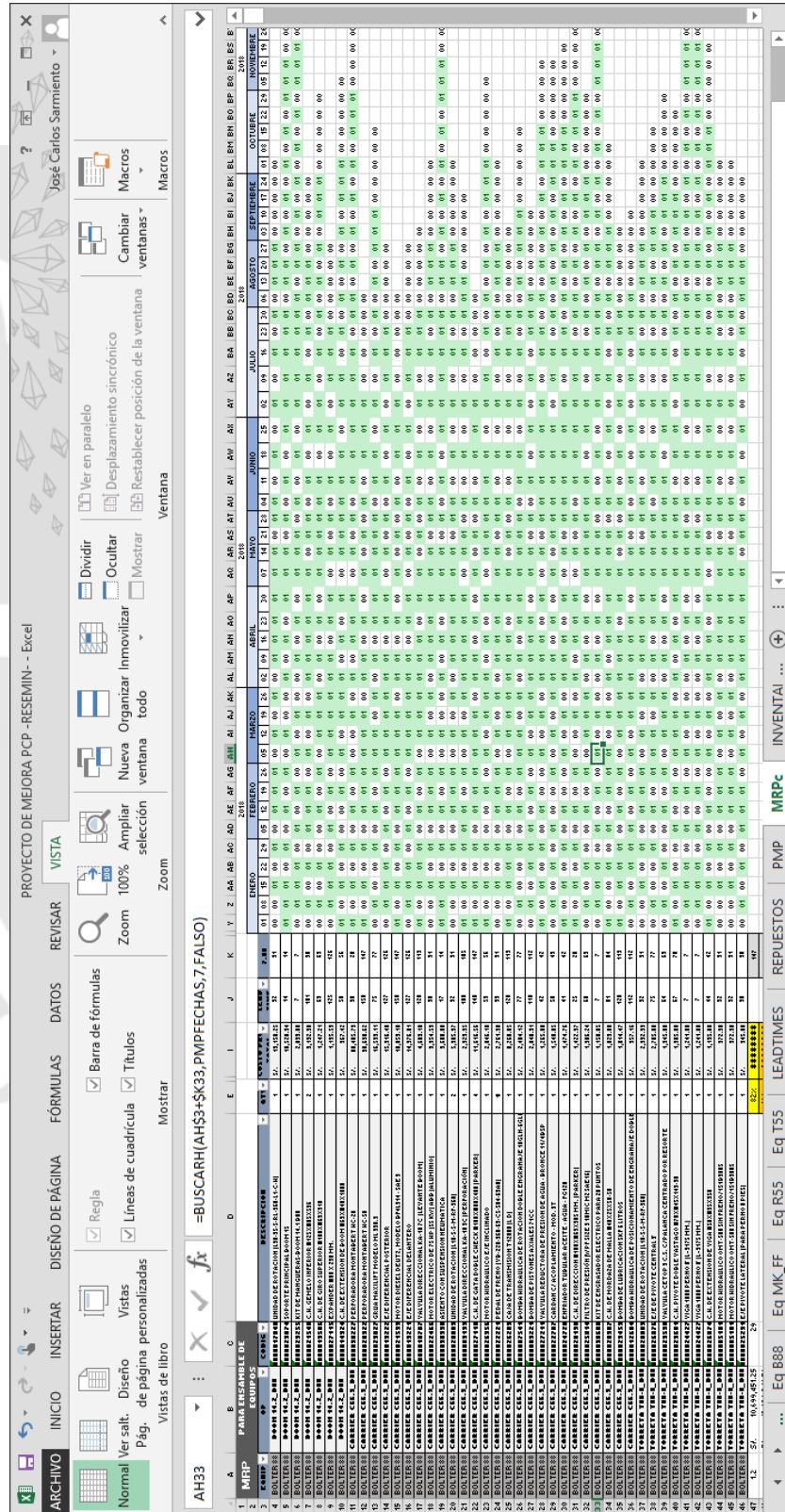
EQUIPO	OP	CODIGO	DESCRIPCION	QTY	COSTO PROM TOTI	LEAD TIME	7.00	01	08	15
BOLTER 88	TORRETA T88-8_B88	0000023601	C.H. PIVOTE DOBLE VASTAGO Ø70XØ45X143-98	1	S/. 1,385.00	67	70	01	00	01
BOLTER 88	TORRETA T88-8_B88	0000024427	VIGA 1000 PERNO 8" (L=3175 MM.)	1	S/. 1,241.00	7	7	00	01	01
BOLTER 88	TORRETA T88-8_B88	0000024427	VIGA 1000 PERNO 8" (L=3175 MM.)	1	S/. 1,241.00	7	7	00	01	01
BOLTER 88	TORRETA T88-8_B88	0000026874	C.H. DE EXTENSION DE VIGA Ø50XØ35X350	1	S/. 1,195.00	44	42	01	00	01
BOLTER 88	TORRETA T88-8_B88	0000005101	MOTOR HIDRAULICO OMT-500 SIN FRENO/15733005	1	S/. 972.30	92	91	00	00	01
BOLTER 88	TORRETA T88-8_B88	0000005101	MOTOR HIDRAULICO OMT-500 SIN FRENO/15183005	1	S/. 972.30	92	91	00	00	01
BOLTER 88	TORRETA T88-8_B88	0000025291	EJE PIVOTE LATERAL (PARA PERNO 8 PIES)	1	S/. 945.00	98	98	00	01	00
					82%	S/. 368,946.59		147		
					100%	S/. 452,384.29		21		
MUKI FF	BOOM 2.4_MK	0000023803	UNIDAD DE ROTACION (L30-42-MS-RL/RF-360-S1-C-H)	1	S/. 10,393.70	91	91	00	00	00
MUKI FF	BOOM 2.4_MK	0000030289	UNIDAD DE ROTACION (L30-42-MS-FT-220-S2-C-H)	1	S/. 9,933.77	90	91	00	00	00

Gráfico 27. Formulación del sistema MRP.

EQUIPO	OP	CODIGO	QTY	COSTO PROM TOT	LEAD TIME	7.00	01	08	15	22	29
BOLTER 88	BOOM 14.2_B88	0000017048	1	S/. 19,158.25	92	91	00	00	01	00	01
BOLTER 88	BOOM 14.2_B88	0000029074	1	S/. 18,520.34	14	14	01	01	=BUS	00	01
BOLTER 88	BOOM 14.2_B88	0000029255	1	S/. 2,033.88	7	7	00	01	01	01	00
BOLTER 88	BOOM 14.2_B88	0000021548	2	S/. 3,192.90	101	98	00	01	00	01	00
BOLTER 88	BOOM 14.2_B88	0000019586	1	S/. 1,247.21	63	63	00	01	00	01	00
BOLTER 88	BOOM 14.2_B88	0000027115	1	S/. 1,195.59	125	126	00	01	01	01	00
BOLTER 88	BOOM 14.2_B88	0000014324	1	S/. 967.42	58	56	01	00	01	00	01

Fuente: Elaboración propia (2018).

Gráfico 28. Sistema MRP programado para todo el 2018.

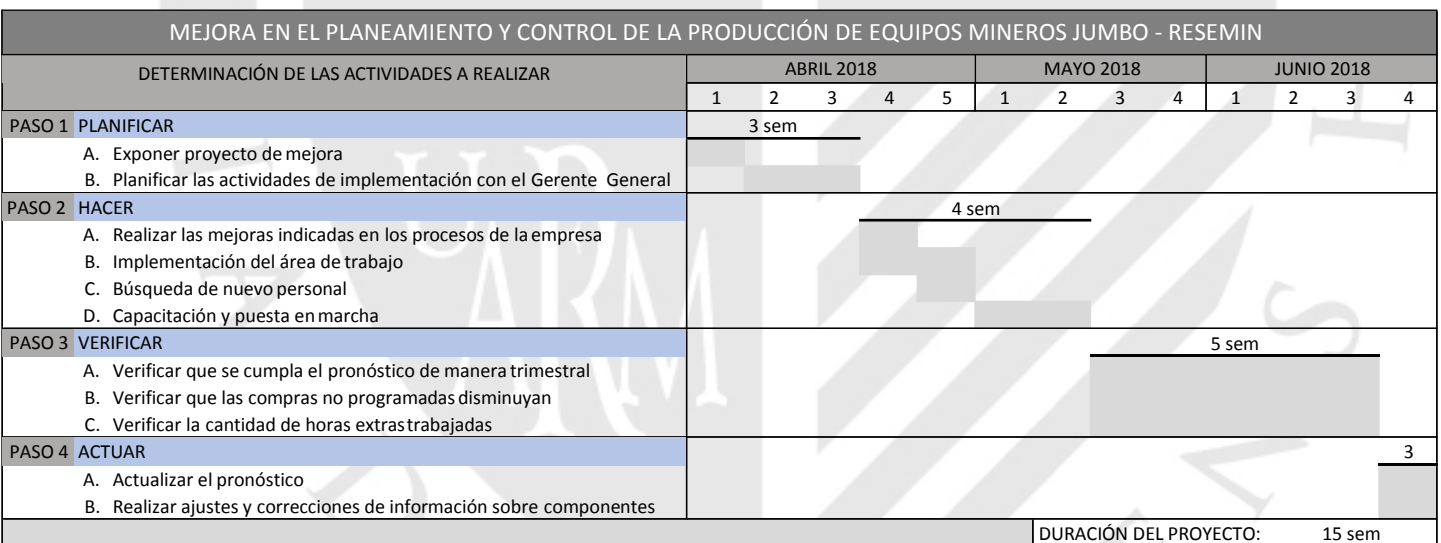


Fuente: Elaboración propia (2018).

5.3 DETERMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

A continuación se muestra un diagrama de Gantt con las actividades del proyecto:

Gráfico 29. Diagrama de Gantt de las actividades del proyecto.



Fuente: Elaboración propia (2018).

5.4 ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO

Para poner el proyecto en marcha, se han calculado los siguientes costos:

TABLA 29.	INVERSIÓN INICIAL	
Lugar de trabajo	S/.	-7,700.00
Mueblería y equipos	S/.	-8,800.00
Búsqueda de nuevo personal	S/.	-3,500.00
Inducción y capacitación	S/.	-1,000.00

Fuente: Elaboración propia (2018).

Mientras que para mantener el proyecto, se han estimado los siguientes gastos de operación, que se mantendrán por el tiempo dure el proyecto, en este caso un año para poder evaluar los resultados.

TABLA 30.	GASTOS DE OPERACIÓN	
Salario del nuevo personal * 1.6	S/.	-4,800.00
Servicios básicos (agua, luz)	S/.	-40.00
Internet y línea telefónica	S/.	-85.00
Útiles de oficina	S/.	-35.00
Depreciación anual (10%)	S/.	-880.00

Fuente: Elaboración propia (2018).

5.5 CÁLCULO DE LOS INGRESOS DEL PROYECTO

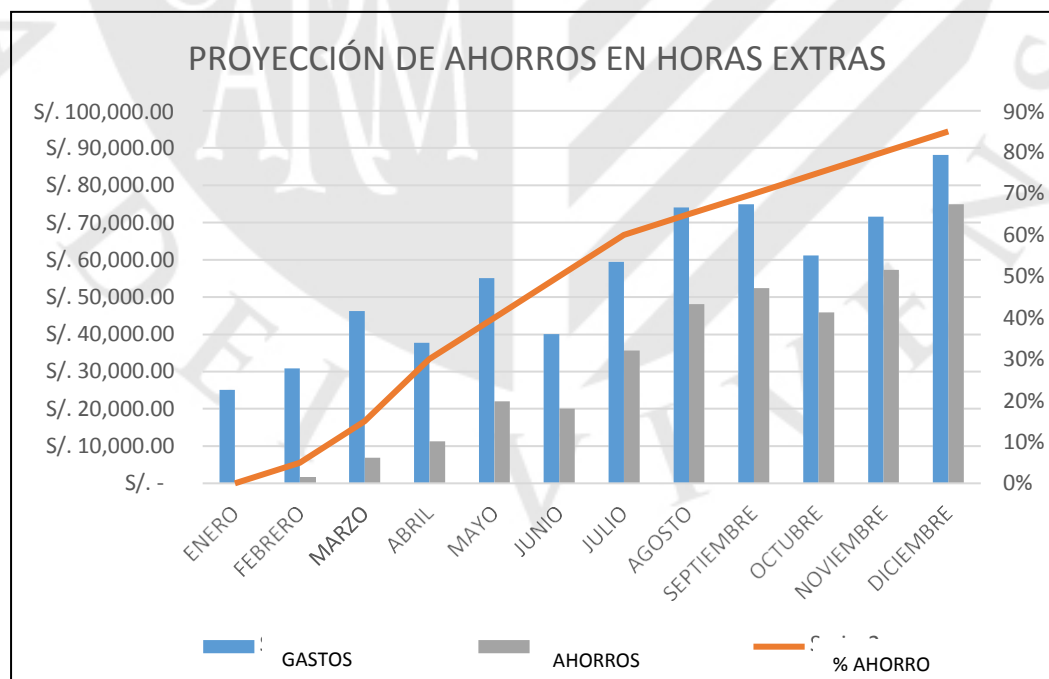
Los ahorros generados por la mejora en el planeamiento y control de la producción, serán considerados como ingresos a fin de poder evaluar la rentabilidad del proyecto.

TABLA 31.	AHORRO GRADUAL EN GASTOS DE HORAS EXTRAS					
DESCRIPCIÓN	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Gastos en Mano de Obra 2017	S/. 263,335.31	S/. 269,018.44	S/. 284,413.03	S/. 275,915.13	S/. 293,290.96	S/. 278,212.82
Presupuesto Mano de Obra 2018	S/. 238,200.00	S/. 238,200.00	S/. 238,200.00	S/. 238,200.00	S/. 238,200.00	S/. 238,200.00
Gastos en horas extras	S/. 25,135.31	S/. 30,818.44	S/. 46,213.03	S/. 37,715.13	S/. 55,090.96	S/. 40,012.82
Disminución de horas extras (%)	0%	5%	15%	30%	40%	50%
Ahorro en horas extras	S/. -	S/. 1,540.92	S/. 6,931.95	S/. 11,314.54	S/. 22,036.38	S/. 20,006.41

JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	AHORROS M.O.
S/. 297,676.48	S/. 312,280.80	S/. 313,134.61	S/. 299,399.02	S/. 309,802.73	S/. 329,178.38	S/. 3,525,657.70
S/. 238,200.00	S/. 238,200.00	S/. 238,200.00	S/. 238,200.00	S/. 238,200.00	S/. 240,988.25	S/. 2,861,188.25
S/. 59,476.48	S/. 74,080.80	S/. 74,934.61	S/. 61,199.02	S/. 71,602.73	S/. 88,190.13	S/. 664,469.45
60%	65%	70%	75%	80%	85%	57%
S/. 35,685.89	S/. 48,152.52	S/. 52,454.23	S/. 45,899.26	S/. 57,282.18	S/. 74,961.61	S/. 376,265.90

Fuente: Elaboración propia (2018).

Gráfico 30. Proyección de ahorros en horas extras.



Fuente: Elaboración propia (2018).

Resemin desea mantener en su inventario los componentes necesarios para poder fabricar tres Bolter 88, tres Muki FF, dos Raptor 55 y dos Troidon 55. Por lo que el costo en componentes del nivel de inventario deseado se muestra en la tabla 32.

TABLA 32.	NIVEL QUE SE DESEA MANTENER		
BOLTER	MUKI	RAPTOR	TROIDON
3	3	2	2
S/. 368,946.59	S/. 219,848.43	S/. 307,409.71	S/. 305,977.57

Fuente: Elaboración propia (2018).

Finalmente, podemos comparar el ahorro en el nivel de inventarios al tomar en cuenta los componentes que mantuvo en stock Resemin a finales del año 2017.

TABLA 33.	AHORRO EN NIVEL DE INVENTARIO 2018	
Inventario de componentes 2017	S/.	6,405,289.62
Componentes con poca rotación (45%)	S/.	1,302,805.38
Inventario de componentes 2018	S/.	2,993,159.64
Ahorro en Nivel de Inventario 2018	S/.	2,109,324.59

Fuente: Elaboración propia (2018).

Para calcular este nivel de inventario sólo se han tenido en cuenta los componentes que el MRP analizará una vez implementado el proyecto.

CAPITULO VI: EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN

6.1 EVALUACIÓN DEL FLUJO DE CAJA

A continuación se muestra el flujo de caja proyectado:

Gráfico 31. Flujo de Caja Proyectado.

FLUJO DE CAJA: PROYECTO DE MEJORA EN EL PLANEAMIENTO Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN - RESEMIN 2018																
INGRESOS & EGRESOS	CONCEPTO	DURACIÓN DEL PROYECTO (MESES)														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
INVERSIÓN INICIAL	Lugar de trabajo	S/. -7,700.00														
	Mueblería y equipos	S/. -8,800.00														
	Búsqueda de nuevo personal	S/. -3,500.00														
	Inducción y capacitación	S/. -1,000.00														
GASTOS DE OPERACIÓN	Salario del nuevo personal * 1.6	S/. -4,800.00	S/. -4,800.00	S/. -4,800.00	S/. -4,800.00	S/. -4,800.00	S/. -4,800.00	S/. -4,800.00	S/. -9,600.00	S/. -4,800.00	S/. -4,800.00	S/. -4,800.00	S/. -4,800.00	S/. -4,800.00	S/. -9,600.00	
	Servicios básicos (agua, luz)	S/. -40.00	S/. -40.00	S/. -40.00	S/. -40.00	S/. -40.00	S/. -40.00	S/. -40.00	S/. -40.00	S/. -40.00	S/. -40.00	S/. -40.00	S/. -40.00	S/. -40.00	S/. -40.00	
	Internet y línea telefónica	S/. -85.00	S/. -85.00	S/. -85.00	S/. -85.00	S/. -85.00	S/. -85.00	S/. -85.00	S/. -85.00	S/. -85.00	S/. -85.00	S/. -85.00	S/. -85.00	S/. -85.00	S/. -85.00	
	Útiles de oficina	S/. -35.00	S/. -35.00	S/. -35.00	S/. -35.00	S/. -35.00	S/. -35.00	S/. -35.00	S/. -35.00	S/. -35.00	S/. -35.00	S/. -35.00	S/. -35.00	S/. -35.00	S/. -35.00	
	Depreciación (10% anual)														S/. -880.00	
INGRESOS	Ahorro en mano de obra	S/.	S/. 1,540.92	S/. 6,931.95	S/. 11,314.54	S/. 22,036.38	S/. 20,006.41	S/. 35,685.89	S/. 48,152.52	S/. 52,454.23	S/. 45,899.26	S/. 57,282.18	S/. 74,961.61	S/.	S/. 74,961.61	
	Ahorro en inventario 2018													S/.	S/. 2,109,324.59	
FLUJO DEL MES	Ingresos - Egresos	S/. -20,000.00	S/. -5,960.00	S/. -3,419.08	S/. 1,971.95	S/. 6,354.54	S/. 17,076.38	S/. 15,046.41	S/. 25,925.89	S/. 43,192.52	S/. 47,494.23	S/. 40,939.26	S/. 52,322.18	S/.	S/. 2,173,646.20	

R anual	17.50%	VAN	S/. 2,018,985.64
R mensual	0.014583333	TIR	51%

B/C	101.95
-----	--------

Fuente: Elaboración propia (2018).

6.2 EVALUACIÓN DE INDICADORES

VAN

En el flujo de caja mostrado se visualiza un VAN sumamente elevado, sin embargo es correcto, ya que los gastos de inversión y operación son mínimos comparado con el gran ahorro que este proyecto significa.

$$\text{VAN} = \text{S/ } 2,018,985.64$$

TIR

Por consiguiente la tasa interna de retorno también es alta.

$$\text{TIR} = 51\%$$

Relación B/C

Finalmente, del Gráfico 25, se observa que la relación beneficio / costo es muy óptima, ya que por cada sol invertido se obtendrá (ahorrará) 101.95 soles.

CONCLUSIONES

- Se concluye que realizar un pronóstico de ventas analizando varios métodos cuantitativos permite una mejor planificación en el requerimiento de materiales.
- Se demuestra que con un adecuado planeamiento y control de la producción se pueden reducir la cantidad de horas extras requeridas.
- Se demuestra que con un adecuado sistema de requerimiento de materiales, los niveles de inventarios disminuirán gradualmente y que se reducirá la probabilidad de rotura de stock.
- Se comprobó que el proyecto de mejora es altamente rentable ya que permitirá reducir los niveles de inventario en más de 2 millones de soles.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda investigar los principales factores externos que influyen en la tendencia y estacionalidad de las ventas para afinar aún más el pronóstico de ventas.
- Se recomienda realizar un seguimiento continuo al aumento o disminución de horas extras y encontrar la causa raíz que permita reducir estos sobrecostos.
- Se recomienda implementar indicadores que permitan realizar seguimiento a la eficiencia del MRP y evalúe los niveles de inventario de manera mensual.
- Se recomienda incentivar al personal para que proponga nuevos proyectos de mejora en función a las necesidades de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

Chase, Richard; Jacobs, Robert; Aquilano, Nicholas (2009). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros*. 12ª ed. México DF, México: McGRAW-HILL.

Chopra, S., Meindl, P., (2013). *Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación*. 5º ed. México DF, México: Pearson Educación.

Heizer, J., Render, B., (2009). *Principios de administración de operaciones*. 7ª ed. México DF, México: Pearson Educación.