



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“Implementación de un sistema de planificación agregada de la producción para incrementar la productividad en la ladrillera Pakatnamú SAC, 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Industrial

AUTORES:

Gálvez Castañeda, Milagros Yomira (ORCID: 0000-0002-1791-4605)

Valencia Carrera, Lucero Lizet (ORCID: 0000-0003-3987-3688)

ASESORES:

Mg. Mendoza Ocaña, Carlos (ORCID: 0000-0003-0476-9901)

Mg. Moncada Vergara, Luz (ORCID: 0000-0003-1595-7131)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

**CHEPÉN – PERÚ
2019**

DEDICATORIA

Gracias a Dios, por guiarnos a lo largo de este camino, y no dejarnos caer ante las adversidades que se nos han presentado.

Con mucho cariño, dedicamos dicha investigación a nuestros padres, por ser nuestro apoyo y soporte a lo largo de este camino.

A cada uno de nuestros docentes por inculcarnos la perseverancia, y darnos el empuje durante los 5 años académicos.

AGRADECIMIENTO

Muchas gracias a todas las personas que contribuyeron para que se dé posible la culminación de la carrera universitaria y lograron que nuestras metas y objetivos trazados se cumplan.

Un profundo agradecimiento a nuestros maestros por las enseñanzas compartidas a lo largo de la carrera, y así culminar con éxito el nivel académico.

Así mismo a nuestros familiares que a lo largo de este camino nos brindaron su apoyo de manera incondicional y nos enseñaron que debemos vencer las adversidades que se nos presenten.

Página del Jurado

Página del Jurado

Declaratoria de Autenticidad

Milagros Yomira Gálvez Castañeda con DNI N° 73662755 y Lucero Lizet Valencia Carrera con DNI N° 76929393, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chepén, 6 de diciembre del 2019



Gálvez Castañeda, Milagros Yomira

DNI: 73662755



Valencia Carrera, Lucero Lizet

DNI: 76929393

Índice	Pág.
Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	vi
Índice	vii
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. Introducción	1
II. Método	20
2.1. Tipo de estudio y diseño de investigación	20
2.2. Operacionalización de variables identificación de variables	20
2.3. Población, muestra y muestreo	23
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	23
2.5. Procedimiento	24
2.6. Métodos de análisis de datos	25
2.7. Aspectos éticos	25
III. Resultados	26
IV. Discusión	53
V. Conclusiones	55
VI. Recomendaciones	57
Referencias	58
Anexos	60
Anexo 1 Formato de pronóstico de la demanda	60
Anexo 2 Formato de plan agregado de producción	60
Anexo 3 Formato de plan maestro de producción	61
Anexo 4 Formato de MRP	61
Anexo 5 Formato de registro de inventarios	62
Anexo 6 Formato de planificación de materiales	62
Anexo 7 Formato Guía de observación	63
Anexo 8 Entrevista	64

Índice de tablas

Tabla 1:	Variables de operacionalización	22
Tabla 2:	Resumen de pronóstico	32
Tabla 3:	Pronóstico de la demanda	32
Tabla 4:	Resumen de costo actual y propuesto	33
Tabla 5:	Resultados de programación lineal	35
Tabla 6:	Resumen de plan maestro de producción	38
Tabla 7:	Resumen MRP ladrillo tipo hueco	46
Tabla 8:	Resumen MRP ladrillo tipo macizo	46
Tabla 9:	Resumen MRP ladrillo tipo perforado	47
Tabla 10:	Resumen MRP ladrillo tipo revestido	48
Tabla 11:	Resumen MRP ladrillo tipo armado	48
Tabla 12:	Productividad inicial	50
Tabla 13:	Productividad futura	51
Tabla 14:	Comparativa de productividades	51
Tabla 15:	Comparativa de productividades	53
Tabla 16:	Resumen de prueba de normalidad	53
Tabla 17:	Resumen de prueba T-Student	53
Tabla 18:	Producción mensual por producto	70
Tabla 19:	Datos históricos	71
Tabla 20:	Promedio de producción mensual	72
Tabla 21:	Diagrama de Pareto	72
Tabla 22:	Pronóstico Móvil Simple n=3	73
Tabla 23:	Pronóstico Móvil Simple n=4	74
Tabla 24:	Pronóstico Móvil Ponderado n=3	75
Tabla 25:	Ponderaciones n=3	75
Tabla 26:	Pronóstico Móvil Ponderado n=4	76
Tabla 27:	Ponderaciones n=4	76
Tabla 28:	Suavización exponencial - $\alpha=0.2$	77
Tabla 29:	Suavización exponencial - $\alpha=0.9$	78
Tabla 30:	Costos actuales	79
Tabla 31:	Datos base	79
Tabla 32:	Plan agregado de la producción Adaptación de la demanda	80

<u>Tabla 33:</u>	Datos base para adaptación de la demanda	80
<u>Tabla 34:</u>	Plan agregado de la producción - estrategia mixta	81
<u>Tabla 35:</u>	Datos base para estrategia mixta	82
<u>Tabla 36:</u>	Plan Maestro de producción - Ladrillo Hueco	86
<u>Tabla 37:</u>	Plan Maestro de producción - Ladrillo Macizo	87
<u>Tabla 38:</u>	Plan Maestro de producción - Ladrillo Perforado	88
<u>Tabla 39:</u>	Plan Maestro de producción - Ladrillo Revestido	89
<u>Tabla 40:</u>	Plan Maestro de producción - Ladrillo Armado	90
<u>Tabla 41:</u>	Plan de requerimiento de materiales para ladrillo Hueco	91
<u>Tabla 42:</u>	Plan de requerimiento de materiales para ladrillo Macizo	92
<u>Tabla 43:</u>	Plan de requerimiento de materiales para ladrillo Perforado	93
<u>Tabla 44:</u>	Plan de requerimiento de materiales para ladrillo Revestido	94
<u>Tabla 45:</u>	Plan de requerimiento de materiales para ladrillo Armado	95
<u>Tabla 46:</u>	Tabla de productividad inicial de mano de obra	96
<u>Tabla 47:</u>	Pruebas de normalidad	98
<u>Tabla 48:</u>	Pruebas de muestras emparejadas	98

Índice de figuras

<u>Figura 1:</u>	Proceso de producción de ladrillo	28
<u>Figura 2:</u>	Resumen del proceso de fabricación de ladrillo	29
<u>Figura 3:</u>	Proceso detallado	29
<u>Figura 4:</u>	Organigrama de la empresa	30
<u>Figura 5:</u>	Lista de materiales (BOM) - Ladrillo tipo hueco	40
<u>Figura 6:</u>	Lista de materiales (BOM) - Ladrillo tipo macizo	41
<u>Figura 7:</u>	Lista de materiales (BOM) - Ladrillo tipo perforado	42
<u>Figura 8:</u>	Lista de materiales (BOM) - Ladrillo tipo Revestido	43
<u>Figura 9:</u>	Lista de materiales (BOM) - Ladrillo tipo Armado	44

Resumen

A lo largo de los años, la fabricación de ladrillos se ha llegado a transformar en una de las manufacturas más antiguas a nivel mundial.

En el Perú, gran porcentaje de organizaciones se dedica a esta labor de una manera artesanal, lo que conlleva a un proceso inapropiado de fabricación, provocando que el producto final no tenga las características necesarias para cumplir con los estándares de calidad.

En este estudio se muestra a una empresa, cuyo rendimiento va disminuyendo a causa de la ausencia de un sistema de plan agregado de la producción que le permita contar con los insumos, materiales y trabajadores en el tiempo y en la cantidad requerida, en repetidas ocasiones los insumos son faltantes o exceden durante el proceso productivo.

Para dar solución a la problemática se aplicó el sistema de plan agregado de la producción, para este caso se han considerado las siguientes herramientas: demanda pronosticada, plan agregado de producción, la programación lineal, MPS y el MRP.

De lo descrito anteriormente, la propuesta planteada sobre la aplicación de esta herramienta resultó favorable, por lo que logró que la productividad aumente en un 11,7%, obteniendo cero inventarios y con ellos la eliminación en los costos de almacenamiento, optimando los tiempos de entrega, identificando los importes de materia prima, insumos, obreros y materiales necesarios para el proceso productivo, cumpliendo con los despachos programados en los periodos establecidos. Además, se obtuvo un mejor servicio al cliente. Por lo mencionado, es recomendable aplicar el sistema PAP.

Palabras clave: Planificación agregada, sistema, productividad, producción.

Abstract

Brick making has become one of the oldest industries in the world. In Peru, a large part of the companies dedicated to this work have been carried out in an artisanal way with an inadequate control of the manufacturing process, causing that the finished product does not possess the necessary characteristics to accomplish with quality standards.

This study shows a company, whose performance is decreasing due to the lack of an aggregate production planning system that allows to have the consumables, materials and labor in time and in the amount required, in Repeatedly, inputs are missing or exceed during the production process.

To solve the problem, the aggregate production planning system was applied, for this case the following tools have been considered: the forecast of the demand (base of the aggregate plan), aggregate production plan, linear programming, the plan Production master and materials requirement plan.

From the above, the proposal proposed on the application of this tool was favorable, since it managed to increase productivity by 11.7%, obtaining zero inventories and with them the elimination of storage costs, optimizing delivery times, identifying the quantities of raw material, supplies, labor and materials necessary for the production process, complying with the dispatches scheduled in the established periods. In addition, better customer service was obtained. Therefore, it is advisable to apply the aggregate production planning system.

Keywords: Aggregate planning, system, productivity, production.

I. INTRODUCCIÓN

A la actualidad, fabricar ladrillos, está considerado como un proceso productivo sujeto al sector de minas, desde el cual, mediante el aprovechamiento de canteras de arcilla, se obtiene el insumo principal.

Desde tiempos antiguos, el ladrillo ha estado presente desde el inicio y desarrollo del hombre, estos fomentaron los primeros cimientos, aunque eran materiales no tan duraderos, cumplieron con su objetivo, el cual era refugiar a la humanidad ante cualquier peligro que se presente. Hoy en día, se puede apreciar grandes monumentos y templos antiguos, los cuales perduran aún.

La fabricación de ladrillos es una de las labores artesanales que perduran desde la antigüedad. El ladrillo viene a ser una alternativa masiva como material de construcción en casi todos los países, gracias a sus características que ayudan a la solidez y una arquitectura distinguida en todas las obras utilizadas.

Es el material más antiguo y más usados por el hombre desde hace muchos años hasta hoy, se dice que alrededor del 70% de las construcciones a nivel mundial son a base de tierra. Llegó a considerarse como un material de construcción de las antigua Palestina y la gran Mesopotamia, donde en esos tiempos solo contaban con madera y piedras, así mismo, este ya era utilizado por las tribus indígenas de la antigua América. A lo largo del tiempo, los procesos y técnicas utilizadas en la producción han ido evolucionando constantemente. Las empresas tratan de producir niveles adecuados, con menores costos, mayores ganancias y utilizando de manera óptima los recursos empleados para ofrecer productos de excelente calidad, generando confianza en el cliente y ubicarse como la ladrillera con mayor potencial y capacidad.

En el ámbito nacional, las organizaciones productoras de ladrillos, están distribuidas de manera considerable. La mayor parte de estas, se ubica en Lima, afueras o periferias. Por otro lado, las micro, medianas y pequeñas empresas, las podemos encontrar en todo el territorio.

Estas ladrilleras, normalmente están ubicadas cerca de las canteras, de las cuales pueden abastecerse de los insumos principales.

La gran mayoría de entidades dedicadas a este rubro, realizan un trabajo artesanal, bajo un inapropiado proceso de producción, equipamiento y de insumos principales. Puesto que, al realizarlo de esta manera, ocasiona que el producto final, no cuente con las características y estándares establecidos por las leyes y normas internacionales de calidad.

El ladrillo, elaborado en enormes cantidades, hasta hoy sigue siendo uno de los primordiales y principales materiales de las obras civiles, gracias a su sostenibilidad y debilidad en la construcción.

Actualmente la industria ladrillera, produce aproximadamente un promedio de diez millones de toneladas al año, lo cual equivale a 1,600 millones, valuó la Asociación Ladrillera de Cerámicos del Perú. Se logró identificar que un 35% de ladrillos son provenientes de fuentes formales y certificadas y un 65% son provenientes de empresas no formales.

En Lima encontramos cerca de 25 empresas ladrilleras, por otro lado en provincias alcanzan alrededor de 40 ladrilleras, tanto en la capital como en el sector interno , muchas de estas empresas son informales , la mayoría de estas presentan problemas de insumos , porque se determina un diseño y debido al cambio de materiales que intervienen en su elaboración , no cumplen con los requisitos del diseñador, como consiguiente este tipo de empresas no cuentan con un seguimiento respectivo por parte de las autoridades o miembros de la municipalidad , puesto a que estos hacen caso omiso al diseño o calidad que puede presentar el producto, o si este cumple con las exigencias del diseño.

La lucha contra la informalidad viene siendo un problema que aqueja durante muchísimo tiempo, es un trabajo pendiente en el mercado ladrillero, y dentro de la perspectiva de la empresa.

La mayoría de estas empresas cuentan con un RUC que los identifique, pero no tienen un sistema de control medio-ambiental, ni con documentaciones, las cuales no les permite facturar en un 100%, sin embargo, esto no es impedimento puesto que el mercado ladrillero continua con una demanda creciente. Finalizando junio creció en un 7% respecto a lo del año pasado.

Por otro lado, el sector económico de la industria ladrillera a nivel internacional como es Colombia encargada de exportar 214.7 millones de materiales de obra, en el cual 65.260 millones pertenecen al despacho de los ladrillos de concreto, en Colombia se produce alrededor de 376.94 toneladas mensuales de ladrillo. El Perú es uno de los primeros territorios considerados una fuente productora de éste material.

La ladrillera PAKATNAMU S.A.C 2019, es una empresa encargada de producir y vender diferentes tipos de ladrillos; ubicada en el mercado por más de 15 años, hasta hoy se encuentra vigente, siendo ya reconocida por la población, esta a su vez cuenta con la facultad idónea de comercializar sus artículos en excelentes condiciones que exige la Organización internacional para la estandarización (ISO) en nuestro mercado peruano. Desde hace tres años, atraviesa una serie de conflictos, y por eso busca frecuentemente la mejora de todas sus etapas productivas, en base a lo establecido por los estándares de calidad, la cual indica que toda empresa debe planear y por consiguiente, desarrollar las transformaciones requeridas para la obtención del producto final.

Tomando en cuenta que la ladrillera se encuentra localizada en Pacasmayo, donde existen pequeñas empresas del mismo rubro, lo cual ocasiona un enfrentamiento a un campo donde la competitividad va aumentando continuamente; por lo cual, se ve obligado a mejorar en sus métodos de fabricación y fomentar el crecimiento de la rentabilidad de la organización.

Es por ello por lo que se aplicaran métodos los cuales influyen en el aumento de la productividad, minimización de costes y mejor manejo y control de la materia e insumos que participan en la elaboración y elaboración de los ladrillos.

En las visitas realizadas, se identificaron las siguientes situaciones conflictivas: la ladrillera Pakatnamú no tiene un método de planificación de la producción, esto se dedujo tras observar que el número de trabajadores, insumos y materiales que se necesitan, no se encuentran disponibles dentro de los tiempos de producción. No llevan el control requerido de cuánto es lo que van a producir y en qué periodo, en repetidas ocasiones los insumos son faltantes o se exceden durante el proceso productivo.

Llevan una relación de la cantidad de pedidos que les solicitan o la cantidad de materiales e insumos que necesitan comprar en una libreta lo cual se les hace mucho

más trabajoso y a su vez confuso durante el cumplimiento de un producto, o durante el reconocimiento de materiales o insumos que se van a necesitar.

Los espacios o sus áreas son reducidas, expuestos a que puede ocurrir algún accidente, no hay un orden adecuado de las mismas, y no se toma medidas correctivas al respecto, los insumos y materiales muchas veces se encuentran en la intemperie.

Por otro lado, tomando en cuenta que los inventarios son una pieza fundamental en toda organización empresarial, pues son los medios decisivos de los materiales que sobran o faltan dentro de la empresa, se evidencia que ésta no tiene definida su política de control de entrada y salida de las existencias. Todo esto ha generado que la eficiencia y eficacia se vean afectadas al no cumplir con los pedidos en el tiempo establecido y la disminución en el rendimiento de la empresa.

Por lo anteriormente mencionado, se aprecia que la empresa presenta una serie de problemáticas que afectan a la productividad, por ello para dar la solución correspondiente se implementará un sistema de planeación agregada de la producción, utilizando distintas herramientas útiles para obtener una valoración del estado real de la entidad y para medir los efectos después de implementado el sistema. Las herramientas para usar son: MRP y programación lineal enfocada a minimizar los costes de producción, el indicador productividad con la finalidad de calcular rendimiento actual y a futuro.

Referente a lo ya mencionado lo que se quiere lograr es un incremento en la productividad, a través de una mejor atención al cliente, mediante la entrega a tiempo de los productos en el tiempo establecido, un mejor control y manejo sobre la entrada y salida de existencias, a su vez contar con un eficiente manejo de los medios, con la finalidad de no tener un incremento en los costos, ni tener insumos faltantes o pedidos de más, que afecten la demanda. Asimismo, asegurar la calidad y compromiso para una mejor atención y entrega del producto terminado, con la finalidad de que este llegue en óptimas condiciones a manos de nuestros clientes, brindando seguridad y fidelidad a la compañía.

De esta manera se logrará abarcar el mercado en el sector construcción, teniendo una gran participación de nuestra marca, garantizando calidad y variedad de productos a precios accesibles y competitivos.

Como (VÁSQUEZ, 2014) mediante su tesis “Propuesta de un sistema de planificación de la producción aplicado a una empresa ladrillera dedicada a la fabricación de ladrillo artesanal”, bajo la finalidad de obtener el título de ingeniero industrial en la Universidad Católica del Perú. Su fin principal es valorar la proposición planteada de un sistema de planificación utilizando un MRP, el cual traerá cambios respecto al que se utilizará en ese entonces. Se hará uso de un plan agregado de la producción (PAP), mediante el cual se incrementará la eficiencia y asimismo disminuirá el coste de elaboración durante el proceso productivo. Finalmente concluyó que, mediante la utilización del plan agregado de la producción de modo eficaz, la eficiencia del proceso incrementará en un 8% respecto al primer periodo de 24 exámenes, por otro lado, el JIT también es considerado por que logrará de manera satisfactoria que la productividad incremente.

Por otro lado, (MIÑAN, 2015) con su tesis: “Diseño de un sistema de planificación agregada para la producción de ladrillos de arcilla en una compañía ladrillera de la ciudad de Chimbote” con el fin de obtener el grado profesional de Ingeniero Industrial de la Universidad Cesar vallejo, Chimbote. Contaba con un objetivo general el cual era reconocer las diferentes cualidades que deben estar presentes en el modelo y/o diseño de un sistema PAP de dichos ladrillos. Se llevó un control de las ventas existentes. Respecto a los resultados se estableció que a través de la ejecución de un plan agregado de la producción se obtuvieron los siguientes costos que varían entre s/. 1 246 415 y s/. 1 469 758. Asimismo, se pudo optimizar un valor de 1 148 700. Finalmente se asumió que, mediante la aplicación de un sistema de planeación agregada, este disminuirá los costos operativos, se pudo apreciar que mediante la implementación de éste método se obtendrá una disminución de S/.39.00 por toneladas fabricadas que representa un ahorro de 13.24%.

A su vez (JIMENEZ , 2014) en su investigación “Propuesta de un sistema de planificación de la producción aplicado a una empresa dedica a la fabricación de Ladrillos de Concreto”, cuya finalidad fue la implementación de un sistema de planeación de la producción en la organización. Mediante la aplicación de dicho sistema, se puede anticipar los pedidos y no afectar a los costos de la empresa, además de una atención eficiente a los clientes. A su vez, se estima que el pronóstico propuesto es mejor que el que posee la compañía. Dicho pronóstico cuenta con una técnica de secuencias de tiempo que proporciona un menor error. Por lo tanto, el sistema que se

propuso en base al pronóstico estacional multiplicativo. Finalmente, se ha concluido que la metodología propuesta es más eficiente, puesto que reduce los inventarios y los costos.

De la misma forma (HERRERA, 2014), en su presente investigación:” Diseño de un plan agregado de la producción para mejorar las operaciones de la división de planeación y control de la producción de la ladrillera Mr. Ladrillo – Chimbote”.

Tiene como fin principal en perfeccionar la planificación de las operaciones. El método que se utilizó es de tipo diseño transversal y diseño no experimental. Finalmente se dedujo que con el nuevo diseño de PAP se logró optimizar las labores en la empresa, reduciendo en un 37% la penalización por no entregar el pedido a tiempo, y así aumentando la fuerza de trabajo en un 45%, por otro lado, se produce una baja en la contratación alcanzando un 30%, y un 25 % en el de subcontratación.

Asimismo, (CORADO, 2014), con su siguiente investigación “Planeación agregada de la producción en una organización dedicada a la fabricación y distribución de ladrillos “con el fin de obtener el título de Administrador de Empresas en la Universidad de San Carlos de Guatemala. El fin principal fue de evidenciar que, a través de la ejecución de una planeación agregada, es posible optimizar la producción y con ello la eficiencia. La empresa poseía una cabida de 20,000 ladrillos mensuales y el aumento de pedidos ascendía a un aproximado de 25,000 por día.

Se apreció que la inadecuada planificación, trajo como consecuencia la insatisfacción de los clientes. Esta conclusión, se convierte en un gran aporte para realizar una adecuada planeación agregada iniciando por un pronóstico de demanda.

Finalmente (CORDERO, 2015), en su investigación “Propuesta del sistema de Planeación de la Producción para la empresa de ladrillos Ladrilcord”, para obtener el título de Ingeniero Industrial de la Universidad de Cuenca en Ecuador, cuya finalidad es la identificación de los métodos que la empresa realiza para producir, para luego elaborar un método idóneo y producir la cantidad ideal de productos, además, elaborar un PAP , plan de requerimiento de materiales y por último, un plan maestro de la producción. El autor concluye con esta investigación que el desarrollo de materiales informáticos para la comisión de la producción crea ventajas competitivas en el mercado nacional, en particular para el ámbito de la construcción. También concluye, mediante

la implementación de un sistema de planeación de la producción hace más eficiente la determinación de las cantidades de adquisición de materia prima, el acatamiento de los lapsos de entrega de los pedidos, se establece un orden en la fabricación mediante la planeación y el control de la producción. Asimismo, menciona que el personal requiere de capacitaciones sobre la nueva metodología para la correcta implementación, perfeccionamiento y desarrollo. Por el momento la gestión puede ser ejecutada con un solo personal ya que se trata de una pequeña empresa. El aporte de esta propuesta de planeación de la producción le sirve a la organización como una opción factible para sobrepasar los problemas que se van presentando y tomar la dirección correcta hacia el progreso de la empresa puesto que resultará ser el inicio para establecer una ventaja competitiva.

Problemas como, por ejemplo: errores en los pedidos, devoluciones de mercadería, errores en el suministro de materia prima y entregas atrasadas.

TIPOS DE LADRILLOS

Los ladrillos son aquellos materiales utilizados para el sector de la construcción. Es el material más antiguo empleado por el hombre hace muchos años hasta la actualidad, se vinieron desarrollando con la humanidad y fueron una de las opciones más convenientes para la cimentación de las primeras residencias.

Se dice que el ladrillo ha sido uno de los materiales que mayor participación ha tenido para el desarrollo de las culturas. Gracias a la dimensión que presenta este, el obrero o albañil puede colocar el ladrillo con una sola mano, lo que le facilita las tareas. Antiguamente el material más utilizado para la elaboración de este fue la arcilla, donde se les conocieron con el nombre de adobes.

- Ladrillo Hueco: Este tipo de ladrillo cuenta con un rendimiento por metro cuadrado de 12 unidades, y una resistencia de 70.5 kg/cm, dentro de ellos encontramos al ladrillo hueco tipo 9, tipo 14, tipo 19, el de 3 huecos y el de 5 huecos.
- Macizo: Presenta 8x8x16 pulgadas lo que en centímetros es 20x20x40 cm el cual tiene un uso estructural, tiene mayor resistencia a la compresión y mayor resistencia a la absorción del agua, cuentan con buena capacidad mecánica.

- Perforado: Este ladrillo cuenta con orificios en la cara de mayor superficie, cuyo volumen total de huecos es entre el 25% y 45% del volumen total del ladrillo, su masa es agujerada, en la gran mayoría con perforaciones circulares.
- Ladrillo Revestido: Forma parte de la familia de construcciones de tabiquería, tiene una resistencia y durabilidad elevada, con 12 cm de ancho y 6 cm de alto, su peso es de 2.048 kg, presenta un color naranja con diseño rectangular.
- Bloque Armado: Tiene un peso de 2.2 kg utilizado básicamente para desarrollar tabiquería en interiores, con un ancho de 11 cm y un alto de 9 cm, con diseño rectangular.

PRONÓSTICO DE LA DEMANDA

La demanda es un aproximado de un hecho a futuro el cual se consigue fraguando información antigua que se acuerdan metódicamente, es decir que demandan metodologías estadísticas y de la sabiduría funcionaria.

El PAP exige a realizar vaticinios para escoger la mayor composición de materiales, trabajadores y equipos, la suma de componentes de fabricación máxima que cumpla con las exigencias asignadas por la demanda.

Según los autores (BUFFA, y otros, 2015). Realizar un pronóstico de la demanda es el primer camino internamente del desarrollo de PAP el cual ayuda como arranque tanto para la fabricación de los procedimientos vitales, como para el boceto de los métodos a corto y mediano plazo, el cual aprueba a las empresas tener una visión más próxima a los sucesos próximos y excluir en una gran mayoría la indecisión y reaccionar con precipitación a las situaciones tornadizas con algún valor de precisión.

El pronóstico de demanda permite tener un adecuado estudio de la demanda real e irreal del periodo. Es una aproximación cuyo fin es comprimir la indecisión de lo que pueda surgir más adelante. Además, permite la creación de estrategias para los próximos despachos minimizando el tiempo de espera.

Para llevar a cabo un mejor estudio de dichos pronósticos se hará uso de 2 técnicas:

Método cualitativo: Básicamente se usan cuando los datos son escasos. Por lo general comprende el uso del juicio y ciertos lazos que convierten la indagación específica en

valores cuantitativos. Dentro de esta técnica se encuentra principalmente el método Delphi.

- Método Delphi: Utiliza un panel de expertos, cuyo desarrollo se elabora siguiendo una secuencia de interrogantes y refutaciones escritas. Aplicada preferentemente en el vaticinio de directrices y permutaciones tecnológicas.
- Investigación de mercado: Usado principalmente para tasar y acreditar posibilidades con respecto a las plazas globales.

Método cuantitativo: Utilizan sumas demostrativas de reseñas como origen de augurio. Son aquellos que manejan una pluralidad de prototipos matemáticos. Con datos auténticos y variables precisas que nos lleve a realizar un mejor control y manejo de un pronóstico de la demanda. Algunos de ellos son:

- Promedios móviles: En este tipo de diseño de pronósticos, se presentan un modo de series de tiempo a corto plazo, el cual pronostica las ventas a futuro, es decir para el siguiente periodo.
- Regresión lineal: Estrategia que usa la metodología de los mínimos cuadrados para identificar la relación entre una variable dependiente y una o más independientes. el juicio de las cantidades futuras de la variable independiente se opera para anunciar las cantidades a futuro de la variable dependiente.
- Suavización exponencial: Este modelo se encarga de pronosticar las ventas para un próximo periodo. Aquí hace uso al error del pronóstico del último periodo para pronosticar las ventas. El cambio del pronóstico del último periodo es utilizado para pronosticar el siguiente periodo. (Anexo N° 1)

PRODUCTIVIDAD

(GARCIA, 2014), indica que la Productividad es un enlace entre los productos logrados y los insumos que se utilizaron o los factores de la producción que intervinieron.

La productividad es un indicador que muestra el buen beneficio de todos y cada uno de los factores que intervienen en la fabricación, los críticos e importantes en un periodo definido.

- **Productividad de mano de obra**

Mano de Obra Directa Se le conoce como mano de obra directa por que la remuneración brindada va directamente a los trabajadores participantes en el proceso

de producción y acabado del producto, aquí se aplica el esfuerzo físico o mental. Es necesario contar con un grupo humano capacitado para satisfacer los requerimientos de producción planeada. Se involucra directamente al esfuerzo humano que es reconocido o remunerado, que intervienen durante la transformación o elaboración de la materia prima, sin dicha participación no sería posible hacer el producto, considerado también como uno de los factores del costo. Para llevar a cabo el proceso de costeo de mano de obra, lo primero que se debe tener es el contrato de trabajo, en él se definen las condiciones laborales y el pago del trabajador.

La mano de obra debe tener en cuenta ciertos aspectos fundamentales en los cuales debe centrarse:

- Iniciativa y control de los tiempos de trabajo.
- Cuantificación de los consumos y cargas que genera este elemento.
- Retribución a productos de los costos generados.
- Presupuesto y control de costos de los trabajadores.

Para darle un costo a la mano de obra se tiene que tener en cuenta la valoración económica del consumo total de factores presentes durante el proceso productivo.

En la siguiente fórmula, se muestra la productividad de mano de obra, la que será hallada mensualmente, a través de esta fórmula:

Ecuación 1 Productividad de mano de obra

$$\text{Productividad MO} = \frac{\text{Producción}}{\text{Horas hombre}}$$

En base al autor (CUATRECASAS, 2014) la Productividad es una medida de la producción, la cantidad de bienes que se ha fabricado, así mismo, es un índice de productividad que expresa la eficiencia en la utilización y combinación de los medios para cumplir con los objetivos específicos esperados. Se especula que los obreros cuentan con información sumamente importante para la compañía y que ellos constantemente hacen sugerencias que podrían reducir los costos y con ello incrementar la productividad, no obstante, la investigación sería indispensable si es comunicada a la dirección de la organización; para que eso ocurra, los colaboradores deberían tener un contacto directo con la gerencia, de tal manera que la comunicación lleve a un crecimiento en la productividad de la organización.

PLANIFICACIÓN AGREGADA DE LA PRODUCCIÓN

La planificación agregada se remonta en la época de Rathenau (1918), citado en Urwich y Brech (1984), donde dice: “Todo aquel que se encuentre familiarizado con la industria, estimará la gran ventaja que se obtiene de una investigación de las necesidades, si es posible, durante todo el año. Cuando uno conoce, a intervalos regulares, la cantidad y la actualidad de los carriles, hilado, cadenas que serán demandadas, es posible redactar programas de alto alcance para fabricar y distribuir el trabajo, con el resultado de que todas las fábricas trabajen permanentemente a pleno rendimiento, la producción se abarate enormemente, que no sean necesarios por más tiempo los grandes almacenes y que, en general, aumente la eficacia”. En resumen, busca prever los recursos suficientes para la toma de decisiones convenientes en el momento y tiempo indicado.

El PAP es aquel proceso que permite brindarle al cliente un mejor servicio, maneja adecuados niveles de inventario, los tiempos de entrega son óptimos y facilita a la empresa un mejor control de la compañía.

El proceso de planificación agregada solicita de un compromiso en conjunto, involucrando a las principales secciones de la empresa, tales como: Operaciones Finanzas, Desarrollo de productos y Ventas. Este está ejecutado para contribuir a que una sociedad logre nivelar la oferta y la demanda, y conservarlas así a lo largo del tiempo. Esta medida es esencial para el progreso de un negocio (chase, y otros, 2015)

El PAP, tiene como objetivo plantear un plan general de producción a corto y largo plazo que le permita a la organización enfrentar la demanda fluctuante, analizar las condiciones generales de la economía actual y futura dentro del sector industrial y establecer un programa general de órdenes de compra o pedidos de insumos necesarios en la producción y su distribución, además de coordinar las actividades diarias y semanales que permitan un control dentro de la producción. (Anexo N° 2)

(RENDER , 2014) Detalla que el plan agregado de la producción su objetivo principal es establecer los volúmenes y los tiempos pertinentes de producción para un futuro intermedio, a menudo con una anticipación de 3 a 18 meses. Los administradores de operaciones buscan fijar la mejor forma de satisfacer la demanda predicha ajustando los índices de producción, los niveles de mano de obra, los niveles de inventario, el trabajo en tiempo extra, las tasas

de subcontratación y otras variables controlables. En conclusión, la planeación agrega tiene como objetivo reducir los costos para el período de planeación.

Ecuación 2 Trabajadores requeridos

$$\text{Trabajadores requeridos} = \frac{\text{Demanda}}{\text{Unidades por trabajador}}$$

Ecuación 3 Trabajadores actuales

$$\text{Trabajadores actuales} = \text{Trabajadores actuales iniciales}$$

Ecuación 4 Trabajadores requeridos

$$\text{Trabajadores contratados} = \text{Trabajadores requeridos} - \text{trabajadores actuales}$$

Ecuación 5 Costo de trabajadores contratados

$$\text{Costo de trabajadores contratados} = \text{trabajadores contratados} * \text{costo de contratar}$$

Ecuación 6 Trabajadores despedidos

$$\text{Trabajadores despedidos} = \text{Trabajadores requeridos} - \text{trabajadores actuales}$$

Ecuación 7 Costo de trabajadores despedidos

$$\text{Costo de trabajadores despedidos} = \text{trabajadores} * \text{costo de contratar}$$

Ecuación 8 Trabajadores utilizados

$$\text{Trabajadores utilizados} = \text{Trabajadores requeridos}$$

Ecuación 9 Costo mano de obra

$$\text{Costo de mano de obra} = \text{Costo diario de m.o.} * \text{días laborales} * \text{trabajadores utilizados}$$

Ecuación 10 Unidades producidas

*Unidades producidas = Unidades por trabajador * trabajadores utilizados*

Ecuación 11 Inventario

Inventario = Unidades producidas – demanda

Ecuación 12 Costo mensual de almacenar

*Costo mensual de almacenar = Costo de almacenar por unidad * inventario*

PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN

El P.M.P determina el número fijo de todos los productos que se lograrán elaborar, para ser ultimada semanalmente en un tiempo corto de planeación de una serie de artículos, con el fin de que al terminar dichos productos estos lleguen al cliente o al almacén de producto terminado.

El Plan maestro de producción es un método preciso que marca la cantidad de productos terminados que van a ser elaborados y a su vez el período de tiempo para producirlos.

Cuenta con los siguientes objetivos:

- Planificar los productos que se culminará de manera puntual, con el fin de lograr la satisfacción de los clientes.
- Programar para eludir sobrecargas y cargas ligeras de las instalaciones de producción, de modo que la capacidad de producción se use con eficiencia y obtenga un bajo costo de producción (Anexo N° 3)
- El plan maestro, al igual que los métodos mencionados anteriormente, posee una serie de fórmulas que permitirán llevarlo a cabo, las cuales se presentan a continuación:

Ecuación 13 Demanda mensual

Demanda mensual = Pronóstico demanda × Porcentaje de participación

Ecuación 14 Demanda semanal

$$\text{Demanda semanal} = \frac{\text{Demanda mensual}}{\text{Semanas}}$$

Ecuación 15 Inventario inicial

$$\text{Inventario inicial} = \text{Inventario final del período anterior}$$

Ecuación 16 PMP

$$P.m.p. = \text{Tamaño de lote}$$

Ecuación 17 Inventario final

$$\text{Inventario final} = \text{inventario inicial} + P.m.p. - \text{máx. (pedidos; pronóstico)}$$

En base a las ecuaciones mostradas, se puede ejecutar el plan maestro de la producción.

PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES (MRP)

El plan de requerimiento de materiales obtiene los requerimientos de productos finales del plan maestro de producción y los distribuye en sus partes, componentes y sub – ensamblajes, con la finalidad de elaborar un plan de materiales. Dicho plan detalla el tiempo indicado para establecer las órdenes de producción y de compra de cada parte y sub – ensamblaje para culminar los productos en el plazo determinado. Casi todos los sistemas del MRP, también asignan capacidad de producción a cada pedido (Anexo N° 4)

La herramienta o método MRP es un tipo de inventario fundado en la demanda dependiente. Actualmente es el sistema de planeación de compras y manufactura más usado en las organizaciones.

Así mismo, el MRP es una técnica de análisis utilizada para fijar el importe de componentes y materiales necesarios para realizar el proceso productivo. Además, permite conocer en qué momento se deben colocar las órdenes de compra y de producción con el fin de terminar el producto a tiempo.

ELEMENTOS MRP

Para concretar las finalidades que este método tiene planteados se necesita una serie de datos iniciales sobre los que actúa el algoritmo MRP.

1. Lista de materiales (BOM):

Para iniciar, es importante definir la estructura del producto. Así mismo, es indispensable estar al tanto de la organización de producción de cada material en donde se reflejan las desiguales piezas que lo componen y el número preciso de cada elemento para llevar a cabo la fabricación de un producto.

La investigación suministrada suele estar constituida en forma de árbol donde el enlace principal que simboliza el artículo que se describe, saliendo de él un nódulo para cada componente, en dicho nódulo se menciona el número de unidades necesarias y el nombre del componente para fabricar un artículo descrito.

La información suele representarse en forma de árbol donde el nodo raíz (principal), simboliza el artículo en descripción, saliendo de él un nodo para cada uno de sus componentes; en dicho nodo se muestra el nombre del componente y las cantidades indispensables para fabricar una unidad de artículo descrito.

2. Plan Maestro de Producción:

En este método se presentan las cantidades comprometidas y los plazos de tiempo para los cuales se debe culminar cada artículo final. Es decir, se tiene las unidades a producir en tiempo establecido, normalmente en semanas. Ello permitirá identificar los componentes y materiales a obtener y fabricar para cumplir con la cantidad establecida en el plan maestro, pero no sin antes considerar el inventario.

3. El Registro de Inventario:

Es indispensable poseer conocimiento de cada componente, elemento y artículo su nivel actual de existencias, puesto que, si se dispone de cantidades suficiente de alguno sus elementos indispensables, no tendría sentido volver a pedirlos o fabricarlos. (Anexo N° 5)

- **El inventario disponible:** Se denomina inventario disponible al registro de cada elemento y componente que se encuentra disponible para utilizar.

- **Stock o inventario de seguridad:** Este caso es opcional se puede utilizar o no si el fin principal es economizar costos en inventario. Es aquella cantidad minúscula con la que cuenta la compañía en caso de que exista una pérdida de materia prima.
 - **Lead time:** Es aquel lapso transcurrido desde que se instala la orden del pedido hasta que llega.
4. **Recepciones programadas:** Son los pedidos ubicados tiempo atrás y que están programadas para llegar en los próximos días. Hace referencia a que, si está previsto recibir un producto, se procede a colocar la cantidad y la semana en que éste llegará.
 5. **Necesidades Brutas:** Es aquella cantidad de materiales, componentes, insumos y artículos que se pretende elaborar. Si se trata de un producto terminado (demanda independiente) las cantidades provienen del plan maestro de producción. Caso contrario, si se trata de un material o componente con demanda dependiente, las necesidades brutas serán las dictadas por la explosión de necesidades.

Ecuación 18 Necesidades brutas

$$\text{Necesidades brutas} = \text{Plan maestro de producción (P.m.p.)}$$

6. **Inventario disponible:** En este punto se toma el inventario disponible sobrante del ciclo anterior y adicionar a las recepciones proyectadas para finalmente restar con las necesidades brutas de dicha fase. En resumen, es un stock de artículo o material con el que se cuenta cada ciclo de tiempo.

Ecuación 19 Disponible

$$\text{Disponible} = \text{Inv. disponible del período anterior} + \text{recepciones programadas} - \text{necesidades brutas}$$

Si cuenta con un inventario disponible menor a las necesidades brutas, utilizaremos el stock de seguridad. Consiguientemente, el inventario utilizable será igual al stock de seguridad y este último será restablecido en el próximo período, en consecuencia, se sumará a las necesidades netas.

7. **Necesidades netas:** Son aquellas que se consiguen cuando el inventario disponible es insuficiente. Esto genera la necesidad de solicitar un pedido.

Ecuación 20 Necesidades netas

$$\text{Necesidades netas} = \text{Necesidades brutas} + \text{stock de seguridad} - \text{inv. Disponible} - \text{recepciones programadas}$$

Nota: Las necesidades netas se obtienen cuando el inventario disponible no es suficiente.

8. Recepción de órdenes de producción:

Es la proporción de materia prima recibida en un ciclo de tiempo por el lanzamiento de una orden. La recepción de orden define la cantidad de material que llega y que no exactamente es igual a la requerida.

Todo depende de la extensión del lote. Existen varias metodologías para definirlo, algunas de las más comunes son:

- **Mínimo coste total:** El tamaño del lote se define con base en el mínimo coste total, partiendo de la semejanza entre los costos de preparar y mantener.
- **Mínimo coste unitario:** El cuerpo del lote se obtiene a partir del costo de ordenar y mantener.
- **Cantidad periódica de pedido (POQ):** Es similar al modelo de lote fijo. En este modelo se calcula un período de pedido fijo mediante el modelo de lote económico.
- **Tamaño de lote fijo:** Conocido también como período constante. El tamaño del lote es siempre el mismo en todos los periodos.
- **Lote económico (EOQ):** Llamado también como cantidad de pedido económica. Ofrece un balance entre los costos de preparación y retención del inventario.
- **Lote a lote:** El pedido es igual a la cantidad requerida.

9. Lanzamiento de una orden:

En este dato, coloca la misma cantidad calculada en el paso anterior retrocediendo tantos periodos como te indique el lead time del material o artículo.

PROGRAMACIÓN LINEAL

Este modelo matemático se encarga de resolver escenarios en la cual se logra identificar y dar solución de dificultades con el fin de incrementar la productividad respecto a los

recursos empleados, y asimismo obtener un beneficio. Tiene como fin perfeccionar, es decir, maximizar o minimizar una serie de funciones lineales en muchas variables con sus respectivas condiciones. Para llevar a cabo una buena determinación de un problema de programación lineal se debe tener en cuenta ciertos elementos básicos:

- Función Objetivo
- Variables
- Restricciones

Existe un método mayormente utilizado para solucionar los inconvenientes de programación lineal es el Método Simplex. El cual implica la planeación de las acciones en busca de un resultado que optimice el proceso y mejorarlo, de los otros efectos que alcancemos a hallar se escoge al que más se avecine al fin específico de acuerdo con el modelo matemático implementado. (hillier, y otros, 2014)

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el efecto de implementar un sistema de Planificación agregada de la producción en la productividad en la Ladrillera Pakatnamú SAC, 2019?

JUSTIFICACIÓN

La presente investigación es justificada de manera **práctica** porque mediante la implementación de un sistema de Planificación agregada de la producción se obtendrá reducción en los costos, mejorará la calidad del producto, se agilizarán las actividades, se podrá reducir las inversiones del inventario, se llevará un mejor control de las entradas y salidas de los insumos, por otro lado, se justifica de manera **teórica** porque pone a prueba la veracidad de la implementación del sistema de Planificación agregada de la producción. En adición a lo mencionado se justifica de manera **metodológica** pues se aplicarán métodos y herramientas de Planeación de la producción aportando información que sirva como base y apoyo para otras investigaciones.

HIPÓTESIS

La implementación de un sistema de planificación agregada de la producción incrementará la productividad en la Ladrillera Pakatnamú SAC 2019.

OBJETIVOS

- OBJETIVO GENERAL:

Determinar de qué manera la implementación de un sistema de planificación agregada de la producción incrementa la productividad en la Ladrillera Pakatnamú SAC 2019.

- OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Determinar el diagnóstico de la situación actual de la producción de la Ladrillera Pakatnamú SAC, 2019
- Diseñar y ejecutar un sistema de planificación agregada para incrementar la productividad en la Ladrillera Pakatnamú SAC, 2019.
- Evaluar la productividad de la Ladrillera Pakatnamú después de la implementación del sistema de planificación agregada de la producción.

II. MÉTODO

2.1. TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Se efectuará un estudio aplicado, porque se manipularán las herramientas del sistema de plan agregado de la producción con el fin de dar salida a la realidad problemática presente en la empresa en estudio. El diseño de la indagación es preexperimental, puesto que se efectuó un manejo de la variable independiente, Planificación agregada de la producción, para obtener los efectos en la variable dependiente, Productividad.

Se llevará a cabo un estudio aplicado, porque se hará uso de las herramientas de la Planificación agregada de la producción, para lograr un incremento en la productividad de la Ladrillera Pakatnamú SAC, 2019.

El diseño es: Preexperimental

X= Estímulo



Dónde:

O_1 = Baja productividad en la Ladrillera Pakatnamú SAC.

X = Implementación de un sistema de planificación agrega de la producción en la Ladrillera Pakatnamú S.A.C, 2019.

O_2 = Incremento de la productividad en la Ladrillera Pakatnamu S.A.C,2019.

2.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente Cuantitativa, Planificación Agregada de la Producción: La planeación agregada de la producción es una de las herramientas más usadas por las organizaciones, puesto que permite optimizar los procesos de producción, ofreciendo un mejor servicio, contribuyendo a manejar adecuados niveles de inventario, así mismo, se encarga de ofrecer al cliente que los pedidos estén terminados y entregados a la brevedad posible y en general proporciona a la gerencia el manejo del negocio. Este proceso intima de una colaboración activa de

todos los miembros de la compañía, fundamentalmente: Ventas, Operaciones, Finanzas y Desarrollo de productos. El método está elaborado para colaborar con la empresa y así equilibrar la oferta y la demanda y conservarlas así a través del tiempo. Este equilibrio es muy importante para el crecimiento de un establecimiento (chase, y otros, 2015)

Variable Dependiente, Cuantitativa. Productividad: Es la relación entre la cantidad de productos resultantes de un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. La productividad indica de qué manera se aprovechan todos y cada uno de los factores involucrados en la producción en un periodo ya establecido. Así mismo, es la relación entre los resultados y el tiempo empleado para obtenerlos.

(GARCIA, 2014)menciona que la productividad es un indicador de eficiencia que relaciona tanto la cantidad de los recursos como la cantidad de producción obtenida.

Tabla 1: Variables de operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE: PLANIFICACIÓN AGREGADO DE LA PRODUCCIÓN	Es la planeación agregada de la producción es un proceso que ofrece un mejor servicio al cliente, contribuye manejar niveles de inventario adecuados, ofrece al cliente tiempos de entrega más breves y en general facilita a la gerencia el manejo del negocio.	Se trata de prever suficiente las necesidades de recursos para tomar en el momento oportuno las decisiones adecuadas para tenerlos a su debido tiempo y todo ello con la mayor eficiencia posible.	Pronóstico de la Demanda $MAPE = \sum = 1 \frac{\sum (At - Ft)}{n}$ n= Meses At= Demanda real	Razón
			Plan maestro de la Producción Plan de producción para el periodo=Pronóstico de la demanda seleccionada para el periodo	Razón
			MRP = Materiales Requeridos y Materiales Utilizados	Razón
			PROGRAMACIÓN LINEAL: MODELO MATEMÁTICO MINIMIZAR: $\sum_{t=1}^t (CHHt + CFFt + CIIt + CPPt + COOt)$	Razón
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	(García, 2014), menciona que la Productividad es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron. El índice de productividad expresa el buen aprovechamiento de todos y cada uno de los factores de la producción, los críticos e importantes, en un periodo definido.	La productividad es la relación existente entre Producción y recursos empleados.	$Productividad\ de\ M.O = \frac{Producción}{Horas\ hombre}$	Razón

Fuente: Elaboración propia

2.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

2.3.1. Población:

Desde el punto de vista estadístico, el término población también conocida como universo hace referencia al conjunto en su totalidad de elementos que se va a estudiar, este puede estar conformado por personas, animales, accidentes, muestras de laboratorio, etc., aquí encontramos características variables para ser estudiadas.

En el presente estudio de investigación, la población estará compuesta por todas las etapas que intervienen en el proceso productivo, con una frecuencia diaria y solidificada mensualmente, durante 6 meses antes y después de implementar la planeación y control de la producción.

2.3.2. Muestra:

(ESPINOZA, 2016) menciona que “Cuando no es viable o provechoso realizar un censo, se pasta con una muestra, es decir, tener una parte o un conjunto de componentes previamente seleccionados de dicha población y realizar un estudio.

Los elementos de esta muestra deben ser aleatorios.

La muestra en la investigación está basada en todas las etapas que intervienen en el proceso productivo, con una frecuencia diaria y solidificada mensualmente, durante 6 meses antes y después de implementar la planeación y control de la producción.

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

Para esta investigación se utilizarán las siguientes técnicas e instrumentos:

- Para el primer objetivo se aplicará la técnica de observación directa (Anexo N° 7) y como instrumento utilizaremos una entrevista (véase en el Anexo N° 8) con el fin de determinar la productividad inicial.
- Para el segundo objetivo utilizaremos la técnica de recolección de datos históricos para elaborar el pronóstico y como instrumento usaremos la hoja de cálculo, en este caso los datos son introducidos en Microsoft Excel y a

través de tablas y gráficos se realizará el pronóstico para el año 2019. Así mismo, se usará la técnica de planeación agregada, usando como instrumento la hoja de cálculo. Además, como otra técnica, usaremos la tabla del programa maestro de producción, cuyo instrumento será la hoja de cálculo en donde se usa como base los datos obtenidos del PAP. Por otro lado, se hará uso del plan de requerimiento de materiales como técnica y la hoja de trabajo de MRP como instrumento, a través de las tablas se determinará el boom de materiales, la cantidad de insumos necesarios a utilizar, el tiempo en que se requieren y realizar la lista de pedidos a proveedores.

2.5. PROCEDIMIENTO

La presente tesis está realizada siguiendo una serie de pasos del sistema de planeación agregada de la producción, conocida también como plan agregado. Esta herramienta se encarga de adoptar decisiones tácticas respecto a los niveles adecuados de fabricación, inventarios y recursos que se utilizan en la fabricación, con el objetivo de minimizar costes y atender a la demanda marcada.

Para llevar a cabo un sistema de planificación agregada de la producción, primero se toma en cuenta el índice de la demanda y se aplica un pronóstico de la misma, asimismo aplicaremos un Plan Maestro de la producción que va de la mano con el plan agregado, este se encargará de llevar un control detallado de la cantidad de productos finales que serán producidos y en qué tiempo determinado, es decir nos indica la cantidad las cantidades para cada producto que se deben fabricar en función de las necesidades del mercado.

Por otro lado, haremos uso de un MRP (Planificación de Requerimiento de Materiales), teniendo como objetivo que la empresa tenga todas las provisiones necesarias, materiales o insumos requeridos en el momento oportuno para cumplir con las necesidades de los clientes.

Finalmente haremos uso de un modelo matemático - Programación Lineal que tiene como objetivo primordial optimizar, es decir, maximizar o minimizar funciones lineales en varias variables reales con restricciones lineales (sistemas de

inecuaciones lineales), optimizando una función objetivo también lineal, pero en este caso minimizaremos los costos de producción.

2.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Mediante las tablas de contingencia, se procederá a realizar tabulaciones con relación a la escala de las variables de estudio (razón).

Análisis inferencial

Se llevó a cabo la prueba de hipótesis, haciendo uso de una verificación paramétrica de balance de medias llamada o denominada la t-Student y para hallar la normalidad se aplicará la prueba de Shapiro Wilk, y para los reportes estrictamente de cálculo se utilizará el paquete de office Excel para cuadros, resúmenes, gráficos y tableros dinámicos.

2.7. ASPECTOS ÉTICOS

Los investigadores cumpliremos con un pacto de respetar la confidencialidad de las reseñas proporcionadas, a su vez, no dejar ver la identificación de los funcionarios en intervención, la participación erudita y la autenticidad de los resultados son honestos.

III. RESULTADOS

3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Para llevar a cabo el diagnóstico de la planeación agregada de la producción, se utilizaron tres etapas en la investigación.

La primera etapa fue el manejo de los instrumentos de investigación, como lo son: la documentación, efectuando una correcta recopilación de los datos que permitió redescubrir hechos, para posteriormente presentar resultados coherentes. Así mismo, se realizó una observación directa de las operaciones dentro de la organización, tomando la información necesaria que se registró para su posterior análisis.

Por otro lado, dentro de la unidad de análisis, se realizó una entrevista al Gerente de la organización, a través de una serie de ítems, cuyo fin, fue recabar la información necesaria para posteriormente determinar la productividad inicial.

La segunda etapa fue realizar el diagnóstico situacional a través de la entrevista aplicada al jefe de producción

En la entrevista realizada de forma personal al jefe de producción se le cuestionó acerca de la compañía, si la misma presentaba un plan y manejo adecuado de la producción correctamente actualizado, a lo que él respondió que no, su objetivo principal es efectuar la producción diaria que se le solicitaba y que no tenía conocimiento sobre pronósticos o estudio de la demanda. Al momento de preguntarle si lleva medios de control adecuado en los procesos, nos señaló que no, que sus medios de control son débiles, asimismo nos informó que llevaba un registro de la producción general en cuadernos, era consciente que los métodos de producción que utilizaba no son los adecuados, por lo que le generaba inconvenientes y desórdenes al momento de producir, y en repetidas ocasiones los pedidos para sus clientes no se lograban terminar en el tiempo requerido, por otro lado la materia prima no se habilitaba a tiempo, dentro del proceso existían retrasos y cuellos de botella. Además, nos confirmó que en el área de almacén no había un orden y que consideraba que la cabida de la maquina no se aprovechaba al 100 %.

Asimismo, confirmo que los trabajadores eran personas muy capacitadas y buenos en las labores que realizan, que si se encontraba alguna falla era por terminar rápido

los pedidos establecidos. Finalmente nos detalló que no cuenta con tiempos estándares de producción y tomó en cuenta la elaboración de un plan de producción que logre una mejorara en la productividad.

3.1.1. Guía de observación

Para continuar con nuestro proceso de diagnóstico de la situación actual de la empresa, haremos uso de una guía de observación, la cual es un formato que nos permitirá identificar datos relevantes, tales como las actividades y los recursos necesarios para que dicha empresa lleve a cabo su producción.

Como se observa en el cuadro, las principales actividades realizadas son: Homogeneización, transporte, moldeado, transporte 2, secado y almacenado. Para este proceso se hará uso de los siguientes recursos: Arena fina, agua, cemento y piedra chancada.

A través de este instrumento, tomamos información y luego la registramos para su análisis. (Anexo N° 7)

3.1.2. Entrevista

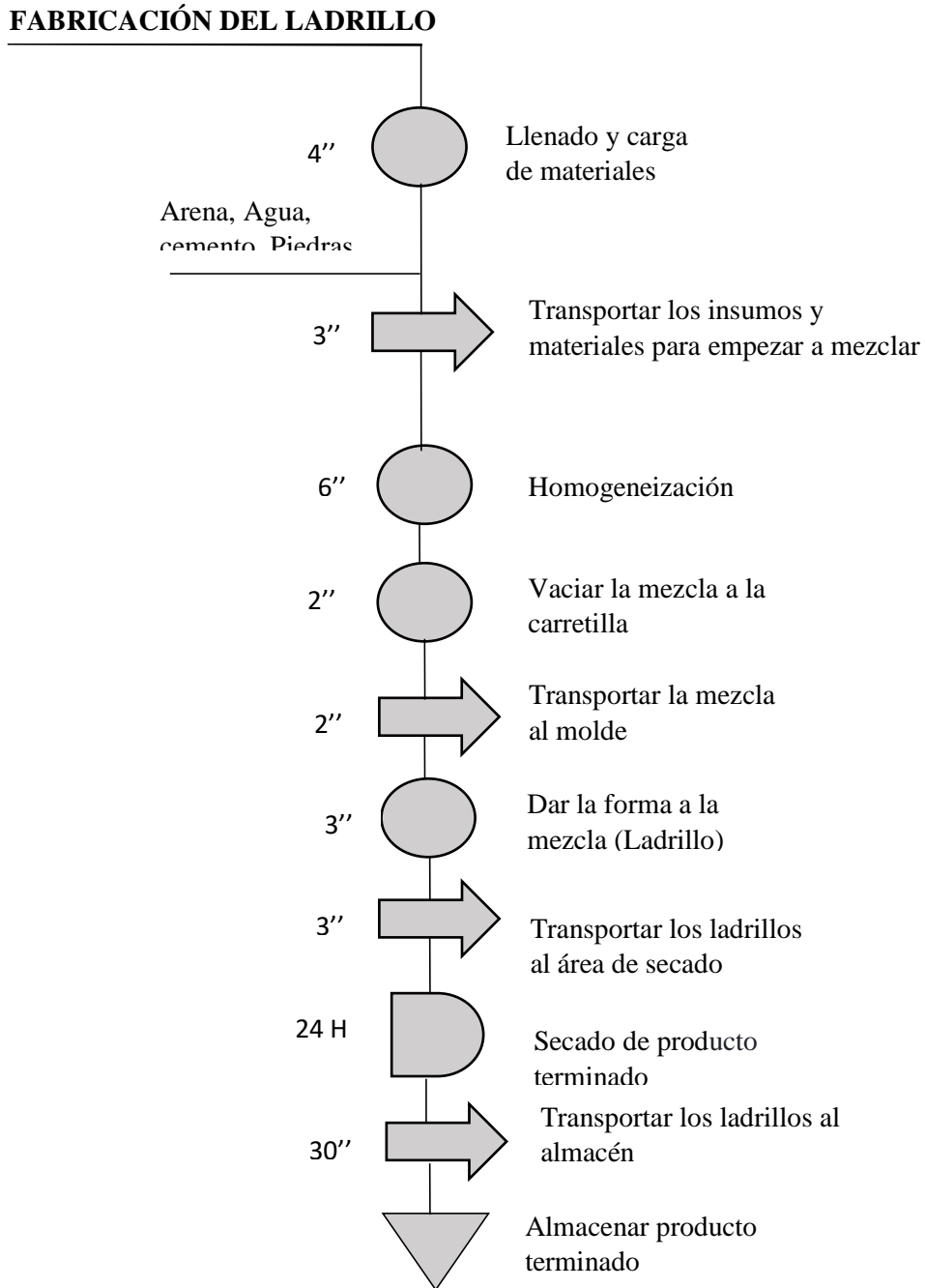
La entrevista, es el instrumento de investigación realizada a través de una comunicación oral interpersonal que nos permite tener información relacionada a un problema u objetivo.

En la entrevista elaborada al Gerente y dueño de la empresa, se le planteó una serie de preguntas para determinar el estado actual de la ladrillera. Se le cuestionó sobre la presencia de un plan de producción en su entidad, lo cual señaló que no, pues su enfoque estaba basado en obtener más clientes, mayor cantidad de pedidos e incrementar su producción; así mismo, mencionó que no posee los conocimientos sobre estudios en cuanto a demanda y pronósticos.

Del mismo modo se le interrogó acerca de los medios de control de sus procesos y ante ello respondió que por temas de tiempo, toda la información que cabe mencionar que debería estar registrada en un sistema, se registra en cuadernos. El Gerente indica que sus métodos de trabajo son ineficientes, puesto que se exige a los empleados a trabajar horas extras, se contrata y se despide personal, ello es un incremento en sus costos, retraso en sus entregas de producción, ya que en innumerables ocasiones la materia prima e insumos no se facilitaban en el tiempo solicitado, esto ha generado





quejas por parte de sus clientes quienes exigen la entrega del producto en el tiempo y en excelentes condiciones; por todo ello la ladrillera resulta ser improductiva. Finalmente añadió que sería de gran apoyo elaborar un plan de producción que permita mejorar la productividad de su empresa. (Anexo N° 8)

Figura 1: Proceso de producción de ladrillo



Fuente: Elaboración propia

Figura 2: Resumen del proceso de fabricación de ladrillo

Símbolo	Resumen	Cantidad
	Operación	4
	Transporte	4
	Espera	1
	Almacén	1
TOTAL		10

Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Proceso detallado

Recepción	Se procede a llenar en baldes el agua, cemento, arena y piedras.
Transporte	Trasladamos los baldes con los materiales para ser mezclados.
Homogenización	En este proceso combinamos los materiales
Vaciado	Vaciamos la mezcla en una carretilla, para luego ser transportada al molde.
Moldeo	Se le da la forma de ladrillo a la mezcla.
Transporte	Se llevan los ladrillos al área de secado.
Espera	Los ladrillos van secando a temperatura ambiente.
Almacén	Se almacenan los productos ya terminados para su próxima venta.

Fuente: Elaboración propia

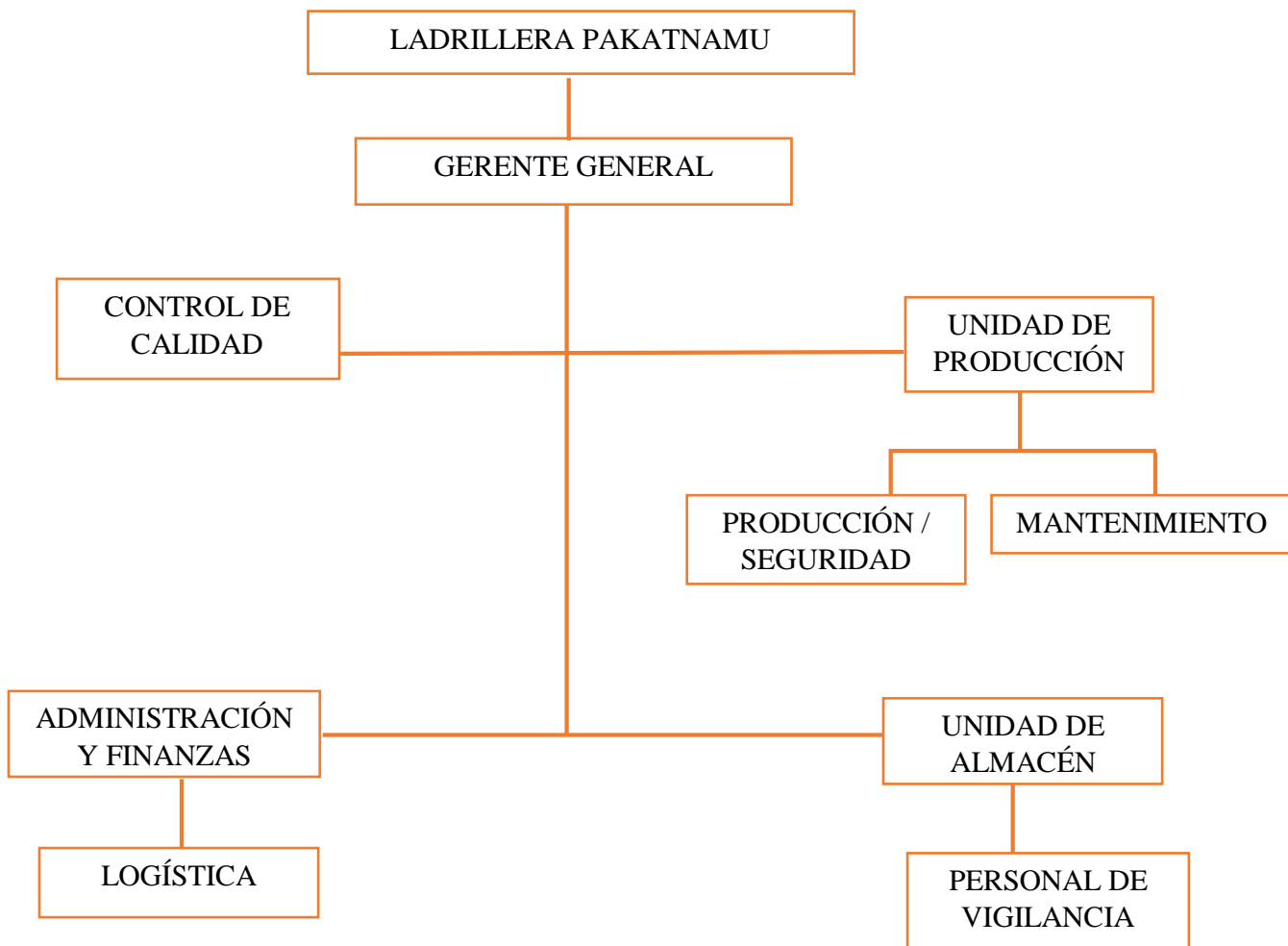
Misión

Fabricar productos de la más alta calidad, respetando y desarrollando el proceso productivo de manera responsable, de tal manera que nuestros elementos prefabricados sean aceptados por nuestros clientes.

Visión

La ladrillera PAKATNAMÚ S.A.C. dentro de 5 años quiere llegar a consolidarse como una empresa líder en el rubro de productos prefabricados de concreto del valle Jequetepeque, ofreciendo productos de calidad, finos acabados y una excelente atención, abarcando gran parte del mercado en el ámbito de la construcción.

Figura 4: Organigrama de la empresa



Fuente: Elaboración propia

3.2. APLICACIÓN DE LA PLANEACIÓN AGREGADA DE LA PRODUCCIÓN

3.2.1. DATOS HISTÓRICOS DE PRODUCCIÓN

En la siguiente tabla se muestran los datos históricos de la producción registrada de los productos que fabricó la ladrillera durante los meses de enero del 2018 hasta el mes de agosto del año 2019 de cada producto. (Tabla 18)

En la siguiente tabla se muestran los datos históricos de la producción registrada de los productos que fabricó la ladrillera durante los meses de enero del 2018 hasta el mes de agosto del año 2019. (Tabla 19)

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la producción mensual y su porcentaje de participación. (Tabla 20)

Al observar los datos registrados de producción se ha llevado a cabo a ejecutar un estudio a través del diagrama de Pareto, con la finalidad de identificar los productos con mayor demanda para el plan maestro de producción. (Tabla 21)

Se procede a determinar la productividad de mano de obra por cada mes en unidades/ horas – hombre Los empleados laboran 8 horas/día, menos un descanso de media hora durante 6 días a la semana.

3.2.2. Pronóstico de la demanda

En los Anexos N° 13 y N° 14, se aplicaron el promedio móvil simple, cuya importancia de peso se ha considerado: $n=3$ y $n=4$.

De la misma manera en los Anexos N° 15 y N° 17 se aplicaron los promedios móviles ponderados, considerando que la suma de las ponderaciones debe ser equivalentes al 100%.

En los Anexos N° 19 Y N° 20, se empleó el pronóstico de tipo suavización exponencial, donde se llevó a cabo el cálculo del promedio del tiempo que tenga un mecanismo de autocorrección, enfocados al ajuste de pronóstico en dirección contraria a las desorientaciones del pasado mediante una modificación que se efectuó por un coeficiente de suavización. (para α los valores 0.2 y 0.9)

Tabla 2: Resumen de pronóstico

Método de pronóstico		Producción
PMS	n = 3	2067
	n = 4	2106
PMP	n = 3	1906
	n = 4	1972
SE	$\alpha = 0.2$	2151
	$\alpha = 0.9$	1764

Fuente: Elaboración propia

Luego de haber aplicado el pronóstico con el menor error posible, se obtuvieron datos importantes para comparar el método más propicio para determinar la demanda de los siguientes cuatro meses del año 2019 y ejecutar el plan agregado ideal.

Tabla 3: Pronóstico de la demanda

Mes	Producción
Septiembre	32982
Octubre	38252
Noviembre	38465
Diciembre	38002

Fuente: Elaboración propia

A través de la aplicación del pronóstico anteriormente mencionado, se determinaron las cantidades que serán fabricadas durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre. Dichas cantidades serán usadas para la aplicación del Plan Agregado de la producción propuestos.

3.2.3. Costos Actuales de Producción

En el análisis realizado se muestra la situación actual de la empresa con respecto a sus costos. Se ha observado que éstos están elevados, entre ellos sus costos de producción y almacenamiento, puesto que al no llevar un control de su método de trabajo genera contratos, despidos, tiempos de trabajo extra. (Tabla 30).

3.2.4. Plan Agregado propuesto

Se realizó la aplicación de dos estrategias de Plan Agregado, las cuales fueron: Plan agregado con adaptación de la demanda (Tabla 32) y Plan agregado con estrategia mixta. (Tabla 34). Ambas alternativas proporcionaron un menor costo y un mejor método de trabajo para la empresa.

Tabla 4: Resumen de costo actual y propuesto

Costos actuales					
Costo	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Costo trabajadores contratados	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Costo trabajadores despedidos	S/. 160,00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 160,00
Costo mano de obra	S/. 6.250,00	S/. 6.250,00	S/. 6.250,00	S/. 6.250,00	S/. 25.000,00
Costo de almacenar	S/. 3.310,80	S/. 3.459,60	S/. 3.480,60	S/. 3.779,40	S/. 14.030,40
Costo por subcontratación	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Costo total	S/. 9.720,80	S/. 9.709,60	S/. 9.730,60	S/. 10.029,40	S/. 39.190,40
Propuesta N° 1: Planeación Agregada Adaptación de la demanda					
Costo	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Costo trabajadores contratados	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Costo trabajadores despedidos	S/. 160,00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 160,00
Costo mano de obra	S/. 6.250,00	S/. 6.250,00	S/. 6.250,00	S/. 6.250,00	S/. 25.000,00
Costo de almacenar	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Costo por subcontratación	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Costo total	S/. 6.410,00	S/. 6.250,00	S/. 6.250,00	S/. 6.250,00	S/. 25.160,00
Propuesta N° 2: Estrategia mixta					
Costo	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Costo trabajadores contratados	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Costo trabajadores despedidos	S/. 160,00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 160,00
Costo mano de obra	S/. 6.250,00	S/. 6.250,00	S/. 6.250,00	S/. 6.250,00	S/. 25.000,00
Costo de almacenar	S/. 3.310,80	S/. 148,80	S/. 169,80	S/. 468,60	S/. 4.098,00
Costo por hora extra	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Costo total	S/. 9.720,80	S/. 6.398,80	S/. 6.419,80	S/. 6.718,60	S/. 29.258,00

Fuente: Elaboración propia

3.2.5. Programación lineal

La finalidad de llevar a cabo este método es la de crear un diseño o modelo matemático de programación lineal que permita minimizar los costos de la empresa.

Como se mencionó anteriormente, el modelo matemático de programación lineal está conformado por dos partes, siendo la primera de ellas la función objetivo y en la segunda encontramos a un conjunto de restricciones presentadas mediante igualdades y desigualdades.

Para la construcción del modelo se hizo necesario la siguiente información:

- Sueldo mensual de cada trabajador.
- Sueldo mensual incluyendo horas extras.
- Costo de contratar a un trabajador.
- Costo de despedir a un trabajador.
- Costo de almacenar una unidad al mes.
- Producción mensual de ladrillos.
- Capacidad de horas extras.

Tomando en cuenta los datos mencionados, se ha procedido a armar el modelo reemplazando en la fórmula de minimización.

El modelo fue procesado en el programa informático llamado “LINDO”, cuyas siglas en inglés significan INTERACTIVE DISCRETE OPTIMIZACIÓN. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla N° 8 donde se indica lo siguiente:

- Para los meses de Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre se necesitarán 5 trabajadores, con un sueldo mensual de S/. 1250.00.
- No se necesitarán horas extras.
- No se contratarán trabajadores.
- En el primer mes será necesario despedir a un trabajador con un costo de S/. 160.00.
- Existirán inventarios en los cuatro meses. En el primer mes se contará con un inventario de 5518 unidades, en el segundo mes el inventario ascenderá a 5766 ladrillos, para el tercer mes su inventario disminuirá a 5801 unidades y finalmente en el caso del cuarto mes el inventario será de 6299 unidades con un costo de almacenamiento por unidad de 0.60 céntimos. (Anexo N° 27)

Tabla 5: Resultados de programación lineal

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 39190.40

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
N1	5.000000	1250.000000
N2	5.000000	1250.000000
N3	5.000000	1250.000000
N4	5.000000	1250.000000
E1	0.000000	1462.500000
E2	0.000000	1462.500000
E3	0.000000	1462.500000
E4	0.000000	1462.500000
C1	0.000000	80.000000
C2	0.000000	80.000000
C3	0.000000	80.000000
C4	0.000000	80.000000
D1	1.000000	160.000000
D2	0.000000	160.000000
D3	0.000000	160.000000
D4	0.000000	160.000000
I1	5518.000000	0.600000
I2	5766.000000	0.600000
I3	5801.000000	0.600000
I4	6299.000000	0.600000

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 6 se ha realizado una comparación entre los costos actuales y los costos de los planes agregados propuestos.

En la Tabla N° 7 se muestra el resultado del programa “Lindo”, como se puede observar, el costo total resultante de la aplicación del método de programación lineal es S/. 39190.40.

Por lo tanto, se observa que la estrategia más adecuada es la de Estrategia mixta del plan agregado (Tabla 34), puesto que, el método actual de trabajo genera un costo de S/. 39,190.40. Las estrategias aplicadas nos proporcionan tres costos siendo el más óptimo el de inventario cero con un monto de S/. 25,160.00 obteniendo un beneficio económico de S/. 14,030.40. Cabe mencionar que la estrategia elegida, nos brinda un mejor procedimiento de trabajo.

3.2.6. Plan maestro de producción

El plan maestro de producción es un método encargado de desagregar el plan agregado. En este proceso consideramos los pronósticos de la demanda en un corto tiempo, por lo que se descompone la demanda mensual en semanas.

De acuerdo a la información proporcionada por la empresa, menciona que ésta maneja un sistema de lote por lote, es decir que produce exactamente lo necesario. Indica que su producción semanal es de 2800 ladrillos.

La demanda mensual se calcula mediante la multiplicación entre la demanda agregada y el porcentaje de participación, posteriormente se desarrolla un promedio de cada producto por cada semana del mes. En las siguientes ecuaciones se muestra el cálculo de la demanda mensual del ladrillo tipo Hueco para los últimos cuatro meses. Para ello, haremos uso de la fórmula N° 14:

$$\textit{Demanda mensual} = \textit{Demanda agregada} * \textit{porcentaje de participación}$$

Aplicando fórmula, obtenemos lo siguiente:

$$\text{Demanda ladrillo tipo Hueco (Septiembre)} = 32982 \times 28,5\% = 9400 \text{ unidades}$$

$$\text{Demanda ladrillo tipo Hueco (Octubre)} = 38252 \times 28,5\% = 10902 \text{ unidades}$$

$$\text{Demanda ladrillo Hueco (Noviembre)} = 38465 \times 28,5\% = 10963 \text{ unidades}$$

$$\text{Demanda ladrillo Hueco (Diciembre)} = 30800 \times 28,5\% = 8778 \text{ unidades}$$

Después de calculado la demanda mensual de cada tipo de ladrillo, se procede a descomponer en semanas, a través de la fórmula N° 15:

$$\text{Demanda semanal} = \frac{\text{Demanda mensual}}{\text{Semanas}}$$

El resultado es lo siguiente:

$$\text{Demanda semanal ladrillo tipo Hueco (Septiembre)} = \frac{9400}{4} = 2350 \text{ unidades}$$

$$\text{Demanda semanal ladrillo tipo Hueco (Octubre)} = \frac{10902}{4} = 2725 \text{ unidades}$$

$$\text{Demanda semanal ladrillo tipo Hueco (Noviembre)} = \frac{10963}{4} = 2741 \text{ unidades}$$

$$\text{Demanda semanal ladrillo tipo Hueco (Diciembre)} = \frac{8778}{4} = 2195 \text{ unidades}$$

Por lo tanto, para el mes de setiembre del 2019 se necesita producir 2350 unidades /semana del ladrillo tipo Hueco, así mismo, para el mes de octubre 2725

unidades de manera semanal, en el mes de noviembre se sugiere producir 2741 unidades y finalmente, en el mes de diciembre se necesita producir 2195 unidades. En la Tabla N.º 6 se presentan los planes maestros de producción restantes para ladrillo macizo, perforado, revestido y armado. (Tabla 37,38,39,40)

Tabla 6: Resumen de plan maestro de producción

ARTICULO	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16
Hueco	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800
Macizo	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0
Perforado	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800
Revestido	2800	0	0	2800	0	0	2800	0	2800	0	0	2800	0	0	0	2800
Armado	2800	0	0	0	2800	0	0	2800	0	0	2800	0	0	0	2800	0

Fuente: Elaboración propia

En base a la Tabla 37, para el mes de septiembre se requiere fabricar 2193 unidades semanalmente de este producto. Para el mes de octubre se fabricarán 2544 unidades semanalmente, así mismo, en el mes de noviembre serán fabricados 2558 ladrillos semanales. Finalmente se fabricarán 2048 unidades semanales durante el mes de diciembre.

En base a la Tabla 38, se indica que para el mes de septiembre se fabricará 2177 unidades semanales de este producto, 2525 unidades semanalmente para el mes de octubre, para el mes de noviembre se requiere producir 2539 unidades a la semana y 2033 unidades semanales para el mes de diciembre.

En la Tabla 39, muestra que para el mes de septiembre del 2019 se fabricarán 849 unidades semanales de este producto, 985 unidades a fabricar por cada semana del mes de octubre, para el mes de noviembre se necesitan 990 unidades semanales y para el mes de diciembre se requieren de 793 unidades por semana.

En la Tabla 40, muestra que en el mes de septiembre del 2019 será necesario fabricar 684 unidades por semana de este producto, 794 unidades semanales de ladrillo en el mes de octubre, 798 ladrillos por semana en el mes de noviembre y en el mes de diciembre 639 unidades por semana.

Los planes maestros de producción presentados indican las cantidades a producir, los cuales son esenciales para el plan de requerimientos de materiales.

3.2.7. Plan de requerimiento de materiales (MRP)

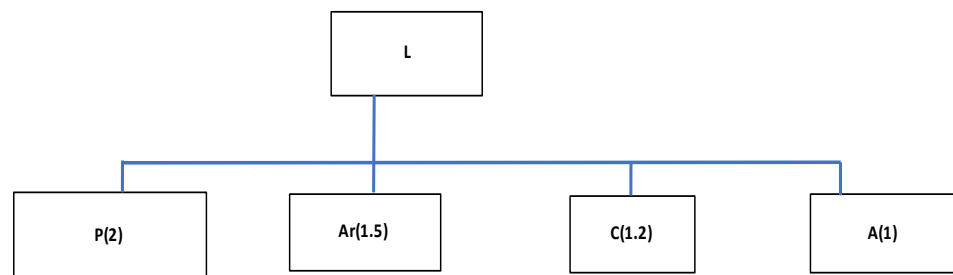
El MRP se encarga de identificar los insumos, materiales y partes que se necesitan para producir o que conforman un artículo final, tomando en cuenta las fechas y las cantidades requeridas que deben ser recibidas o despachadas dentro del ciclo de producción. Para llevar a cabo la realización de este método se ha definido los insumos que intervienen en el proceso productivo, del mismo modo se ha realizado el gráfico de explosión de materiales para un mejor detalle de los insumos a utilizar en la fabricación de los diferentes tipos de ladrillos.

- Materia prima: Tierra o arena fina
- Insumos: Agua, cemento, piedra chancada

A. Plan de requerimiento de materiales de ladrillo tipo hueco

Para mostrar el gráfico de explosión de materiales se ha tomado en cuenta 2 fases, encontrándose en la primera de ellas al ladrillo tipo Hueco y representada por (L), en seguida se presenta a la segunda fase conformada por el agua (A), piedra chancada (P), arena fina (Ar) y cemento (C). (Anexo N° 33)

Figura 5: Lista de materiales (BOM) - Ladrillo tipo hueco



Fuente: Elaboración propia

Las cantidades de materiales a utilizar para el proceso del ladrillo de tipo hueco son las siguientes:

- Agua: 1 Lt
- Cemento: 1,2 Kg
- Arena fina: 1,5 Kg
- Piedra chancada: 2 Kg

El plan de requerimiento de materiales está conformado por las necesidades brutas, admisiones programadas, el inventario disponible, las necesidades netas, recepción de orden y lanzamiento de orden. Las necesidades brutas

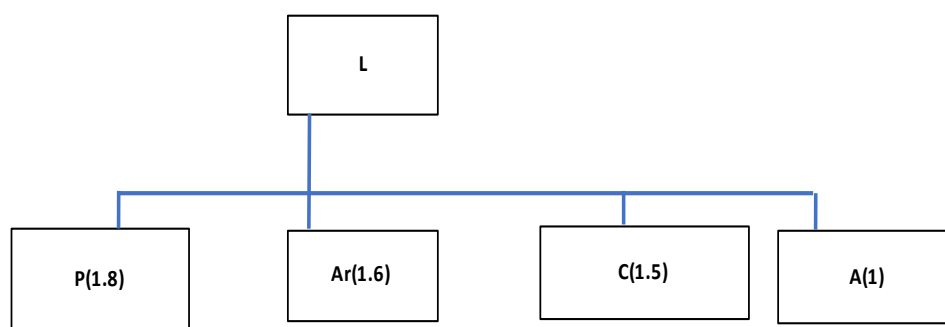
son provenientes del plan maestro de producción, las recepciones programadas son las cantidades próximas por llegar, en este caso no existen, así mismo, el inventario disponible está dado por una fórmula, la cual indica que: cuando las unidades existentes en dicho inventario son menores a las que se tienen en las necesidades brutas, se hará uso del stock de seguridad y ese valor será colocado para el resto de los periodos. En las necesidades netas se han definido la cantidad que se requieren para la fabricación.

En la recepción de orden definiremos la cantidad que se recibirá en un período por el lanzamiento de una orden. En este caso, la empresa maneja un sistema de lote por lote, por ello. las unidades en la recepción de orden serán iguales a las necesidades netas. Finalmente, el lanzamiento de orden se ha dado en base al lead time. Se menciona que, para los insumos, las necesidades brutas fueron el resultado del producto por el lanzamiento de orden del elemento padre y la cantidad para elaborar.

B. Plan de requerimiento de materiales de ladrillo tipo macizo

Para la elaboración del gráfico de explosión de materiales se ha tomado en cuenta dos etapas, la primera conformada por el ladrillo Macizo, representado con (L), sigue la segunda fase conformada por agua (A), arena fina (Ar), cemento (C) y piedra chancada (P).

Figura 6: Lista de materiales (BOM) - Ladrillo tipo macizo



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 42 se aprecia el plan de requerimiento de materiales para el ladrillo Macizo, en éste caso la composición del ladrillo Macizo varía a la del ladrillo tipo Hueco. (Tabla N°41)

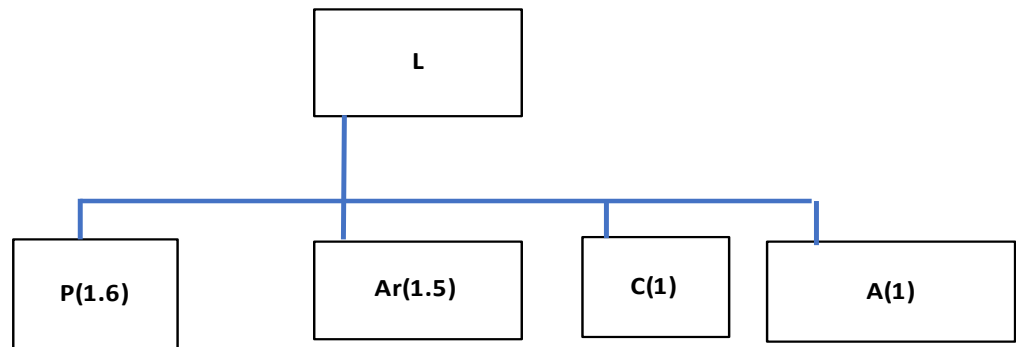
Las cantidades necesarias por utilizar en el proceso productivo es el siguiente:

- Agua: 1 Lt
- Cemento: 1,5 Kg
- Arena fina: 1,6 Kg
- Piedra chancada: 1,8 Kg

C. Plan de requerimiento de materiales de ladrillo tipo perforado

En el gráfico de explosión de materiales se muestra que existen dos etapas, siendo el ladrillo Perforado (L) la primera de ellas y en la segunda se conformó por agua (A), cemento (C), arena fina (Ar) y piedra chancada (P).

Figura 7: Lista de materiales (BOM) - Ladrillo tipo perforado



Fuente: Elaboración propia

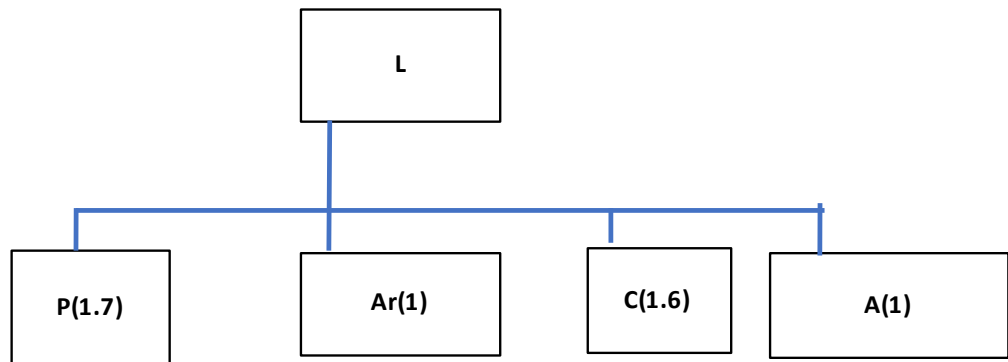
La Tabla N.º 43 detalla los requerimientos necesarios para la producción de ladrillo tipo perforado, los cuales están dados con las siguientes cantidades de insumos:

- Agua: 1 Lt
- Cemento: 1 Kg
- Arena fina: 1, 5 Kg
- Piedra chancada: 1,6 Kg

D. Plan de requerimiento de materiales de ladrillo tipo Revestido

La explosión de materiales de éste producto muestra que posee dos etapas, iniciando por el ladrillo Revestido (L) y la segunda etapa conformada por la arena fina (Ar), agua (A), cemento (C) y piedra chancada (P).

Figura 8: Lista de materiales (BOM) - Ladrillo tipo Revestido



Fuente: Elaboración propia

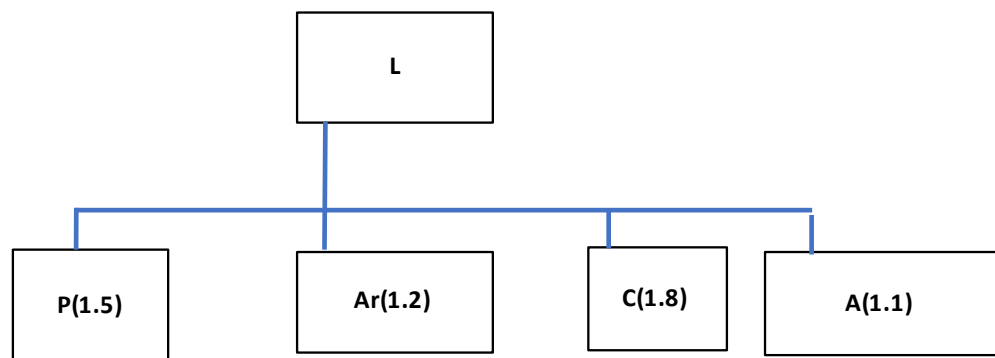
El MRP del ladrillo Revestido se presenta en la Tabla N° 44, en la cual se muestra los insumos utilizados para el proceso de fabricación.

- Agua: 1 Lt
- Cemento: 1,6 Kg
- Arena fina: 1 Kg
- Piedra chancada: 1,7 Kg

E. Plan de requerimiento de materiales de ladrillo tipo Armado

Para la elaboración del gráfico de explosión de materiales se ha tomado en cuenta dos etapas, la primera conformada por el ladrillo Armado, representado con (L), seguido se encuentra la segunda fase conformada por agua (A), arena fina (Ar), Cemento (C) y piedra chancada (P).

Figura 9: Lista de materiales (BOM) - Ladrillo tipo Armado



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N.º 45 se muestra el plan de requerimiento de materiales para el ladrillo Armado, en este caso la composición varía a la de los anteriores. Las cantidades necesarias por utilizar en el proceso productivo es el siguiente:

- Agua: 1,1 Lt
- Cemento: 1,8 Kg
- Arena fina: 1,2 Kg
- Piedra chancada: 1,5 K

Tabla 7: Resumen MRP ladrillo tipo hueco

LADRILLO	ARTÍCULO	Conceptos	Periodo de tiempo															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
HUECO	Ladrillo	Lanzamiento de orden	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800	0
	Agua	Lanzamiento de orden	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800	0
	Cemento	Lanzamiento de orden	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	0	3360	0
	Arena fina	Lanzamiento de orden	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	0	4200	0
	Piedra chancada	Lanzamiento de orden	5600	5550	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	0	5600	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Resumen MRP ladrillo tipo macizo

LADRILLO	ARTÍCULO	Conceptos	Periodo de tiempo															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
MACIZO	Ladrillo	Lanzamiento de orden	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0
	Agua	Lanzamiento de orden	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0
	Cemento	Lanzamiento de orden	4200	4200	4200	4200	0	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	0	0
	Arena fina	Lanzamiento de orden	4390	3968	4480	4480	0	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	0	0
	Piedra chancada	Lanzamiento de orden	5040	4940	5040	5040	0	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Resumen MRP ladrillo tipo perforado

LADRILLO	ARTÍCULO	Conceptos	Periodo de tiempo																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
PERFORADO	Ladrillo	Lanzamiento de orden	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0	
	Agua	Lanzamiento de orden	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0	0	
	Cemento	Lanzamiento de orden	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0	0	
	Arena fina	Lanzamiento de orden	4200	4200	4200	4200	0	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	0	0	0
	Piedra chancada	Lanzamiento de orden	4480	4380	4480	4480	0	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Resumen MRP ladrillo tipo revestido

LADRILLO	ARTÍCULO	Conceptos	Periodo de tiempo																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
REVESTIDO	Ladrillo	Lanzamiento de orden	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0
	Agua	Lanzamiento de orden	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0	0
	Cemento	Lanzamiento de orden	4480	4480	4480	4480	0	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	0	0	0
	Arena fina	Lanzamiento de orden	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0	0
	Piedra chancada	Lanzamiento de orden	4760	4660	4760	4760	0	4760	4760	4760	4760	4760	4760	4760	4760	4760	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Resumen MRP ladrillo tipo armado

LADRILLO	ARTÍCULO	Conceptos	Periodo detiempo															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ARMADO	Ladrillo	Lanzamiento de orden	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0
	Agua	Lanzamiento de orden	3080	3080	3080	3080	0	3080	3080	3080	3080	3080	3080	3080	3080	3080	0	0
	Cemento	Lanzamiento de orden	5040	5040	5040	5040	0	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	0	0
	Arena fina	Lanzamiento de orden	3360	3360	3360	3360	0	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	0	0
	Piedra chancada	Lanzamiento de orden	4200	4100	4200	4200	0	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	0	0

Fuente: Elaboración propia

Mediante la aplicación de los componentes del MRP ya mencionados: Pronóstico de la demanda, plan agregado de la producción, plan maestro de producción, lista de materiales y registro de inventarios, se concluye con la aplicación de un plan de requerimiento de materiales (MRP). En este punto, la planificación tiene como finalidad suministrar reseñas numéricas (las cantidades y fechas) en que las ordenanzas de producción y abastecimiento son imprescindibles para obedecer con los requerimientos de producción requeridos, tomando en cuenta los siguientes puntos para la producción y aprovisionamiento. - Lead Time (tiempo de espera) - Inventario de seguridad - Recepciones programadas (entradas previstas) - Tamaño de lote - Stock final Es necesario tomar en consideración y tener conocimiento de las fórmulas utilizadas de forma constante durante toda la planificación, para el cálculo de las exigencias netas (necesidades netas) y el inventario final (stock final).

3.2.8. Cálculo de la productividad

3.2.8.1. Cálculo de la productividad inicial de mano de obra

Haciendo uso de la ecuación N° 2, se calcula la productividad de mano de obra en horas / hombre de los meses Septiembre – Diciembre 2019. (Tabla 46)

Tabla 12: Productividad inicial

MES	PRODUCCION / LADRILLO	HORA	DÍAS	TRABAJADORES	HORAS HOMBRE	PRODUCTIVIDAD
Sept.	38838	7.5	25	6	1125	34.52
Oct.	38489	7.5	26	6	1170	32.90
Nov.	37951	7.5	24	6	1080	35.14
Dic.	38164	7.5	22	6	990	38.55
PROMEDIO						35.28

Fuente: Elaboración propia

3.2.8.2. Cálculo de la productividad de mano de obra (Método propuesto)

Se calcula la productividad de mano de obra en horas / hombre de los meses Septiembre – diciembre 2019.

Tabla 13: Productividad futura

MES	PRODUCCIÓN / LADRILLO	HORA	DÍAS TRABAJADORES	HORAS HOMBRE	PRODUCTIVIDAD	
Sept.	32.982	7,5	25	4	750	43,98
Oct.	38.252	7,5	24	5	900	42,5
Nov.	38.465	7,5	25	5	938	41,03
Dic.	38.002	7,5	25	5	938	40,54
PROMEDIO						42,0125

Fuente: Elaboración propia

3.2.8.3. Cálculo de la variación de productividades

A continuación se aplica el cálculo de la variación de productividades para determinar el porcentaje de incremento.

Ecuación 21 Variación de productividad

$$VARIACIÓN (\%) = \frac{P_f - P_i}{P_i} \times 100$$

$$VARIACIÓN (\%) = \frac{42.01 - 35.28}{35.28} \times 100$$

$$VARIACIÓN (\%) = 19.09 \%$$

Tabla 14: Comparativa de productividades

PRODUCTIVIDAD INICIAL	35,28 (Ladrillos/HH)
PRODUCTIVIDAD FUTURA	42,01(Ladrillos/ HH)
VARIACIÓN (%)	19.09 %

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 14 se observa que la productividad de mano de obra ha incrementado en un 19.09% con respecto a los meses anteriores del mismo periodo.

3.2.9. Prueba de hipótesis

El método de prueba de hipótesis utilizado fue el programa de SPSS, el cual se ha basado en una evidencia muestral con la finalidad de comparar la diferencia entre dos variables (Antes – Después).

La hipótesis de la investigación se ha dividido en dos tipos:

- **Hipótesis nula:** La implementación del sistema de planificación agregada de la producción no incrementa la productividad en la ladrillera PAKATNAMU S.A.C.
- **Hipótesis alterna:** La implementación del sistema de planificación agregada de la producción incrementa la productividad en la ladrillera PAKATNAMU S.A.C.

Para iniciar con el proceso de prueba, calculamos el P – Valor, pero antes de ello, es necesario corroborar que la variable numérica (Productividad), la cual es la variable de comparación se comporta normalmente, es decir contrastar el supuesto de normalidad.

Como sabemos, existen dos pruebas para verificar Normalidad, estas se mencionan a continuación:

- **Kolmogoroy – Smirnov:** Muestras grandes (>30 individuos)
- **Shapiro Wilk:** Muestras pequeñas (< 30 individuos)

Dado que nuestra cantidad de datos es menor a 30 individuos, se aplica la prueba Shapiro Wilk para comprobar la normalidad.

Cabe mencionar que es necesario tener en cuenta dos criterios para determinar Normalidad:

- $P - Valor \geq \alpha =$ Aceptar H_0 = Los datos provienen de una distribución **normal**.
- $P - Valor < \alpha =$ Aceptar H_1 = Los datos **NO** provienen de una distribución **normal**.
- $P - Valor > \alpha = 0,05$

El porcentaje de error que se ha deseado correr al realizar la prueba es de 5%. Las variables por utilizar son la productividad actual (P1) y la productividad final (P2). Los datos de la productividad se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 15: Comparativa de productividades

MESES	PRODUCTIVIDAD 1	PRODUCTIVIDAD 2
Septiembre	34,52	43,98
Octubre	32,90	42,50
Noviembre	35,14	41,03
Diciembre	38,55	42,01

Fuente: Elaboración propia

Al someter los datos en el programa SPSS, se obtienen una serie de resultados presentados en la Tabla N° 47. A continuación, se muestra el resumen de dichos datos en la siguiente tabla:

Tabla 16: Resumen de prueba de normalidad

P – Valor (Productividad – antes) = 0,637	>	$\alpha = 0,05$
P – Valor (Productividad – después) = 0,908	>	$\alpha = 0,05$

Fuente: Elaboración propia

El resultado arrojado por el programa asegura que los datos de la productividad resultan de una distribución **normal**.

El siguiente paso fue realizar la prueba T- Student en SPSS para dos muestras relacionadas. Los valores resultantes indican que la significancia es igual a 0,017 (Tabla N°48)

Finalmente, la decisión estadística alcanzada se resume de la siguiente manera:

Tabla 17: Resumen de prueba T-Student

P – Valor = 0,017	<	$\alpha = 0,05$
--------------------------	---	-----------------

Fuente: Elaboración propia

Para interpretar el valor obtenido es indispensable tomar en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Si la probabilidad obtenida $P - \text{Valor} \leq \alpha$, rechace H_0 (Se acepta H_1)
- ✓ Si la probabilidad obtenida $P - \text{Valor} > \alpha$, no rechace H_0 , (Se acepta H_0)

De esta manera rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, aquella que menciona que “La aplicación del sistema de plan agregado de la producción sí incrementa la productividad en la ladrillera Pakatnamú S.A.C.”

IV. DISCUSIÓN

La implementación de un sistema de planificación agregada de la producción para incrementar la productividad en la Ladrillera Pakatnamú, se lleva a cabo mediante el uso de ciertas herramientas: Pronóstico de la demanda, Productividad, MPS, Planeación de Requerimiento de Materiales, Programación Lineal.

Haciendo un previo análisis de la presente investigación en comparación con lo planteado por (VÁSQUEZ, 2014); quien propone un sistema de plan agregado de la producción, aplicando un MRP, el cual traerá cambios, puesto a que se llevará un control adecuado de los insumos y materiales que entran de forma exacta. A su vez se llevará a cabo el uso del plan agregado de la producción (PAP)

Se logró un incremento de la productividad y si mismo disminuyó el costo de producción durante los procesos productivos.

La activación de un sistema de planificación agregada de la producción ayudará a incrementar la productividad en el proceso mejorará en la Ladrillera Pakatnamu SAC.

Comparando los resultados planteados por (MIÑAN, 2015); en su tesis titulada “Diseño de un sistema de planeación agregada para la producción de ladrillos de arcilla en una empresa ladrillera de la ciudad de Chimbote.

Concluyó que el plan agregado logró minimizar los costos operativos, obteniendo una reducción de 39 soles por tonelada producida que representa un ahorro de 13.24%, llevando un control de las ventas existentes, y asimismo una variación de costos entre s/. 1 246 415 y s/. 1 469 758.

La implementación de un sistema de planificación agregada de la producción mejora las ventas y costos en la Ladrillera Pakatnamu SAC.

En relación con lo planteado por (JIMENEZ , 2014). “Propuesta de un sistema de planificación agregada de la producción aplicado a una empresa dedica a la fabricación de Ladrillos de Concreto”. Refleja la mejora en la anticipación de sus pedidos, no afectando a los costos de la empresa, y contando con una atención eficiente a sus clientes.

Teniendo en cuenta la implementación de dicho sistema, la aplicación de un pronóstico genera menos error, puesto a que la metodología propuesta es más eficiente, obteniendo como resultado una reducción de inventarios y costos.

Tras constatar los resultados con lo planteado por (HERRERA, 2014) “Diseño de una planeación agregada para la mejora de las operaciones de la división de planeamiento y control de la producción de la empresa Ladrillera Mr. Ladrillo – Chimbote”.

Estableció que aplicar un plan agregado perfeccionaría las operaciones y se logró optimizar las labores en la empresa, logrando reducir en un 37% la penalización por no cumplir con la entrega a tiempo de los pedidos, a su vez aumentó la fuerza de trabajo en un 45%, asimismo se origina una baja en la contratación obteniendo un 30% y un 25% en subcontratación.

Por otro lado, (CORADO, 2014)), mediante su tesis titulada “Planeación agregada de la producción en una empresa dedicada a la fabricación y distribución de ladrillos”

Llegó a la conclusión que la planeación agregada de la producción logró incrementar sus pedidos, optimizó su producción y mejoró la eficiencia.

Se obtuvo una adecuada planificación, logrando así la satisfacción de sus clientes y una buena aceptación en el mercado, todo esto a causa de un buen pronóstico de la demanda.

Finalmente comparando resultados con lo planteado por (CORDERO, 2015), en su investigación “Propuesta del sistema de Planeación de la Producción para la empresa de ladrillos Ladricord”. Donde se aplicó PAP, MRP, MPS.

Llegó a la conclusión que, mediante la propuesta del sistema de la planeación de la producción, y sus respectivas herramientas se logró aumentar la eficiencia, un mejor manejo en las compras de insumos y materiales, también un mejor cumplimiento con los pedidos a tiempo de entrega, obteniendo así una mejor aceptación en el mercado y abarcando gran parte del sector.

Asimismo, se propuso una capacitación al personal que labora en dicha empresa, para llevar un mejor manejo de los productos terminados, y no haya devoluciones de mercadería, ni errores de abastecimiento de materia prima y entregas atrasadas.

V. CONCLUSIONES

El estudio de investigación realizado ha logrado diagnosticar la situación en la que se encuentra la ladrillera “PAKATNAMU S.A.C”, mostrando mayor énfasis en el área de producción con la finalidad de identificar las causantes que están perjudicando a la productividad de la empresa. Por otro lado, a través de diagramas de operaciones se identificó la secuencia de actividades del proceso productivo de ladrillos. Finalmente, a través de los datos históricos de producción se visualizó que la empresa no cumple eficientemente con los pedidos. Así que, través del uso de una serie de pronósticos, se escogió la técnica de suavización exponencial, puesto que esta dio como resultado un menor error. Cabe mencionar que es sugerible que el pronóstico de la demanda sea el más real posible, ya que en base a ello se diseñará la planeación agregada.

El PAP (plan agregado de la producción) es una herramienta de gran utilidad para la empresa, puesto que, a través de la aplicación de este método se ha reducido los inventarios y se disminuyó el número de trabajadores, por consiguiente, se han minimizado los costos. Comparando las estrategias de plan agregado propuestos y la aplicación de un modelo matemático de programación lineal, a través de la función Minimizar, mediante los costos de inventario, costo por despido y contrato, costo en tiempo normal y en hora extra, así como sus respectivas restricciones, han indicado que el método más conveniente para la empresa es el plan agregado con inventario cero, el cual consiste en producir de acuerdo con la demanda con un costo de S/. 25 160.00.

Por otro lado, el plan maestro de producción fue otra de las herramientas aplicadas en el estudio, la cual partió del porcentaje de participación de las ventas para identificar la demanda mensual por cada producto, posteriormente fue desglosada en semanas y se encargó de desagregar las unidades; el uso de este método permitió identificar las cantidades necesarias para producir semanalmente por cada producto.

Así mismo, la aplicación del plan de requerimiento de materiales (MRP) fue un gran aporte para la empresa, ya que la conllevó a planear la producción o anticiparse a ella, esto quiere decir que le permitió determinar lo que se desea realizar a futuro, las cantidades a producir, las cantidades a necesitar, con la finalidad de optimizar los flujos de producción, reducir el lead time o tiempos de espera y no incurrir a unidades faltantes.

Finalmente se concluye que la aplicación de un sistema de planificación agregada de la producción tuvo un impacto positivo en la productividad de la empresa, puesto que comparando entre el antes y el después, observamos que existe un incremento de 36.54%, ya que no existe inventario, los costos de almacenamiento desaparecen y por ende los costos totales disminuyen.

Por otro lado, también se menciona que se aplicó la prueba de normalidad y T – Student para corroborar que nuestra hipótesis planteada es válida. Esto quiere decir que la aplicación del sistema de plan agregado de la producción sí incrementa la productividad, por lo cual resulta ser una buena alternativa para mejorar la situación de una empresa.

VI. RECOMENDACIONES

Pudimos reconocer que la aplicación de un sistema de planificación agregada de la producción y sus respectivas herramientas contribuye a la mejora e incremento de la productividad, es por ello por lo que se recomienda lo siguiente:

Respecto al cumplimiento de los objetivos, resaltamos que los trabajadores en general tengan predisposición y motivación para generar un cambio de rutina, ya sea cultural o laboral, asimismo la empresa debe establecer normativas, y tener conocimiento de la situación actual en la que se encuentra la compañía en cuanto a su producción.

En cuanto al acatamiento de los pedidos y entrega de estos, es necesario que establezca rangos de cumplimiento respecto al manejo de los tiempos para realizar dichas actividades, para ellos es recomendable desarrollar programaciones de despachos dependiendo del nivel de importancia de los pedidos y de cuánto tiempo este llegue al cliente final, de tal manera que se puedan desarrollar en el momento adecuado y con el requerimiento correspondiente. En este punto es de suma importancia no dejar de lado las capacitaciones y reuniones entre el personal y el encargado de gerencia, con el fin de conocer las deficiencias y complicaciones que se presenten en la compañía.

Y así lograr que la empresa tenga gran aceptación en el mercado y se consolide como una de las mejores empresas dedicadas a la fabricación y venta de ladrillos de concreto.

También es importante resaltar la cantidad a producir, es por ello por lo que se recomienda a la empresa realizar un pronóstico de la demanda, para llevar un mejor manejo de lo que se le ofrecerá al cliente, y sobre todo llevar un mejor control para las ventas futuras que se presenten.

Para concluir este capítulo se recomienda contar con un plan de audiencia interna, la cual verifique y conste que después de la implementación de un sistema de planificación agregada de la producción, siga cumpliendo con lo establecido, y que un mediano o corto plazo, se logre implementar otras metodologías que complementen lo ya desarrollado, con el fin de afianzar y seguir creciendo como empresa.

REFERENCIAS

- Vásquez, José. 2014.** http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4788/VASQUEZ_JOSE_SISTEMA_PRODUCION_EMPRESA_TEXTIL_CALCETINES.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [En línea] 2014.
- Corado, Bertha. 2014.** Biblioteca USAC. [En línea] 2014. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_4124.pdf.
- Jara Alcalde, Edwar Henry. 2018.** Repositorio UCV. [En línea] 2018. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/ucv/30109/jara_ae.pdf?sequence=1&isallowed=y.
- Vazquez, Jose. 2014.** Sistema de Produccion. [En línea] 2014. [Citado el: 20 de setiembre de 2019.] http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4788/VASQUEZ_JOSE_SISTEMA_PRODUCION_EMPRESA_TEXTIL_CALCETINES.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Jara, Edwar. 2018.** “Planeación de la producción de transformadores para incrementar la productividad de la empresa Epli s.a.c. lima-peru,2018” . [En línea] 2018. [Citado el: 15 de Setiembre de 2019.] http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/ucv/30109/jara_ae.pdf?sequence=1&isallowed=y.
- Guzman, Rafael. 2013.** “Aplicación de una herramienta de planificación agregada de la producción basada en los costos para la toma de decisiones en Zeus investments inc cartagena shrimp co”. Cartagena : s.n., 2013.
- Fernandez, Segundo y Mejia, Karla. 2018.** “Sistema de planificación de la producción en la empresa calzadura el dorado en la ciudad de Trujillo”. trujillo : s.n., 2018.
- Juarez, Jesus y Narvaez, Edwar. 2014.** “La planificación de la producción y su incidencia en los costos laborales de la empresa el rocío s.a. de la ciudad de Trujillo –Perú al año 2012. trujillo : s.n., 2014.
- Cueva, Jaime. 2018.** “Implementación de un modelo de planificación de la producción y presupuestos agrícola en agro Casagrande s.a.c.”. Casagrande : s.n., 2018.
- Obando, Alejandro. 2014.** Planeación de requerimiento de materiales para la gestión y control del inventario de empaques de la empresa amcor rigid plastics ecuador. s.a” . Ecuador : s.n., 2014.
- Salas, Erick. 2017.** “Aplicación del plan agregado para mejorar la productividad en el área de mecanizado de la empresa urbano express, lima-2017”. Lima : s.n., 2017.
- Villareal, Eliana. 2017.** “Plan agregado para reducir costos de producción de la empresa fresh – chimbote 2017”. Chimbote : s.n., 2017.
- Lomas, Carina. 2018.** “Planificación de la producción a mediano plazo en la empresa tavy sport del cantón antonio ante”. Lima : s.n., 2018.
- Castillo, Edwin y Arana, Evering. 2018.** “Propuesta de un sistema mrp para incrementar la productividad en la línea de fabricación de calzados de la empresa estefany rouss, trujillo”. Trujillo : s.n., 2018.

Perez, Francisco. 2015. Planeacion Agregada del Produccion. [En línea] 2015. [Citado el: 15 de setiembre de 2019.] <http://www.unitec.edu.ve/materiasenlinea/upload/T228-6-1.pdf>.

ANEXOS

Anexo 1 Formato de pronóstico de la demanda

MES / AÑO	1	2	3	4	PROMEDIO	DEMANDA MES
Ene.						
Feb.						
Mar.						
Abr.						
Mayo						
Jun.						
Jul.						
Agost.						
Sept.						
Oct.						
Nov.						
Dic.						

Fuente: Jara Alcalde, Edwar Henry. (2018) “Planeación de la producción de transformadores para incrementar la productividad de la empresa Epli S.A.C. Lima-Perú”

Anexo 2 Formato de plan agregado de producción

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Agost.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Días laborables													
Unidades por trabajador													
Demanda													
Trabajadores requeridos													
Trabajadores actuales													
Trabajadores contratados													
Costo trabajadores contratados													
Trabajadores despedidos													
Costo trabajadores despedidos													
Trabajadores utilizados													
Costo mano de obra													
Unidades producidas													
Inventario													
Costo de almacenar													
Horas extra													
Costo por hora extra													
Costo total													

Fuente: Jara Alcalde, Edwar Henry. (2018) “Planeación de la producción de transformadores para incrementar la productividad de la empresa Epli S.A.C. Lima-Perú”

Anexo 3 Formato de plan maestro de producción

MESES	ENERO				FEBRERO				MARZO			
PLANEACION AGREGADA	0				0				0			
SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
INVENTARIO INICIAL												
UNIDADES PRONOSTICADAS												
PEDIDOS DE CLIENTES												
INVENTARIO FINAL												
PMP												

Fuente: Jara Alcalde, Edwar Henry. (2018) “Planeación de la producción de transformadores para incrementar la productividad de la empresa Epli s.a.c. Lima-Per

Anexo 4 Formato de MRP

Artículo	Insumos	Cantidad MPS	Semana
			Semana 1
			Semana 2
			Semana 3
			Semana 4

Fuente: Jara Alcalde, Edwar Henry. (2018) “Planeación de la producción de transformadores para incrementar la productividad de la empresa Epli S.A.C. Lima-Perú

Anexo 5 Formato de registro de inventarios

Código	Descripción	Nivel	Inventario disponible	Stock de seguridad	Elemento padre	Cantidad para elaborar elemento padre	Lead time	Recepciones programadas	
								Semana	Cantidad

Fuente: Jara Alcalde, Edwar Henry. (2018) “Planeación de la producción de transformadores para incrementar la productividad de la empresa Epli S.A.C. Lima-Perú

Anexo 6 Formato de planificación de materiales

Artículo	Cantidad para elaborar elemento padre	Lead time	Inventario disponible	Stock de seguridad	Conceptos	Periodo de tiempo			
						1	2	3	4
0	0	0	0	0	Necesidades brutas				
					Recepciones programadas				
					Disponibles	0	0	0	0
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepción de orden				
					Lanzamiento de orden				

Fuente: Jara Alcalde, Edwar Henry. (2018) “Planeación de la producción de transformadores para incrementar la productividad de la empresa Epli S.A.C. Lima-Perú

Anexo 7 Formato Guía de observación

DATOS GENERALES		
Nombre de la Empresa: Ladrillera Pakatnamu SAC		
Puesto: Producción		
Fecha de Observación:		
ACTIVIDADES	RECURSOS	COMENTARIOS
Homogenización	Arena, Agua, Cemento	Se mezclan los insumos.
Transporte 1	Carretilla	Traslado de mezcla.
Moldeado	Insumos, Agua	Dar forma de ladrillo.
Transporte 2	Carretilla	Se llevan los ladrillos al área de secado
Secado	A temperatura ambiente	El ladrillo toma consistencia.
Almacén	Mantas	Aquí se conservan los ladrillos para su venta.

Fuente: Jara Alcalde, Edwar Henry. (2018) “Planeación de la producción de transformadores para incrementar la productividad de la empresa Epli S.A.C. Lima-Perú”

Anexo 8 Entrevista

Cuestionario para el proceso actual de la planeación de la producción.

Estimado encuestado sirva a responder con absoluta sinceridad la siguiente encuesta que corresponde al estudio de la planeación de la producción, se reitera el pedido de seriedad y honestidad en las respuestas. Muchas gracias por su participación.

1. ¿La empresa actualmente cuenta con un plan y control de la producción? ¿Por qué?

La empresa no cuenta con un plan de producción, desconoce acerca de los pronósticos de la demanda.

2. ¿Se cuenta con medios de control en los procesos? ¿Por qué?

No, no se llevan medios de control. La información está registrada en cuadernos. Por falta de tiempo para poder cumplir con los pedidos a tiempo.

3. ¿Considera eficiente los actuales métodos de producción? ¿Por qué?

No, porque se les exige a los empleados a trabajar horas extras, y perjudica de alguna u otra manera a la empresa.

4. ¿La empresa cumple con los pedidos de sus clientes dentro de los tiempos establecidos? ¿Por qué?

No, generalmente se presentan algunas demoras e inconvenientes a la hora de la entrega de pedidos, porque no cuenta con un control ni organización en la empresa.

5. ¿Se tiene actualmente una cartera de proveedores tomando en cuenta la calidad, oportunidad y precio de la materia prima?

No, no cuenta con una cartera de proveedores, si el gerente selecciona comprar la materia prima e insumos al que mejor precio brinda y esto ocasiona que no se nos entregue la materia prima en el tiempo solicitado.

6. ¿Con cuanto personal cuenta actualmente el área de producción? ¿Considera que este se encuentra capacitado para las funciones que realiza?

Actualmente el área de producción cuenta con 6 obreros, los cuales, si tienen conocimiento de la realización del trabajo, pero no utilizan los implementos de seguridad necesarios para la elaboración de estos.

7. ¿Qué entiende por Métodos y Tiempos?

Son formas de trabajo que ayudan a la mejora de la producción, cumpliendo con los pedidos y la elaboración de los productos a tiempo.

8. ¿Considera que los tiempos en la fabricación de los productos están estandarizados? ¿Por qué?

La empresa no cuenta con tiempos estándares, por lo que no dispone de tiempo para aplicar un estudio para ello.

9. ¿Cómo considera la relación del área de producción con las otras áreas de la empresa?

Es una relación cordial, hay ciertas discrepancias, pero por sacar adelante a la empresa ven la forma de comunicarse y lograr un ambiente laboral adecuado.

10. ¿La empresa tiene definidos los costos de producción?

La empresa no tiene definidos los costos de producción.

11. ¿El producto se apega a las especificaciones del cliente?

El producto se apega siempre a las especificaciones del cliente, pero debido a que estamos contra el tiempo de entrega, la calidad se descuida un poco, y se presentan ciertos reclamos.

12. ¿Se han recibido quejas de los clientes en cuanto a la calidad de los productos? ¿Por qué?

Sí, por las entregas que no se dan en el tiempo establecido, muchas veces por la condición en la que llega el producto.

13. ¿Considera adecuada la distribución de las áreas de trabajo?

No, se necesitan ciertas mejoras en algunas áreas.

14. ¿Considera que los almacenes de materia prima y productos terminados se encuentran ordenados y bien distribuidos?

No, no tienen una buena distribución, es por eso que les dificulta al momento de desplazarse.

Fuente: Celiz Medina, Narva. (2018) “Planeamiento y control de la producción para incrementar la productividad de la empresa inversiones imperial S.A.C.- Cajamarca”

Tabla 18: Producción mensual por producto

Producto	Hueco	Macizo	Perforado	Revestido	Armado	TOTAL
Ene.	9,759	9,648	9,771	3,170	2,412	34,760
Feb.	9,819	9,504	8,760	3,498	2,428	34,009
Mar.	9,835	9,122	8,165	3,725	2,395	31,408
Abr.	9,478	8,079	8,056	3,005	2,854	31,285
Mayo	9,556	9,496	9,928	3,987	3,477	36,444
Jun.	9,537	9,798	8,639	3,845	2,998	34,817
Jul.	9,653	8,572	8,002	3,361	2,842	32,430
Agost.	9,806	8,415	8,414	3,270	3,111	33,016
Sept.	10,033	10,797	10,500	3,983	3,525	38,838
Oct.	10,332	10,087	10,709	3,556	3,805	38,489
Nov.	10,112	10,005	10,522	3,856	3,456	37,951
Dic.	10,235	10,200	10,545	3,604	3,580	38,164
Ene.	9,538	8,567	8,486	3,712	2,687	32,463
Feb.	9,624	8,362	9,792	3,296	2,957	34,031
Mar.	9,282	8,802	8,696	3,551	2,795	33,126
Abr.	9,990	9,507	8,553	3,970	2,025	34,045
Mayo	9,869	9,273	8,481	3,946	2,009	33,610
Jun.	9,845	8,012	8,482	2,956	3,214	32,509
Jul.	9,986	9,428	9,307	3,218	2,231	34,182
Ago	9,954	8,105	8,105	3,231	2,152	31,547
TOTAL	196,243	183,779	181,913	70,740	56,953	687,124
PROMEDIO	9,812	9,189	9,096	3,537	2,848	

Fuente: Ladrillera Pakatnamú S.A.C.

Tabla 19: Datos históricos

MES	PRODUCCIÓN / LADRILLO
Ene.	34,760
Feb.	34,009
Mar.	31,408
Abr.	31,285
Mayo	36,444
Jun.	34,817
Jul.	32,430
Agost.	33,016
Sept.	38,838
Oct.	38,489
Nov.	37,951
Dic.	38,164
Ene.	32,463
Feb.	34,031
Mar.	33,126
Abr.	34,045
Mayo	33,610
Jun.	32,509
Jul.	34,182
Ago	31,547
	687,124

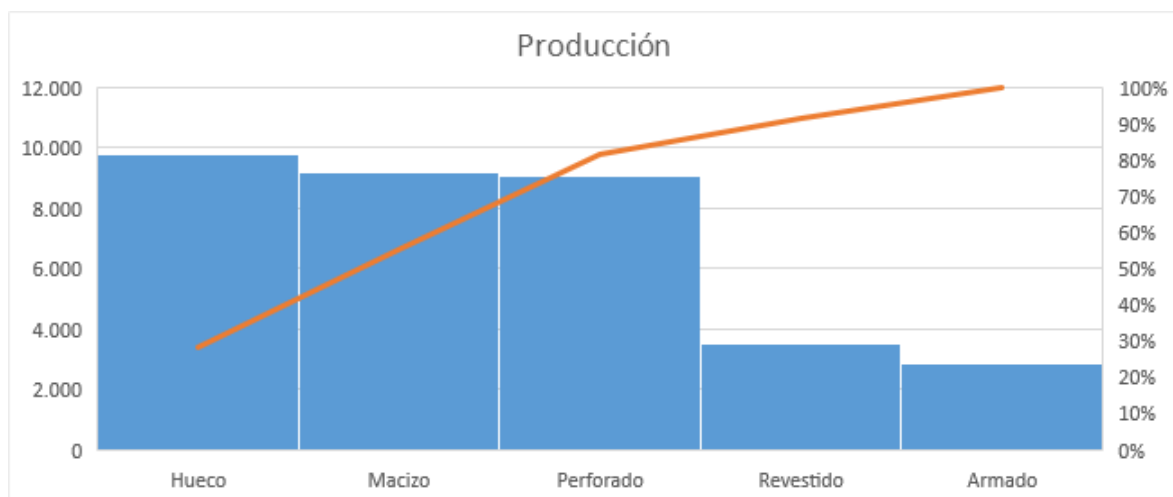
Fuente: Ladrillera Pakatnamú S.A.C.

Tabla 20: Promedio de producción mensual

Producto	Promedio ventas mensuales	%	% acumulado
Hueco	9,812	28.5%	28.5%
Macizo	9,189	26.6%	55.1%
Perforado	9,096	26.4%	81.5%
Revestido	3,537	10.3%	91.7%
Armado	2,848	8.3%	100.0%
	34,481		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22: Pronóstico Móvil Simple n=3

MES	PRODUCCIÓN	PMS		DA
Ene.	34,760			
Feb.	34,009			
Mar.	33,242			
Abr.	31,472	34,004	-2,532	2,532
May.	36,444	32,908	3,536	3,536
Jun.	34,817	33,719	1,098	1,098
Jul.	32,430	34,244	-1,814	1,814
Ago.	33,016	34,564	-1,548	1,548
Set.	38,838	33,421	5,417	5,417
Oct.	38,489	34,761	3,728	3,728
Nov.	37,951	36,781	1,170	1,170
Dic.	38,164	38,426	-262	262
Ene.	32,990	38,201	-5,211	5,211
Feb.	34,031	36,368	-2,337	2,337
Mar.	33,126	35,062	-1,936	1,936
Abr.	34,045	33,382	663	663
May.	33,578	33,734	-156	156
Jun.	32,509	33,583	-1,074	1,074
Jul.	34,170	33,377	793	793
Ago.	31,547	33,419	-1,872	1,872
				2,067

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23: Pronóstico Móvil Simple n=4

Producto	PRODUCCIÓN	PMS		DA
Ene.	34,760			
Feb.	34,009			
Mar.	33,242			
Abr.	31,472			
May.	36,444	33,371	3,073	3,073
Jun.	34,817	33,792	1,025	1,025
Jul.	32,430	33,994	-1,564	1,564
Ago.	33,016	33,791	-775	775
Set.	38,838	34,177	4,661	4,661
Oct.	38,489	34,775	3,714	3,714
Nov.	37,951	35,693	2,258	2,258
Dic.	38,164	37,074	1,091	1,091
Ene.	32,990	38,361	-5,371	5,371
Feb.	34,031	36,899	-2,868	2,868
Mar.	33,126	35,784	-2,658	2,658
Abr.	34,045	34,578	-533	533
May.	33,578	33,548	30	30
Jun.	32,509	33,695	-1,186	1,186
Jul.	34,170	33,315	856	856
Ago.	31,547	33,576	-2,029	2,029
				2,106

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24: Pronóstico Móvil Ponderado n=3

Producto	PRODUCCIÓN	PMP		DA
Ene.	34,760			
Feb.	34,009			
Mar.	31,408			
Abr.	31,285	32859	-1574	1574
May.	36,444	31867	4577	4577
Jun.	34,817	33889	928	928
Jul.	32,430	34599	-2169	2169
Ago.	33,016	33949	-933	933
Set.	38,838	33200	5638	5638
Oct.	38,489	35810	2679	2679
Nov.	37,951	37499	452	452
Dic.	38,164	38290	-126	126
Ene.	32,463	38165	-5702	5702
Feb.	34,031	35271	-1240	1240
Mar.	33,126	34387	-1261	1261
Abr.	34,045	33265	780	780
May.	33,610	33767	-157	157
Jun.	32,509	33644	-1135	1135
Jul.	34,182	33147	1036	1036
Ago.	31,547	33566	-2019	2019
				1906

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25: Ponderaciones n=3

t	w
1	0.2
2	0.3
3	0.5

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26: Pronóstico Móvil Ponderado n=4

Producto	PRODUCCIÓN	PMP	DA	
Ene.	34,760			
Feb.	34,009			
Mar.	31,408			
Abr.	31,285			
May.	36,444	32214	4,230	4,230
Jun.	34,817	33646	1,171	1,171
Jul.	32,430	34258	-1,828	1,828
Ago.	33,016	33834	-818	818
Set.	38,838	33543	5,295	5,295
Oct.	38,489	35408	3,081	3,081
Nov.	37,951	36893	1,058	1,058
Dic.	38,164	37796	368	368
Ene.	32,463	38233	-5,770	5,770
Feb.	34,031	35874	-1,843	1,843
Mar.	33,126	34779	-1,653	1,653
Abr.	34,045	33769	276	276
May.	33,610	33608	2	2
Jun.	32,509	33686	-1,177	1,177
Jul.	34,182	33208	974	974
Ago.	31,547	33552	-2,005	2,005
				1,972

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27: Ponderaciones n=4

t	w
1	0.1
2	0.2
3	0.3
4	0.4

Fuente: Elaboración

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28: Suavización exponencial - $\alpha=0.2$

Producto	PRODUCCIÓN	SE		DA
Ene.	34,760	34760		
Feb.	34,009	34760	-751	751
Mar.	31,408	34610	-3202	3202
Abr.	31,285	33969	-2684	2684
May.	36,444	33433	3011	3011
Jun.	34,817	34035	782	782
Jul.	32,430	34191	-1761	1761
Ago.	33,016	33839	-823	823
Set.	38,838	33674	5164	5164
Oct.	38,489	34707	3782	3782
Nov.	37,951	35464	2487	2487
Dic.	38,164	35961	2203	2203
Ene.	32,463	36402	-3939	3939
Feb.	34,031	35614	-1583	1583
Mar.	33,126	35297	-2171	2171
Abr.	34,045	34863	-818	818
May.	33,610	34699	-1089	1089
Jun.	32,509	34482	-1973	1973
Jul.	34,182	34087	95	95
Ago.	31,547	34106	-2559	2559
				2151

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29: Suavización exponencial - $\alpha=0.9$

Producto	PRODUCCIÓN	SE		DA
Ene.	34,760	34760		
Feb.	34,009	34760	-751	751
Mar.	31,408	34084	-2676	2676
Abr.	31,285	31676	-391	391
May.	36,444	31324	5120	5120
Jun.	34,817	35932	-1115	1115
Jul.	32,430	34929	-2499	2499
Ago.	33,016	32680	336	336
Set.	38,838	32982	5856	5856
Oct.	38,489	38252	237	237
Nov.	37,951	38465	-514	514
Dic.	38,164	38002	162	162
Ene.	32,463	38148	-5685	5685
Feb.	34,031	33031	1000	1000
Mar.	33,126	33931	-805	805
Abr.	34,045	33207	838	838
May.	33,610	33961	-351	351
Jun.	32,509	33645	-1136	1136
Jul.	34,182	32623	1559	1559
Ago.	31,547	34026	-2479	2479
				1764

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30: Costos actuales

	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Días laborables	25	24	25	25	99
Unidades por trabajador	7700	7700	7700	7700	30800
Demanda	32982	38252	38465	38002	147701
Trabajadores requeridos	5	5	5	5	20
Trabajadores actuales	6	5	5	5	21.00
Trabajadores contratados	0	0	0	0	0
Costo trabajadores contratados	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	0
Trabajadores despedidos	1	0	0	0	1.00
Costo trabajadores despedidos	S/. 160.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 160.00
Trabajadores utilizados	5	5	5	5	20.00
Costo mano de obra	S/. 6,250.00	S/. 6,250.00	S/. 6,250.00	S/. 6,250.00	S/. 25,000.00
Unidades producidas	38500	44018	44266	44301	171085
Inventario	5518	5766	5801	6299	23384
Costo de almacenar	S/. 3,310.80	S/. 3,459.60	S/. 3,480.60	S/. 3,779.40	S/. 14,030.40
Horas extra	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Costo de horas extra	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Costo total	S/. 9,720.80	S/. 9,709.60	S/. 9,730.60	S/. 10,029.40	S/. 39,190.40

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31: Datos base

Producción promedio por trabajador	7700	Diario
Trabajadores actuales iniciales	6	Trabajadores
Inventario inicial	0	Unidades
Costo diario de mano de obra	S/. 1,250.00	Diario
Costo de hora extra	S/. 212.50	Mensual
Costo de contratar un trabajador	S/. 80.00	Empleado
Costo de despedir un trabajador	S/. 160.00	Empleado
Costo de almacenar	S/. 0.60	Unidad
Costo de faltante	S/. 30.00	Unidad
No se considera inventario de seguridad		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32: Plan agregado de la producción Adaptación de la demanda

	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Días laborables	25	24	25	25	99
Unidades por trabajador	7700	7700	7700	7700	30800
Demanda	32982	38252	38465	38002	147701
Trabajadores requeridos	5	5	5	5	20
Trabajadores actuales	6	5	5	5	21
Trabajadores contratados	0	0	0	0	0
Costo trabajadores contratados	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Trabajadores despedidos	1	0	0	0	1
Costo trabajadores despedidos	S/. 160.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 160.00
Trabajadores utilizados	5	5	5	5	20
Costo mano de obra	S/. 6,250.00	S/. 6,250.00	S/. 6,250.00	S/. 6,250.00	S/. 25,000.00
Unidades producidas	32982	38252	38465	38002	147701
Inventario	0	0	0	0	0
Costo de almacenar	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Unidades a subcontratar	0	0	0	0	0
Costo por subcontratación	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	0
Costo total	S/. 6,410.00	S/. 6,250.00	S/. 6,250.00	S/. 6,250.00	S/. 25,160.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33: Datos base para adaptación de la demanda

Producción promedio por trabajador	7700	Mensual
Trabajadores actuales iniciales	6	trabajadores
Costo de mano de obra	S/. 1,250.00	Mensual
Costo de contratar	S/. 80.00	Empleado
Costo de despedir	S/. 160.00	Empleado
Costo de faltante	S/. 30.00	unidad
Horas jornada laboral	8	horas
No se considera inventario de seguridad		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Plan agregado de la producción - estrategia mixta

	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Días laborables	25	24	25	25	99
Unidades por trabajador	7700	7700	7700	7700	30800
Demanda	32982	38252	38465	38002	147701
Trabajadores requeridos	5	5	5	5	20
Trabajadores actuales	6	5	5	5	21
Trabajadores contratados	0	0	0	0	0
Costo trabajadores contratados	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Trabajadores despedidos	1	0	0	0	1
Costo trabajadores despedidos	S/. 160.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 160.00
Trabajadores utilizados	5	5	5	5	20
Costo mano de obra	S/. 6,250.00	S/. 6,250.00	S/. 6,250.00	S/. 6,250.00	S/. 25,000.00
Unidades producidas	38500	38500	38748	38783	154531
Inventario	5518	248	283	781	6830
Costo de almacenar	S/. 3,310.80	S/. 148.80	S/. 169.80	S/. 468.60	S/. 4,098.00
Horas extra	0	0	0	0	0
Costo por hora extra	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	0
Costo total	S/. 9,720.80	S/. 6,398.80	S/. 6,419.80	S/. 6,718.60	S/. 29,258.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35: Datos base para estrategia mixta

Producción promedio por trabajador	7700	Mensual
Trabajadores actuales iniciales	6	trabajadores
Costo de mano de obra	S/. 1,250.00	Mensual
Costo de contratar	S/. 80.00	empleado
Costo de despedir	S/. 160.00	empleado
Costo de almacenar	S/. 0.60	Unidad
Costo de hora extra	S/. 212.50	Mensual
Horas jornada laboral	8	horas
No se considera inventario de seguridad		

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 22. Modelo matemático (Programación Lineal)

Minimizar:

$$\sum_{i=1}^{n=4} 1250N_t + 1462.5E_t + 80C_t + 160D_t + 0.6I_t$$

Sujeto a:

$$I_t = I_{t-1} + 400(N_t + E_t) - F; \text{ donde: } t=1$$

Fuerza Laboral

$$N_t = N_{t-1} + C_t - D_t$$

No negatividad

$$N_t, E_t, C_t, D_t \geq 0$$

Extras

$$E_t < 0.20N_t; \text{ donde } t = 1, 2, 3, 4$$

Reemplazando:

$$1250N_1 + 1462.5E_1 + 80C_1 + 160D_1 + 0.60I_1 + 1250N_2 + 1462.5E_2 + 80C_2 + 160D_2 + 0.60I_2 + 1250N_3 + 1462.5E_3 + 80C_3 + 160D_3 + 0.60I_3 + 1250N_4 + 1462.5E_4 + 80C_4 + 160D_4 + 0.60I_4$$

N_t = Personas a contratar

E_t = Horas extras

C_t = Costo de contratar

D_t = Costo de despido

I_t = Inventario, costo de almacenar una unidad al mes

SUBJECT TO

$$I_1 - 7700N_1 - 7700E_1 = -32982$$

$$I_2 - I_1 - 7700N_2 - 7700E_2 = -38252$$

$$I_3 - I_2 - 7700N_3 - 7700E_3 = -38465$$

$$I_4 - I_3 - 7700N_4 - 7700E_4 = -38002$$

$$N_1 - C_1 + D_1 = 6$$

$$N_2 - N_1 - C_2 + D_2 = 0$$

$$N_3 - N_2 - C_3 + D_3 = 0$$

$$N_4 - N_3 - C_4 + D_4 = 0$$

$$E_1 - 0.17N_1 < 0$$

$$E_2 - 0.17N_2 < 0$$

$$E_3 - 0.17N_3 < 0$$

$$E_4 - 0.17N_4 < 0$$

$$N_1 \geq 0$$

$$N_2 \geq 0$$

$$N_3 \geq 0$$

$$N_4 \geq 0$$

$$E_1 \geq 0$$

$$E_2 \geq 0$$

$$E_3 \geq 0$$

$$E_4 \geq 0$$

$$C_1 \geq 0$$

$$C_2 \geq 0$$

$$C_3 \geq 0$$

$$C_4 \geq 0$$

$$D_1 \geq 0$$

$$D_2 \geq 0$$

$$D_3 \geq 0$$

$$D_4 \geq 0$$

$$I_1 \geq 0$$

$$I_2 \geq 0$$

$$I_3 \geq 0$$

$$I_4 \geq 0$$

$$I1 \geq 0$$

$$I2 \geq 0$$

$$I3 \geq 0$$

$$I4 \geq 0$$

end

GIN N1

GIN N2

GIN N3

GIN N4

GIN E1

GIN E2

GIN E3

GIN E4

GIN C1

GIN C2

GIN C3

GIN C4

GIN D1

GIN D2

GIN D3

GIN D4

GIN I1

GIN I2

GIN I3

GIN I4

Tabla 36: Plan Maestro de producción - Ladrillo Hueco

MESES PAP con recursos propios Parte de PI en PAP (28,5 %)		SEMANAS																
		32982				38252				38465				30800				
		9400				10902				10963				8778				
PRODUCTO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Hueco	INV. INICIAL	0	440	890	1340.065	1547	1622	1696	1607	1446	1506	1565	1624	1567	2173	2723	426	
	PRONÓSTICO	2350	2350	2350	2350	2725	2725	2725	2725	2741	2741	2741	2741	2195	2195	2195	2195	
	PEDIDOS	2360	2135	2175	2593	2423	2148	2889	2961	2168	2541	2649	2857	2000	2250	2297	2034	
	PMP	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800
	INV. FINAL	440	890	1340	1547	1622	1696	1607	1446	1506	1565	1624	1567	2173	2723	426	1031	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Plan Maestro de producción - Ladrillo Macizo

		SEMANAS																
Parte de P2 en PAP (26,6 %)		8773				10175				10232				8193				
PRODUCTO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Macizo	INV. INICIAL	0	556	980	1587	2120	2376	2576	32	288	531	551	739	981	1351	2102	2712	
	PRONÓSTICO	2193	2193	2193	2193	2544	2544	2544	2544	2558	2558	2558	2558	2048	2048	2048	2048	
	PEDIDOS	2244	2376	2038	2267	2230	2600	2400	2000	2280	2780	2612	2490	2430	1900	2190	2000	
	PMP	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0
	INV. FINAL	556	980	1587	2120	2376	2576	32	288	531	551	739	981	1351	2102	2712	664	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: Plan Maestro de producción - Ladrillo Perforado

		SEMANAS															
Parte de P3 en PAP (26,4 %)		8707				10099				10155				8131			
PRODUCTO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Perforado	INV. INICIAL	0	296	550	1173	1783	2059	2334	2609	9	149	411	672	899	1539	2306	260
	PRONÓSTICO	2177	2177	2177	2177	2525	2525	2525	2525	2539	2539	2539	2539	2033	2033	2033	2033
	PEDIDOS	2504	2546	2090	2190	2280	2150	2400	2600	2660	2300	2390	2573	2160	1860	2046	2179
	PMP	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800
	INV. FINAL	296	550	1173	1783	2059	2334	2609	9	149	411	672	899	1539	2306	260	881

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Plan Maestro de producción - Ladrillo Revestido

		SEMANAS															
Parte de P4 en PAP (10,3 %)		3397				3940				3962				3172			
PRODUCTO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Revestido	INV. INICIAL	0	1951	1101	157	2108	1123	138	1953	968	2778	1787	787	2597	1804	1011	217
	PRONÓSTICO	849	849	849	849	985	985	985	985	990	990	990	990	793	793	793	793
	PEDIDOS	693	781	944	750	808	856	961	955	877	986	1000	904	607	700	757	884
	PMP	2800	0	0	2800	0	0	2800	0	2800	0	0	2800	0	0	0	2800
	INV. FINAL	1951	1101	157	2108	1123	138	1953	968	2778	1787	787	2597	1804	1011	217	2133

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: Plan Maestro de producción - Ladrillo Armado

		SEMANAS															
Parte de P5 en PAP (8,3 %)		2738				3175				3193				2556			
PRODUCTO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Armado	INV. INICIAL	0	2116	1431	747	62	1967	1174	343	2349	1551	753	2755	1956	1317	567	2728
	PRONÓSTICO	684	684	684	684	794	794	794	794	798	798	798	798	639	639	639	639
	PEDIDOS	563	547	520	539	895	738	831	639	791	695	756	735	503	750	545	625
	PMP	2800	0	0	0	2800	0	0	2800	0	0	2800	0	0	0	2800	0
	INV. FINAL	2115.6235	1431	747	62	1967	1174	343	2349	1551	753	2755	1956	1317	567	2728	2089

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: Plan de requerimiento de materiales para ladrillo Huevo

Artículo	Cantidad para elaborar elemento padre	Lead time	Inventario disponible	Stock de seguridad	Conceptos	Periodo de tiempo																			
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
ladrillo	0	1	0	0	Necesidades brutas	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800			
					Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Disponible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Necesidades netas	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800	
					Recepcion de orden	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800	
					Lanzamiento de orden	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800	0	0
Agua	1	1	0	0	Necesidades brutas	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800	0			
					Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Disponible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Necesidades netas	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800	0	0
					Recepcion de orden	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800	0	0
					Lanzamiento de orden	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800	0	0	0
Cemento	1.2	1	2000	100	Necesidades brutas	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	0	3360	0			
					Recepciones programadas	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Disponible	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
					Necesidades netas	1380	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	0	3360	0	0
					Recepcion de orden	1380	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	0	3360	0	0
					Lanzamiento de orden	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	3360	0	3360	0	0	0
Arena fina	1.5	1	1500	0	Necesidades brutas	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	0	4200	0			
					Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Disponible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Necesidades netas	2700	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	0	4200	0	0
					Recepcion de orden	2700	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	0	4200	0	0
					Lanzamiento de orden	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	0	4200	0	0	0
Piedra chancada	2	1	2000	40	Necesidades brutas	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	0	5600	0	0			
					Recepciones programadas	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Disponible	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
					Necesidades netas	3640	5600	5500	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	0	5600	0	0
					Recepcion de orden	5525	5600	5550	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	0	5600	0	0
					Lanzamiento de orden	5600	5550	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	0	5600	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: Plan de requerimiento de materiales para ladrillo Macizo

Artículo	Cantidad para	Lead time	Inventario disponible	Stock de seguridad	Conceptos	Periodo de tiempo																
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
ladrillo	0	1	0	0	Necesidades brutas	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0		
					Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Disponible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Necesidades netas	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0
					Recepcion de orden	2800	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0
					Lanzamiento de orden	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0
Agua	1	1	0	0	Necesidades brutas	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0		
					Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Disponible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Necesidades netas	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0
					Recepcion de orden	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0
					Lanzamiento de orden	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0
Cemento	1.5	1	2000	100	Necesidades brutas	4170	4200	4200	4200	4200	0	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	0			
					Recepciones programadas	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Disponible	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
					Necesidades netas	2190	4200	4200	4200	4200	0	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	0
					Recepcion de orden	2190	4200	4200	4200	4200	0	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	0
					Lanzamiento de orden	4200	4200	4200	4200	0	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	0	0
Arena fina	1.6	1	1500	0	Necesidades brutas	4448	4480	4480	4480	4480	0	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	0		
					Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Disponible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Necesidades netas	2948	4480	4480	4480	4480	0	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	0
					Recepcion de orden	2948	4390	3968	4480	4480	0	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	0
					Lanzamiento de orden	4390	3968	4480	4480	0	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	0	0
Piedra chancada	1.8	1	2000	40	Necesidades brutas	5004	5040	5040	5040	5040	0	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	0			
					Recepciones programadas	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Disponible	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
					Necesidades netas	3044	5040	4940	5040	5040	0	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	0	
					Recepcion de orden	3044	5040	4940	5040	5040	0	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	0	
					Lanzamiento de orden	5040	4940	5040	5040	0	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43: Plan de requerimiento de materiales para ladrillo Perforado

Artículo	Cantidad para	Lead time	Inventario disponible	Stock de seguridad	Conceptos	Periodo de tiempo																	
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
ladrillo	0	1	0	0	Necesidades brutas	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800		
					Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Disponible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Necesidades netas	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	2800
					Recepcion de orden	2800	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0
					Lanzamiento de orden	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0
Agua	1	1	0	0	Necesidades brutas	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0		
					Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Disponible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Necesidades netas	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0
					Recepcion de orden	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0
					Lanzamiento de orden	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0	0
Cemento	1	1	2000	100	Necesidades brutas	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0		
					Recepciones programadas	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Disponible	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
					Necesidades netas	800	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0
					Recepcion de orden	800	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0
					Lanzamiento de orden	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0	0
Arena fina	1.5	1	1500	0	Necesidades brutas	4170	4200	4200	4200	4200	0	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	0	0		
					Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Disponible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Necesidades netas	2670	4200	4200	4200	4200	0	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	0	0
					Recepcion de orden	2670	4200	4200	4200	4200	0	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	0	0
					Lanzamiento de orden	4200	4200	4200	4200	0	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	0	0	0
Piedra chancada	1.6	1	2000	40	Necesidades brutas	4448	4480	4480	4480	4480	0	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	0	0		
					Recepciones programadas	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Disponible	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
					Necesidades netas	2488	4480	4380	4480	4480	0	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	0	0
					Recepcion de orden	2488	4480	4380	4480	4480	0	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	0	0
					Lanzamiento de orden	4480	4380	4480	4480	0	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: Plan de requerimiento de materiales para ladrillo Revestido

Artículo	Cantidad para	Lead time	Inventario disponible	Stock de seguridad	Conceptos	Periodo de tiempo																	
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
ladrillo	0	1	0	0	Necesidades brutas	2800	0	0	2800	0	0	2800	0	2800	0	0	2800	0	0	2800			
					Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Disponible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Necesidades netas	2800	0	0	2800	0	0	2800	0	2800	0	2800	0	2800	0	0	0	0	2800
					Recepcion de orden	2800	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0
					Lanzamiento de orden	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0
Agua	1	1	0	0	Necesidades brutas	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0			
					Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
					Disponible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
					Necesidades netas	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0	
					Recepcion de orden	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0	
					Lanzamiento de orden	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0	0	
Cemento	1.6	1	2000	100	Necesidades brutas	4448	4480	4480	4480	4480	0	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	0			
					Recepciones programadas	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
					Disponible	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
					Necesidades netas	2468	4480	4480	4480	4480	0	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	0	0	
					Recepcion de orden	2468	4480	4480	4480	4480	0	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	0	0	
					Lanzamiento de orden	4480	4480	4480	4480	0	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	4480	0	0	0	
Arena fina	1	1	1500	0	Necesidades brutas	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0			
					Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
					Disponible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
					Necesidades netas	1280	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0	
					Recepcion de orden	1280	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0	
					Lanzamiento de orden	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0	0	0	
Piedra chancada	1.7	1	2000	40	Necesidades brutas	4726	4760	4760	4760	4760	0	4760	4760	4760	4760	4760	4760	4760	4760	0			
					Recepciones programadas	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
					Disponible	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40		
					Necesidades netas	2766	4760	4660	4760	4760	0	4760	4760	4760	4760	4760	4760	4760	4760	4760	0	0	
					Recepcion de orden	2766	4760	4660	4760	4760	0	4760	4760	4760	4760	4760	4760	4760	4760	4760	0	0	
					Lanzamiento de orden	4760	4660	4760	4760	0	4760	4760	4760	4760	4760	4760	4760	4760	4760	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Plan de requerimiento de materiales para ladrillo Armado

Artículo	Cantidad para	Lead time	Inventario disponible	Stock de seguridad	Conceptos	Periodo de tiempo																	
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
ladrillo	0	1	0	0	Necesidades brutas	2800	0	0	0	2800	0	0	2800	0	0	2800	0	0	2800	0			
					Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Disponible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Necesidades netas	2800	0	0	0	2800	0	0	2800	0	0	2800	0	0	2800	0	0	2800	0
					Recepcion de orden	2800	2780	2800	2800	2800	2800	0	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	0
Agua	1.1	1	0	0	Necesidades brutas	3058	3080	3080	3080	3080	0	3080	3080	3080	3080	3080	3080	3080	3080	3080	0		
Cemento	1.8	1	2000	100	Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
					Disponible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
					Necesidades netas	3058	3080	3080	3080	3080	0	3080	3080	3080	3080	3080	3080	3080	3080	3080	3080	0	
					Recepcion de orden	3058	3080	3080	3080	3080	0	3080	3080	3080	3080	3080	3080	3080	3080	3080	3080	0	
					Lanzamiento de orden	3080	3080	3080	3080	0	3080	3080	3080	3080	3080	3080	3080	3080	3080	3080	0	0	
Arena fina	1.2	1	1500	0	Necesidades brutas	5004	5040	5040	5040	5040	0	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	0			
					Recepciones programadas	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
					Disponible	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
					Necesidades netas	3024	5040	5040	5040	5040	0	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	0		
					Recepcion de orden	3024	5040	5040	5040	5040	0	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	5040	0		
Piedra chancada	1.5	1	2000	40	Necesidades brutas	4170	4200	4200	4200	4200	0	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	0			
					Recepciones programadas	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
					Disponible	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
					Necesidades netas	2210	4200	4100	4200	4200	0	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	0		
					Recepcion de orden	2210	4200	4100	4200	4200	0	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	0		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46: Tabla de productividad inicial de mano de obra

MES	PRODUCCIÓN LADRILLO	HORA	DÍAS	TRABAJADORES	HORAS HOMBRE	PRODUCTIVIDAD
Ene.	34,760	7.5	25	6	1125	30.90
Feb.	34,009	7.5	24	6	1080	31.49
Mar.	31,408	7.5	25	6	1125	27.92
Abr.	31,285	7.5	25	6	1125	27.81
Mayo	36,444	7.5	26	6	1170	31.15
Jun.	34,817	7.5	24	6	1080	32.24
Jul.	32,430	7.5	25	6	1125	28.83
Agost.	33,016	7.5	26	6	1170	28.22
Sept.	38,838	7.5	25	6	1125	34.52
Oct.	38,489	7.5	26	6	1170	32.90
Nov.	37,951	7.5	24	6	1080	35.14
Dic.	38,164	7.5	22	6	990	38.55
Ene.	32,463	7.5	26	6	1170	27.75
Feb.	34,031	7.5	24	6	1080	31.51
Mar.	33,126	7.5	26	6	1170	28.31
Abr.	34,045	7.5	24	6	1080	31.52
Mayo	33,610	7.5	26	6	1170	28.73
Jun.	32,509	7.5	23	6	1035	31.41
Jul.	34,182	7.5	25	6	1125	30.38
Agost.	31,547	7.5	25	6	1125	28.04
	687,124				22320	30.79

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47: Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
productividad1	,273	4	.	,937	4	,637
productividad2	,211	4	.	,981	4	,908

Fuente: Programa SP

Tabla 48: Pruebas de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	productividad1 - productividad2	-7,10250	2,97396	1,48698	-11,83473	-2,37027	-4,776	3	,017

Fuente: Programa SP