

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA MEDIANTE EL MRP E INVENTARIOS PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS DE UNA EMBOTELLADORA DE AGUA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Neicer Andre Garcia Martinez

Asesor:

Mg. Alcalá Adrianzen Miguel Enrique

Trujillo - Perú

2021



DEDICATORIA

Para mis padres mi mayor empuje e inspiración de seguir luchando por mis sueños a través de la constancia.

A mis hijas y esposa por ser mi fuerza a seguir buscando el crecer profesionalmente y como ser humano.

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso por darme vida, Fe, amor y enseñanzas diarias.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.2. Teorías Relacionadas.....	16
1.2.1. Demanda (Ballou, 2004).....	16
1.2.2. Pronóstico de la Demanda (Chase, 2002)	18
1.2.3. Métodos de Pronósticos (Krajewski, 2008).....	19
1.2.4. Plan Agregado de Producción (Heizer & Render, 2009).....	26
1.2.5. Plan Maestro de Producción (Heizer & Render, 2009).....	27
1.2.6. Plan de Requerimiento de Materiales (Krajewski, 2008)	30
1.2.7. Inventario (Ballou, 2004).....	35
1.2.8. Tipo de Inventarios (Ballou, 2004)	36
1.2.9. Cantidad económica de pedido (EOQ) (Heizer & Render, 2009)	39
1.2.10. Sistema de control de inventarios (Chase, 2004).....	41
1.2.11. Análisis ABC de inventarios (Heizer, 2009).....	45
1.2.12. Técnicas 5’s (Caletec, 2017)	45
1.3. Antecedentes de la Investigación	48
1.4. Formulación del problema	51
1.5. Objetivos.....	51
1.5.1. Objetivo general	51
1.5.2. Objetivos específicos	51

1.6.	Hipótesis	51
1.7.	Aspectos Éticos	51
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA		53
2.1.	Tipo de investigación	53
2.2.	Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	53
2.3.	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	53
2.4.	Procedimiento.....	54
2.4.1.	Datos Relevantes de la Empresa	54
2.4.2.	Identificación y Priorización de Causas Raíz de Altos Costos Operativos.....	59
2.4.3.	Operacionalización de Variables	59
2.4.4.	Asociación de Indicadores y Causas Raíz.....	62
2.5.	Herramientas de Mejora	63
2.5.1.	CR5: No existe un programa de producción documentado	63
	Diseño de Sistema MRP	64
2.5.2.	CR6: No existe un programa de abastecimiento de materiales	66
2.5.3.	CR9: Falta de Orden en el Almacenamiento de Insumos	68
2.5.4.	CR7 – CR1: No existen procedimientos documentos – Personal no capacitado.....	71
2.5.5.	CR3: Insumos no controlados.....	74
2.5.6.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	75
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....		77
3.1.	Comparación Resultados Totales	77
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....		82
4.1.	Discusión de Resultados.....	82
4.2.	Conclusiones	83
REFERENCIAS		84
ANEXOS		86
ANEXO N°01. PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES (MRP).....		87

ANEXO N°02-A. FORMATOS PROGRAMA 5’S.....	96
ANEXO N°02-B. FORMATOS PROGRAMA 5’S.....	97
ANEXO N°02-C. FORMATOS PROGRAMA 5’S.....	98
ANEXO N°02-D. INSPECCIÓN PROGRAMA 5’S.....	99
ANEXO N°02-E. AUDITORIA PROGRAMA 5’S	100
ANEXO N°03-A. PROCEDIMIENTOS INVENTARIOS: RECEPCIÓN.....	101
ANEXO N°03-B. PROCEDIMIENTOS INVENTARIOS: ABASTECIMIENTO	102
ANEXO N°03-C. PROCEDIMIENTOS INVENTARIOS: CONTROL INSUMOS	103
ANEXO N°4. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN	104
ANEXO N°5. SUPERVISIÓN Y GESTIÓN DE INVENTARIOS.....	105
ANEXO N°6. ESTUDIO DE TIEMPOS.....	106

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	60
TABLA 2. MATRIZ INTEGRADA DE VARIABLES Y HERRAMIENTA DE MEJORA ..	61
TABLA 3. RELACIÓN CAUSAS E INDICADORES.....	62
TABLA 4. MRP-CR5 PROPUESTA	66
TABLA 5. COSTO TOTAL DE INVENTARIO PROPUESTO	67
TABLA 6. COSTO POR FALTA DE INSUMOS - PROPUESTA	68
TABLA 7. COSTO TIEMPO MUERTO INVENTARIO PROPUESTA.....	71
TABLA 8. COSTO DE GESTIÓN INVENTARIO - PROPUESTA.....	73
TABLA 9. COSTO EXCESO INSUMOS NO CONTROLADOS - PROPUESTA.....	75
TABLA 10. RESUMEN DE RESULTADOS DE COSTOS PROPUESTA VS ACTUALES	78

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CONSUMO ANUAL PER CÁPITA DE AGUA EMBOTELLADA POR PAÍS.	11
FIGURA 2. PRODUCCIÓN MENSUAL DE AGUA EMBOTELLADA DE PRINCIPALES EMPRESAS 2012- 2017 (MILLONES DE LITROS).....	12
FIGURA 3. DIAGRAMA DE CAUSA - EFECTO SOBRE COSTOS OPERATIVOS EN LA EMPRESA	15
FIGURA 4. ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN - MRP	28
FIGURA 5. PROCESO DE PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN	30
FIGURA 6. SISTEMA MRP.....	35
FIGURA 7. TAMAÑO DE LOTE ECONÓMICO.....	41
FIGURA 8. COSTO TOTAL DE INVENTARIO	42
FIGURA 9. ORGANIGRAMA INTEGRAL.....	55
FIGURA 11. MAPA DE PROCESOS. FUENTE: EMPRESA	57
FIGURA 13. MATRIZ FODA. ELABORACIÓN PROPIA.....	58
FIGURA 14. ANÁLISIS STAKEHOLDES. ELABORACIÓN PROPIA	58
FIGURA 15. PRIORIZACIÓN DE CAUSAS RAÍZ DE ALTOS COSTOS OPERATIVOS.	59
FIGURA 16. ESQUEMA DE MRP.....	65
FIGURA 17. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA	76
FIGURA 18. VARIACIÓN DE COSTOS ACTUALES VS PROPUESTA.....	79
FIGURA 19. COMPARACIÓN DE BENEFICIO - COSTOS ACTUALES Y PROPUESTA	79
FIGURA 20. PORCENTAJE DE BENEFICIO SEGÚN CAUSA RAÍZ.....	81

RESUMEN

El presente estudio de investigación se realizó en una empresa embotelladora de agua de mesa de la ciudad de Trujillo, el cual tuvo como propósito el diseño de un Plan de Requerimientos de Materiales y Sistema de Gestión de Inventarios para minimizar los costos operativos en la línea de producción de bidones. Se inicia la investigación con un diagnóstico de la situación actual de los procesos de la empresa a través de indicadores, determinándose que se incurre en costos innecesarios por una inadecuada técnica de Programación y Planificación de Producción, así como por la falta de un Sistema de Gestión de Inventarios. Habiendo identificado las oportunidades de mejora, se emplearon distintas herramientas y metodologías pertenecientes a la ingeniería industrial como, Clasificación ABC, Plan de Requerimiento de Materiales (MRP), Perfiles de Puesto y diversos elementos para establecer un Sistema de Inventarios. Luego de la aplicación de estas herramientas y metodologías se evalúa la propuesta, recalculando los indicadores diseñados inicialmente, para tener una medición objetiva sobre el beneficio percibido. Al aplicar el MRP y el Sistema de Gestión de Inventarios propuestos se logra reducir los costos operacionales. Finalmente, la propuesta es evaluada a través de la ingeniería económica obteniendo un VAN de S/ 147018.00, una TIR anual de 167%, un B/C de 1.04 y un PRI de 1.37 años

ABSTRACT

This present study was made on a company dedicated to manufacture of bottled water which was aimed to design a Material Requirements Plan and Inventory Management System in order to minimize operational costs related to Inventory management. Research begins with a diagnosis of the current situation of processes using indicators that determined that unnecessary costs are being incurred due to an improper technique of programing and production planning and by the lack of an inventory management system. Having identified opportunities for improvement, different tools and methodologies pertaining to industrial engineering were used such as study times, ABC classification, Material Requirement Plan, Job Profile and many others to establish an Inventory Management System. After the application of different tools and methodologies, results are evaluated by recalculating the indicators initially designed in order to have an objective measurement of the perceived benefit. By applying the MRP and Inventory Management System proposed, operational costs reduction is achieved. Finally, MRP and Inventory System results are evaluated through economic and financial tools. Such is the case that the project obtains a positive NPV (S/147018.00), an elevated anual IRR (167%) and an IRP of 1.37 years.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El mercado de agua embotellada es un rubro en constante y rápido ascenso tal como lo demuestran diversos estudios, ya sea por ser parte de un estilo de vida o por la propia carencia a agua potable o de calidad por parte del estado.

De acuerdo a la Sociedad Nacional de Industrias (SNI, 2017), se sabe que el consumo anual de agua embotellada por habitante en el Perú de aproximadamente 20 litros. Dicha cantidad no es tan alta si la comparamos con sus pares latinoamericanos tales como México que se sitúa en 170 litros anuales per cápita.

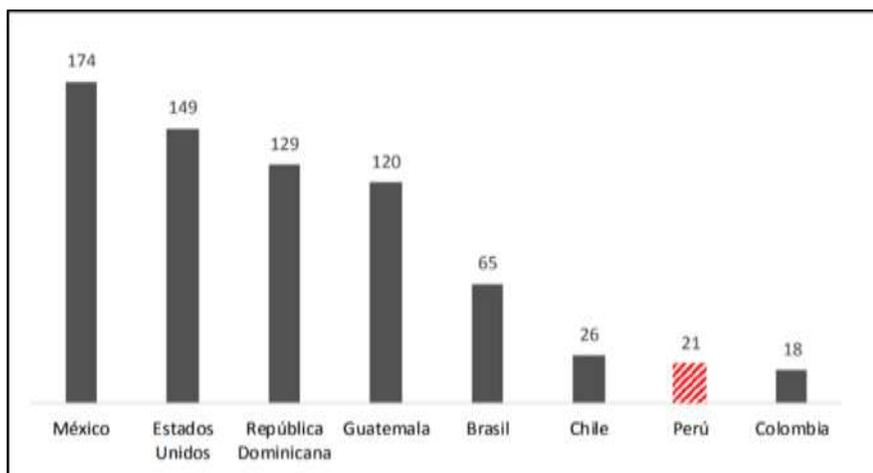


Figura 1. Consumo Anual per Cápita de Agua Embotellada por país

Una de las características del agua embotellada, particularmente la no gasificada, es que puede utilizarse como un sustituto del agua potable, debido a que el servicio regular de agua puede ser deficiente por insuficiencia, irregular o de baja calidad. Su consumo también aumenta cuando se presentan desastres naturales que dificultan el tratamiento del agua potable provocando la suspensión del servicio hídrico.

El mercado de agua embotellada, tal como ocurre con otras bebidas, es una industria con marcada tendencia estacional, es decir, un porcentaje importante de las ventas se produce en los últimos meses del año y durante la temporada de verano, por ello la

producción es más dinámica en el primer y último trimestre de cada año, en donde se concentra casi el 60% de la producción anual. La producción anual de agua embotellada durante los años 2012 y 2016 ha sostenido un importante dinamismo, ya que, según los datos de la producción de las principales empresas obtenido por el Ministerio de la Producción, en el 2012 se elaboraron 588 millones de litros, mientras que en el 2016 se alcanzó los 985 millones de litros, es decir, la producción creció a una tasa promedio anual de 10,9%.

Este mayor nivel de producción fue impulsado por el aumento de la demanda debido a la mayor preferencia de las familias por consumir productos que favorezcan a su salud, tendencia que también se ha replicado en otros países como Estados Unidos, donde las ventas de agua embotellada han superado a las de gaseosas en el 2016, según la consultora Zenit Global.



Figura 2. Producción mensual de Agua Embotellada de principales empresas 2012- 2017 (millones de litros)

En el caso del departamento de La Libertad, se tiene conocimiento de que existen al menos 20 empresas destinadas a la elaboración de agua embotellada en diferentes

presentaciones, es decir 20 marcas de agua compitiendo entre sí en un departamento de casi 2 millones de personas.

Al ser un mercado de empresas del rubro industrial, resulta indispensable tener un control de la producción y control de los insumos o materiales mediante herramientas que permitan asegurar la reducción de costos o rentabilidad de las mismas.

Tal es el caso de LA EMPRESA objeto del presente estudio, empresa dedicada a la elaboración de agua embotellada principalmente en la presentación de bidones de 20 litros retornables. LA EMPRESA, fue fundada en mayo del 2015 por su actual gerente general, Ing. Franco Rojas Pérez. Dicha empresa se desarrolla aún dentro del ámbito MYPE, pero con la visión de convertirse en una empresa líder en el 2022.

Al igual que muchas microempresas jóvenes, aún no cuenta con todos los sistemas de gestión apropiados para maximizar la rentabilidad o reducción de costos operativos. Por ejemplo, actualmente el volumen de producción se realiza de manera intuitiva, dependiendo del stock de envases vacíos disponibles para procesar y según la demanda. La demanda, es estimada en base a los pedidos entregados días anteriores. En este punto se debe tener en cuenta, que la empresa cuenta con más de 200 clientes, en los que cerca del 50% tienen una demanda con comportamiento estable, sin embargo, no se realiza una predicción de los pedidos recurrentes.

Así mismo, se trabaja sin tener un plan maestro de producción adecuado y la falta de stock de políticas en el stock de seguridad, lo cual genera incumplimiento de un 10% de pedidos mensuales o lo que equivale a un estimado de S/.3,000.00 mensuales, sin contar con el posible costo de lucro cesante o de cliente que se pierde por no cumplirle. Adicionalmente, la falta de un programa de abastecimiento o de compra de material refuerza la posibilidad de que no se realicen requerimientos de insumos de manera oportuna. Al no contar con todos los materiales a tiempo, la línea de producción se ve

forzada a una paralización temporal, lo cual incrementa los costos de sobretiempo o tiempo muerto en las horas-hombre el cual asciende en promedio a un 20% del costo total, y compras de emergencia a otros proveedores las cuales pueden tener un sobrecosto de hasta el 15%; es decir se tiene un incremento directo promedio del 35% sobre el costo de la producción, lo cual resulta bastante alto en un sector donde el precio final unitario de los bidones de agua oscila entre S/.10 y S/.12.

En cuanto a la gestión operativa de los inventarios, se ha reportado que, en más del 50% de veces que detectan rotura de stock de insumos, se debe a que no hubo un responsable de efectuar los requerimientos respectivos.

Además, no existe una dosificación adecuada de ciertos insumos tales como detergentes alcalinos y desinfectantes industriales, los cuales tiene un impacto del 5% en el costo del proceso productivo. Por ejemplo, en el mes de diciembre 2016, se empleó cerca de 100 litros de detergente alcalino para 1000 bidones en el proceso de pre lavado, mientras que, en enero 2017, la misma cantidad de detergente se empleó para 820 bidones en el mismo proceso, es decir un 18% menos de rendimiento por razones no identificadas.

Para concluir, con el ámbito de inventarios, se observa que el orden y limpieza en el almacenamiento de los insumos genera demoras tanto en la búsqueda como en el traslado de los insumos de producción, pudiendo ocasionar un tiempo muerto de hasta 1 hora por jornada, lo que equivale a 40 bidones que se dejaron de producir por hora. Las condiciones anteriormente descritas generan un costo aproximado de S/ 4,500.00 mensual, los cuales pueden ser replanteados mediante un correcto planeamiento de requerimiento de materiales y un Sistema de gestión de inventarios.

“Propuesta de mejora en gestión de producción y logística mediante el MRP e inventarios para reducir costos operativos de una embotelladora de agua de la ciudad de Trujillo.”

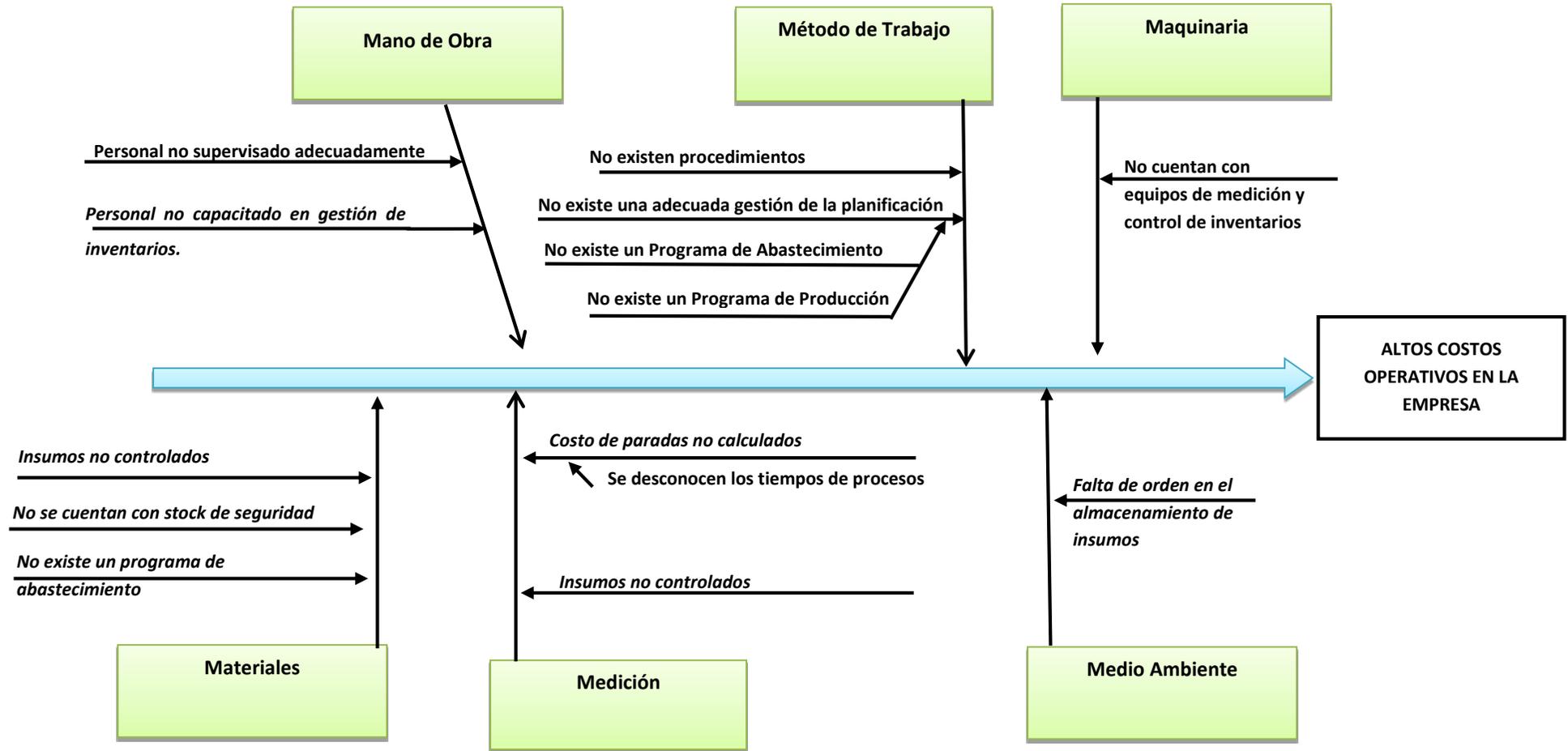


Figura 3. Diagrama de Causa - Efecto sobre Costos Operativos en la empresa

1.2. Teorías Relacionadas

1.2.1. Demanda (Ballou, 2004)

• Patrones de la demanda

Las observaciones repetidas de la demanda de un producto o servicio, tomando como base el orden en que se realizan, forman un patrón que se conoce como serie de tiempo. Los cinco patrones básicos de la mayoría de las series de tiempo aplicables a la demanda son:

- i. Horizontal, o sea, la fluctuación de los datos en torno de una media constante.
- ii. De tendencia, es decir, el incremento o decremento sistemático de la media de la serie a través del tiempo.
- iii. Estacional, o sea, un patrón repetible de incrementos o decrementos de la demanda, dependiendo de la hora del día, la semana, el mes o la temporada.
- iv. Cíclico, o sea, una pauta de incrementos o decrementos graduales y menos previsibles de la demanda, los cuales se presentan en el curso de periodos de tiempo más largos (años o decenios)
- v. Aleatorio, es decir, una serie de variaciones imprevisibles de la demanda.

• Factores que afectan la demanda

En general, los factores que pueden ocasionar cambios de la demanda de un producto o servicio en particular a lo largo del tiempo se pueden dividir en dos categorías principales: externos e internos.

a. Factores externos

Los factores externos que afectan la demanda para los productos o servicios de una empresa están fuera de control de la gerencia.

Un factor de importancia primordial es el punto de flexión, es decir, el periodo en el que cambia la tasa de crecimiento a largo plazo de la demanda correspondiente a los productos o servicios de una compañía.

A pesar de que es imposible prever en qué momento preciso se presentarán los puntos de flexión, algunas series de tiempo de la economía en general presentan puntos de flexión que pueden ser útiles para estimar el momento en que ocurrirán los puntos de flexión correspondientes en las curvas de demanda de una empresa determinada.

b. Factores Internos

Las decisiones internas sobre el diseño de productos o servicios, los precios y las promociones publicitarias, el diseño de envases, las cuotas o incentivos para el personal de ventas y la expansión o contracción de las áreas geográficas seleccionadas como objetivos de mercado contribuyen, en conjunto, a provocar cambios en el volumen de la demanda.

El término administración de la demanda se aplica a los procesos mediante los cuales la empresa influye en los tiempos y el volumen de la demanda, o se adapta a los efectos indeseables de los patrones de demanda que no le es posible cambiar.

La gerencia deberá estudiar cuidadosamente la evolución temporal de la demanda, pues es un factor de suma importancia para utilizar con eficiencia los recursos y la capacidad de producción.

1.2.2. Pronóstico de la Demanda (Chase, 2002)

Un pronóstico es una predicción de eventos futuros que se utiliza con propósito de planificación. Las cambiantes condiciones de los negocios como resultado de la competencia mundial, el rápido cambio tecnológico y las crecientes preocupaciones por el medio ambiente han ejercido presiones sobre la capacidad de una empresa para generar pronósticos precisos. Tales pronósticos son necesarios como un elemento auxiliar para determinar que recursos se necesitan, programar los recursos ya existentes y adquirir recursos adicionales.

Los pronósticos precisos permiten que los programadores utilicen en forma eficiente la capacidad de las maquinas, reduzcan los tiempos de producción y recorten los inventarios. Así mismo, los pronósticos de los niveles de la demanda son vitales para la firma como un todo, ya que proporciona los datos de entrada para la planeación y control de todas las áreas funcionales, incluyendo logística, marketing, producción y finanzas.

Los niveles de la demanda y su programación afectan en gran medida a los niveles de capacidad, las necesidades financieras y la estructura general del negocio.

• Horizonte de tiempo del pronóstico (Chase, 2002)

Un pronóstico usualmente se clasifica por el horizonte de tiempo futuro que abarca. El horizonte de tiempo se clasifica en tres categorías:

A. Pronostico a corto plazo, este pronóstico tiene un periodo hasta de un año, pero casi siempre es menor a 3 meses. Se usa para planear compras,

programar el trabajo, determinar niveles de mano de obra, asignar el trabajo y decidir los niveles de producción.

B. Pronostico a mediano plazo, o intermedio, en general se extiende de 3 meses a 3 años. Es útil para planear las ventas, la producción, el presupuesto y el flujo de efectivo, así como para analizar los diversos planes de operaciones.

C. Pronostico a largo plazo, por lo general comprende 3 años o más; los pronósticos a largos plazos se emplean para planear nuevos productos, gastos de capital, ubicación o ampliación de las instalaciones y la investigación y desarrollo.

1.2.3. Métodos de Pronósticos (Krajewski, 2008)

Métodos Cualitativos

Los métodos cualitativos utilizan el juicio, la intuición, las encuestas o técnicas comparativas para generar estimados cuantitativos acerca del futuro.

La información relacionada con los factores que afectan el pronóstico por lo general es no cuantitativa, intangible y subjetiva.

La información histórica tal vez esté disponible o quizá no sea muy relevante para el pronóstico. La naturaleza no científica de los métodos los hace difíciles de estandarizar y validar su precisión.

Sin embargo, estos métodos pueden ser los únicos disponibles cuando se intenta predecir el éxito de nuevos productos, cambios en la política gubernamental o el impacto de una nueva tecnología. Son métodos más bien adecuados para pronósticos de mediano a largo plazo.

Métodos de Proyección Histórica

Cuando se dispone de una cantidad razonable de información histórica y las variaciones de tendencia y estacionales en las series de tiempo son estables y bien definidas, la proyección de esta información al futuro puede ser una forma efectiva de pronóstico para el corto plazo. La premisa básica es que el patrón de tiempo futuro será una réplica del pasado, al menos en gran parte. La naturaleza cuantitativa de las series de tiempo estimula el uso de modelos matemáticos y estadísticos como las principales herramientas de pronóstico. La precisión que puede lograrse para periodos de pronósticos menores a seis meses por lo general es buena. Estos modelos trabajan en forma adecuada simplemente debido a la estabilidad inherente de las series de tiempo en el corto plazo.

Métodos Causales: Regresión Lineal (Krajewski, 2008)

Los métodos causales se emplean cuando se dispone de datos históricos y la relación entre el factor que se intenta pronosticar y otros factores externos o internos puede identificarse.

Los métodos causales proveen instrumentos de pronóstico más refinados y son excelentes para prever los puntos de flexión de la demanda y para la elaboración de pronósticos a largo plazo. Aunque existen muchos métodos causales, la regresión lineal es el más usado entre todos los métodos.

En la regresión lineal, una variable, conocida como variable dependiente, está relacionada con una o más variables independientes por medio de una ecuación lineal. En los modelos de regresión lineal más sencillos, la variable

dependiente es función de una sola variable independiente y, por lo tanto, la relación teórica es una línea recta:

$$Y = a + bX$$

Donde:

Y= variable dependiente

X= variable independiente

a= intersección de la recta con el eje Y

b= pendiente de la recta

Para poder medir y evaluar la precisión del pronóstico se usa el coeficiente de correlación de la muestra (r) el cual mide la dirección y fuerza de la relación entre la variable independiente y la variable dependiente. Los valores de r pueden fluctuar entre -1 y +1. Un coeficiente de correlación de +1 implica que los cambios registrados de una a otro periodo, en la dirección de la variable independiente, siempre están acompañados por cambios de la variable dependiente en la misma dirección. Un r de -1 significa que los decrementos de la variable independiente siempre van acompañados con incrementos en la variable dependiente, y viceversa. Cuando r tiene valor de cero, significa que no existe relación alguna entre las variables.

Así mismo, el coeficiente de determinación de una muestra mide la cantidad de variación que presenta la variable dependiente con respecto a su valor medio, que se explica por media de la línea de regresión. El coeficiente de determinación es igual al cuadrado del coeficiente de correlación, o sea r^2 . El valor de r^2 oscila entre 0 y 1. Las ecuaciones de regresión cuyo valor se aproxima a 1 sin deseables porque eso significa que las variaciones de la

variable dependiente y del pronóstico generado por la ecuación de regresión se encuentran estrechamente relacionadas.

El análisis de regresión puede ser una guía útil para tomar decisiones importantes en materia de operaciones, como las de administración de inventarios, planificación de la capacidad y administración de procesos.

Métodos con series de tiempo

En lugar de emplear variables independientes para el pronóstico, como en los modelos de regresión, los métodos con series de tiempo usan información histórica que solo se refiere a la variable dependiente. Estos métodos están basados en la suposición de que el patrón de la variable dependiente en el pasado habrá de continuar en el futuro. En el análisis de series de tiempo se identifican los patrones fundamentales de la demanda que se combinan entre sí para generar el patrón histórico observado en la variable dependiente.

Promedios móviles simples, se usa para estimar el promedio de una serie de tiempo de demanda y, por lo tanto, para suprimir los efectos de las fluctuaciones al azar. Este método resulta más útil cuando la demanda no tiene tendencias pronunciadas ni influencias estacionales.

La aplicación de un modelo de promedio móvil implica simplemente calcular la demanda promedio para los n periodos más recientes, con el fin de usarla como pronóstico para el siguiente periodo. En términos específicos, el pronóstico correspondiente al periodo $t+1$ se puede calcular en la siguiente forma:

$$F_{t+1} = \frac{\text{Suma de las } n \text{ últimas demandas}}{n} = \frac{D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n+1}}{n}$$

Dónde:

D_t : demanda real en el periodo t

n: número total de periodos incluidos en el promedio

F_{t+1} : pronóstico para el periodo t+1

Con el método de promedio móvil, el pronóstico de la demanda en el periodo siguiente será igual al promedio calculado al final de este periodo.

Promedios móviles ponderados, en el método de promedio móvil ponderado, cada una de las demandas históricas puede tener su propia ponderación. El resultado de la suma de las ponderaciones es 1. El promedio se obtiene multiplicando las ponderaciones de cada periodo por el valor correspondiente a dicho periodo y sumando finalmente los productos.

La ventaja del método de promedio móvil ponderado es que nos permite hacer énfasis en la demanda reciente, por encima de la demanda anterior. Este pronóstico suele responder mejor que el pronóstico de promedio móvil simple, frente a los cambios registrados en el promedio fundamental de la serie de demandas.

El método de promedio móvil ponderado presenta las mismas limitaciones que el método del promedio móvil simple: es necesario recolectar los datos de n periodos de demanda para poder calcular el promedio correspondiente a cada periodo.

Suavización exponencial, es un método de promedio móvil ponderado muy refinado que permite calcular el promedio de una serie de tiempo, asignando a las demandas recientes mayor ponderación que a las demandas anteriores.

A diferencia del método de promedio móvil ponderado, que requiere n periodos de demandas pretéritas y n ponderaciones, la suavización exponencial requiere solo tres tipos de datos: el pronóstico del último periodo, la demanda de ese periodo y un parámetro suavizador, alfa α , cuyo valor fluctúa entre 0 y 1.

La ecuación correspondiente a este pronóstico es:

$$F_{t+1} = \alpha(Demanda) + (1 - \alpha)(Pronostico anterior) = \alpha D_t + (1 - \alpha)F_t$$

La siguiente es una ecuación equivalente:

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(D_t - F_t)$$

La suavización exponencial tiene la ventaja de ser sencilla y requiere un mínimo de datos.

Selección de un método con series de tiempo

Se deben tener en cuenta ciertos factores para elaborar pronósticos con serie de tiempo; una consideración importante es el rendimiento del pronóstico, el cual puede apreciarse por los errores cometidos en el pronóstico mismo.

Se debe de aprender a medir los errores de pronóstico y la forma de detectar cuando algo marcha mal en el sistema de pronóstico.

Error de pronóstico

Los pronósticos casi siempre contienen errores. Los errores de pronósticos se clasifican en dos formas: ya sea como errores de sesgo o como errores aleatorios.

Los errores de sesgo son el resultado de equivocaciones sistemáticas, por lo cual se observa que el pronóstico siempre es demasiado alto o demasiado

bajo. Con frecuencia esos errores son el resultado de ignorar o no estimar correctamente ciertos patrones de demanda.

El otro tipo de error de pronóstico, el aleatorio, es el resultado de factores imprevisibles que obligan al pronóstico a desviarse de la demanda real.

Mediciones del error de pronóstico, el error de pronóstico es simplemente la diferencia entre el pronóstico para un periodo determinado y la demanda real registrada durante el mismo, es decir:

$$E_t = D_t - F_t$$

Dónde:

E_t = Error de pronóstico para el periodo t

D_t = Demanda real para el periodo t

F_t = Pronóstico para el periodo t

Sin embargo, lo que realmente interesa es medir el error de pronóstico durante un periodo de tiempo relativamente largo. La suma acumulativa de errores de pronóstico (CFE) mide el error total de un pronóstico:

$$CFE = \sum E_t$$

Así mismo se tiene el error de pronóstico promedio:

$$\bar{E} = \frac{CFE}{n}$$

El cuadrado del error medio (MSE), la desviación estándar (σ) y la desviación media absoluta (MAD) miden la dispersión de los errores de pronósticos:

$$MSE = \frac{\sum E_t^2}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(E_t - \bar{E})^2}{n - 1}}$$

$$MAD = \frac{\sum|E_t|}{n}$$

Si el valor de MSE, la σ o la MAD es pequeño, el pronóstico se aproxima generalmente a la demanda real; un valor grande anuncia la posibilidad de errores de pronósticos considerables.

Por otro lado, se tiene las señales de rastreo que indican si el método de pronóstico está previendo con precisión los cambios reales de la demanda. La señal de rastreo mide el número de MAD representadas por la suma acumulativa de errores de pronóstico, es decir, la CFE. La fórmula de la señal de rastreo es:

$$\text{Señal de rastreo} = \frac{CFE}{MAD}$$

En cada periodo, la CFE y la MAD son actualizadas para que reflejen verdaderamente el error actual y se comprara la señal de rastreo con ciertos límites determinados.

1.2.4. Plan Agregado de Producción (Heizer & Render, 2009)

El Plan Agregado de Producción se ocupa de determinar los niveles necesarios de producción, inventarios y mano de obra para satisfacer las necesidades de las previsiones de la demanda total o agregada. El término de

demanda agregada, no es más que la demanda total de todos los productos con los que pueda contar una empresa. Esto se realiza con la finalidad de emplear una medida global de producción o medición.

Si bien la alta dirección o gerencias se plantean las políticas a seguir, desarrollo de nuevos productos, y otras estrategias a largo plazo, la planeación agregada de producción sirve como un plan táctico y operativo, es decir, constituye una planificación a mediano y corto plazo para alcanzar los objetivos de la empresa. La empresa de estimarlo conveniente puede designar estrategias para realizar su planificación agregada.

La empresa puede optar por una estrategia de persecución es decir ajustar los recursos para cumplir con la demanda o una estrategia de nivelación que busque mantener constante los recursos y generar inventarios para cumplir con la demanda futura.

1.2.5. Plan Maestro de Producción (Heizer & Render, 2009)

El Plan Maestro de Producción es un vínculo entre las estrategias generales de la empresa y los planes tácticos mediante los cuales ésta alcanza sus metas.

El Plan Maestro de Producción proporciona información esencial para áreas funcionales, como: operaciones, marketing y finanzas.

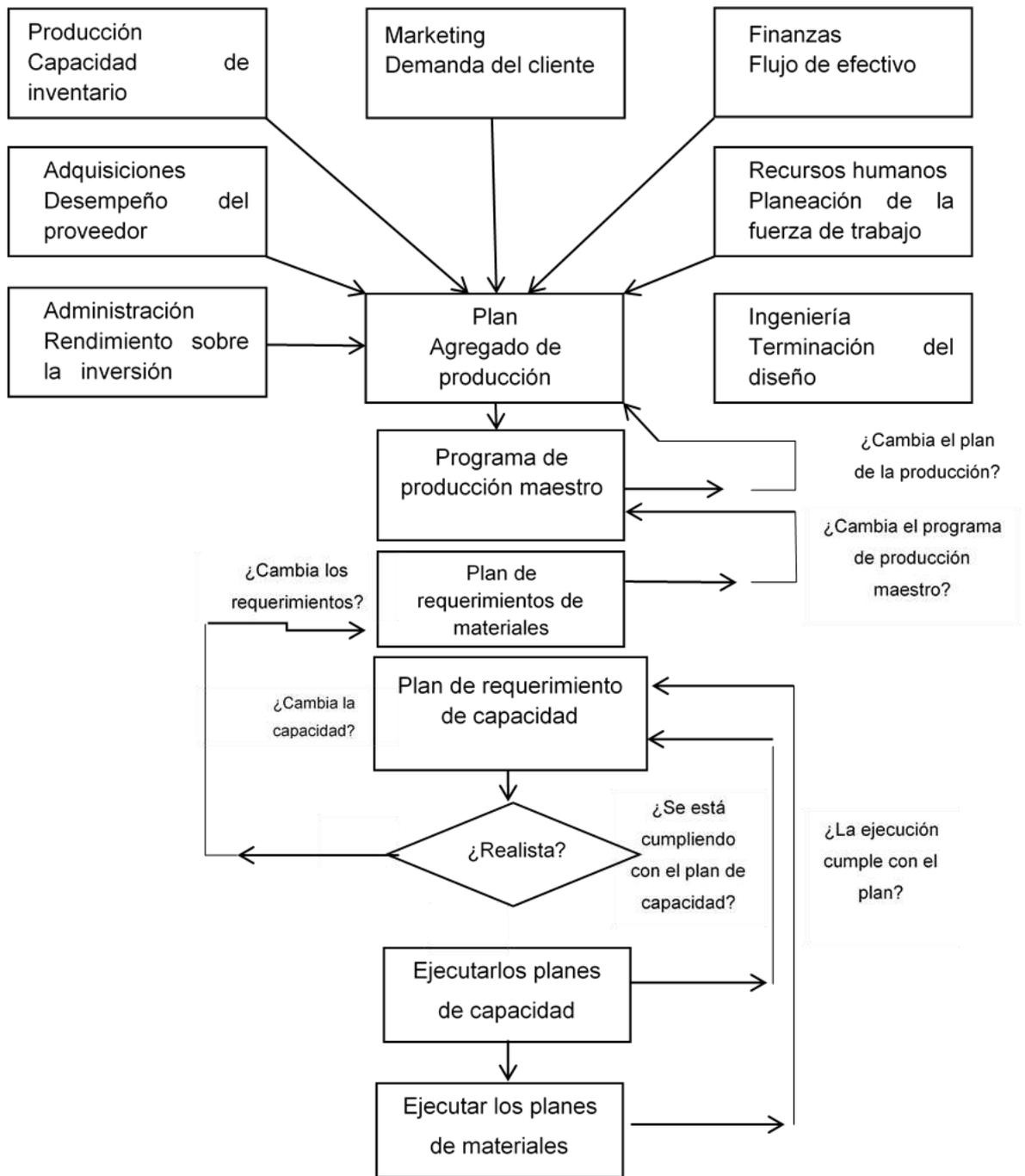


Figura 4. Elementos de un Sistema de Producción - MRP

En la figura n°03 se muestra el proceso de elaboración de un Plan Maestro de Producción.

La función del área de operaciones deberá crear primero un plan maestro de producción provisional, que servirá para averiguar si éste permite cumplir el programa con los recursos (capacidad de máquinas, mano de obra, horas extras y subcontratistas) designados para el efecto en el plan de producción agregado.

Operaciones revisa el plan maestro de producción hasta que logra ajustar un programa que satisfaga todas las limitaciones presentes en materia de recursos, o bien, hasta que se convenza de que no será posible desarrollar un programa factible.

En este último caso, el plan de producción deberá ser revisado para ajustar los requisitos de producción o aumentar los recursos autorizados.

Una vez que un prospecto factible del plan maestro de producción haya sido aceptado por los directivos de la planta, operaciones tomará como punto de partida el plan maestro de producción autorizado y lo utilizará como los datos de entrada para la planificación de los requerimientos de materiales para así pueda determinar los programas específicos para la producción y el ensamble de componentes.

Los datos reales sobre rendimiento, como los niveles y los faltantes de inventario, serán datos de entrada para elaborar el próximo prospecto de plan maestro de producción en el cual se repetirá el proceso.



Figura 5. Proceso de Plan Maestro de Producción

Para poder desarrollar un plan maestro de producción debemos seguir lo siguiente:

Paso 1: Consiste en calcular los inventarios proyectados, lo cual es equivalente a efectuar una estimación de la cantidad de inventario disponible cada semana, una vez que la demanda ha sido satisfecha.

Paso 2: Consiste en determinar las fechas y la magnitud de las cantidades en el plan maestro de producción para mantener un saldo no negativo en el inventario proyectado. Cuando se detecte escasez en el inventario, será necesario programar cantidades, en el plan maestro de producción, adecuadas para compensar. La primera cantidad en el plan maestro de producción deberá programarse para la semana en el cual el inventario proyectado refleje escasez.

1.2.6. Plan de Requerimiento de Materiales (Krajewski, 2008)

Un Sistema de Planeación de Requerimientos de Materiales crea programas que identifican las partes y los materiales específicos requeridos para producir artículos finales, las cantidades exactas necesarias y las fechas en que los pedidos de esos materiales se deben expedir y recibir o completar dentro del

ciclo de producción. Los sistemas de MRP utilizan un programa de computador para llevar a cabo estas operaciones.

La mayoría de firmas ha utilizado Sistemas de Inventario computarizados durante años, pero estos eran independientes del Sistema de Programación. La MRP los enlaza para que queden unidos.

• Propósitos de la MRP

Los principales propósitos de un sistema básico de MRP son controlar los niveles de inventario, asignar prioridades operativas para los artículos y planear la capacidad para cargar el sistema de producción. Estos pueden ampliarse brevemente de la manera siguiente:

Inventario:

- ✓ Ordenar la parte correcta.
- ✓ Ordenar la cantidad correcta.
- ✓ Ordenar en el momento correcto.

Prioridades:

- ✓ Ordenar con la fecha de vencimiento correcta.
- ✓ Mantener valida la fecha de vencimiento.

Capacidad:

- ✓ Planear una carga completa.
- ✓ Planear una carga exacta.
- ✓ Planear un momento adecuado para mirar la carga futura.

El tema de la MRP es “llevar los materiales correctos al lugar correcto y en el tiempo correcto”.

Los objetivos del manejo del inventario bajo un sistema de MRP son los mismos que bajo cualquier sistema de manejo de inventario: mejorar el servicio al cliente, minimizar la inversión en el inventario y maximizar la eficiencia operativa de la producción.

La filosofía de la planeación de requerimientos de materiales es que estos deben enviarse (de prisa) cuando la falta de ellos pueda retrasar el programa de producción general y demorarse cuando el programa se atrasa y se pospone una necesidad.

Tradicionalmente, y quizás aun típicamente, cuando un pedido está detrás del programa se hacen grandes esfuerzos para tratar de llevarlo de nuevo al mismo. Sin embargo, lo opuesto no resulta siempre cierto; cuando un pedido, por la razón que fuere, tiene demora su fecha de cumplimiento, no se hacen los ajustes apropiados en el programa.

Esto da como resultado un esfuerzo de un solo lado; los pedidos posteriores se apresuran, pero aquellos que se realizan tempranamente no se reprograman para después.

Aparte de utilizar tal vez una escasa capacidad, es preferible no tener materias primas ni trabajo en proceso antes de que aparezca la necesidad real por cuanto los inventarios paralizan las finanzas, trastornan los depósitos, prohíben los cambios de diseño e impiden la cancelación o el aplazamiento de pedidos.

- **Estructura del sistema de planeación de los requerimientos de materiales**

La porción de actividades de fabricación de la planeación de requerimientos de materiales interactúa más estrechamente con el programa maestro, el archivo de la lista de materiales, el archivo de registro del inventario y los informes de producción.

El sistema MRP funciona de la manera siguiente: los pedidos de productos se utilizan para crear un programa maestro, que indica el número de artículos que van a producirse durante unos periodos de tiempo específicos.

El archivo de lista de materiales identifica los materiales específicos utilizados para hacer cada artículo y las cantidades correctas de cada uno. El archivo de registros del inventario contiene datos tales como el número de unidades disponibles y sobre pedido.

Estas tres fuentes – programa de producción maestro, archivo de la lista de materiales y archivo de registros del inventario – se convierten en las fuentes de datos para el programa de requerimientos de materiales, que expande el programa de producción hacia un detallado plan de programación de pedidos para toda la secuencia de producción.

• **Lista de Materiales o BOM (Bill of Materials)**

Una lista de materiales (a veces, lista de materiales o BOM) es una lista de las materias primas, subconjuntos, conjuntos intermedios, sub-componentes, componentes, partes y las cantidades de cada necesario para fabricar un producto final. Ninguna dimensión física se describe en una lista de materiales.

En una lista de materiales se pueden definir los productos ya que están diseñados (proyecto de ingeniería de los materiales), como se les ordenó

(factura de venta de materiales), ya que se construyen (proyecto de fabricación de materiales), o como se les mantiene (factura de servicio de los materiales). Los diferentes tipos de listas de materiales dependen de las necesidades del negocio y el uso para el cual están destinados. En industrias de proceso, la lista de materiales también se conoce como la fórmula, la receta, o la lista de ingredientes.

Las listas de materiales son de naturaleza jerárquica con el nivel superior que representa el producto final que puede ser un subconjunto o un artículo completo. Listas de materiales que describen los subconjuntos se denominan listas de materiales modulares. Un ejemplo de esto es la lista de materiales NAAMS que se utiliza en la industria del automóvil a la lista de todos los componentes de una línea de montaje.

La estructura de la lista de materiales NAAMS es del sistema, la línea, la herramienta de la Unidad y de Detalle.

Las bases de datos jerárquica se desarrollaron los primeros para la automatización de las listas de materiales para las organizaciones de fabricación en la década de 1960. En la actualidad esta lista de materiales se utiliza como una base de datos para identificar las diversas partes y sus códigos en las empresas de fabricación de automóviles.

Una lista de materiales "implosión" elementos que componen un conjunto de enlaces a los principales, mientras que una lista de materiales "explosión" se rompe cada conjunto o subconjunto en sus partes componentes.

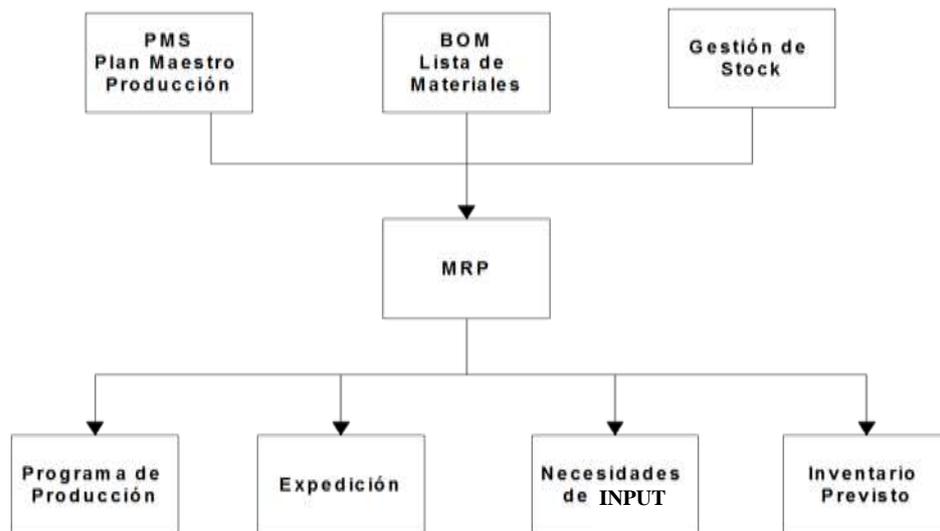


Figura 6. Sistema MRP

1.2.7. Inventario (Ballou, 2004)

El inventario se crea cuando el volumen de materiales, partes o bienes terminados que se recibe es mayor que el volumen de los mismos que se distribuye; el inventario se agota cuando la distribución es mayor que la recepción de materiales. El desafío no consiste en reducir al máximo los inventarios para abatir los costos, sino en mantener la cantidad adecuada para que la empresa alcance sus prioridades competitivas con mayor eficiencia.

Funciones del inventario

El inventario da servicios a varias funciones que agregan flexibilidad a las operaciones de la empresa. Las cuatro funciones del inventario son:

- ✓ Desarticular o separar varias partes del proceso de producción.
- ✓ Separar a la empresa de las fluctuaciones en la demanda y proporcionar un inventario de bienes que ofrezca variedad a los clientes.

- ✓ Aprovechar los descuentos por cantidad, ya que las compras en grandes cantidades disminuyen el costo de los bienes y su entrega.
- ✓ Protegerse contra la inflación y el aumento de precios.

1.2.8. Tipo de Inventarios (Ballou, 2004)

Los inventarios se clasifican según la forma en que fue creado; en este contexto, existen cuatro tipos de inventarios para un determinado artículo: de ciclo, de seguridad, de previsión y de tránsito. Estos no pueden identificarse por sus rasgos físicos.

Inventario de ciclo: la porción del inventario total que varía con la forma directamente proporcional al tamaño del lote se conoce como inventario de ciclo. La frecuencia con que deben hacerse pedidos y la cantidad de los mismos recibe el nombre de tamaño de lote. En estos casos se aplican dos principios:

- ✓ El tamaño de lote, Q , varía en forma directamente proporcional al tiempo transcurrido (o ciclo) entre los pedidos. Si se hace un pedido cada cinco semanas, el tamaño promedio de lote deberá ser igual a la demanda correspondiente cada cinco semanas.
- ✓ Cuanto más tiempo transcurra entre dos pedidos sucesivos de un artículo determinado, tanto mayor deberá ser el inventario de ciclo.

Al principio del intervalo, el inventario de ciclo se encuentra en su punto máximo, o sea, Q . al final del intervalo, inmediatamente antes de la llegada de un nuevo lote, el inventario del ciclo baja a su nivel mínimo, es decir, 0. El inventario promedio del ciclo es el promedio de esos dos valores extremos:

$$\text{Inventario promedio de ciclo} = \frac{Q + 0}{2} = \frac{Q}{2}$$

Esta fórmula es exacta solamente cuando la tasa de demanda es constante y uniforme. Sin embargo, incluso cuando las tasas de demanda no son constantes, proporciona una estimación razonablemente satisfactoria.

Inventario de seguridad: para evitar problemas en el servicio al cliente y ahorrarse los costos ocultos de no contar con los componentes necesarios, las compañías mantienen un acopio de seguridad. Ese inventario de seguridad es una protección contra la incertidumbre de la demanda, del tiempo de entrega y de suministro. Los inventarios de seguridad son convenientes cuando los proveedores no entregan la cantidad deseada, en la fecha convenida y con una calidad aceptable, o bien, cuando en la manufactura de los artículos se generan cantidades considerables de material de desperdicio o se requieren muchas rectificaciones. El inventario de seguridad garantiza que las operaciones no se interrumpirán cuando esos problemas se presenten, lo cual permitirá que las operaciones subsiguientes se lleven a cabo normalmente.

Inventario de previsión: el inventario que utilizan las empresas para absorber las irregularidades que se presentan a menudo en la tasa de la demanda o en el suministro se conoce como inventario de previsión. Esa irregularidad en la demanda provoca que un fabricante acumule un inventario de previsión en los periodos de baja demanda, a fin de no tener que incrementar demasiado sus niveles de producción cuando la demanda alcance sus puntos máximos. La suavización de las tasas de producción por medio de inventarios logra incrementar la productividad, porque hacer

modificaciones en las tasas de producción y en el tamaño de la fuerza de trabajo resulta costoso.

Los inventarios de previsión también son útiles cuando las irregularidades se presentan en el suministro y no en la demanda. Una compañía puede hacer acopio de un determinado artículo que compra a fuentes externas si se entera que sus proveedores están amenazados por una huelga o tienen graves limitaciones en su capacidad de producción.

Inventario de tránsito: en el sistema de flujo de materiales, el inventario que se mueve de un punto a otro recibe el nombre de inventario de tránsito. Los materiales son transportados desde los proveedores hasta la planta, de una operación a la siguiente dentro del taller, de la planta a un centro de distribución o cliente distribuidos, y del centro de distribución a un minorista. El inventario de tránsito está constituido por los pedidos que los clientes han hecho, pero que todavía no han sido repartidos. El inventario en tránsito entre dos puntos, ya sea para transporte o producción, puede medirse como la demanda promedio durante el tiempo de entrega, \bar{D}_L que es la demanda promedio del artículo por periodo (d) multiplicada por el número de periodos comprendidos dentro del tiempo de entrega de artículo (L), para trasladarse entre dos puntos, o sea:

$$\text{Inventario de tránsito} = \bar{D}_L = dL$$

Se debe tener en cuenta que el tamaño de lote no afecta directamente el nivel promedio de inventario en tránsito. Al incrementarse Q, el tamaño de cada pedido se expande, de manera que si un pedido que ya fue presentado aún no se ha recibido, habrá más inventario en tránsito para ese tiempo de entrega.

Sin embargo, el tamaño de lote puede afectar indirectamente el inventario de tránsito si al incrementarse Q también se acrecienta el tiempo de entrega. En este caso, \bar{D}_L y por ende el inventario en tránsito, se incrementará.

1.2.9. Cantidad económica de pedido (EOQ) (Heizer & Render, 2009)

Se debe tener en cuenta que los gerentes trabajan bajo presiones conflictivas que los inducen a mantener inventarios suficientemente bajos para evitar los costos que implican el exceso de inventario, pero lo bastante altos para reducir la frecuencia de los pedidos y las operaciones de preparación.

Un buen punto de partida para equilibrar esas presiones y determinar el mejor ciclo del nivel de inventario para un artículo dado consiste en calcular la cantidad económica de pedido (EOQ), es decir, el tamaño del lote que permite minimizar el total de los costos anuales de hacer pedidos y de manejo de inventario.

Un ciclo comienza con Q unidades en inventario, lo cual sucede en el momento en el que se recibe un nuevo pedido. Durante el ciclo, se utiliza el inventario disponible a una tasa constante e , en vista de que la demanda se conoce con certeza y el tiempo de entrega es constante, se puede pedir un nuevo lote, calculando que el inventario descienda a 0 precisamente cuando ese nuevo lote sea recibido.

Puesto que el inventario varía uniformemente entre Q y 0, el inventario de ciclo promedio será igual a la mitad del tamaño de lote Q . El costo anual por concepto de manejo de esta cantidad de inventario, un costo que se incrementa linealmente con Q , es el siguiente:

$$CM = (\text{Inventario de ciclo promedio}) \times (\text{costo de manejo unitario})$$

El costo anual por concepto de pedido es:

$$CP = (n^{\circ} \text{ de pedidos/año})(\text{costo de hacer pedido o preparacion})$$

El número promedio de pedidos por año es igual a la demanda anual dividida entre Q.

El costo anual de hacer pedidos o de preparación disminuye en forma no lineal al aumentar Q, porque se hacen menos pedidos.

El costo anual total, es la suma de los dos componentes del costo:

$$CTI = \text{Costo de manejo anual} + \text{costo anual de hacer pedido o de preparacion}$$

$$CTI = \frac{Q}{2}(H) + \frac{D}{Q}(S)$$

Dónde:

C: costo total por año

Q: tamaño del lote, unidades

H: costo de mantener una unidad en inventario durante un año

D: demanda anual, unidades por años

S: costo de pedido o de preparación, en moneda por lote.

Un enfoque más eficaz consiste en utilizar la fórmula EOQ

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Por medio del cálculo, encontramos la fórmula de EOQ a partir de la fórmula del costo total. Las políticas de inventario se basan a veces en el tiempo transcurrido entre dos pedidos de reabastecimiento y no en el número de unidades incluidas en el tamaño del lote. El tiempo entre pedidos (TBO) para un tamaño de lote en particular es el tiempo promedio que transcurre entre la

recepción de dos pedidos de reabastecimiento constituidos por Q unidades. Expresado como una fracción del año, el TBO es sencillamente Q dividido entre la demanda anual. Si se usa la EOQ y se expresa el tiempo en meses, el TBO es:

$$TBO_{EOQ} = \frac{EOQ}{D} (12 \text{ meses/año})$$

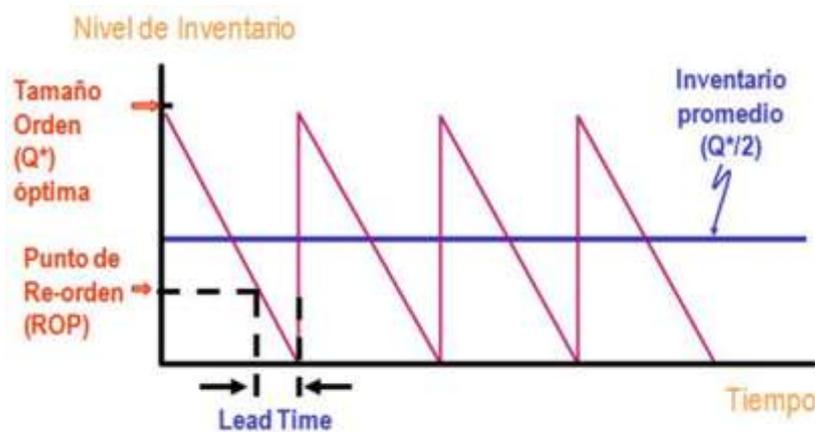


Figura 7. Tamaño de Lote Económico

1.2.10. Sistema de control de inventarios (Chase, 2004)

La EOQ y otros métodos para calcular el tamaño de lote responde preguntas como: ¿Qué cantidad se debe pedir? Y ¿Cuándo se debe hacer el pedido? Un sistema de control de inventario responde ambas preguntas. Cuando se selecciona un sistema de control de inventario para una aplicación en particular, la índole de las demandas impuestas sobre los artículos del inventario es un factor crucial. Una diferencia importante ente los tipos de inventario es si el artículo en cuestión está sometido a una demanda dependiente o independiente. Aun cuando la demanda que corresponde a un

cliente cualquiera es difícil de pronosticar, la baja demanda de algunos clientes se compensa a menudo con la alta demanda de otros. Así, la demanda total para cualquiera artículo con demanda independiente suele seguir un patrón relativamente uniforme, con algunas fluctuaciones aleatorias. Los artículos de demanda dependiente son los que se requieren como componentes o insumos para un producto o servicio.

La demanda dependiente muestra un patrón muy distinto del que corresponde a la demanda independiente y deben administrarse con técnicas diferentes.

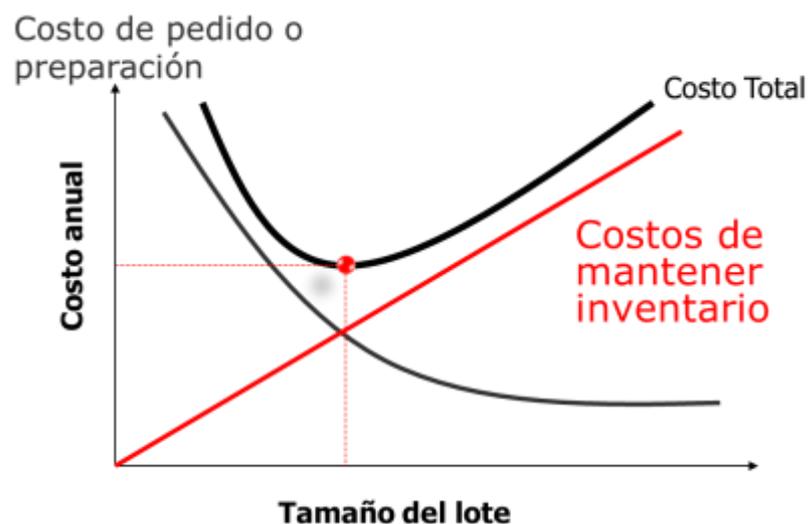


Figura 8. Costo Total de Inventario

Sistema de revisión continua (Q)

Un sistema de revisión continua, conocido a veces como un sistema de punto de reorden (ROP) o sistema de cantidad fija, rastrea el inventario restante de un artículo cada vez que se hace un retiro del mismo, para saber si ha llegado el momento de hacer un nuevo pedido. En la práctica, esas revisiones se realizan con frecuencia y muchas veces de modo continuo.

En cada revisión se toma una decisión acerca de la posición del inventario de un artículo, si se considera que esta demasiado baja, el sistema prepara automáticamente un nuevo pedido. La posición del inventario (IP) mide la capacidad del artículo para satisfacer la demanda futura. Esto incluye las recepciones programadas (SP), que consisten en los pedidos que ya se hicieron pero aún no se han recibido, más el inventario disponible (OH) menos las ordenes atrasadas (BO).

$$IP = OH + SR - BO$$

Cuando la posición de inventario llega a un nivel mínimo predeterminado, llamado punto de reorden (R), se pide una cantidad fija Q del artículo en cuestión. En un sistema de revisión continua, aunque la cantidad de orden Q es fija, el tiempo que transcurre entre los pedidos suele variar. Por lo tanto, Q, puede basarse en la EOQ, en una cantidad de cambio de precio, en el tamaño del contenedor o en cualquier otra cantidad seleccionada por la gerencia.

Sistema de revisión periódica (P)

Este sistema es conocido como sistema de intervalos fijos o sistema de reorden periódico, en el cual la posición de inventario de un artículo se revisa periódicamente y no en forma continua. Un sistema de este tipo puede simplificar la programación de las entregas porque establece una rutina. Los nuevos pedidos se colocan siempre al final de cada revisión y el tiempo entre pedidos tiene un valor fijo de P. la demanda es una variable aleatoria, por lo cual la demanda total entre revisiones es variable.

Selección del tiempo entre revisiones, puede ser cualquier intervalo conveniente. Otra opción consiste en tomar como base de P los trueques de ventajas y desventajas de costos incluidos en la EOQ. En otras palabras, P , puede tener el mismo valor que el tiempo promedio entre pedidos para la cantidad económica de pedidos, o sea, TBO_{EOQ} . Puesto que la demanda es variable, algunos pedidos serán mayores que la EOQ y otros serán más pequeños. Sin embargo, el tamaño promedio del lote tendrá que ser igual a la EOQ durante un largo periodo de tiempo.

Selección del nivel objetivo de inventario, una diferencia fundamental entre los sistemas Q y P es el lapso de tiempo requerido como protección contra faltantes. Un sistema Q solo requiere de dicha protección durante el tiempo de entrega, porque los pedidos pueden hacerse en el momento en que necesiten y serán recibidos L periodos más tarde. En cambio, un sistema P requiere de protección contra faltantes durante un intervalo $P+L$ más prolongado, porque los pedidos solamente se hacen en intervalos fijos y el inventario no se revisa sino hasta la próxima fecha designada para el efecto.

Igual que el sistema Q se tiene que desarrollar la distribución apropiada de la demanda durante el intervalo de protección, para especificar el sistema. En un sistema P, se debe desarrollar la distribución de la demanda para $P+L$ periodos de tiempo.

El nivel objetivo de inventario T deberá ser igual a la demanda esperada durante el intervalo de protección de $P+L$ periodos, más el intervalo de seguridad suficiente para protegerse contra la incertidumbre de la demanda y

el tiempo de entrega durante ese mismo intervalo de protección. Entonces la demanda promedio durante el intervalo de protección es $d(P+L)$ es decir:

$$T = d(P + L) + \text{Inventario de seguridad}$$

1.2.11. Análisis ABC de inventarios (Heizer, 2009)

El análisis ABC divide el inventario que se tiene en tres grupos según su volumen anual en dinero. El análisis ABC es una aplicación de lo que conocemos como principio de Pareto. Este principio establece que hay “pocos artículos importantes y muchos triviales”. La idea consiste en establecer políticas de inventario que centren sus recursos en los pocos artículos importantes del inventario y no en los muchos triviales.

Con el fin de determinar el volumen anual en moneda para el análisis ABC, se mide la demanda anual de cada artículo en el inventario y se multiplica por su costo por unidad. Los artículos con un alto volumen pertenecen a la clase A. Aunque estos artículos constituyen solo un 15% de todos los artículos en el inventario, representarían el 70 y 80% de uso total en dinero. Los artículos del inventario en la clase B son aquellos con un volumen anual en dinero intermedio. Estos representan alrededor del 30% de todos los artículos del inventario y entre el 15 y 25% del valor total. Por último, los de bajo volumen anual en dinero pertenecen a la clase C y representan solo el 5% del valor total, pero casi el 55% de los artículos en el inventario.

1.2.12. Técnicas 5's (Caletec, 2017)

Las 5S's toman su nombre por las siglas de las cinco palabras en japonés: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke dadas a conocer en occidente al inicio

de los 90's, con un enfoque inicial a las áreas de manufactura. Arrieta (2012) manifiesta que la metodología de 5S's tiene como objetivo establecer y mantener ambientes de trabajo de calidad, logrando conservar áreas y espacios laborales despejados, ordenados, limpios y productivos.

Las 5S's, es una metodología que ayuda en los esfuerzos de hacer más con menos: menos esfuerzo humano, menos equipo, menos espacio, menos inventario, materiales y tiempo. Es una actividad que debe realizarse todos los días en cada actividad que se lleve a cabo en la empresa y en la vida diaria, hasta formar un hábito.

Significado de las 5S's

a) SEIRI (Organización): consiste en retirar de la estación de trabajo todo aquello que no es necesario y que no cumple funciones dentro de las operaciones de producción (o gestión de oficinas). Esta organización consiste en definir y distinguir claramente entre lo que no se necesita y se retira y lo que se necesita y guarda. El Seiri no quiere decir alinear las cosas en fila, quiere decir eliminar lo que no se necesita, aunque al principio sea muy difícil distinguir en lo que necesita y lo que no. Mientras se toma la decisión de desechar lo que no se usa, en las fábricas así como en las casas se va generando:

- Un inventario en exceso que origina gastos extras relacionados con el mismo.
- Aparece súbitamente la necesidad de mayor cantidad de espacio para almacenar y se necesitan más estanterías y archivadores.
- Se requieren carros para transporte extra.

Aparecen equipos y materiales obsoletos y averías tanto en los productos como en la materia prima.

Se hace más difícil el flujo de materiales dentro de la planta y mismo proceso productivo.

b) SEITON (Orden): Orden significa mucho más que una apariencia de orden. Inclusive el desorden se puede ordenar, aunque no sea el orden adecuado. Más aún después de haber desechado, si no se ordena, no se avanza dentro del proceso de las 5S. El orden dentro de las 5S se puede definir como: la organización de los elementos necesarios de modo que sean de uso fácil y etiquetarlos para que se encuentren retiren fácilmente por los operarios. El orden se debe aplicar de forma paralela a la organización. Una vez todo se encuentre organizado, solo permanece y se ordena lo necesario. Dentro de orden en una planta lo que se busca es no tener personal imprescindible: aquellos que saben dónde está todo localizado.

c) SEISO (Limpieza): Este pilar hace referencia en cada una de nuestras causas: La limpieza, aunque algunos operarios e inclusive algunos directivos piensen que es algo doméstico, que en las empresas existen personal propio asignado a las tareas de limpieza, concepto equivocado, puesto que las condiciones para desarrollar las laborales deben ser las adecuadas, y el personal adscrito a labores de aseo no logra hacerlo en el grado que proponen las 5S. No porque sean incapaces, sino porque el operario quien mejor conoce los equipos que utiliza y sabe que partes limpiar y la forma de cómo hacerlo. La limpieza también incluye el buscar y diseñar métodos de evitar que la suciedad, polvo, grasas, etc. se acumulen en los centros de trabajo.

d) SEIKETSU (Limpieza Estandarizada): El también llamado estado de limpieza o de pureza, se logra cuando el trabajan y manejan los tres pilares anteriores (organización, orden y limpieza). Dentro del desarrollo de este estado de limpieza no se realiza una actividad como tal, sino que los mismos trabajadores se plantean retos e interrogantes con el propósito de lograr y diseñar dispositivos y mecanismos, que permitan mantener la limpieza en el centro de trabajo y en los equipos y maquinaria, lo que implica la colocación de cubiertas en las máquinas para evitar que los desperdicios o virutas caigan directamente al suelo sino a tanques de almacenamiento y redistribución de lubricantes para evitar este se derrame por el suelo.

e) SHITSUKE (Disciplina): La disciplina consiste en convertir en un hábito el seguimiento y mantenimiento apropiado de los pilares anteriormente mencionados. Como en todo proceso que involucre disciplina, se requiere de energía, compromiso y motivación por parte de las áreas de los directivos para el correcto cumplimiento de lo establecido en todas las etapas, son estos quienes deben dar el ejemplo a seguir.

1.3. Antecedentes de la Investigación

A. Internacionales

“Plan de implementación de MRP (Planificación de Requerimiento de Materiales) en una empresa de manufactura de productos de consumo masivo caso: Quala Ecuador S.A.”. Facultad de Ciencias Administrativas y Contables. PUCE. Quito. (Álvarez Peralta, 2011)

“Concluyendo que luego de evaluar la situación actual ha sido oportuno implementar la metodología del MRP (Plan de Requerimiento de Materiales) ya que permitió una

reducción del 12% en los costos por concepto de ruptura de materiales, garantizando así las políticas de inventario de seguridad de materiales.”

“Desarrollo del programa de requerimientos de materiales para la construcción de viviendas en serie”. Parcial para optar por el título de Master en Administración de Proyectos, San José-Costa Rica. (Barrios Molina, 2011)

“Tras haber cumplido los objetivos específicos que fueron: Crear un Programa de Requerimiento de Materiales (MRP) aplicable para el manejo y el control de materiales en la construcción de una vivienda; desarrollar un diagrama de Gantt que muestre la programación de la construcción de 8 viviendas en serie en el tiempo; desarrollar una Programación para los Pedidos de materiales e insumos, a partir de un Listado de Materiales (BOM) de la vivienda y una programación Maestra de Producción se logra percibir un beneficio total económico de 6000 dólares.”

B. Nacionales

“Propuesta de Mejora en el Sistema Logística de una Empresa Comercializadora de Mangueras y Conexiones Hidráulicas”. Facultad de Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú. (Bravo y Zamalloa, 2012)

“...Como se puede observar, al considerar el sistema propuesto se pueden ahorrar \$17533.28. Esto en función a los costos operativos por mantener un equilibrio entre el costo por mantenimiento del inventario y el costo de realizar los pedidos al año. Luego de proponer la inversión necesaria para mejorar la gestión de inventarios y almacenes se obtiene un VPN de \$12886, una TIR de 33%. Finalmente analizando la relación entre el Beneficio y Costo de Inversión, como es mayor a 1, entonces se acepta el proyecto debido a que los resultados superan la inversión...”

“Análisis y Propuesta de Implementación de Pronósticos, Gestión de Inventarios y Almacenes en una Distribuidora de Vidrios y Aluminios”. Facultad de Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú. (Flores y Ramos, 2013)

“...En resumen, se obtuvo un ahorro de S/3000 por la disminución de tiempo empleado por los compradores. La inversión propuesta es de S/1490 por lo que el retorno de la inversión se realiza en menos de un año, obteniendo una TIR de 29%, con lo cual es muy recomendable implementar el uso de código de barras para el control de inventarios...”

C. Locales

“Propuesta de un sistema integrado de gestión logístico y producción en la empresa Consermet S.A.C. para mejorar sus costos de fabricación”. Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería Industrial. (Cava y Gutiérrez, 2016)

“En la presente investigación se diagnosticó el área de producción y logística con el fin de identificar las deficiencias que se presentan en estas áreas. Se aplicó el MRP II, Plan Maestro de Producción (PMP), Plan de Materiales Requeridos (MRP), y estudio de tiempos con la finalidad de reducir los costos de fabricación, obteniendo un ahorro de 102,501.87 Soles anuales. Cabe resaltar, que cada una de las herramientas mencionadas, adicionando la herramienta SMED, son relevantes para el presente proyecto a desarrollar ya que permiten determinar nuestra producción mensual, semanal y diaria, planificar nuestro requerimiento de materia prima e insumos, y reducir tiempos en los procesos, todo esto con el propósito de evitar retrasos en las líneas de producción y poder cumplir con el requerimiento de nuestros clientes”

1.4. **Formulación del problema**

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística mediante el MRP e inventarios sobre los costos operativos de una embotelladora de agua de la ciudad de Trujillo?

1.5. **Objetivos**

1.5.1. **Objetivo general**

Determinar el impacto de la propuesta de gestión de producción y logística mediante el MRP e inventarios sobre los costos operativos de una embotelladora de agua en la ciudad de Trujillo.

1.5.2. **Objetivos específicos**

- ✓ Realizar el diagnóstico de la situación actual en la línea de agua en bidones.
- ✓ Proponer el Plan de Requerimiento de Materiales y un Sistema de Inventarios.
- ✓ Evaluar económica y financieramente la propuesta a través del VAN, TIR y B/C.

1.6. **Hipótesis**

La propuesta de mejora en la gestión de producción y logística mediante el MRP e inventarios reduce los costos operativos de una embotelladora de agua en la ciudad de Trujillo.

1.7. **Aspectos Éticos**

La presente investigación busca abordar de manera responsable el tratamiento de datos de la empresa en estudio, con la autorización respectiva. Por tal motivo, se ha realizado la debida comunicación al gerente general de la empresa quien ha autorizado y

manifestado su consentimiento para el tratamiento de los datos relevantes. Cabe resaltar, que toda la información contenida en la investigación es de conocimiento del Gerente General de la empresa.

Por otro lado, la presente investigación cumple y fomenta los criterios de autenticidad y veracidad, respetando los derechos de autor de otras investigaciones que puedan usarse de referencia.

Así mismo, se espera que el trabajo de investigación sirva como herramienta para el crecimiento de la empresa, además de servir como fuente de referencia bibliográfica para otros investigadores y trabajos académicos futuros.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

A) Por la Orientación: Investigación Aplicada: La presente investigación es de tipo aplicada, porque se hará uso de las teorías y métodos ya existentes para resolver problemas prácticos de la realidad. Además, según indica el autor podemos resolver diversos problemas con la finalidad de mejorar los procesos y también los productos, es debido a que luego de identificar los diversos problemas que hay en el proceso o los procesos podemos tener una seria de lluvia de ideas con el fin de mejorar la calidad

B) Por el Diseño: Diagnóstica o Propositiva: La investigación es diagnóstica ya que se enfoca en desarrollar un diagnóstico identificando variables de causalidad a la problemática de estudio y desarrollando propuesta de solución del problema diagnosticado.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

A. Población: Todos los procesos operativos de LA EMPRESA

B. Muestra: Línea de producción de los bidones de 20 litros.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Recolección de Datos:

En esta investigación, se emplean principalmente dos técnicas: La entrevista y la observación directa, lo cual permite recolectar datos y registrar los acontecimientos y actividades que se susciten en las áreas de interés. Para dicho fin, se emplean formatos y cuestionarios de elaboración propia, en versión impresa y digital para el registro de información.

Análisis de Datos:

Para el análisis y procesamiento de los datos, se aplican y/o tabulan gráficos estadísticos, gráficos de correlación, tablas comparativas, tablas de porcentaje, diagrama de Pareto, matriz de priorización, entre otras que permiten el procesamiento de la información según los requerimientos de la investigación.

2.4. Procedimiento

2.4.1. Datos Relevantes de la Empresa

La empresa embotelladora es una MYPE con 02 años de operaciones dedicada a la elaboración de agua embotellada, principalmente en bidones retornables. Actualmente su mercado abarca distintos tipos de clientes en la ciudad y provincia de Trujillo y compite con más de 20 marcas de agua locales. El estudio de la presente investigación se realiza en su establecimiento de elaboración de bebidas ubicada en el distrito de Laredo, y en la línea de producción de agua en bidones de 20 litros.

A continuación, los datos más relevantes de la empresa:

- Actividad Comercial: Elaboración de bebidas no alcohólicas
- Dirección Legal: Calle Brasil 374, Trujillo, La Libertad.
- Teléfonos: 203994
- Gerente General: Rojas Pérez Franco
- Página Web: www.eberia.com.pe
- Email: ventas@eberia.com.pe

Misión:

Brindar bienestar logrando una alta satisfacción de los clientes a través de nuestros productos.

Visión:

Al 2023 ser una empresa líder consolidada en la industria de bebidas en el norte peruano.

Los productos que comercializa LA EMPRESA son los siguientes:

- Agua en Bidón x 20 lts retornable
- Agua en Botella x 07 lts descartable
- Agua Bag in Box x 20 lts descartable
- Agua en botella PET x 500ml descartable

Todas las presentaciones se obtienen mediante el proceso de purificación de agua que consiste en una batería de filtros físicos, un sistema de osmosis inversa y esterilización por radiación ultravioleta y ozonización.

A continuación, se muestra de manera gráfica la organización establecida por LA EMPRESA:

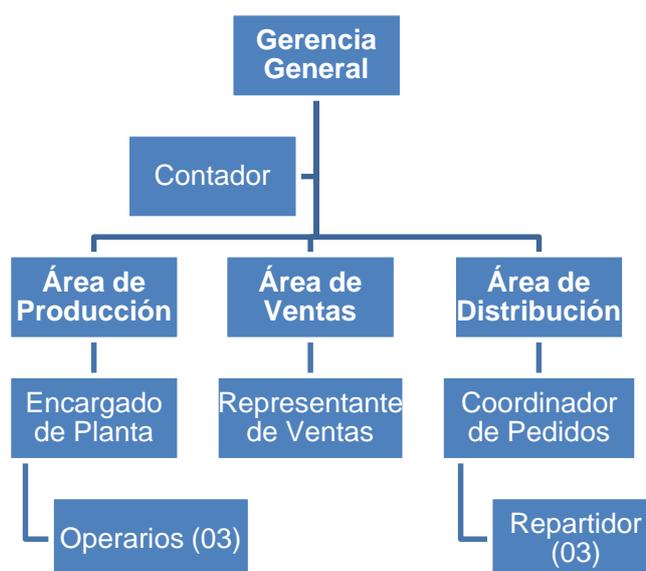


Figura 9. Organigrama Integral

A continuación, se muestra la cadena de valor identificada:

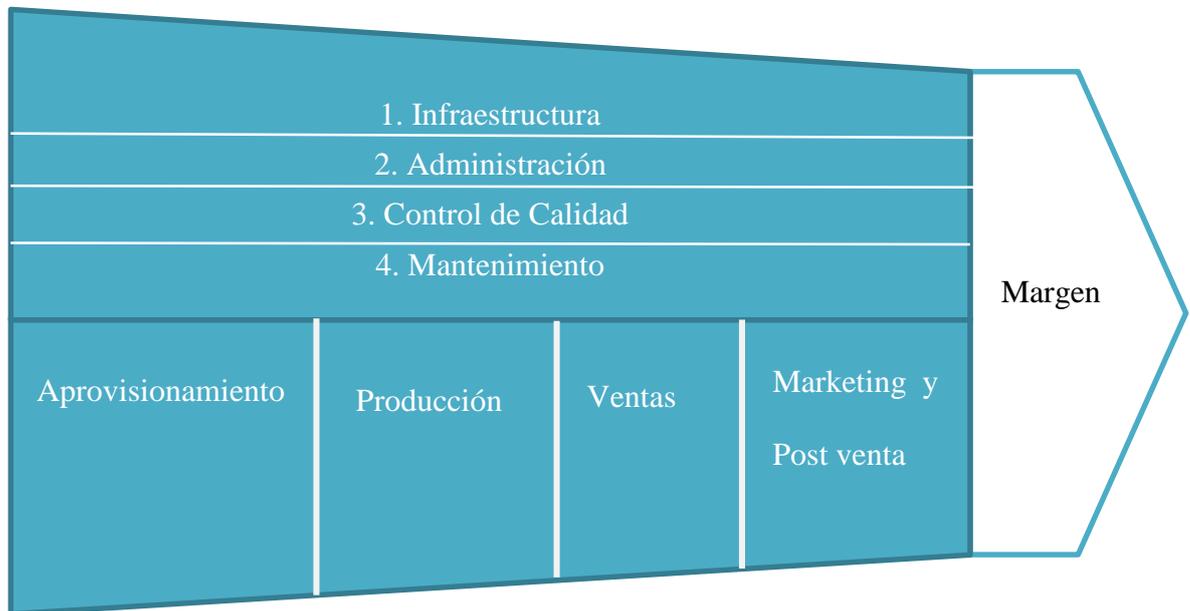


Figura 10. Cadena de Valor. Elaboración propia

En la siguiente figura se puede observar el mapa de procesos establecido por la empresa:

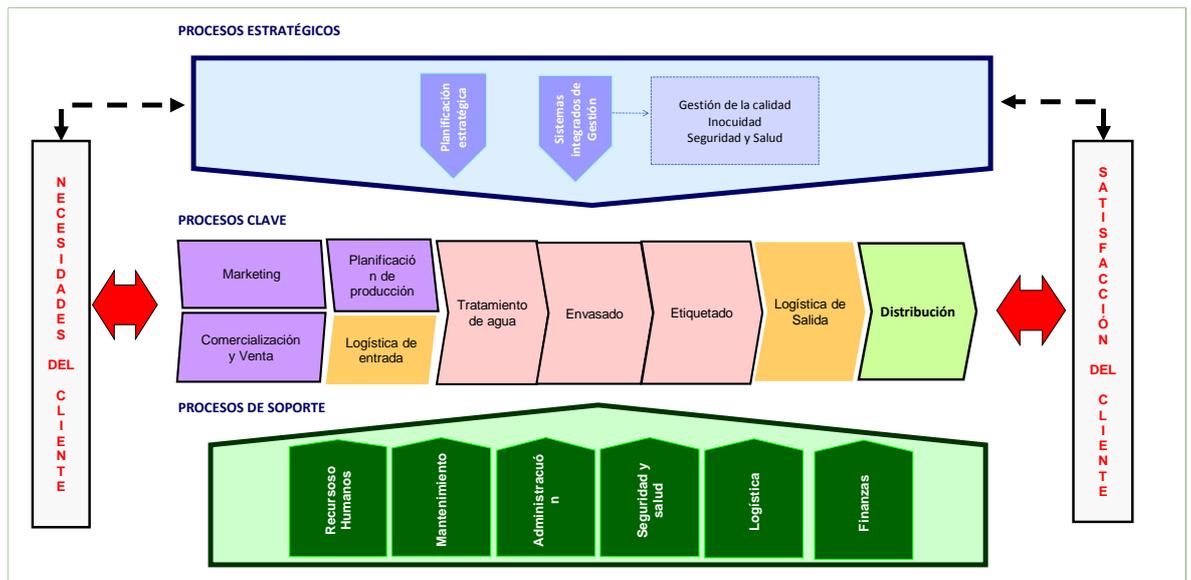


Figura 11. Mapa de Procesos. Fuente: empresa

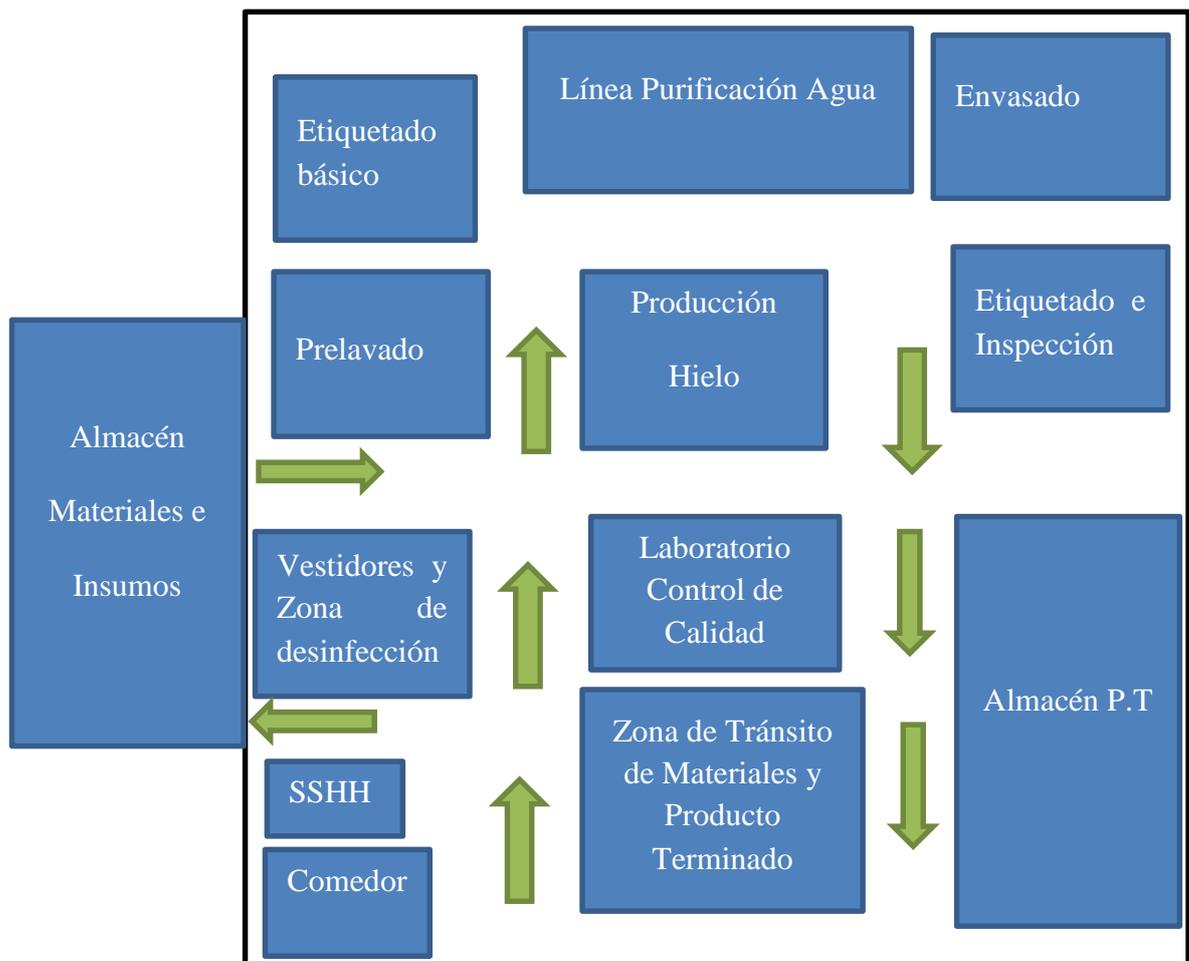


Figura 12. Layout de Planta. Fuente: Elaboración propia

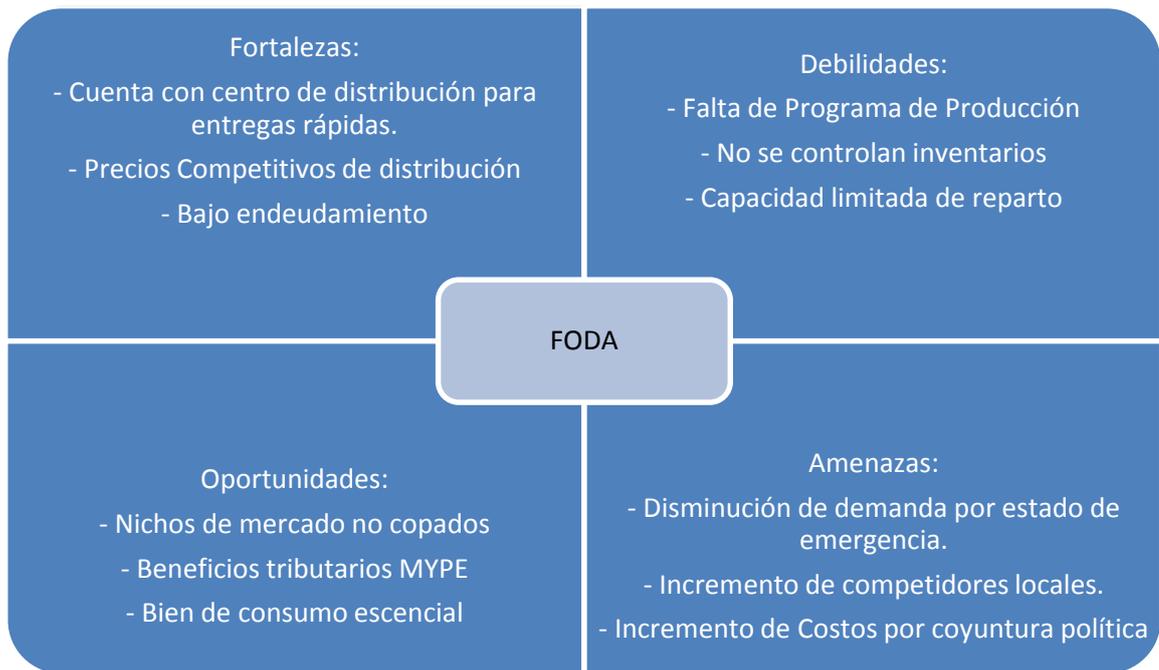


Figura 13. Matriz FODA. Elaboración propia.

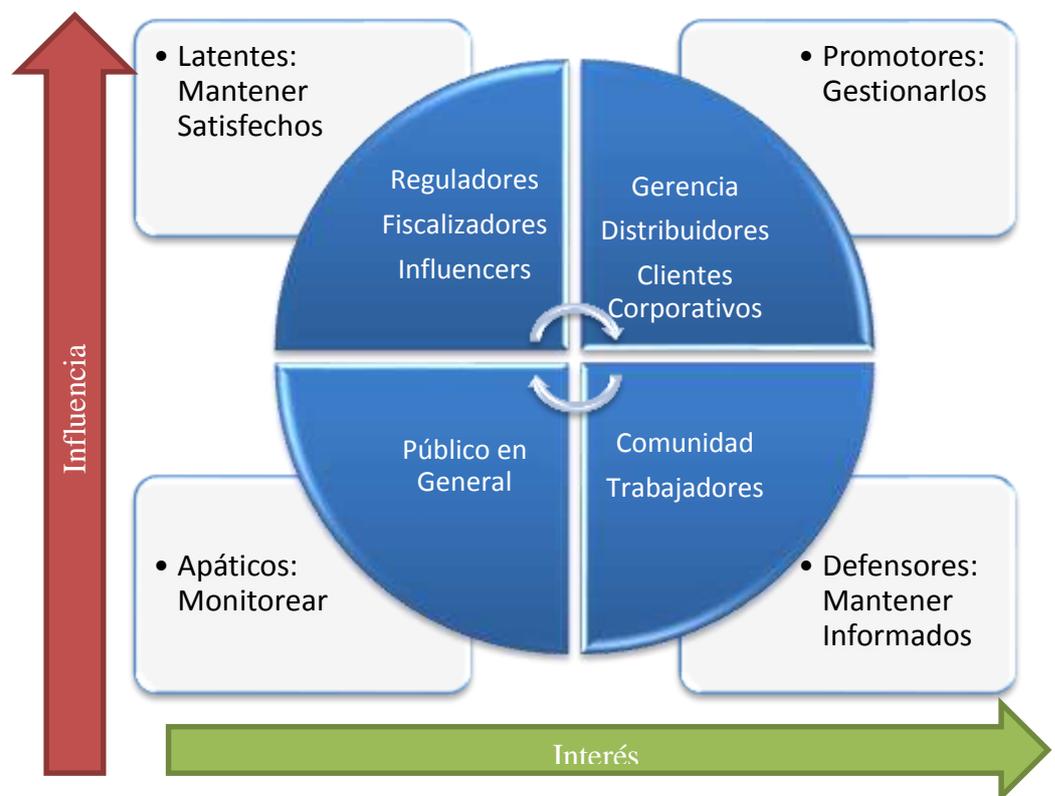


Figura 14. Análisis Stakeholders. Elaboración propia

2.4.2. Identificación y Priorización de Causas Raíz de Altos Costos Operativos

Para poder desarrollar una mejora más precisa, se realiza una priorización de las causas a través de encuestas efectuadas al personal involucrado en el proceso de producción de agua en bidones de 20 litros de LA EMPRESA.

De acuerdo a las causas identificadas en la figura n°3, se procede con la priorización aplicando el concepto de Pareto:

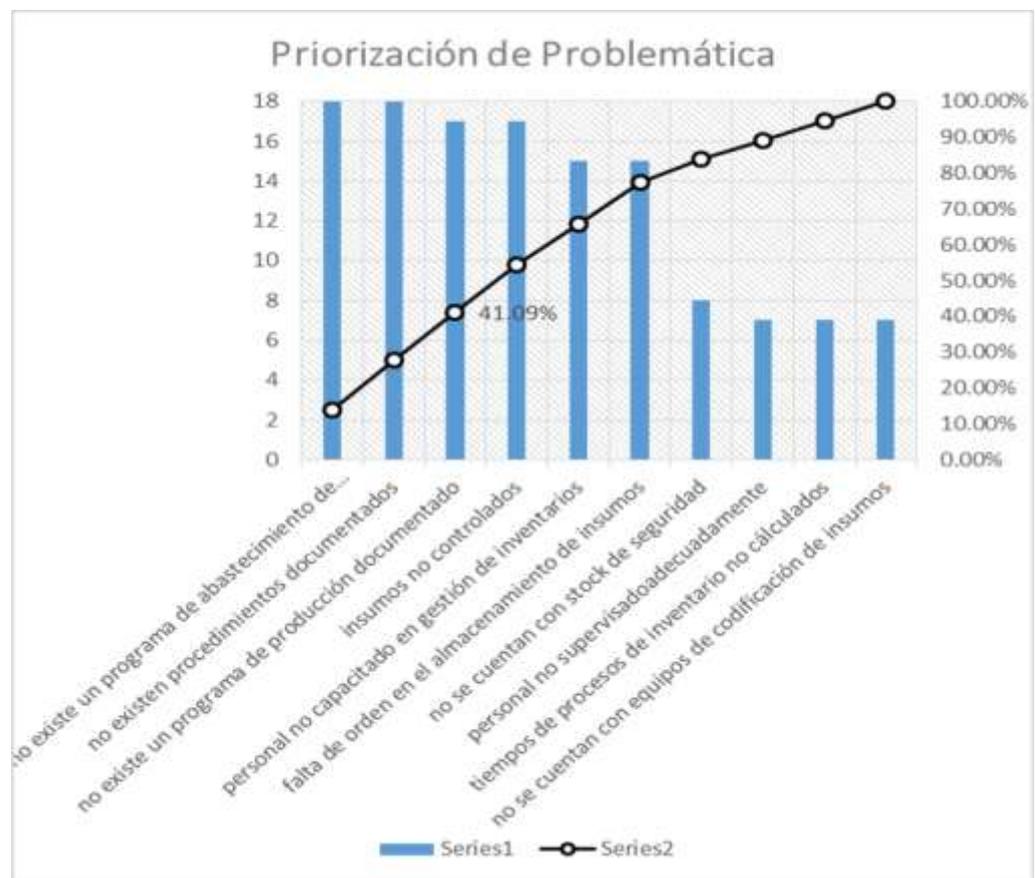


Figura 15. Priorización de Causas Raíz de Altos Costos Operativos

2.4.3. Operacionalización de Variables

A. Variable Dependiente:

Costos Operativos

B. Variable Independiente:

Gestión de Producción y Gestión Logística

A continuación, se establecen los indicadores de medición para las variables establecidas, los cuales servirán para cuantificar el impacto de los costos operativos actuales vs costos operativos aplicando las herramientas de mejora:

Tabla 1.
Operacionalización de Variables

Variable	Indicador	Definición Operacional	Definición Conceptual
Gestión de producción	% Producción Cumplida	$\frac{\text{producción real}}{\text{producción planificada}} \times 100\%$	Representa que tanto se cumplió el programa de producción.
	% Programa Compras cumplido	$\frac{\text{órdenes efectuadas}}{\text{órdenes requeridas}} \times 100\%$	Representa el abastecimiento oportuno de los insumos según programación.
	% Tiempos Muertos	$\frac{\sum \text{Tiempo Muerto}}{\text{Tiempo total de trabajo}} \times 100\%$	Representa la eficiencia asociada al sistema de gestión de inventarios.
Gestión logística	% Procesos Documentados	$\frac{\text{Procesos documentados}}{\text{Procedimientos Requeridos}} \times 100\%$	Representa el grado de cumplimiento del sistema de gestión de inventarios.
	% Capacitación	$\frac{\text{Capacitación Ejecutada}}{\text{Capacitación Programada}} \times 100\%$	Representa el grado de eficacia del personal involucrado en la gestión de inventarios.
	% Insumos controlados	$\frac{\text{Insumos controlados}}{\text{Insumos Totales}} \times 100\%$	Representa el grado de gestión de los insumos.
Costos Operativos	Soles / año	$\sum \text{Costos de MRP y SGI}$	Representa el costo relacionado al sistema MRP y Sistema de Gestión de Inventarios

Tabla 2.
Matriz Integrada de Variables y Herramienta de Mejora

Variable	ITEM	CAUSA RAIZ	Indicador	Definición Operacional	Valor Actual	S/. / Valor Actual	Valor Meta	S/. Meta	BENFICIO	Herramienta de Mejora
Gestión de Producción	cr5	no existe un programa de producción documentado	% Producción Cumplida	$\frac{\text{producción real}}{\text{producción planificada}} \times 100\%$	0%	S/64,953.86	99%	S/4,565.73	S/60,388.13	Diseño de Sistema MRP
	cr6	no existe un programa de abastecimiento de materiales	% Programa Compras cumplido	$\frac{\text{órdenes efectuadas}}{\text{órdenes requeridas}} \times 100\%$	0%	S/3,731.97	90%	S/936.78	S/2,795.19	Diseño de Programa de Abastecimiento
	cr9	falta de orden en el almacenamiento de insumos	% Tiempos Muertos	$\frac{\sum \text{Tiempo Muerto}}{\text{Tiempo total de trabajo}} \times 100\%$	34%	S/727.10	9%	S/200.79	S/526.31	Diseño de Metodología 5's
	cr7	no existen procedimientos documentados	% Procesos Documentados	$\frac{\text{Procesos documentados}}{\text{Procedimientos Requeridos}} \times 100\%$	10%	S/4,164.54	100%	S/1,154.67	S/3,009.87	Elaboración de procedimientos estandarizados de Trabajo
Gestión logística	cr1	personal no capacitado en gestión de inventarios	% Capacitación	$\frac{\text{Capacitación Ejecutada}}{\text{Capacitación Programada}} \times 100\%$	0%					Elaboración de Plan de Capacitación
	cr3	insumos no controlados	% Insumos controlados	$\frac{\text{Insumos controlados}}{\text{Insumos Totales}} \times 100\%$	0%	S/2,673.93	100%	S/287.10	S/2,386.83	Diseño de metodología para Supervisión y control de Inventarios

2.4.4. Asociación de Indicadores y Causas Raíz

En la siguiente tabla se establece la relación de las causas raíz priorizadas y el indicador determinado en la sección anterior

Tabla 3.
Relación Causas e Indicadores

ITEM	CAUSA RAIZ	Indicador	Definición Operacional
cr5	no existe un programa de producción documentado	% Producción Cumplida	$\frac{\text{producción real}}{\text{producción planificada}} \times 100\%$
cr6	no existe un programa de abastecimiento de materiales	% Programa Compras cumplido	$\frac{\text{órdenes efectuadas}}{\text{órdenes requeridas}} \times 100\%$
cr9	falta de orden en el almacenamiento de insumos	% Tiempos Muertos	$\frac{\sum \text{Tiempos Muerto}}{\text{Tiempo total de trabajo}} \times 100\%$
cr7	no existen procedimientos documentados	% Procesos Documentados	$\frac{\text{Procesos documentados}}{\text{Procedimientos Requeridos}} \times 100\%$
cr1	personal no capacitado en gestión de inventarios	% Capacitación	$\frac{\text{Capacitación Ejecutada}}{\text{Capacitación Programada}} \times 100\%$
cr3	insumos no controlados	% Insumos controlados	$\frac{\text{Insumos controlados}}{\text{Insumos Totales}} \times 100\%$

2.5. Herramientas de Mejora

La propuesta se basa en el diseño de 02 elementos: Plan de Requerimiento de Materiales y un Sistema de Inventarios.

Al desarrollar el Plan de Requerimiento de Materiales se obtendrá un Programa de Aprovisionamiento de Materiales (compras) con el cual se calcularán los nuevos costos de parada por falta de materiales, costo total de inventario y costo de incumplimiento al cliente.

Al desarrollar un Sistema de Inventarios se obtendrá nuevos indicadores de productividad del personal involucrado en la Gestión de Inventarios. Así mismo, el Sistema de Inventarios alimentará la lista de materiales y filtrará el programa de aprovisionamiento (compras) ya que se tendrán las cantidades exactas de materiales en almacén, evitando compras innecesarias.

Entre las herramientas de mejora a diseñar en la presente investigación se encuentran:

1. Propuesta de Sistema MRP
2. Programa de Implementación y Seguimiento 5'S
3. Procedimientos de Gestión de Inventarios
4. Plan y Programa de Capacitaciones
5. Metodología para revisión de la Gestión de Inventarios

2.5.1. CR5: No existe un programa de producción documentado

Esta causa raíz genera que no se cumpla la producción adecuadamente y por lo tanto se incumpla con los pedidos de los clientes.

Cálculo de impacto económico de CR5:

El cálculo detallado se puede observar en el archivo digital de Excel TESIS_Gacía.xlsx.

Se obtiene de la información histórica del número de pedidos, valor de los pedidos, cantidad de pedidos incumplidos y cantidad de clientes con pedido atrasado, de manera que se obtiene datos promedios para poder cuantificar la pérdida, la cual asciende a S/64,953.86.

HERRAMIENTA DE MEJORA:

Diseño de Sistema MRP

En el caso de LA EMPRESA, su principal producto es la presentación en Botellones de 20 litros. Dicho producto ocupa el 95% de la producción total, por lo que la elaboración de todos los pasos previos al programa de requerimiento de materiales se basa sólo en el SKU de botellones de 20 litros.

A continuación, se muestra de manera gráfica los elementos del desarrollo del sistema MRP:

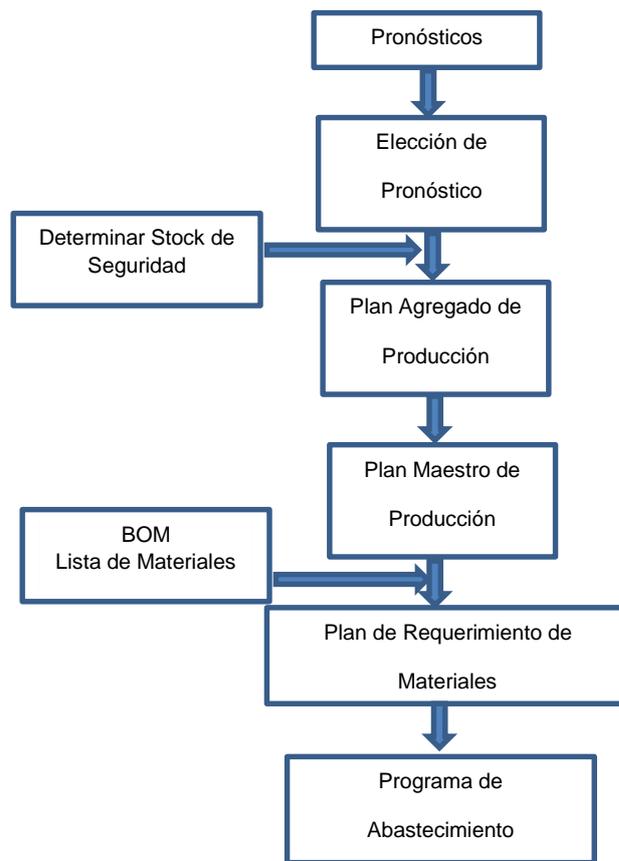


Figura 16. Esquema de MRP

El desarrollo del sistema de MRP se encuentra detallado en el Anexo N°01, y en el archivo digital de MS Excel “TESIS_GARCIA.xlsx”.

Teniendo en cuenta que con la implementación de un MRP se espera tener un 99% de cumplimiento en la entrega de los pedidos de la demanda (clientes), y teniendo los siguientes datos promedios:

- N° bidones por pedido (promedio): 13 bidones
- N° Pedidos por cliente (prom): 1.15 pedidos por cliente
- Precio de Venta promedio: S/. 7.63
- Ingreso Promedio por cliente: S/117.08

Tabla 4.
MRP-CR5 PROPUESTA

Periodo	Unidades Vendidas	N° Pedidos según promedio	Pedidos no cumplidos a tiempo (1%)	N° Clientes según promedio	N° clientes con pedido atrasado	Costo Retraso	Costo x Riesgo de Perder de Cliente	Costo Total
Agosto	3793	292	3	253	3	S/22.88	S/351.24	S/374.12
Setiembre	3727	287	3	249	3	S/22.88	S/351.24	S/374.12
Octubre	3740	288	3	250	3	S/22.88	S/351.24	S/374.12
Noviembre	3796	292	3	253	3	S/22.88	S/351.24	S/374.12
Diciembre	3824	295	3	256	3	S/22.88	S/351.24	S/374.12
Enero	4725	364	4	316	4	S/30.51	S/351.24	S/381.75
Febrero	5095	392	4	340	4	S/30.51	S/351.24	S/381.75
Marzo	5539	427	5	371	4	S/38.14	S/351.24	S/389.38
Abril	5387	415	5	360	4	S/38.14	S/351.24	S/389.38
Mayo	5356	412	5	358	4	S/38.14	S/351.24	S/389.38
Junio	4675	360	4	313	4	S/30.51	S/351.24	S/381.75
Julio	4539	350	4	304	4	S/30.51	S/351.24	S/381.75
TOTAL					43	S/ 350.85	S/ 4,214.88	S/4,565.73

El costo de la Producción Cumplida proyectado asciende a S/4,565.73

2.5.2. CR6: No existe un programa de abastecimiento de materiales

Esta causa raíz ocasiona que la producción se detenga por falta de un abastecimiento oportuno de materiales. Por otro lado, también genera que se tenga un sobrestock de insumos no necesarios, lo cual puede ser cuantificado como un costo de almacenaje y costo de pedidos no óptimos.

Cálculo de impacto económico de CR6:

El cálculo detallado se puede observar en el archivo digital de Excel TESIS_Gacía.xlsx.

Se obtiene de la sumatoria del:

1. Costo Total de Inventario: Suma del costo de almacenar cada insumo y el costo de pedir (cada vez que se realiza la compra)
2. Costo Hora – Hombre Perdida: Cada vez que no se tiene un insumo y la producción es detenida, se cuantifican las horas-hombre de para.

El costo actual de CR6 asciende a S/3,731.97

HERRAMIENTA DE MEJORA: PROGRAMA DE ABASTECIMIENTO

Con los resultados obtenidos del programa de abastecimiento (MRP propuesto) se puede calcular el nuevo Costo Total de Inventario, el cual asciende a S/503.58

Tabla 5.
Costo Total de Inventario Propuesto

Descripción	Precio de Compra	Tasa%	Costo Mantener una unidad	Costo de Ordenar	Demanda Anual	# Órdenes Compra	EOQ	CP	CM	CTI
	a	b	c=(a x b)	d	e	f	g	h= d x f	i=(g x c) / 2	j = h + i
tapa c/liner	S/. 0.20	12.00%	S/. 0.02	S/. 3.63	56000.00	11	4000.00	S/. 39.93	S/. 48.00	S/. 87.93
precinto termocontraible etiqueta adhesiva 20 x 9 cm	S/. 0.05	12.00%	S/. 0.01	S/. 3.63	40000.00	4	10000.00	S/. 14.52	S/. 30.00	S/. 44.52
dioxido de cloro	S/. 20.00	12.00%	S/. 2.40	S/. 3.63	60.00	11	8.00	S/. 39.93	S/. 9.60	S/. 49.53
detergente alcalino	S/. 12.00	12.00%	S/. 1.44	S/. 3.63	292.00	12	16.00	S/. 43.56	S/. 11.52	S/. 55.08
botellón pc x 20 lts	S/. 20.00	12.00%	S/. 2.40	S/. 3.63	600.00	4	150.00	S/. 14.52	S/. 180.00	S/. 194.52
TOTAL					96952	42		S/. 152.46	S/. 351.12	S/. 503.58

Adicionalmente, se calcula el costo proyectado de parada por falta de insumos, el cual asciende a S/433.20

Tabla 6.
Costo Por Falta de Insumos - PROPUESTA

Periodo	N° Paradas por falta de insumos	Horas de Parada promedio	N° Trabajadores	HH Perdidas	Costo HH	Costo Total Producción Perdida
Agosto	1	1.92	3	5.76	S/22.80	S/22.80
Setiembre	1	1.92	3	5.76	S/22.80	S/22.80
Octubre	1	1.92	3	5.76	S/22.80	S/22.80
Noviembre	1	1.92	3	5.76	S/22.80	S/22.80
Diciembre	1	1.92	3	5.76	S/22.80	S/22.80
Enero	2	3.84	3	11.52	S/45.60	S/45.60
Febrero	2	3.84	3	11.52	S/45.60	S/45.60
Marzo	2	3.84	3	11.52	S/45.60	S/45.60
Abril	2	3.84	3	11.52	S/45.60	S/45.60
Mayo	2	3.84	3	11.52	S/45.60	S/45.60
Junio	2	3.84	3	11.52	S/45.60	S/45.60
Julio	2	3.84	3	11.52	S/45.60	S/45.60
TOTAL	19	36.48	36	109.44	S/ 433.20	S/433.20

Finalmente, la suma del Costo Total de Inventario (CTI) y del Costo por Falta de Insumos, asciende a S/936.78

2.5.3. CR9: Falta de Orden en el Almacenamiento de Insumos

Esta causa raíz genera un retraso en la producción, debido a que no existe una organización adecuada de los insumos involucrados en el proceso productivo.

Esta falta de organización genera demoras (Hora-Homre) en cuanto a la búsqueda y habilitación de los insumos claves.

Cálculo de impacto económico de CR9:

El cálculo detallado se puede observar en el archivo digital de Excel TESIS_Gacía.xlsx.

Se obtiene de la sumatoria del costo de H-H perdidas por búsqueda de insumos, demora en habilitar materiales y demora en identificar materiales defectuosos.

El impacto económico actual de CR9 asciende a S/727.10.

HERRAMIENTA DE MEJORA: PROGRAMA 5's

Tal como se señala la bibliografía, la metodología 5's es una filosofía y conjunto de hábitos que optimizan tiempos en todos los procesos de una organización, a partir de un enfoque preventivo y de mejora continua, más allá del orden y limpieza que lo caracteriza.

Puesto que se registran muchos tiempos muertos en búsqueda de insumos y en la no separación de bidones defectuosos que son sometidos a producción, la aplicación de las 5's resulta idónea.

La metodología se diseña de la siguiente manera:

SEIRI (1's): Para separar lo innecesario en cada proceso, se utilizan etiquetas rojas (ver anexo N°02) donde se describe la acción a tomar y otros datos relevantes. De esta manera se depurarán sistemáticamente aquellos bidones que ya no deben entrar a producción.

SEITON (2's): Los elementos que quedaron deberán ser organizados según su cercanía a lugar de uso, fecha de vencimiento u obsolescencia, para lo cual se aplicará el principio FIFO (first in, first out) o en español PEPS (primeras entradas, primeras salidas), de manera que se asegure utilizar lo más antiguo. Adicionalmente se debe invertir en la adquisición de organizadores plásticos, de acero inoxidable, o cualquier otro material sanitario. Todo elemento, una vez ubicado, deberá tener rotulación ya sea en el producto o en el área donde se almacene según corresponda.

SEISO (3's): La tercera etapa de la metodología 5's consiste en realizar una gestión e limpieza eficiente y eficaz. El ambiente de trabajo debe conservarse limpio, pues está demostrado que tiene un impacto directo en la productividad

de los procesos y de los trabajadores. Una herramienta diseñada para asegurar la gestión de limpieza son las etiquetas amarillas (ver Anexo N°02) donde se identifica el motivo de la suciedad y la acción inmediata a tomar y responsable. Por otro lado, el encargado de planta establecerá un cronograma de limpieza que será de cabal cumplimiento por el personal a su cargo. Así mismo asignará una ficha de requerimiento de materiales de limpieza al operario de limpieza para verificar periódicamente la disponibilidad de los insumos y herramientas de limpieza.

En el caso del requerimiento de materiales de limpieza, es el encargado de planta quien autoriza la compra de dichos elementos, siendo su responsabilidad el abastecimiento oportuno y limpieza efectiva de las áreas de producción.

SEIKETSU (4's): La estandarización consiste en establecer todas las etapas anteriores como rutinas de trabajo continuo y sin lugar a equivocaciones en el desarrollo de la misma. Para ello en el primer año de desarrollo de la metodología 5's, se realizarán inspecciones rutinarias para tomar acciones preventivas y correctivas de manera que el personal asuma como parte de su cultura dicha metodología, así como capacitaciones y charlas donde se evaluará el grado de conocimiento del personal con respecto a las etapas de las 5's. (Ver Anexo N°2).

SHITSUKE (5's): La autodisciplina es equiparable a la mejora continua de la metodología, por lo que se establecerá un cronograma de auditoría y la ejecución de la misma estará a cargo de la gerencia general. (Ver Anexo N°2).

Con la propuesta de mejora se establece como meta reducir en un 70% el tiempo de búsqueda de los insumos. El tiempo de descartar bidones defectuosos que son lavados, es disminuido en un 80% debido a que ahora ya no se procesan los bidones defectuosos. Se realiza una inspección y separación previa tal como lo indican los procedimientos elaborados.

En este caso, con las metas establecidas el costo por falta de orden se reduce a S/200.79, luego de haber implementado el programa de las 5's:

Tabla 7.
COSTO TIEMPO MUERTO INVENTARIO PROPUESTA

Periodo	Tiempo de búsqueda de insumos tales como tapas y detergentes (min)	Tiempo que toma descartar antes de lavar bidones	t. t muerto PROPUESTA	S/ HH perdidas propuesta	Total HRS Planilla	% Tiempo Perdido
Ago-20	270	62.4	5.54	S/19.62	600	1%
Set-20	246	31.2	4.62	S/16.36	610	1%
Oct-20	257.7	41.6	4.99	S/17.67	604	1%
Nov-20	270.3	20.8	4.85	S/17.18	620	1%
Dic-20	246.6	52	4.98	S/17.63	693	1%
Ene-21	244.8	78	5.38	S/19.05	693	1%
Feb-21	237.9	31.2	4.49	S/15.88	693	1%
Mar-21	216	26	4.03	S/14.28	650	1%
Abr-21	231.3	93.6	5.42	S/19.18	648	1%
May-21	192.9	41.6	3.91	S/13.84	620	1%
Jun-21	204	62.4	4.44	S/15.73	610	1%
Jul-21	196.5	46.8	4.06	S/14.36	600	1%
TOTAL	2814	587.6	56.69	S/200.79	604	9%

2.5.4. CR7 – CR1: No existen procedimientos documentos – Personal no capacitado

Estas causas raíz generan que el personal involucrado en la compra de insumos y materiales, no tengan las directrices e instrucciones adecuadas para realizar el abastecimiento eficientemente; muchas veces se incurre en compra de proveedores alternativos con sobrecostos no planificados. Así mismo, la falta

de una compra oportuna genera que se realicen compras de emergencia por lo que deben destinarse Horas-Hombre no planificadas en realizar dichas gestiones.

Cálculo de impacto económico de CR7-CR1:

El cálculo detallado se puede observar en el archivo digital de Excel TESIS_Gacía.xlsx.

Se obtiene de la sumatoria del costo adicional por comprar a proveedores alternativos y el costo de las Horas-Hombre destinadas a realizar compras de emergencia.

El impacto económico de CR7-CR1, actualmente asciende a S/4,164.54

HERRAMIENTA DE MEJORA:

Elaboración de Procedimientos de Trabajo

En el anexo N°03, se puede observar a detalle los procedimientos desarrollados para aplicación en LA EMPRESA relacionados a la gestión de inventarios:

- Procedimiento de Recepción
- Procedimiento de Abastecimiento
- Procedimiento de Almacenamiento (2's)
- Procedimiento de Control de Insumos

Elaboración de Plan de Capacitación

Se debe desarrollar un plan de capacitación liderado por la gerencia general para asegurar que tanto las herramientas de mejora de la gestión de producción

como la gestión de inventarios puedan desarrollarse de manera sostenible. (Ver Anexo N°4).

Aplicando el programa de capacitaciones y procedimientos escritos para la adecuada gestión de inventarios, la empresa establece como límite máximo recurrir a 2 proveedores de emergencia por mes en temporada alta (verano) y sólo a 01 proveedor por mes en temporada baja (invierno).

Con los datos promedio obtenidos de la información histórica:

- Costo Exceso por pedido con proveedor de emergencia: S/57.86
- Tiempo Requerido para compras de emergencia: 0.7 horas – hombre

Con esta información, se calcula el nuevo costo proyectado de la gestión de inventario, el cual asciende a S/1033.12

Tabla 8.
Costo de Gestión Inventario - PROPUESTA

Periodo	N° veces que compraron a proveedor alternativo	Costo Exceso de Compra (promedio)	TIEMPO REQ (promedio)	COSTO HH	COSTO TOTAL
Ago-20	1	S/57.86	0.7	S/2.92	S/60.77
Set-20	1	S/57.86	0.7	S/2.92	S/60.77
Oct-20	1	S/57.86	0.7	S/2.92	S/60.77
Nov-20	1	S/57.86	0.7	S/2.92	S/60.77
Dic-20	2	S/115.71	1.4	S/5.83	S/121.54
Ene-21	2	S/115.71	1.4	S/5.83	S/121.54
Feb-21	2	S/115.71	1.4	S/5.83	S/121.54
Mar-21	2	S/115.71	1.4	S/5.83	S/121.54
Abr-21	2	S/115.71	1.4	S/5.83	S/121.54
May-21	1	S/57.86	0.7	S/2.92	S/60.77
Jun-21	1	S/57.86	0.7	S/2.92	S/60.77
Jul-21	1	S/57.86	0.7	S/2.92	S/60.77
TOTAL	17	S/983.54	11.9	S/49.58	S/1,033.12

2.5.5. CR3: Insumos no controlados

Esta causa raíz ocasiona el uso ineficiente de ciertos insumos requeridos en la producción y que al ser elementos de uso directo e indispensable para el proceso productivo, su control se hace necesario.

Cálculo de impacto económico de CR3:

El cálculo detallado se puede observar en el archivo digital de Excel TESIS_Gacía.xlsx.

Se obtiene de comprar el consumo teórico (estándar) de los insumos en relación al nivel de producción VS el consumo real, de manera que el exceso (uso ineficiente) se cuantifica monetariamente.

Actualmente, el impacto económico de CR3 asciende a S/2,673.93

HERRAMIENTA DE MEJORA: Diseño de Metodología de Supervisión y Control de Inventarios

Para medir el grado de eficacia en la gestión de inventarios, se procede a desarrollar una lista de verificación del sistema, el cual integra los distintos procedimientos previamente elaborados, siendo, además, las 5's un complemento de dicha supervisión y control de inventarios. (ver Anexo N°5)

La propuesta tiene como meta disminuir a un 3% de desperdicio sobre el consumo total de cada insumo; en base a la información histórica se proyecta el nuevo costo de insumos no controlados, el cual asciende a S/ 287.10

La información de las cantidades demandadas de dióxido de cloro y detergentes se obtiene del programa de abastecimiento calculados (MRP PROPUESTO)

Tabla 9.
Costo Exceso Insumos No Controlados - PROPUESTA

Periodo	Detergente Alcalino Clorado (Prog. Abast.)	Dioxido de Cloro (Prog. Abast.)	Detergente (ml)	exceso Detergente	Costo exceso detergente	Dioxido de Cloro (ml)	Exceso Dioxido de Cloro	Costo Exceso Dioxido	Costo Total de Exceso
Ago-20	24	8	24000	720	S/16.20	8000	240	S/12.00	S/28.20
Set-20	20	4	20000	600	S/13.50	4000	120	S/6.00	S/19.50
Oct-20	16	0	16000	480	S/10.80	0	0	S/0.00	S/10.80
Nov-20	20	4	20000	600	S/13.50	4000	120	S/6.00	S/19.50
Dic-20	20	4	20000	600	S/13.50	4000	120	S/6.00	S/19.50
Ene-21	24	8	24000	720	S/16.20	8000	240	S/12.00	S/28.20
Feb-21	24	4	24000	720	S/16.20	4000	120	S/6.00	S/22.20
Mar-21	32	4	32000	960	S/21.60	4000	120	S/6.00	S/27.60
Abr-21	32	8	32000	960	S/21.60	8000	240	S/12.00	S/33.60
May-21	28	4	28000	840	S/18.90	4000	120	S/6.00	S/24.90
Jun-21	28	8	28000	840	S/18.90	8000	240	S/12.00	S/30.90
Jul-21	24	4	24000	720	S/16.20	4000	120	S/6.00	S/22.20
TOTAL					S/197.10			S/90.00	S/287.10

2.5.6. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para ejecutar la evaluación económica se debe tener en cuenta los siguientes datos:

- Inversión Inicial: S/36,500.00
- Costos Operativos Anuales: S/42,800.00
- Ahorro Anual de la Propuesta: S/69,106.34
- Tasa de Oportunidad: 20%
- Periodo de evaluación: 02 años.

El detalle de cada ítem se encuentra en la hoja de cálculo “TESIS_GARCIA.xls” en la pestaña “ECON” adjunta en el CD de la presente investigación.

A continuación, se realiza el flujo de caja para poder determinar los indicadores VAN, TIR y B/C a través del software Microsoft Excel.

Año	2020	2021	2022
INGRESOS			
Ahorro Costo Programa Producción		S/60,388.13	S/60,388.13
Ahorro Costo Progr. Abastecimiento		S/2,795.19	S/2,795.19
Ahorro Costo Tiempo Muerto		S/526.31	S/526.31
Ahorro Gestión de Inventarios		S/3,009.87	S/3,009.87
Ahorro Insumos Controlados		S/2,386.83	S/2,386.83
Total Ingresos		S/69,106.34	S/69,106.34
EGRESOS			
Operario de Almacén		S/10,800.00	S/10,800.00
Asistente de Producción		S/12,000.00	S/12,000.00
Personal de Limpieza Adicional		S/10,200.00	S/10,200.00
Jornada de Limpieza (domingos)		S/2,400.00	S/2,400.00
Presupuesto Mantenimiento de Kit Organizador y Limpieza		S/1,400.00	S/1,400.00
Capacitaciones periódicas		S/6,000.00	S/6,000.00
Total Egresos		S/42,800.00	S/42,800.00
INVERSION	S/36,020.00		
Flujo Neto	-S/36,020.00	S/26,306.34	S/26,306.34

Figura 17. Evaluación Económica de la Propuesta

Mediante las herramientas de ingeniería económica se obtienen los siguientes valores:

VAN: S/4,170.00

TIR: 29%

B/C: 1.04

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Comparación Resultados Totales

En el presente capítulo, se muestra el resumen del costeo obtenido de los indicadores de la situación actual, así como de los indicadores proyectados de la propuesta.

Adicionalmente, se muestran cuadros comparativos del ahorro obtenido para un mejor entendimiento y análisis.

Tal como se puede apreciar en la tabla N°10, el costo total actual asciende a S/76,251.41 mientras que el costo proyectado se calcula en S/7,145.07, es decir, se obtiene un ahorro de S/69,106.34.

Tabla 10.

Resumen de Resultados de Costos Propuesta VS Actuales

Variable	ITEM	CAUSA RAIZ	Indicador	S/. / Valor Actual	S/. Meta	BENFICIO	Herramienta de Mejora
Gestión de Producción	cr5	no existe un programa de producción documentado	% Producción Cumplida	S/64,953.86	S/4,565.73	S/60,388.13	Diseño de Sistema MRP
	cr6	no existe un programa de abastecimiento de materiales	% Programa Compras cumplido	S/3,731.97	S/936.78	S/2,795.19	Diseño de Programa de Abastecimiento
	cr9	falta de orden en el almacenamiento de insumos	% Tiempos Muertos	S/727.10	S/200.79	S/526.31	Diseño de Metodología 5's
Gestión logística	cr7	no existen procedimientos documentados	% Procesos Documentados	4164.54167	S/1,154.67	S/3,009.87	Elaboración de procedimientos estandarizados de Trabajo
	cr1	personal no capacitado en gestión de inventarios	% Capacitación				Elaboración de Plan de Capacitación
	cr3	insumos no controlados	% Insumos controlados	S/2,673.93	S/287.10	S/2,386.83	Diseño de metodología para Supervisión y control de Inventarios
	TOTAL			S/76,251.41	S/7,145.07	S/69,106.34	

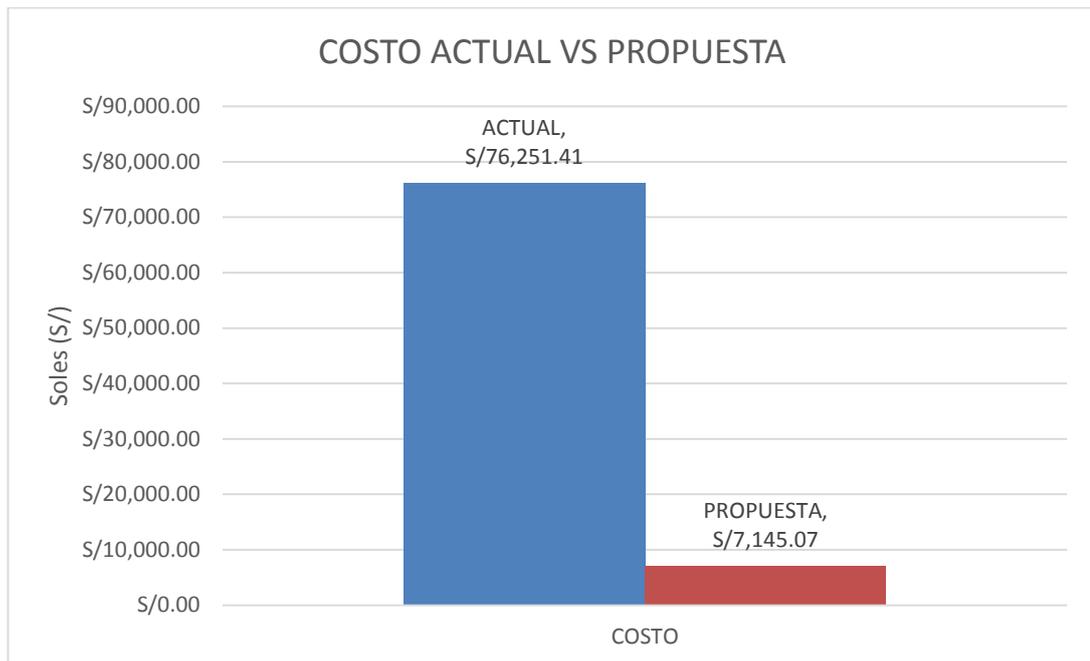


Figura 18. Variación de Costos Actuales vs Propuesta.

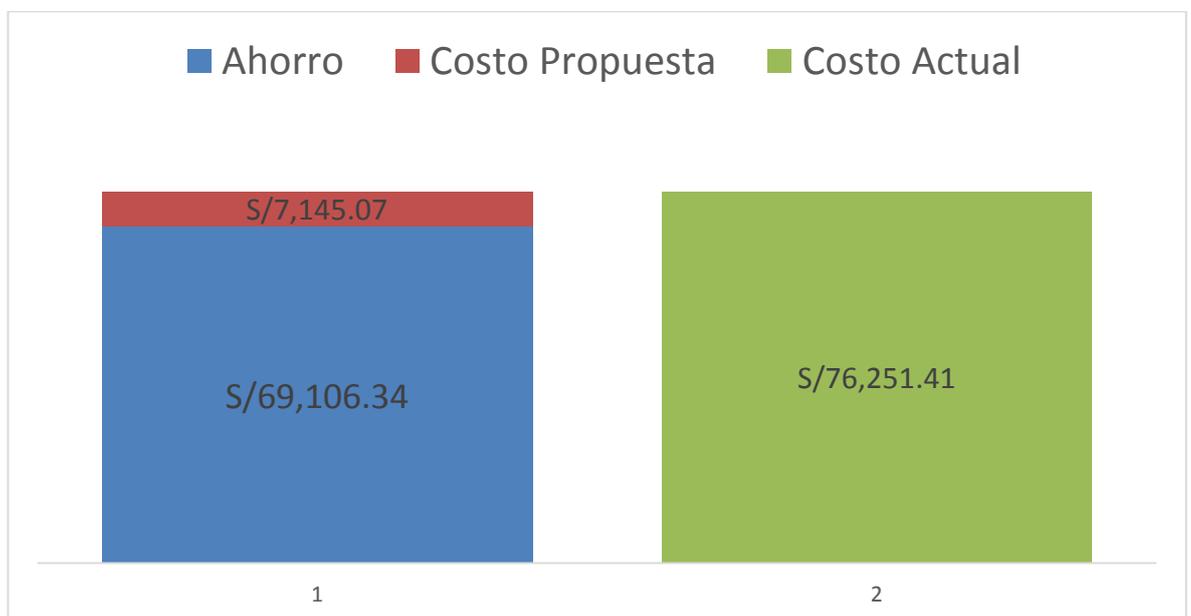


Figura 19. Comparación de Beneficio - Costos Actuales y Propuesta

Tal como se puede apreciar en la figura 18 y figura 19, el beneficio (ahorro) obtenido es de proporciones significativas representando así, una reducción del 91% con respecto al costo actual.

Dicha reducción se impulsa principalmente sobre la herramienta de mejora del MRP, puesto que impacta en el cumplimiento del programa de producción, de manera que se reducen los retrasos e incumplimientos de pedidos, que a su vez impactan en la satisfacción del cliente.

En la siguiente figura se observa que actualmente el indicador de Porcentaje (%) de Producción Cumplida, representa un 85% del costo operativo total actual, por lo cual el desarrollo de un MRP genera un impacto considerable en su reducción.

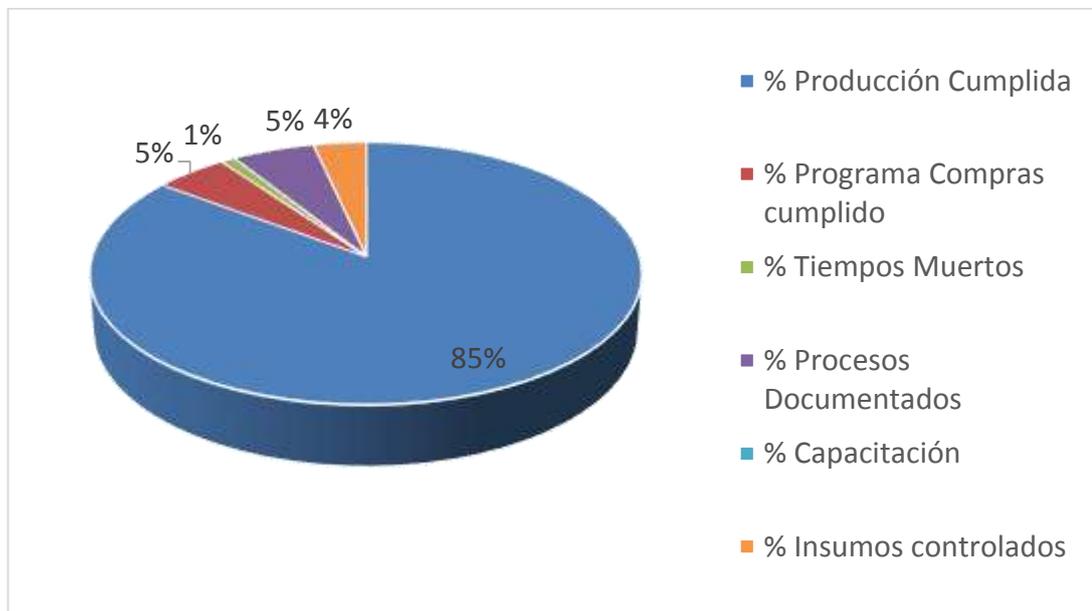


Figura 20. Porcentaje de Composición de Costos Actuales

En la siguiente figura, se observan los costos proyectados luego de la propuesta, en la cual se aprecia que el Porcentaje (%) de producción cumplida ocupa un 64% de participación sobre el total de los costos, siendo de igual manera que la situación actual, el indicador con mayor impacto en el total de costos operativos.

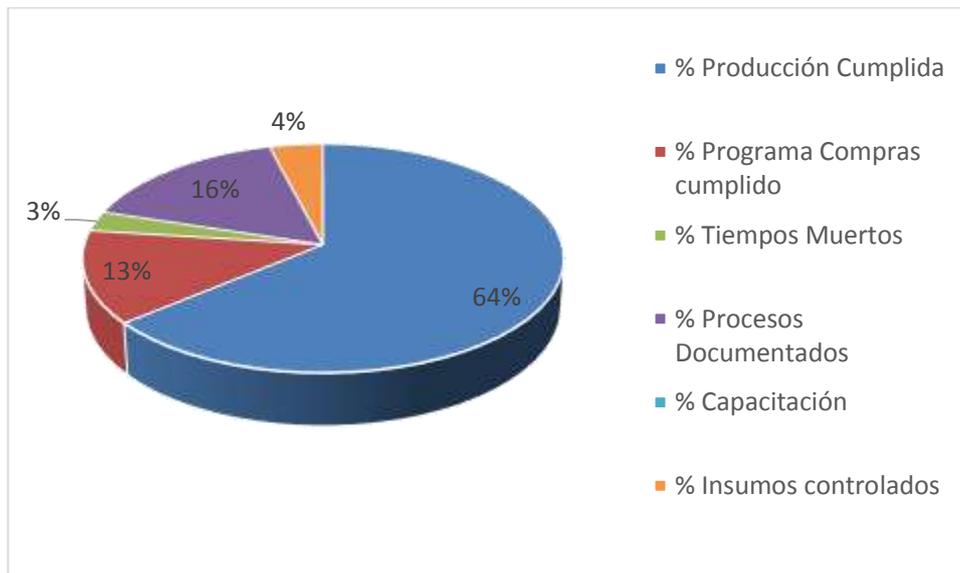


Figura 21. Porcentaje Participación Costos luego de Propuesta

Por otro lado, el ahorro obtenido en cada indicador es significativo; el menor de los ahorros es del 72% sobre el costo original, y el mayor ahorro es del 93% sobre el costo actual, obteniendo un promedio de 80% de ahorro sobre el costo actual.

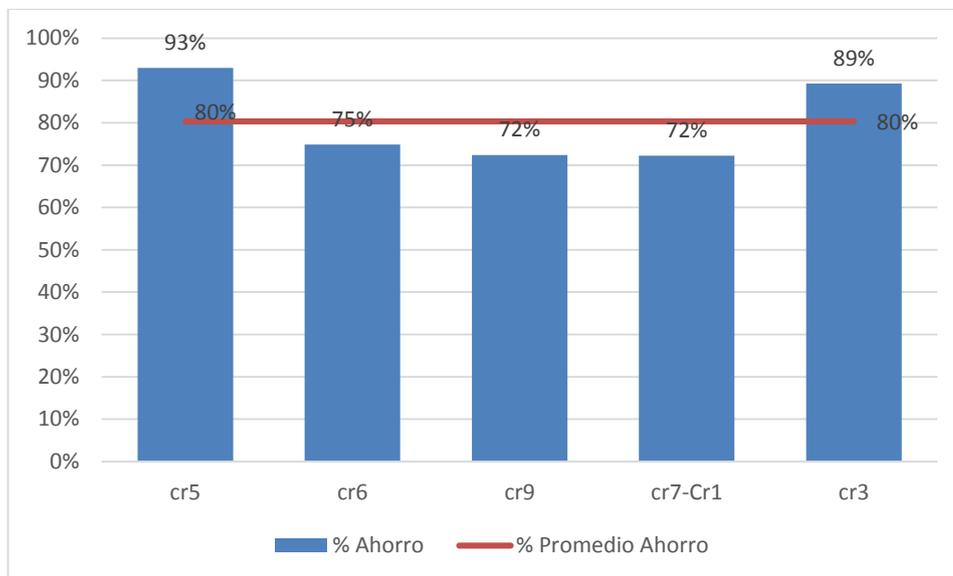


Figura 22. Porcentaje de Beneficio según causa raíz. Se puede observar que todos los indicadores superan 70% de ahorro, siendo el promedio 80% de mejora en los costos.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión de Resultados

Tomando como referencia la investigación de Álvarez Peralta, (2011), quien diagnostica los rubros de inventario de producto terminado y de materiales significan costos importantes para la compañía al ser sobrecostos de almacenamiento, costo de capital de trabajo parado por sobre inventarios y por otro lado pérdidas de valor para la compañía debido al faltante de producto terminado disponible para la venta. Este diagnóstico concuerda con lo calculado en el presente estudio donde se determina un costo actual de S/ 76,251.41 debido a la falta de un sistema de inventarios y de planificación de la producción y abastecimiento.

Por otro lado, Cava y Gutierrez (2016) en su investigación indican que al proponer un Plan de Requerimientos de Materiales integrado con un sistema de inventarios logran un ahorro anual de S/ 102,501.87 (30% de reducción). Dicho ahorro anual resulta superior al beneficio anual obtenido de la presente investigación, el cual asciende a un ahorro anual de S/69,106.34; sin embargo, las industrias son distintas, así como la dimensión de las empresas por lo que ambos resultados guardan coherencia.

Con respecto a la viabilidad económica, en la presente investigación se obtuvo un VAN de S/4,170.00 TIR de 24% anual, lo cual guarda relación con el VAN ascendente a S/12,886.00, una TIR de 33% evaluado en la investigación de Bravo y Zamalloa (2013).

Finalmente, en la presente investigación se logra proyectar una reducción de costos operativos mediante el diseño de un Sistema de MRP e Inventarios; del mismo modo Barrios (2011), concluye que logra reducir los costos operativos en \$6,000.00 mediante la aplicación de un MRP y técnicas de aprovisionamiento.

4.2. Conclusiones

Se determinó que la implementación de una gestión de producción y logística mediante el MRP e inventarios, genera una reducción de costos del 90% según los indicadores definidos para la investigación. Cabe mencionar que los indicadores establecidos han sido adecuados a la presente investigación y realidad, los mismos que pueden servir de referencia para investigaciones sobre gestión de producción e inventarios y aplicados a diversas empresas o realidades de estudio.

El diagnóstico actual de la línea de agua en bidones en LA EMPRESA, determinó pérdidas económicas de S/ 68,685.83 en producción y de S/ 7565.58 en logística, generando un total de S/76,251.41. Dichos costos son principalmente costos de oportunidad o riesgo, toda vez que la administración de la empresa no realiza desembolso de este dinero; sin embargo, de aplicar las mejoras planteadas incrementaría su productividad y percibiría beneficios económicos en el orden de los montos planteados.

El diseño del MRP genera un ahorro de S/ 63,183.32 lo que equivale a una disminución del 92% con respecto a los costos actuales que implica el no tener un MRP, el diseño del sistema de Inventarios genera un ahorro de S/ 5,923.06 lo que equivale a una disminución del 78% con respecto a los costos actuales que implica el no gestionar los inventarios. Los resultados porcentuales son altos, debido a que actualmente la empresa no cuenta con ningún sistema implementado, y por lo tanto, la mejora proyectada genera un impacto considerable.

La evaluación económica y financiera de la propuesta determinó un VAN de S/4,170.00 TIR de 24% anual y un B/C de 1.04, PRI de 1.3 años concluyendo que la propuesta es rentable.

REFERENCIAS

- Álvarez Peralta, 2011. Plan de implementación de MRP (Planificación de Requerimiento de Materiales) en una empresa de manufactura de productos de consumo masivo caso: Quala Ecuador S.A.. Facultad de Ciencias Administrativas y Contables. PUCE. Quito.
- Barrios Molina, 2011. Desarrollo del programa de requerimientos de materiales para la construcción de viviendas en serie”. Parcial para optar por el título de Master en Administración de Proyectos, San José-Costa Rica.
- Bravo y Zamalloa, 2012. Propuesta de Mejora en el Sistema Logística de una Empresa Comercializadora de Mangueras y Conexiones Hidráulicas. Facultad de Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Cava y Gutiérrez, 2016. Propuesta de un sistema integrado de gestión logístico y producción en la empresa Consermet S.A.C. para mejorar sus costos de fabricación”. Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería Industrial.
- Flores y Ramos, 2013. Análisis y Propuesta de Implementación de Pronósticos, Gestión de Inventarios y Almacenes en una Distribuidora de Vidrios y Aluminios”. Facultad de Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Ballou, R. H. (2004). Administración de la Cadena de Suministro (5ta Edición ed.). Mexico, Mexico: Pearson Educación.
- Chase, R. B., Aquilano, N. J., & Jacobs, F. R. (2002). Administración de producción y operaciones manufactura y servicios (8va Edición ed.). Santa Fe, Colombia: Quebecor World.

Heizer, J. & Render, B. (2009). Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones tácticas. (8va Edición). Madrid: Pearson Educación.

Krajewski, L. (2008) Administración de operaciones; Estrategia y análisis, (8va Edición). México: Pearson

SNI, 2017. última fecha de revisión: www.sni.org.pe/wp-content/.../Marzo-2017-Elaboración-de-Agua-Embotellada.pdf

Caletec, 2017. última fecha revisión: http://www.caletec.com/cursos/monografico_5S/

ANEXOS

ANEXO N°01. PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES (MRP)

ANEXO N°02. FORMATOS PROGRAMA 5'S

ANEXO N°03. PROCEDIMIENTOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS

ANEXO N°04. PROGRAMA DE CAPACITACIONES

ANEXO N°05. SUPERVISIÓN DE GESTIÓN DE INVENTARIOS

ANEXO N°06. ESTUDIO DE TIEMPOS - PRODUCCIÓN

ANEXO N°01. PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES (MRP)

Pronósticos

En el caso del agua embotellada, se sabe de primera fuente y por conocimiento general, que tiene una demanda estacional, siendo los meses de verano los de mayor consumo.

Primero se realizan pronósticos anuales, para luego desagregarlos en pronósticos estacionales mensuales:

AÑO	SKU	PROMEDIO SIMPLE		PROMEDIO PONDERADO		SUAVIZADO EXPONENCIAL CON AJUSTE DE TENDENCIA			
		Pronóstico	Error	Pronóstico	Error	P. Suavizado	Tendencia	Pronóstico	Error
PERIODO	1 x 8 x 14								
2017-2018	41296					34930.2	6365.8	41296	0.0
2018-2019	49116					41296	6365.8	47661.8	1454.2
2019-2020	54027.6	45206	8821.6	46509.3	7518.3	47807.22	6380.3	54187.562	160.0
		MAD	8821.6	MAD	7518.3			MAD	807.1

Como se puede observar, el pronóstico de ventas anual para el periodo 2019 – 2020 es de 54187 unidades.

Posteriormente se realizan los índices estacionales para ponderar los meses de mayor consumo:

Periodo	2017 - 2018 (a)	2018 - 2019 (b)	Promedio Anual	Promedio Mensual	Indice e= c/d	Promedio Pronóstico	Pronóstico Estacional	Pronóstico Redondeado
			c= (a+b)/2	d = 45206/12		f = 54187/12	g = e x f	2019-2020
Agosto	2674	3653	3163.5	3767.17	0.84	4515.63	3792.03	3793
Setiembre	2633	3584	3108.5	3767.17	0.83	4515.63	3726.10	3727
Octubre	2649	3590	3119.5	3767.17	0.83	4515.63	3739.28	3740
Noviembre	2728	3604	3166	3767.17	0.84	4515.63	3795.02	3796
Diciembre	2736	3643	3189.5	3767.17	0.85	4515.63	3823.19	3824
Enero	3800	4082	3941	3767.17	1.05	4515.63	4724.00	4725
Febrero	4200	4300	4250	3767.17	1.13	4515.63	5094.39	5095
Marzo	4257	4984	4620.5	3767.17	1.23	4515.63	5538.50	5539
Abril	4133	4854	4493.5	3767.17	1.19	4515.63	5386.27	5387
Mayo	3922	5014	4468	3767.17	1.19	4515.63	5355.71	5356
Junio	3879	3920	3899.5	3767.17	1.04	4515.63	4674.26	4675
Julio	3685	3888	3786.5	3767.17	1.01	4515.63	4538.80	4539
TOTAL	41296	49116	45206	45206	1		PROM	4516.3

MES (2017, 2018, 2019)	CANTIDAD	PROM	DIF. ABS.	CUADRADO	PROM	DS
Agosto	2674	3373.333333	699.3	489067.1	247800.222	497.795362
Agosto	3653		279.7	78213.4		
Agosto	3793		419.7	176120.1		
Setiembre	2633	3314.666667	681.7	464669.4	235742.889	485.533613
Setiembre	3584		269.3	72540.4		
Setiembre	3727		412.3	170018.8		
Octubre	2649	3326.333333	677.3	458780.4	233140.222	482.845961
Octubre	3590		263.7	69520.1		
Octubre	3740		413.7	171120.1		
Noviembre	2728	3376	648.0	419904.0	216096	464.86127
Noviembre	3604		228.0	51984.0		
Noviembre	3796		420.0	176400.0		
Diciembre	2736	3401	665.0	442225.0	226572.667	475.996499
Diciembre	3643		242.0	58564.0		
Diciembre	3824		423.0	178929.0		
Enero	3800	4202.333333	402.3	161872.1	149844.222	387.097174
Enero	4082		120.3	14480.1		
Enero	4725		522.7	273180.4		
Febrero	4200	4531.666667	331.7	110002.8	160338.889	400.423387
Febrero	4300		231.7	53669.4		
Febrero	5095		563.3	317344.4		
Marzo	4257	4926.666667	669.7	448453.4	275564.222	524.942113
Marzo	4984		57.3	3287.1		
Marzo	5539		612.3	374952.1		
Abril	4133	4791.333333	658.3	433402.8	264049.556	513.857525
Abril	4854		62.7	3927.1		
Abril	5387		595.7	354818.8		
Mayo	3922	4764	842.0	708964.0	373976	611.535772
Mayo	5014		250.0	62500.0		
Mayo	5356		592.0	350464.0		
Junio	3879	4158	279.0	77841.0	133924.667	365.957192
Junio	3920		238.0	56644.0		
Junio	4675		517.0	267289.0		
Julio	3685	4037.333333	352.3	124138.8	132702.889	364.284077
Julio	3888		149.3	22300.4		
Julio	4539		501.7	251669.4		

Stock de Seguridad

Posteriormente, se realiza la estimación de los stocks de seguridad por mes, según el historial de ventas y una desviación estándar:

Periodo	ds	COEF	SS
Agosto	498	1.0	498
Setiembre	486	1.0	486
Octubre	483	1.0	483
Noviembre	465	1.3	595
Diciembre	476	1.3	609
Enero	387	1.7	639
Febrero	400	1.7	661
Marzo	525	1.7	866
Abril	514	1.3	658
Mayo	612	1.3	783
Junio	366	1.0	366
Julio	364	1.0	364

Plan Maestro de Producción

Los datos del ciclo de producción han sido obtenidos mediante un muestreo y estudio de tiempos con lo cual se han obtenido los siguientes datos:

Unidades/hra (Ciclo)	15.99
Hras/unidad	0.063
Salario H-Hombre	4.17
Horas Disponible día*	18

A continuación, se muestra el plan maestro para la producción de LA EMPRESA en Botellones por 20 litros, considerando los stocks de seguridad, las horas disponibles, días disponibles, número de trabajos, etc:

“Propuesta de mejora en gestión de producción y logística mediante el MRP e inventarios para reducir costos operativos de una embotelladora de agua de la ciudad de Trujillo.”

PMP (I)													
	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Total
Inventario inicial	0	498	486	483	595	609	639						
Pronóstico de la demanda	3793	3727	3740	3796	3824	4725	5095	5539	5387	5356	4675	4539	54196
Stock de seguridad	498	486	483	595	609	639	661	866	658	783	366	364	7007
Requerimiento para la producción	4291	3715	3737	3908	3838	4754	5117	6405	6045	6139	5041	4903	57894
Inventario Final	498	486	483	595	609	639	661	866	658	783	366	364	7007
Días de trabajo disponible por mes	27	26	26	26	25	27	24	27	25	26	26	25	310
Horas de Trabajo disponibles	486	468	468	468	450	486	432	486	450	468	468	450	5580
Horas de Trabajo Requeridas	268	232	234	244	240	297	320	401	378	384	315	307	3621
Capacidad Empleada (%)	55.2%	49.6%	49.9%	52.2%	53.3%	61.2%	74.1%	82.4%	84.0%	82.0%	67.4%	68.1%	
Días de Trabajo requeridos por mes	15	13	13	14	13	17	18	22	21	21	18	17	201
Trabajadores estables	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
produccion Requerida	3355	2904	2922	3055	3001	3717	4001	5008	4726	4799	3941	3833	45262
Costo M. O por trabajador	S/1,118.19	S/968.07	S/973.95	S/1,018.48	S/1,000.26	S/1,239.02	S/1,333.50	S/1,669.20	S/1,575.27	S/1,599.78	S/1,313.69	S/1,277.81	S/15,087.22

Tabla N°11: Resumen de PMP 2019-2020

SKU	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Agua Eberia x 20 lts	4,291	3,715	3,737	3,908	3,838	4,754	5,117	6,405	6,045	6,139	5,041	4,903

BOM y Lista de Materiales

Lista de Materiales Requeridos

Tipo	Material	Und	Stock Inicial	Nivel	Tamaño de Lote	Lead Time (semana)
SKU	Agua Eberia x 20 lts	Und	0	1	lxl	0
Componente	Agua Purificada	bat	0	2	lxl	0
Componente	Botellón Sanitizado	bat	0	2	lxl	0
Envase	Etiqueta PP adhesiva 9 x 25cm	pza	1000	2	3000	2
Envase	Taps con liner botellón	Und	4500	2	4000	1
Envase	Precinto Termomaterial	und	30000	2	10000	3
Insumo	Agua Potable	lts	0	3	lxl	0
Pieza	Botellón de Policarbonato	pza	0	3	150	0
Insumo	Detergente Alcalino Clorado	lts	0	3	24	0
Insumo	Dioxido de Cloro	lts	0	3	16	0

BOM

Agua Eberia x 20 lts	Ctd Base (und)	1000
Etiqueta PP adhesiva 9 x 25cm	Pza	1000
Taps con liner botellón	Pza	1000
Precinto Termomaterial	Pza	2000
Agua Purificada	bat	20
Botellón Sanitizado	bat	10

Agua Purificada	Ctd Base:	1 bat
Agua Potable	lts	2439.03

Botellón Sanitizado	Ctd Base:	1 bat
Botellón de Policarbonato	pza	100.00
Detergente Alcalino Clorado	lts	0.5
Dioxido de Cloro	lts	0.1

MRP

Componente: Agua Purificada

Agua Eberia x 20 lts	bat/CB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	2000	85.82	74.29	74.75	78.16	76.77	95.09	102.34	128.10	120.89	122.78	100.82	98.07

Stock Inicial : 0
 Tamaño de lote : 1x1
 Lead-time entrega : 0

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Período	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necesidades Brutas		85.82	74.29	74.75	78.16	76.77	95.09	102.34	128.10	120.89	122.78	100.82	98.07
Entradas Previstas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stock Final	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		85.82	74.29	74.75	78.16	76.77	95.09	102.34	128.10	120.89	122.78	100.82	98.07
Pedidos Planeados		85.82	74.29	74.75	78.16	76.77	95.09	102.34	128.10	120.89	122.78	100.82	98.07
Lanzamiento de ordenes		85.82	74.29	74.75	78.16	76.77	95.09	102.34	128.10	120.89	122.78	100.82	98.07

Componente: Botellón Sanitizado

Agua Eberia x 20 lts	bat/CB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	10.00	42.91	37.15	37.37	39.08	38.38	47.54	51.17	64.05	60.45	61.39	50.41	49.03

Stock Inicial : 0
 Tamaño de lote : 1x1
 Lead-time entrega : 0

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Período	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necesidades Brutas		42.91	37.15	37.37	39.08	38.38	47.54	51.17	64.05	60.45	61.39	50.41	49.03
Entradas Previstas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stock Final	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		42.91	37.15	37.37	39.08	38.38	47.54	51.17	64.05	60.45	61.39	50.41	49.03
Pedidos Planeados		42.91	37.15	37.37	39.08	38.38	47.54	51.17	64.05	60.45	61.39	50.41	49.03
Lanzamiento de ordenes		42.91	37.37	39.08	38.38	38.38	51.17	64.05	60.45	61.39	50.41	49.03	-

Etiqueta Adhesiva PP 9 x 25cm

Agua Eberia x 20 lts	PZA / CB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1,000.00	4,290.80	3,714.74	3,737.31	3,908.18	3,838.25	4,754.43	5,116.99	6,405.15	6,044.74	6,138.77	5,040.96	4,903.28

Stock Inicial : 1000
 Tamaño de lote : 3000
 Lead-time entrega : 2

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Período	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necesidades Brutas		4,290.80	3,714.74	3,737.31	3,908.18	3,838.25	4,754.43	5,116.99	6,405.15	6,044.74	6,138.77	5,040.96	4,903.28
Entradas Previstas		4,248	3,678	3,700	3,869	3,800	4,707	5,066	6,341	5,984	6,077	4,991	4,854
Stock Final	1000	957	920	883	843	805	758	706	642	582	521	470	421
Necesidades Netas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pedidos Planeados		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lanzamiento de ordenes		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tapa con liner para botellón

Agua Eberia x 20 lts	PZA / CB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1,000.00	4,290.80	3,714.74	3,737.31	3,908.18	3,838.25	4,754.43	5,116.99	6,405.15	6,044.74	6,138.77	5,040.96	4,903.28

Stock Inicial : 4500
 Tamaño de lote : 4000
 Lead-time entrega : 1

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Periodo	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necesidades Brutas		4,290.80	3,714.74	3,737.31	3,908.18	3,838.25	4,754.43	5,116.99	6,405.15	6,044.74	6,138.77	5,040.96	4,903.28
Entradas Previstas		-											
Stock Final	4500	209	494	757	849	1,011	256	3,139	734	2,689	551	3,510	2,606
Necesidades Netas		-	3,505.53	3,242.85	3,151.02	2,989.28	3,743.71	4,860.70	3,265.85	5,310.59	3,449.36	4,490.31	1,393.60
Pedidos Planeados		-	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	8,000.00	4,000.00	8,000.00	4,000.00	8,000.00	4,000.00
Lanzamiento de ordenes		4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	8,000.00	4,000.00	8,000.00	4,000.00	8,000.00	4,000.00	-

Precinto Termomaterial

Agua Eberia x 20 lts	PZA / CB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	2,000.00	8,581.59	3,714.74	3,737.31	3,908.18	3,838.25	4,754.43	5,116.99	6,405.15	6,044.74	6,138.77	5,040.96	4,903.28

Stock Inicial : 30000
 Tamaño de lote : 10000
 Lead-time entrega : 3

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Periodo	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necesidades Brutas		8,581.59	3,714.74	3,737.31	3,908.18	3,838.25	4,754.43	5,116.99	6,405.15	6,044.74	6,138.77	5,040.96	4,903.28
Entradas Previstas		-											
Stock Final	30000	21,418	17,704	13,966	10,058	6,220	1,465	6,349	9,943	3,899	7,760	2,719	7,816
Necesidades Netas		-	-	-	-	-	-	3,651.49	56.65	-	2,240.15	-	2,184.39
Pedidos Planeados		-	-	-	-	-	-	10,000.00	10,000.00	-	10,000.00	-	10,000.00
Lanzamiento de ordenes		-	-	-	10,000.00	10,000.00	-	10,000.00	-	10,000.00	-	-	-

Agua Potable

Agua Purificada	lts / bat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	2,439.03	209,307.57	181,207.16	182,308.34	190,643.19	187,232.29	231,924.18	249,609.76	312,447.28	294,865.93	299,452.68	245,900.92	239,185.14

Stock Inicial : 0
 Tamaño de lote : 1x1
 Lead-time entrega : 0

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Periodo	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necesidades Brutas		209,307.57	181,207.16	182,308.34	190,643.19	187,232.29	231,924.18	249,609.76	312,447.28	294,865.93	299,452.68	245,900.92	239,185.14
Entradas Previstas		-											
Stock Final	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		209,307.57	181,207.16	182,308.34	190,643.19	187,232.29	231,924.18	249,609.76	312,447.28	294,865.93	299,452.68	245,900.92	239,185.14
Pedidos Planeados		209,307.57	181,207.16	182,308.34	190,643.19	187,232.29	231,924.18	249,609.76	312,447.28	294,865.93	299,452.68	245,900.92	239,185.14
Lanzamiento de ordenes		209,307.57	181,207.16	182,308.34	190,643.19	187,232.29	231,924.18	249,609.76	312,447.28	294,865.93	299,452.68	245,900.92	239,185.14

Botellón Policarbonato

Botellón	pza / bat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sanitizado	100.00	4,290.80	3,714.74	3,737.31	3,908.18	3,838.25	4,754.43	5,116.99	6,405.15	6,044.74	6,138.77	5,040.96	4,903.28

Stock Inicial : 0
 Tamaño de lote : 150
 Lead-time entrega : 0

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Período	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necesidades Brutas		4,290.80	3,714.74	3,737.31	3,908.18	3,838.25	4,754.43	5,116.99	6,405.15	6,044.74	6,138.77	5,040.96	4,903.28
Entradas Previstas		4,248	3,678	3,700	3,869	3,800	4,707	5,066	6,341	5,984	6,077	4,991	4,854
Stock Final	0	107	70	33	143	105	58	6	92	32	121	70	21
Necesidades Netas		42.91	-	-	6.51	-	-	-	57.66	-	29.49	-	-
Pedidos Planeados		150.00	-	-	150.00	-	-	-	150.00	-	150.00	-	-
Lanzamiento de órdenes		150.00	-	-	150.00	-	-	-	150.00	-	150.00	-	-

Detergente Alcalino Clorado

Botellón	LTS / BAT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sanitizado	0.50	21.45	18.57	18.69	19.54	19.19	23.77	25.58	32.03	30.22	30.69	25.20	24.52

Stock Inicial : 0
 Tamaño de lote : 4
 Lead-time entrega : 0

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Período	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necesidades Brutas		21.45	18.57	18.69	19.54	19.19	23.77	25.58	32.03	30.22	30.69	25.20	24.52
Entradas Previstas													
Stock Final	0	3	4	1	2	3	3	1	1	3	0	3	3
Necesidades Netas		21.45	16.03	14.71	18.26	17.45	21.22	22.80	30.83	29.05	27.75	24.95	21.47
Pedidos Planeados		24.00	20.00	16.00	20.00	20.00	24.00	24.00	32.00	32.00	28.00	28.00	24.00
Lanzamiento de órdenes		24.00	20.00	16.00	20.00	20.00	24.00	24.00	32.00	32.00	28.00	28.00	24.00

Dioxido de Cloro

Botellón	LTS / BAT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sanitizado	0.10	4.29	3.71	3.74	3.91	3.84	4.75	5.12	6.41	6.04	6.14	5.04	4.90

Stock Inicial : 0
 Tamaño de lote : 4
 Lead-time entrega : 0

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Período	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necesidades Brutas		4.29	3.71	3.74	3.91	3.84	4.75	5.12	6.41	6.04	6.14	5.04	4.90
Entradas Previstas													
Stock Final	0	3.7	4	0	0	1	4	3	0	2	0	3	2
Necesidades Netas		4.29	0.01	-	3.65	3.49	4.24	1.36	3.77	5.81	3.95	4.99	1.89
Pedidos Planeados		8.00	4.00	-	4.00	4.00	8.00	4.00	4.00	8.00	4.00	8.00	4.00
Lanzamiento de órdenes		8.00	4.00	-	4.00	4.00	8.00	4.00	4.00	8.00	4.00	8.00	4.00

Programa de Abastecimiento

Código de material	unidad de medida	MESES											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Agua Purificada	lts	85.82	74.29	74.75	78.16	76.77	95.09	102.34	128.10	120.89	122.78	100.82	98.07
Botellón Sanitizado	pza	42.91	37.37	39.08	38.38	38.38	51.17	64.05	60.45	61.39	50.41	49.03	0.00
Etiqueta PP adhesiva 9 x 25cm	und	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Taps con liner botellón	und	4000.00	4000.00	4000.00	4000.00	4000.00	8000.00	4000.00	8000.00	4000.00	8000.00	4000.00	0.00
Precinto Termomaterial	und	0.00	0.00	0.00	10000.00	10000.00	0.00	10000.00	0.00	10000.00	0.00	0.00	0.00
Agua Potable	lts	209307.57	181207.16	182308.34	190643.19	187232.29	231924.18	249609.76	312447.28	294865.93	299452.68	245900.92	239185.14
Botellón de Policarbonato	und	150.00	0.00	0.00	150.00	0.00	0.00	0.00	150.00	0.00	150.00	0.00	0.00
Detergente Alcalino Clorado	lts	24.00	20.00	16.00	20.00	20.00	24.00	24.00	32.00	32.00	28.00	28.00	24.00
Dioxido de Cloro	lts	8.00	4.00	0.00	4.00	4.00	8.00	4.00	4.00	8.00	4.00	8.00	4.00

ANEXO N°02-a. FORMATOS PROGRAMA 5'S

Tarjetas



No. _____

TARJETA ROJA

Fecha ____ / ____ / ____

Area: _____

Item: _____

Cantidad: _____

ACCION SUGERIDA

Agrupar en espacio separado

Eliminar

Reubicar

Reparar

Reciclar

Comentario: _____

Fecha p/concluir acción ____ / ____ / ____

TARJETA AMARILLA

N° _____

Fecha: ____ / ____ / ____

Área: _____

Categoría (marcar con una X):

Agua Aceite Residuo orgánico

Polvo Pintura Mal funcionamiento

Condiciones de las instalaciones

Acción del personal

Otro: _____

Descripción de la situación:

Acción a tomar:

Realizado por: _____

3"
6"

ANEXO N°02-b. FORMATOS PROGRAMA 5°S

	Requerimiento de Materiales de Limpieza	SIG-5S-For-006																																				
		Rev. 00																																				
Elaborado por: NGM	Elaborado por: NGM	Aprobado por: FRP																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Material Requerido</th> <th>U.M</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="4">V°B°</td> </tr> </tbody> </table>			N°	Material Requerido	U.M	Cantidad	1				2				3				4				5				6				7				V°B°			
N°	Material Requerido	U.M	Cantidad																																			
1																																						
2																																						
3																																						
4																																						
5																																						
6																																						
7																																						
V°B°																																						

ANEXO N°02-c. FORMATOS PROGRAMA 5'S

		Cronograma de Limpieza			SIG-5S-FOR-005
Elaborado por: NGM		Revisado por: NGM			Rev. 00
					Aprobado por: FRP
N°	Apellidos y Nombres	Area	Actividad	Fecha y Hora	Material Requerido
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
V°B°					

ANEXO N°02-d. INSPECCIÓN PROGRAMA 5'S

 <p>Corporación EBERIA S.A.C. ENVASES Y BEBIDAS DE AMÉRICA</p>	INSPECCIÓN RUTINARIA DE PROGRAMA 5'S	Aud-For-001
		Revisión: 00
		Aprobado por: FRP
Elaborado por: NGM	Revisor por: NGM	

AREA: _____ Responsable de área: _____ HORA: _____
 FECHA: _____
 INSPECCIONADO POR: _____

		SI	NO	N/A
1	Ambiente			
	1.1 Las paredes están limpias y en buen estado			
	1.2 las ventanas están limpias			
	1.3 La iluminación se mantiene conforme y limpia			
	1.4 Señales de seguridad visibles y limpias			
	1.5 Extintores en su lugar, accesibles y visibles			
2	Suelos y pasillos			
	2.1 Los pisos están limpios, secos y sin desperdicios de material innecesario			
	2.2 los pasillos y zonas de tránsito están libres de obstáculos			
	2.3 los pasillos y zonas de tránsito están delimitados			
3	Almacén			
	3.1 las áreas de almacenamiento y disposición de materiales están señalizadas			
	3.2 los materiales y agentes químicos almacenados se encuentran correctamente identificados			
	3.3 materiales colocados en su lugar, sin ocupar zonas de paso			
	3.4 materiales colocados de manera segura, limpia y ordenada			
4	Equipos			
	4.1 Maquinaria limpia y libre en su entorno de material innecesario			
	4.2 Maquinaria libre de filtraciones de agua, aceite o grasa			
	4.3 herramientas eléctricas cuentan con conexiones y cableado seguro			
	4.4 Las herramientas y máquinas cuentan con sus dispositivos de seguridad			
5	Productos Químicos			
	5.1 Están los productos químicos debidamente etiquetados			
	5.2 Se almacenan los productos, en lugares diseñados para ello			
	5.3 Las repisas, mesas y lugares de trabajo limpias de derrame de los productos			
	5.4 Se cuenta con materiales para absorber posibles derrames de productos			
6	Servicios Higiénicos			
	6.1 Cuentan con jabón líquido y toallas secadas			
	6.2 no existen filtraciones de agua			
	6.3 SSHH limpios			
	6.4 Señalización apropiada			
7	Herramientas			
	7.1 almacenadas en lugares adecuados donde cada herramienta tiene su lugar			
	7.2 se guardan limpias de aceite y grasa			
	7.3 las herramientas eléctricas tiene el cableado protegido			
	7.4 herramientas en condiciones seguras sin defectos			
8	Residuos			
	8.1 Puntos de acopio de residuos están colocados próximos			
	8.2 puntos de acopio señalizados y visibles			
	8.3 Se evita el rebose de los tachos de residuos			
	8.4 zona alrededor de tachos se encuentran limpias			
	8.5 Existen medios de limpieza a disposición del personal de área			

Comentarios: _____

Inspector

Responsable de área

ANEXO N°02-E. AUDITORIA PROGRAMA 5'S

		AUDITORIA 5S			Aud-For-001																						
					Fecha Elab: 01/11/2017																						
					Revisión: 00																						
Elaborado por: MZC		Revisor por: MZC		Aprobado por: FRP																							
Área de Inspección: _____				Auditor: _____																							
Fecha de Auditoría: _____				Responsable de área: _____																							
Sistema de puntuación				<table border="1"> <thead> <tr> <th>ASPECTO</th> <th>Máximo</th> <th>Real</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 - 5</td> <td>12</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2 - 5</td> <td>12</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3 - 5</td> <td>12</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4 - 5</td> <td>12</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5 - 5</td> <td>12</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>60</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			ASPECTO	Máximo	Real	1 - 5	12		2 - 5	12		3 - 5	12		4 - 5	12		5 - 5	12		Total	60	
ASPECTO	Máximo	Real																									
1 - 5	12																										
2 - 5	12																										
3 - 5	12																										
4 - 5	12																										
5 - 5	12																										
Total	60																										
0 Inexistente - No se aprecia ninguna realidad respecto a lo pre																											
1 Insuficiente - El grado de cumplimiento es menor al 40%																											
2 Bien - El grado de cumplimiento es mayor del 40%																											
3 Excelente - el grado de cumplimiento es mayor del 90%																											
1. ELIMINAR		0		1		2		3																			
1.1 ¿Se ha eliminado lo innecesario del almacén?																											
1.2 ¿Las herramientas más usadas se encuentran cerca?																											
1.3 ¿El area está libre de elementos ajenos a la producción?																											
1.4 ¿El piso se encuentra libre de elementos innecesarios?																											
2. CLASIFICAR		0		1		2		3																			
2.1 El espacio de trabajo es ordenado																											
2.2 Los materiales están clasificados según necesidad																											
2.3 Hay patrón de orden para uso de materia prima																											
2.4 Hay patrón de orden para retiro de producto terminado																											
3. ORDENAR		0		1		2		3																			
3.1 ¿Cuál es el nivel de limpieza en el área?																											
3.2 los materiales están debidamente envasados																											
3.3 los productos están debidamente envasados																											
3.4 los materiales líquidos están sellados																											
4. ESTANDARIZAR		0		1		2		3																			
4.1 los materiales están debidamente rotulados																											
4.2 los productos están debidamente rotulados																											
4.3 las instalaciones están debidamente definidas y señalizadas																											
4.4 todo el personal concuerda con el estandar de orde																											
5. MEJORAR		0		1		2		3																			
5.1 Se realiza la inspección regular del orden y limpieza																											
5.2 Se busc mejoras en los procedimientos																											
5.3 El personal realiza las labores de orden y limpieza automaticamente																											
5.4 Se mantienen charlas de orden y limpieza																											
Firma Auditor		Firma Responsable de Área																									

ANEXO N°03-A. PROCEDIMIENTOS INVENTARIOS: RECEPCIÓN

	Recepción de Materiales		Aud-For-001
			Revisión: 00
Elaborado por: NGM	Revisor por: NGM	Aprobado por: FRP	

1. Objetivo

Asegurar la entrega oportuna de los materiales e insumos de producción.

Asegurar la calidad solicitada de los materiales entregados al área de producción.

2. Alcance

Aplica al personal involucrado en las compras.

4. Responsabilidades

Gerente General (GG): Realiza la auditoría de cumplimiento del presente procedimiento

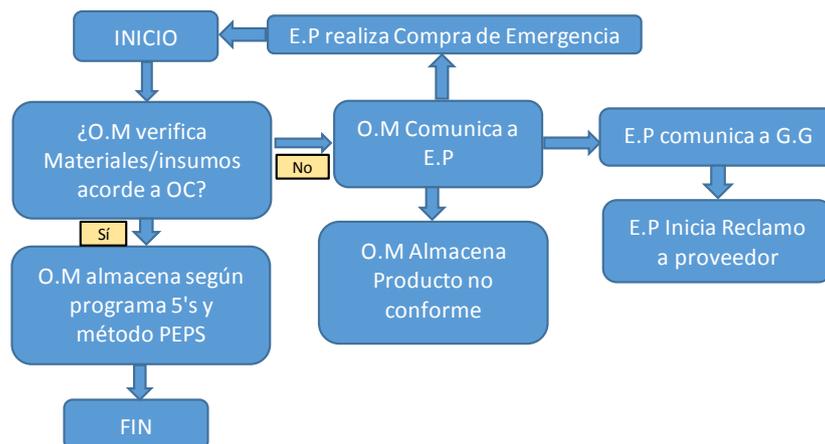
Encargado de Planta (EP): Cumplir y hacer cumplir el procedimiento.

Operario de Materiales (OM): Cumplir con todo lo establecido en el procedimiento y comunicar desviaciones.

5. Registros

Formato de Supervisión de Cumplimiento de Procedimientos (INV-FOR-001)

6. Flujo de Actividades



ANEXO N°03-B. PROCEDIMIENTOS INVENTARIOS: ABASTECIMIENTO

	Procedimiento de Abastecimiento		Aud-For-001
			Revisión: 00
Elaborado por: NGM	Revisor por: NGM	Aprobado por: FRP	

1. Objetivo

Asegurar el abastecimiento oportuno de los insumos y materiales
Asegurar la calidad requerida para una producción confiable y sin paradas.

2. Alcance

Aplica al personal involucrado en las compras y planificación de materiales

4. Responsabilidades

Gerente General (GG): Realiza la auditoría de cumplimiento del presente procedimiento

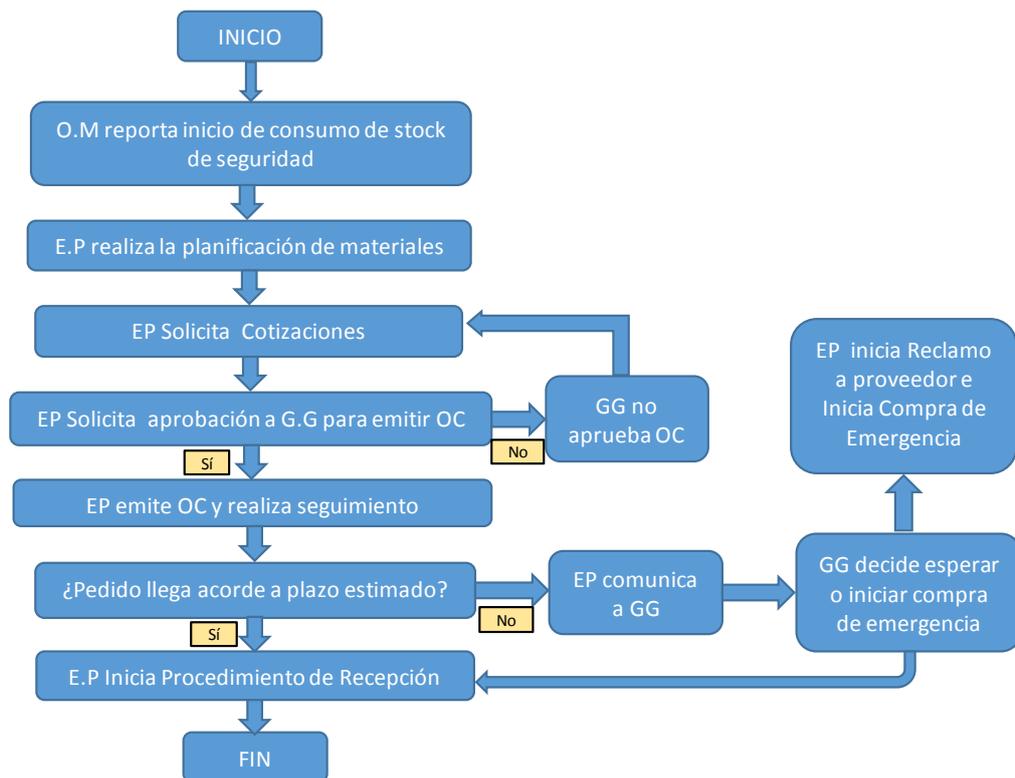
Encargado de Planta (EP): Cumplir y hacer cumplir el procedimiento.

Operario de Materiales (OM): Cumplir con todo lo establecido en el procedimiento y comunicar desviaciones.

5. Registros

Formato de Supervisión de Cumplimiento de Procedimientos (INV-FOR-001)

6. Flujo de Actividades



ANEXO N°03-C. PROCEDIMIENTOS INVENTARIOS: CONTROL INSUMOS

	Procedimiento de Control de Insumos e Inventarios		Aud-For-001
			Revisión: 00
Elaborado por: NGM	Revisor por: NGM	Aprobado por: FRP	

1. Objetivo

Asegurar el uso eficiente de los insumos

Asegurar la disponibilidad y cumplimiento de nivel de stock de seguridad de los materiales e insumos.

2. Alcance

Aplica al personal involucrado en las compras y planificación de materiales

4. Responsabilidades

Gerente General (GG): Realiza la auditoría de cumplimiento del presente procedimiento

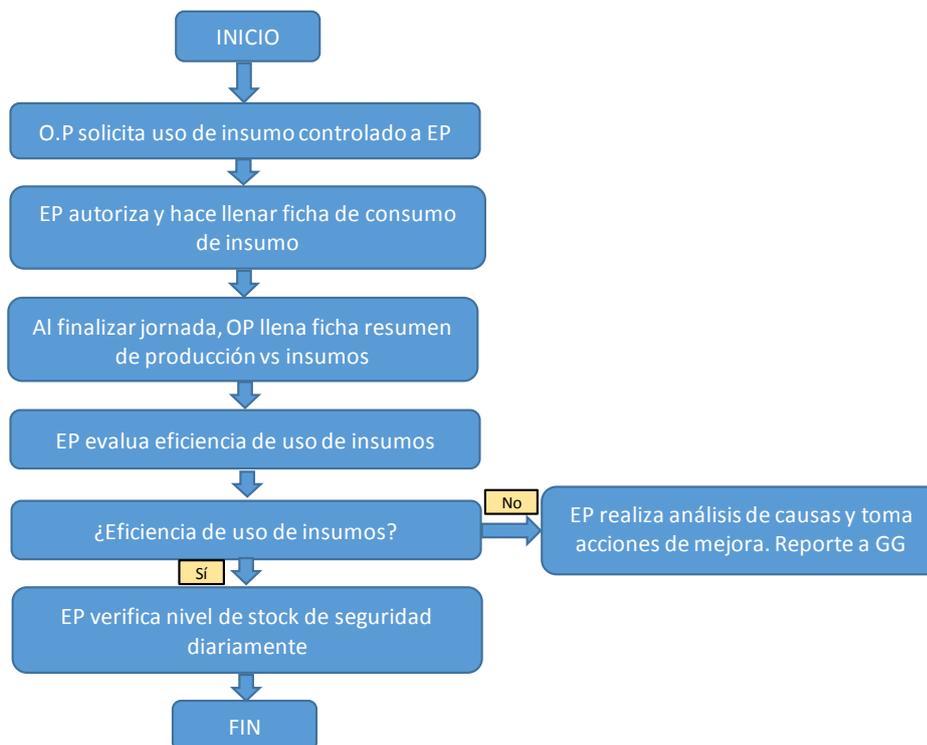
Encargado de Planta (EP): Cumplir y hacer cumplir el procedimiento.

Operario de Producción (OP): Cumplir con todo lo establecido en el procedimiento y comunicar desviaciones.

5. Registros

Formato de Supervisión de Cumplimiento de Procedimientos (INV-FOR-001)

6. Flujo de Actividades



ANEXO N°4. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

		PLAN ANUAL DE CAPACITACIONES												SIG-CAP-PL-01				
		Elaborado por: NGM	Revisado por NGM	Aprobado por FRP	Fecha:									Rev 00				
Fecha de Aprobación: Aprobado por: Gerencia General		Responsable Directo: Gerente General FORMA DE MONITOREO: REUNIONES PERIODICAS / ENTREGABLES MENSUALES FRECUENCIA DE MONITOREO: MENSUAL																
		Objetivo Específico	Indicador	Línea de Base	Meta	Cronograma de Ejecución 2021												Resp
1.6	Implementar un Plan de Capacitación , concientización y desarrollo de competencias en Gestión de Inventarios y Gestión de la producción	% AVANCE	0	100%	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Gerente General	
Actividades		Detalle																
1.6.1	Entrenamiento Diario de Seguridad (EDS)	Reunión diaria de 5 minutos en SSO.															EP	Los Jefes de Area realizarán 01 Charla de 05 minutos semanalmente.
1.6.2	Capacitación Integral	Filosofía 5's															Externa	Todo el Personal
1.6.3	Capacitación en Sistema de Gestión de Inventarios	Gestión de Compras															Externa	Encargado de Planta, Gerente General, Operario de Materiales, Coordinador de Pedidos, Repartidores
1.6.4	Capacitación en Sistema de Gestión de Inventarios	Gestión de Proveedores															Externa	Encargada de Planta, Gerente General
1.6.5	Capacitación en Sistema de Gestión de Inventarios	Gestión de Almacenes															Externa	Encargado de Planta, Gerente General, Operario de Materiales
1.6.6	Capacitación en Gestión de la Producción	Sistema MRP															Externa	Encargado de Planta, Gerente General
1.6.7	Capacitación en Gestión de la Producción	Análisis de Restricciones de la producción															Externa	Encargado de Planta, Gerente General
1.6.8	Capacitación en Gestión de la Calidad	Introducción a los Sistemas de Gestión															Externa	Todo el Personal
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #90EE90; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> C CUMPLIO </div> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #FFD700; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> P EN PROCESO </div> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #FF0000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> NC NO CUMPLIO </div> </div>																		

ANEXO N°5. SUPERVISIÓN Y GESTIÓN DE INVENTARIOS

	Supervisión de Cumplimiento de Procedimientos de Trabajo Estandarizados	INV-FOR-001
		Revisión: 00
Elaborado por: NGM	Revisor por: NGM	Aprobado por: FRP

Area:	Responsable de Área:	Fecha:	Nivel de Cumplimiento			
Inspeccionado por:			Malo	Regular	Bueno	TOTAL
1. Procedimientos de Recepción			1	2	3	
1.1 Recepción inicia con la contrastación de los materiales y la orden de compra.						
1.2 Las disconformidades son comunicadas al Encargado de Planta						
1.3 Se reciben los documentos indicados en orden de compra						
1.4 Personal que descarga materiales cuenta con EPP						
1.5 Materiales son almacenados según principio PEPS						
1.6 Materiales peligrosos cuentan con hoja de seguridad, y rotulación						
1.7 Documentación es archivada según cronología y según proveedor						
2. Procedimiento de Abastecimiento						
2.1 Se comunica de inmediato consumo del stock de seguridad de los materiales						
2.2 Se planifican necesidades						
2.3 Se realizan las cotizaciones respectivas						
2.4 Se solicita aprobación de Gerencia para emitir orden de compra						
2.5 Se emiten órdenes de compra y realiza seguimiento						
2.6 Ante incumplimiento de plazos se realizan compras de emergencia						
3. Manejo de Inventarios y Control de Insumos						
3.1 Se realizan reportes diarios del consumo de insumos						
3.2 Se evalúa la eficiencia del uso de los insumos y toman acciones						
3.3 Los materiales son empleados según el principio PEPS						
3.4 Los productos terminados son distribuidos según principio PEPS						
3.5 El nivel de stock de seguridad es controlado permanentemente						

Inspector

Responsable de área

“Propuesta de mejora en gestión de producción y logística mediante el MRP e inventarios para reducir costos operativos de una embotelladora de agua de la ciudad de Trujillo.”

ANEXO N°6. ESTUDIO DE TIEMPOS

Estudio núm:01										Fecha: DICIEMBRE 2019										Página: 01																						
Operación: Producción de Bidones x 20 lts										Operario: Miguel Chavez										Observador: Marco																						
Elemento	Núm	Y	1 Selección				2 Traslado hacia Prelavado				3 Lavado				4 Enjuague I				5 Traslado a Desinfección				5 Desinfección				5 Enjuague II				5 Envasado				5 Etiquetado				5 Traslado a almacén PT			
			Nota	Ciclo	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN		
	1	1	1.9	1.11	1.11	1	2	0.1	0.1	1	6.29	4.29	4.286	1	7.5	1.211	1.21	1	8.39	0.9	0.9	1	8.45	0.06	0.06	1	8.5	0.05	0.05	1	8.842	0.34	0.34	1	9.192	0.35	0.35	1	9.517	0.32	0.32	
	2	1	2.05	0.99	0.99	1	2.52	0.47	0.47	1	6.73	4.21	4.207	1	8.7	1.985	1.98	1	9.44	0.72	0.72	1	9.6	0.17	0.17	1	9.8	0.2	0.2	1	10.08	0.28	0.28	1	10.14	0.06	0.06	1	10.51	0.37	0.37	
	3	1	2.1	1.5	1.5	1	2.76	0.66	0.66	1	4.92	2.16	2.157	1	6.6	1.65	1.65	1	7.65	1.08	1.08	1	7.76	0.1	0.1	1	7.77	0.01	0.01	1	7.935	0.17	0.17	1	7.935	0	0	1	8.244	0.31	0.31	
	4	1	1.9	0.72	0.72	1	2.04	0.14	0.14	1	4.58	2.54	2.541	1	6.5	1.876	1.88	1	7.47	1.01	1.01	1	7.5	0.03	0.03	1	7.84	0.34	0.34	1	8.123	0.28	0.28	1	8.278	0.16	0.16	1	8.602	0.32	0.32	
	5	1	2.04	1.62	1.62	1	2.49	0.45	0.45	1	6.01	3.52	3.516	1	7.4	1.4	1.4	1	8.17	0.76	0.76	1	8.31	0.13	0.13	1	8.6	0.3	0.3	1	9.099	0.5	0.5	1	9.393	0.29	0.29	1	9.801	0.41	0.41	
	6	1	2.02	1.29	1.29	1	2.73	0.71	0.71	1	6.46	3.73	3.73	1	8	1.566	1.57	1	8.59	0.56	0.56	1	9.04	0.45	0.45	1	9.28	0.24	0.24	1	9.279	0	0	1	9.369	0.09	0.09	1	9.839	0.47	0.47	
	7	1	2.1	1.5	1.5	1	2.28	0.18	0.18	1	6.04	3.76	3.756	1	7.6	1.566	1.57	1	7.78	0.17	0.17	1	8.16	0.38	0.38	1	8.3	0.15	0.15	1	8.467	0.17	0.17	1	8.907	0.44	0.44	1	9.068	0.16	0.16	
	8	1	2.05	0.82	0.82	1	2.77	0.72	0.72	1	7.17	4.4	4.396	1	8.6	1.457	1.46	1	9.61	0.98	0.98	1	10	0.43	0.43	1	10.5	0.5	0.5	1	10.54	0	0	1	10.98	0.43	0.43	1	11.02	0.05	0.05	
	9	1	2.01	1.47	1.47	1	2.48	0.47	0.47	1	4.7	2.23	2.225	1	6	1.294	1.29	1	6.22	0.22	0.22	1	6.63	0.41	0.41	1	6.79	0.17	0.17	1	6.816	0.02	0.02	1	7.058	0.24	0.24	1	7.518	0.46	0.46	
	10	1	1.99	1.19	1.19	1	2.37	0.38	0.38	1	6.64	4.27	4.268	1	7.7	1.106	1.11	1	7.89	0.14	0.14	1	8.37	0.48	0.48	1	8.43	0.07	0.07	1	8.844	0.41	0.41	1	9.235	0.39	0.39	1	9.497	0.26	0.26	
	11	1	1.98	1.29	1.29	1	2.17	0.19	0.19	1	4.33	2.16	2.163	1	5.7	1.335	1.34	1	6.07	0.41	0.41	1	6.53	0.46	0.46	1	6.72	0.19	0.19	1	6.779	0.06	0.06	1	7.264	0.49	0.49	1	7.485	0.22	0.22	
	12	1	2.02	1.56	1.56	1	2.26	0.24	0.24	1	5.09	2.83	2.831	1	6.6	1.549	1.55	1	7.54	0.91	0.91	1	8.03	0.49	0.49	1	8.29	0.26	0.26	1	8.412	0.12	0.12	1	8.796	0.38	0.38	1	8.842	0.05	0.05	
	13	1	2.12	1.03	1.03	1	2.51	0.39	0.39	1	6.91	4.4	4.401	1	8.8	1.903	1.9	1	9.32	0.5	0.5	1	9.61	0.29	0.29	1	9.82	0.21	0.21	1	10.01	0.19	0.19	1	10.25	0.23	0.23	1	10.74	0.49	0.49	
	14	1	1.98	1.4	1.4	1	2.06	0.08	0.08	1	4.65	2.59	2.588	1	5.8	1.173	1.17	1	6.13	0.31	0.31	1	6.21	0.09	0.09	1	6.61	0.39	0.39	1	7.008	0.4	0.4	1	7.149	0.14	0.14	1	7.305	0.16	0.16	
	15	1	1.94	1.13	1.13	1	2.64	0.7	0.7	1	5.9	3.27	3.268	1	7.8	1.871	1.87	1	8.27	0.49	0.49	1	8.61	0.34	0.34	1	8.99	0.38	0.38	1	9.311	0.32	0.32	1	9.643	0.33	0.33	1	9.843	0.2	0.2	
	16	1	2.12	1.68	1.68	1	2.18	0.06	0.06	1	4.24	2.06	2.064	1	5.3	1.014	1.01	1	5.56	0.3	0.3	1	5.75	0.19	0.19	1	6.02	0.27	0.27	1	6.091	0.07	0.07	1	6.279	0.19	0.19	1	6.693	0.41	0.41	
	17	1	1.98	1.23	1.23	1	2.03	0.05	0.05	1	6.44	4.41	4.413	1	8	1.522	1.52	1	8.84	0.88	0.88	1	9.26	0.42	0.42	1	9.7	0.44	0.44	1	10.03	0.33	0.33	1	10.32	0.3	0.3	1	10.58	0.26	0.26	
	18	1	1.94	1.35	1.35	1	2.72	0.78	0.78	1	7.32	4.6	4.597	1	8.5	1.158	1.16	1	9.52	1.04	1.04	1	9.76	0.24	0.24	1	9.88	0.12	0.12	1	10.22	0.34	0.34	1	10.46	0.24	0.24	1	10.65	0.19	0.19	
Resumen																																										
TO total			22.89				6.77				61.41				26.64				11.40				5.16				4.28				4.00				4.76				5.11			
Calificación																																										
TN total			22.89				6.77				61.41				26.64				11.40				5.16				4.28				4.00				4.76				5.11			
Núm. de observ.			18.00				18.00				18.00				18.00				18.00				18.00				18.00				18.00				18.00				18.00			
TN promedio			1.27				0.38				3.41				1.48				0.63				0.29				0.24				0.22				0.26				0.28			
% de suplementos			0.10				0.10				0.10				0.10				0.10				0.10				0.10				0.10				0.10				0.10			
Tiempo est. Elem.			1.40				0.41				3.75				1.63				0.70				0.32				0.26				0.24				0.29				0.31			
ESTACION	Selección		Traslado hacia Lavado				Lavado				Enjuague I				Traslado a Desinfección				Desinfección				Enjuague II				Envasado				Etiquetado				Traslado a almacén P.T							
Tiempo estándar	1.40		0.41				3.75				1.63				0.70				0.32				0.26				0.24				0.29				0.31							
Tiempo estándar total (suma de tiempo estándar de todos los elementos):																														9.31												

“Propuesta de mejora en gestión de producción y logística mediante el MRP e inventarios para reducir costos operativos de una embotelladora de agua de la ciudad de Trujillo.”