



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE MAESTRÍA EN GERENCIA DE  
OPERACIONES Y LOGÍSTICA**

**Selección de un sistema de reposición de inventario aplicando  
simulación Montecarlo para epp's en una empresa constructora  
2021-2022**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
Maestro en Gerencia de Operaciones y Logística**

**AUTOR:**

Villalta Mamani, Ayrton Wilson (orcid.org/0000-0003-2186-9066)

**ASESOR:**

Mg. Ing. Zelada García, Gianni Michael (orcid.org/0000-0003-2445-3912)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Administración de Operaciones

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mis abuelos que me criaron y ayudaron a formarme como persona, a mi madre por su bendición diaria, por su protección y ser mi guía, y a mi hijo Liam Gael que es el corazón que me impulsa a todo y lo amo más que nada en este mundo.

### **Agradecimiento**

Mi sincero agradecimiento a la Universidad que me ha dado la oportunidad de demostrar mi capacidad para alcanzar el grado de Magister, a mi asesor y profesores de la maestría que con su experiencia y sabiduría he podido enriquecer mis conocimientos que me acompañaran a lo largo de mi vida profesional.

## Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	19
3.2 Variables y operacionalización.....	20
3.3 Población (criterios de selección), muestra y muestreo.....	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5 Procedimientos.....	24
3.6 Método de análisis de datos.....	24
3.7 Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS.....	26
V. DISCUSIÓN.....	44
VI. CONCLUSIONES.....	50
VII. RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS.....	58

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b>	Clasificación ABC de los Epp's .....	21
<b>Tabla 2</b>	EPP en clasificación A.....	26
<b>Tabla 3</b>	Demanda, costo y clasificación de guantes .....	27
<b>Tabla 4</b>	Clasificación ABC de los guantes .....	28
<b>Tabla 5</b>	Resumen de movimientos en cantidad del material 4-03077 .....	29
<b>Tabla 6</b>	Tamaño del lote de compra y número de pedidos del material 4-03077 ....	29
<b>Tabla 7</b>	Nivel de stock out .....	30
<b>Tabla 8</b>	Resumen del área de compras .....	31
<b>Tabla 9</b>	Etapa pre – test .....	32
<b>Tabla 10</b>	Aplicación del método de reposición tipo P .....	34
<b>Tabla 11</b>	Resumen de movimientos con el modelo P .....	35
<b>Tabla 12</b>	Tamaño del lote de compra y número de pedidos con método P.....	35
<b>Tabla 13</b>	Nivel de stock out con modelo P.....	36
<b>Tabla 14</b>	Datos de la etapa post test .....	37
<b>Tabla 15</b>	Aplicación del método de reposición tipo P.....	39
<b>Tabla 16</b>	Resumen de movimientos con el modelo Q.....	39
<b>Tabla 17</b>	Tamaño del lote de compra y número de pedidos del material 4-03077 ..	40
<b>Tabla 18</b>	Nivel de stock out con modelo Q .....	40
<b>Tabla 19</b>	Datos de la etapa post test – Modelo Q.....	41
<b>Tabla 20</b>	Comparativa resultante.....	42

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Punto de pedido óptimo .....	13
<b>Figura 2</b> Óptimo tamaño del pedido en base del nivel de inventario.....	14
<b>Figura 3</b> Punto de reorden para el inventario - Sistema Q.....	16
<b>Figura 4</b> Evolución inventario en el tiempo - modelo P.....	17
<b>Figura 5</b> Pareto de los productos ABC .....	22
<b>Figura 6</b> Diagrama Pareto - Clasificación ABC de los guantes .....	28
<b>Figura 7</b> Punto de pedido óptimo con modelo Q .....	43

## Resumen

Para las empresas el sostener un stock para poder cumplir con la demanda puede producir inconvenientes; en este sentido esta investigación tuvo como objetivo general el seleccionar un sistema de reposición de inventarios aplicando simulación de Montecarlo para Epp's.

Se planteó una investigación descriptiva, con un enfoque cuantitativo, de diseño no experimental y corte transversal. La población fue el total de los EPP's ubicados dentro de la clasificación A. Se usó la técnica del análisis documental en base a información de la misma empresa.

Según los resultados, luego de aplicar la simulación en base del Montecarlo aplicando dos métodos el P y Q. De lo cual el método Q permite reducir los costos de inventario anual en un 31%, teniendo cero en el nivel de stock out y cero en el costo de almacenar, al igual que se tuvo como nivel de inventario promedio 236 pares de guantes superando a lo existente de 169 pares antes de la aplicación de la simulación; con lo que se pudo concluir los objetivos planeados, pudiendo elegir al método Q como el mejor para el sistema de reposición de inventario de EPP's en la empresa.

Palabras clave: Sistema de reposición de inventario, nivel de inventario, simulación Montecarlo, nivel de stock out, costo de almacenamiento, costo de reposición.

## **Abstract**

The general objective of this research was to select an inventory replenishment system by applying Monte Carlo simulation for Epp's. The research was descriptive and propositional, with a quantitative approach, non-experimental design and cross-sectional analysis.

A descriptive research was proposed, with a quantitative approach, non-experimental and cross-sectional design. The population was the total number of EPP's located within the A classification. The documentary analysis technique was used based on information from the company itself.

According to the results, after applying the simulation based on the Monte Carlo applying two methods, P and Q. Of which the Q method allows reducing the annual inventory costs by 31%, having zero in the level of stock out and zero in the cost of storing, as well as having an average inventory level of 236 pairs of gloves exceeding the existing 169 pairs before the application of the simulation; with which it was possible to conclude the planned objectives, being able to choose the Q method as the best for the inventory replenishment system of PPE's in the company.

Key words: Inventory replenishment system, inventory level, Monte Carlo simulation, stock out level, storage cost, replenishment cost.



## I. INTRODUCCIÓN

La permanencia o declive de una compañía podría estar relacionado en el manejo eficiente o deficiente de sus inventarios. Una inadecuada administración de existencias podría generar un rendimiento decreciente, disminuir el nivel de calidad que percibe un cliente interno y/o externo, y encarecer costos logísticos, según Juca et al. (2019) esto se debe a causa de pésimas prácticas en el método de abastecimiento, compras en cantidades sobreestimadas o la falta de existencias, dejando a la compañía sin capacidad de respuesta para reaccionar a cambios imprevistos de la demanda.

La transacción de bienes y servicios en todos los escenarios y en diferentes plataformas, desde o hacia los rincones más alejados del planeta son frecuentes gracias a la globalización. Manzo et al (2018) manifiestan que la adquisición y el comercio de artículos en el tiempo y la forma esperada son una condición indispensable que facilita a las compañías abastecerse de las existencias suficientes para atender las solicitudes de sus usuarios.

La precisión de sostener bienes en stock con el objetivo de cumplir con la demanda sobre un periodo de tiempo concreto, según Carreño et al (2019) esto en la actualidad puede ser complicado para las compañías y generar inconvenientes en el intento de garantizar un trabajo rentable y eficaz en sus operaciones; siendo que estos inconvenientes fueron catalogados como problemas de inventario ligados a las interrogantes de ¿cuándo pedir? y ¿cuánto pedir?, además se sostienen en una política de inventarios independiente en cada familia de materiales.

Es así como en la ciudad de Lima en el distrito de Lurín, ubicamos el centro logístico de una compañía perteneciente al rubro de ingeniería y construcción, en la cual se centralizan los pedidos de obra para su posterior despacho y para consumos propios de planta. Entre los materiales consumibles con alta rotación poseemos los elementos de protección personal (Epp's), cuyo stock es reabastecido de forma empírica, sin ningún tipo de análisis de cuanto y cada cuando solicitar más productos, provocando en oportunidades excesos y en otros quiebres de stock por la demanda incierta.

Además, se observó que el valor de stock en epp's al 8 de julio del 2022 fue de 23,655 soles, representando el 15% del stock total de inventario. Entre los elementos que se utilizan en las actividades se tiene anteojos, botas con puntera de acero, camisa de oficina y de jean, campera polar, chaleco alta visibilidad / drill / reflectivo, casco de seguridad, mascarilla, pantalón jean, mameluco, guantes, entre otros; siendo el de mayor demanda los guantes, debido a que son esenciales en los trabajos de campo. (Ver Anexo 1)

En reuniones de planta con el área de operaciones y de almacén, las cuales se llevan a cabo cada 15 días, se informó un aumento en las ordenes de trabajo, lo que derivó en un incremento de la necesidad de epp's sobre todo de guantes. Este sentido, se observó que el método de pedido para su abastecimiento se realizaba de forma estimada bajo ningún modelo de control de inventario.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, se identificó como problema general: ¿Qué sistema de reposición de inventario aplicando simulación de Montecarlo se puede seleccionar para Epp's una empresa constructora 2021-2022? Además, se plantearon los problemas específicos: ¿Cómo determinamos el nivel de inventario medio de acuerdo con el modelo de reposición elegido?, ¿Cómo determinamos el nivel de stock out de acuerdo con el modelo de reposición elegido?, ¿Cómo determinamos el costo de almacenamiento de acuerdo con el modelo de reposición elegido?, y ¿Cómo determinamos el costo de reposición de acuerdo con el modelo de reposición elegido?

Esta interrogante fue el inicio del deseo de investigar las teorías relacionadas a inventarios, conocer si hubo otros investigadores con la misma interrogante y descubrir lo que hallaron en su camino. Esta investigación se justifica por las siguientes razones: un nivel de stock óptimo de inventario es una variable común y de gran interés que las empresas buscan determinar, hallar la forma de calcularlo a través de un modelo de reposición bajo demanda incierta, permite controlar los costos de almacenamiento manteniendo una capacidad de respuesta adecuada ante la variabilidad de la demanda y programar los pedidos en los periodos apropiados para mejorar los costos de ordenar. La determinación de estos costos

en la presente investigación exige el estudio y revisión de las principales teorías que la sustentan, en tal sentido se contribuye con el aspecto teórico al aplicarse sobre demanda de Epp's en una empresa dedicada al rubro de ingeniería y construcción.

Por lo expuesto, el objetivo general de la presente investigación es seleccionar un sistema de reposición de inventarios aplicando simulación de Montecarlo para Epp's una empresa constructora 2021-2022. Además, se plantearon los objetivos específicos: Cuantificar el nivel de inventario medio de acuerdo con el modelo de reposición elegido, cuantificar el nivel de stock out de acuerdo con el modelo de reposición elegido, cuantificar el costo de almacenamiento de acuerdo con el modelo de reposición elegido y cuantificar el costo de reposición de acuerdo con el modelo de reposición elegido.

## II. MARCO TEÓRICO

En esta investigación se consideraron varios trabajos, de los cuales se seleccionaron lo que esté acorde a la problemática y los objetivos. Teniéndose las siguientes investigaciones nacionales.

Vilela (2017) en su trabajo utiliza una metodología de tipo descriptiva simple, en el que identifica cada ámbito o situación de la realidad de la empresa, encontrando así algunos problemas; como por ejemplo, en el área de almacén de la empresa no se administra técnicas o métodos de valoración de sus inventarios, de igual manera se cuenta con gran tamaño de pedidos con escasos niveles de inventario, se lleva a cabo sus estimaciones de compras con sustento a los estimados que el jefe del almacén ejecuta obteniendo así un índice de viraje de inventario con una estimación de 1.39 veces la rotación en una fase de 30 días; la jornada del inventario que cada reseña dura como media es el de 11.64 días en el almacenamiento de los materiales en un mes. Asimismo, se encontró que, la administración del inventario de materiales de la empresa en relación con la distinción o exactitud está por el orden del 65.96%, en otras palabras, se localiza debajo de lo admisible para este tipo de compañía, siendo el límite mínimo el 95% de la distinción o exactitud.

Gogny (2017) en su investigación menciona que los inconvenientes que suscitaron a una compañía encargada de la venta de productos de limpieza, entre ellos estaban las compras de emergencia que realizaban por los quiebres de depósito para no perder ventas, lo que implicaba abastecerse con costos altos de pedido. En el periodo de un tiempo de 4 meses este valor de ordenamiento ascendió 2 mil soles entre los que están los costos de personal, combustible, productos más caros y sustitutos que terminaban rechazándose y quedando en depósito. El porcentaje de entregas fue de un 72% por retrasos en los despachos al no tener los productos a tiempo. En su exploración ofrece la utilización del lote económico de adquisición para aumentar la rentabilidad de la compañía. Su tipo de exploración es en fase de prueba, usa como técnicas el examen documental además ejecuta entrevistas a los comprometidos en el desarrollo para conseguir más información acerca de los métodos de compras e inventarios. Como

instrumento utiliza ficha de examen documental, prueba de conjetura, gráficas y tabla de frecuencias por otro lado. Por último, como satisfacción aplico el modelo de inventario de revisión diaria ya que este modelo considera solicitudes inciertas, teniendo en cuenta como parte de su aplicación la demanda promedio, desviación nivel e inventarios de seguridad, reduciendo los costos en un 7%.

Rojas (2018) en su proposición para alcanzar el nivel de maestro en ciencia, menciona al inconveniente de exceso de inventarios y sus costos relacionados de cuidado y costos de pedido inadecuados por una indebida administración de abastecimiento. En su iniciativa de satisfacción busca mejorar estos costos por medio de la utilización del sistema de cantidad económica de organizar (EOQ). Así mismo, pone a consideración principios del sistema ABC para la ordenación de productos según su consideración y su relación directa a los costos de inventario. Como parte de su cálculo de la demanda ofrece la aplicación de procedimientos cuantitativos como la técnica de regresión lineal para proyectar las ventas. Al final hace una comparativa entre el modelo de hoy y la iniciativa del modelo EOQ, resultando que la cantidad económica se redujo en un punto en que los costos de solicitar y sostener disminuyeron, liberando inversión inmovilizada por los inventarios en exceso sin rotación.

Diaz et al. (2018), en su tesis tuvieron como propósito comprender el accionar de la demanda de elementos de custodia personal para evadir quiebres de depósito, analizando la variabilidad del mercado y evadir ventas perdidas a consecuencia de la carencia de inventario. Entre los primordiales inconvenientes que detalló en su exploración prioriza antes que nada el aumento de venta perdida por quiebre de depósito valorizado en 732 mil usd, en segundo lugar, el incremento de productos de baja rotación valorizado en 472 mil usd, y en tercer lugar la baja participación del sector de planeamiento valorizado en 470 mil usd. En su propuesta ofrece como primera opción la optimización en la administración de almacenes por medio de la utilización de un sistema WMS, y como segunda opción hacer mejor el plan de abastecimiento aplicando la matriz de kraljic y segmentación de productos, analizando la rentabilidad y variabilidad de la demanda de los productos segmentados, además como siguiente paso propuso una política de inventario para

el depósito de seguridad de los segmentos con mayor impacto. Para determinar el nivel del depósito de seguridad se usaron cálculos matemáticos de nivel de servicio, desviación estándar y datos del período de distribución (lead time). Los autores concluyeron que integrando las dos proposiciones los quiebres de depósito y ventas perdidas se reducen al mínimo.

Terbullino (2018) ofrece en su trabajo una secuencia de pautas para combatir la eventualidad que hay en la Administración de Inventario en una compañía minera, como lo es el estudio de los procesos logísticos, teniendo de prioridad los medidores desempeño (KPIs), la ordenación de inventarios, el plan de abastecimiento como inicio del desarrollo en el requerimiento de materiales, el papel sustancial que juega la precedencia de los trabajos, la manera de accionar basado en esta descripción de los procesos de cuidado con la Logística y de esta forma exhibe los impactos en las disponibilidades de los equipos, en el tanto por ciento de la utilización de los materiales demandados de reserva, en el aumento de ítems obsoletos o componentes indispensables.

También se tienen investigaciones a nivel internacional, las cuales son las siguientes:

Madrid (2020) su investigación está dirigida a la elaboración de un programa de intervención para el mejoramiento de la gestión de compras e inventarios de materiales de formación en la sede “Centro de Comercio” del SENA de la regional Quindío, con la finalidad de poder cubrir la demanda de este tipo de implementos de una manera más eficaz, logrando identificar que los principales responsables de la deficiencia de materiales de instrucción al momento de atender la demanda proyectada son; el cálculo incorrecto al predecir las exigencias de los programas de formación y el efecto de las políticas de inventarios a nivel institucional del SENA.

Torres (2020) expone la ejecución de un algoritmo matemático apoyado en el Modelo de Programación Dinámica de Wagner Whitin, por el cual se proporciona satisfacción al inconveniente de gestión de inventario que muestra la compañía Novocentro Madec en sus bodegas, que crea altos precios de cuidado de stocks.

Para utilizar el algoritmo se basa del estudio del desarrollo de distribución de almacenes, la demanda, el valor por organizar y almacenar; para luego establecer una finalidad y un sistema de limitaciones, los mismos que por medio de la mejora de los resultados hallan las proporciones adecuadas de ítems indispensables, inventario en el final de cada lapso y el stock inexistentes con el propósito de agrandar la demanda y de forma simultánea reducir los costos totales del inventario optimizando las utilidades para la compañía, teniendo en cuenta un horizonte de planeación de 12 meses. En acompañamiento a la satisfacción del modelo, se utiliza el programa GAMS cuyos resultados señalan que se consigue una reducción en el valor total de inventario anual. Con la ejecución del Algoritmo de Wagner Whitin se consiguió las proporciones particulares requeridas basado en la minimización de los precios totales de inventario.

Peña (2019) analiza a una compañía del sector comercial de la construcción con el objetivo de mostrar cómo la investigación de operaciones puede contribuir a la optimización de los resultados que se espera en una empresa, para esto se desarrolló una cuantificación de la política de inventarios en la empresa estudiada por el autor, utilizando los datos de su empresa para evaluar los diferentes modelos de planificación de inventarios, concluyendo que del análisis que realizó encontró múltiples problemas por un manejo empírico en el área, lo que causaba problemas como ventas perdidas, por lo que se pudo determinar mejoras óptimas si se optaba por utilizar un modelo matemático para la planificación de inventarios además del uso de un software adecuado lo que contribuiría en una reducción significativa en el costo de la política de inventarios.

Mora (2018), se analiza a través de un tipo de inventario EPQ (EPQ (Economic Production Quantity), delimita el lote de fabricación óptimo para adquirir un beneficio compuesto entre un fabricante y diferentes minoristas, tomando en cuenta una demanda determinística, respaldada por las actividades que producen los equipos de ventas. El autor expresa que, se cumplió con el objetivo inicial de su investigación, porque mediante un sistema colaborativo logró reducir los costos de mantenimiento en inventario y también se consiguió ampliar las ganancias de la cadena de suministro. Al respecto, el fabricante y los minoristas deben preservar

flujos de información efectivos e identificar planteamientos claros de programación cooperativo para cubrir la demanda de un comercio cada vez más riguroso y voluble, ya que por medio de este trabajo se pudo mostrar cómo se podría acceder un beneficio completo si se recurren a métodos analíticos para simplificar el importe de lotes de producción a elaborar, optimizar el empleo de materiales, fuerza laboral y recursos.

Barros (2018) en su investigación planteó la mejora de los inventarios, nivelando el rendimiento de estos, mediante el uso de modelos convenientes para la mejora. El personal además de no tener la debida capacidad para llevar a cabo el trabajo, la empresa no tiene un modelo de inventario, gracias a que no se ha llevado a cabo un debido seguimiento ni control de este. Sin embargo, se intenta cubrir la demanda sin importar si se cumplen con los tiempos o se tiene stock, el cual en muchos casos es excesivo, lo que finalmente se traduce a una baja rentabilidad de los inventarios del 5%. Por lo mismo, la empresa necesita una mejora de los inventarios a través de un modelo que permita orden y organización, pudiendo aumentar su rentabilidad en un 20%, y mejorando su rotación de stock para evitar excesos.

En relación con las teorías sobre inventario y sus componentes más importantes, se presenta el siguiente análisis:

Los inventarios es parte de la logística de cualquier empresa, Morales (2019), manifiesta que ellos dirigen la disposición de las reservas de productos, en cuanto a cantidad y/o valor que se tiene. De lo contrario, Ortiz et al (2018) define al inventario como el proceso por el cual se cuenta con un registro de lo que ingresa y sale, adicionalmente de lo que se tiene, contando con actividades como registros, rotación, clasificación, que a la vez es determinado por el control del stock.

Es importante tener un buen control del inventario, según Kusrini et al (2020) se debe establecer adecuadamente la planificación del movimiento de la mercancía; en otras palabras, se debe considerar que es imprescindible solicitar el producto en el adecuado momento, debido a que si el pedido se realiza muy pronto,



el producto puede estar en almacén por tiempo indeterminado hasta necesitarlo, generando costes de almacenamiento; y si en cambio se pide muy tarde no se tendría el producto cuando se lo necesite, ocasionando rotura de stocks.

En ese sentido es conveniente contar con un sistema de reposición de inventario, que de acuerdo con Qi et al (2017) es un recurso que contribuye a contar con niveles de productos que estén balanceados de cierto modo según la demanda, impidiendo carencias y demasías de productos almacenados. Del mismo modo, según Agudelo y López (2018) el reponer el inventario se entiende gestionar el stock dentro del almacén y conseguir los productos que se han terminado o que son muy demandados; por ello, la planificación y la debida utilización de esta información son básica para llevar a cabo una reposición eficiente y conveniente. Para Farías et al. (2021) el sistema de reposición de inventario se refiere a la necesidad de volver a abastecer los productos en el almacén luego de recibir nuevos productos solicitados a proveedores.

Entonces, la reposición tiene que organizarse pensando en las demás actividades que se realizan, para poder encontrar una equidad dentro de las prioridades en el almacén relacionado al espacio; así mismo al tener una precisión de los productos se puede conocer cuál es el flujo de ellos, pudiendo saber el tiempo en que se debe reponer algunos productos, la cantidad necesaria para comprar con el fin de satisfacer a la demanda y los costos de comprar (Moreira & Peñafiel, 2019).

De acuerdo con Guerrero (2017) el nivel de inventario se asocia con el flujo y almacenamiento de los productos; es decir con la rotación del stock, al igual que con la evaluación del control de inventarios, lo que asegura el equilibrio del precio de salvaguardar inventarios y el costo de requerir inventarios; es así que para supervisar el inventario se debe inspeccionar la entrada y salida del producto, así como determinar el nivel de demanda para llevar a cabo las exigencias en los pedidos, reforzando el control y nivel de inventario, teniendo en cuenta la clasificación y rotación de este. Según Camacho et al (2021) rotación de stock se refiere a la cantidad de veces que se repone el inventario dentro de un lapso de

tiempo, que generalmente es de un año. Es importante este aspecto para evita un stock out donde se estable una rotura de stock o como se le conoce un desabastecimiento de uno o varios productos, lo cual se origina en cualquier fase de la cadena de suministros, pues lo que se tenía en almacén ya no se tiene (Coronel, Gavidia, & Oblitas, 2021)

Según Stüttgen et al. (2018) las causas de un stock out son por un incremento de forma repentina de la demanda de un producto; tener indebida proyección; inexistente comunicación entre áreas; conflictos con proveedores; poca precisión en los inventarios; deterioro de productos; por lo que es necesario que se tenga una un sistema de reposición que evite que falten productos sobre todo los más requeridos.

Samaniego (2019) indica que un sistema de reposición de inventario contiene dentro de lo que se involucra al nivel de inventario y el nivel de stock out como parte de las dimensiones, donde se determinan las necesidades y por lo tanto la variación que se puede tener en un lapso de un año que se traduce en la rotación del stock, con lo que se tiene el número de pedidos además de la clasificación del stock; otro indicador son los costos, ya sea de almacenamiento con el costo del mantenimiento de inventario y de la misma reposición. Las roturas en el stock deben controlarse, según Valencia (2019) se deben conocer las necesidades para contar con un debido stock sin faltas donde la rotación sea conveniente por lo mismo se debe contar con un nivel de stock out, teniendo en cuenta también los costos que esta situación genera, por lo que debe tener siempre una revisión y análisis de la demanda de los productos.

De acuerdo con lo anterior el sistema de reposición de inventario cuenta con las siguientes dimensiones, según lo manifestado por Samaniego (2019) y Valencia (2019): nivel de inventario que es medido por la rotación de stock y la clasificación de este; el nivel de stock out que es medido por el porcentaje de stock out y el stock de seguridad; el costo de almacenamiento que será medido en función del costo de mantenimiento del inventario; y finalmente el costo de reposición medido en base a la demanda de los productos y la revisión continua y periódica de la reposición.

Para Krajewski et al. (2013) para tener un sistema de reposición de inventarios se requiere tener una estrategia que permita organización, control y motivación de los recursos que intervienen en el flujo, buscando satisfacer las preponderancias que se basan en la competitividad de la empresa; teniendo en cuenta que los inventarios es un avance que precisa información sobre las solicitudes deseadas, para lo que se establecen pedidos de todos los artículos que reúne la empresa en todas sus infraestructuras, en el tiempo y magnitud indicados de las proporciones de reorden. Es así como se tienen diferentes sistemas de reposición de inventarios, siendo uno de ellos el método híbrido que de acuerdo con Guzmán et al. (2021) es un método que proporciona un mejor y apropiado control de inventario, ya que se parece a la realidad, debido a que es muy simple de hacer uso y orienta bajo dos decisiones básicas: definir la cantidad de pedido y conceptualizar el punto de orden; se tiene como ventaja el que puede ser aplicado para cualquier distribución probabilística que tenga la demanda de un producto, así como su tiempo de entrega del pedido; sin embargo, tiene una desventaja, si existen muchos datos en ambas variables el método crecería exponencialmente inutilizándolo totalmente.

Por otro lado, Nagpal et al (2022) indican que el inventario cíclico o rotativo es un método de escrutinio y control donde se enumera bajo intervalos regulares, implicando un conteo de productos de forma continua, junto con el resto de las actividades; en ese sentido el recuento cíclico se lleva a cabo mediante la verificación constante de los registros de inventario; en otras palabras, tiene que efectuarse por conteos diarios de cada producto, con el propósito de evaluar la integridad de los conteos diarios. Por lo mismo se contemplan algunos modelos o métodos que examinan la reposición de inventario; siendo uno de ellos el método Just inTime (JIT), cuya traducción es justo a tiempo, es un método administrativo empresarial, según Xu (2021) se tiene respaldo de métodos de rendimiento orientados a la demanda pronosticada, donde interviene el hacer la compra de stock de modo simultáneo con la demanda con el fin de mantener en almacenes lo necesario de productos, ahorrando costos de manera que se eviten desperdicios.

Otro modelo es el Willson conocido también como sistema EOQ o Economic Order Quantity en inglés, fue popularizado por Wilson en 1934; sin embargo fue realizado por Ford Whitman Harris, ingeniero de la empresa Westinghouse Corporation; según Carreño et al. (2019) este modelo es un método matemático fácil de aplicar cuyo fin es reglar los productos que habitualmente se conserva en almacén y precisar el número de productos y fecha cuando se debe pedir, teniendo un conveniente y óptimo control del stock. De acuerdo con Kumar y Chandra (2021) desde la demanda del producto, el costo que tiene el hacer el pedido y el gasto del almacenaje, se puede establecer el óptimo tamaño del pedido, teniendo en cuenta el tiempo de espera y el stock de seguridad, para lo que se cuenta con una fórmula matemática que consiste en:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times K \times D}{G}}$$

Donde:

Q = monto óptimo del pedido

D = demanda anual del producto

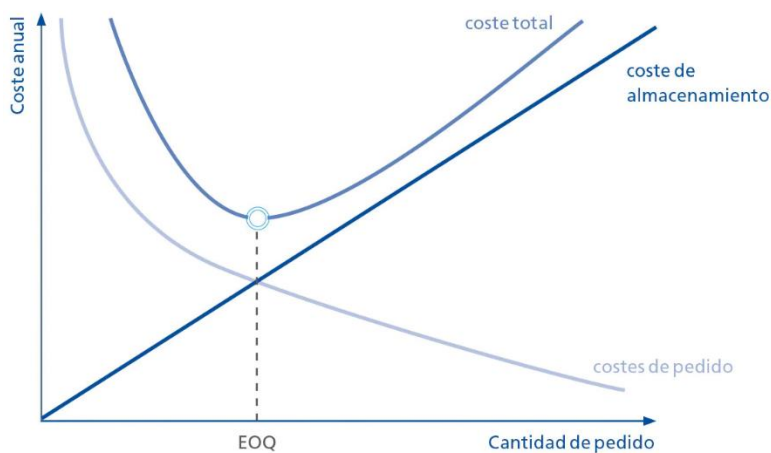
K = costo de hacer el pedido

G = costo de almacenaje de la unidad en un tiempo explícito

Según Di Nardo et al. (2020), este modelo avala que se pueda optimizar la reposición del inventario, por lo que tiene algunas ventajas como minimizar costos para adquirir y almacenar; evitar sobre stock asegurando que se tenga lo necesario para cumplir con la demanda siempre, para lo que se tiene que conocer la cantidad adecuada que se tiene que pedir, para finalmente se evite un stock out; para esto se tiene que encontrar un punto de pedido óptimo, el cual se obtiene al cruzar variables como la cantidad de pedido o el costo anual.

## Figura 1

### *Punto de pedido óptimo*



*Nota:* Gráfico donde se muestra el punto de pedido óptimo (EOQ), Di Nardo et al. (2020)

Es así como el costo de ordenar o de pedido, según Ortega et al. (2017) es el costo producido por las diligencias realizadas sobre el pedido de reabastecimiento, donde se tiene al costo del proceso como la contabilidad por ejemplo; y los costos que se derivan de la recepción y transporte; se entiende que estos costos son fijos, en base al aumento de la cantidad ordenada o  $Q$  se disminuye así el costo por unidad ordenada como se muestra en la figura 1.

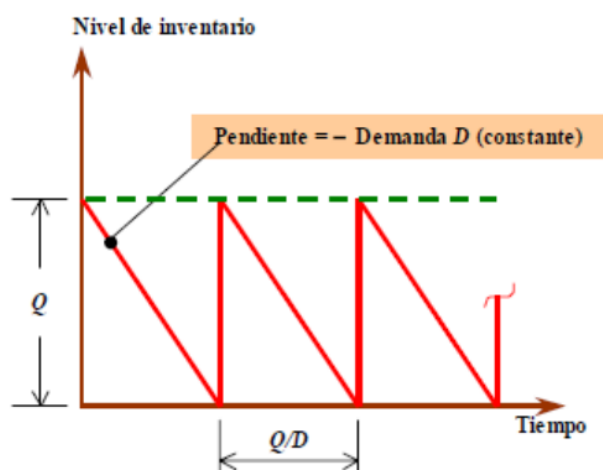
Por otro lado, dentro de los costos de almacenamiento, según Salas et al. (2017) se consideran a los que se asocian para conservar el inventario, encontrándose dentro de estos costos a la oportunidad de contar con el fondo que se invierte en el inventario; otros costos son los del almacén donde se lo tiene que mantener; también los costos de los servicios. Se puede decir que estos últimos costos dependen indiscutiblemente de lo que se conserva en el inventario; es decir, a más inventario, más costo de almacenaje.

Otro modelo es el de máximos y mínimos para manejar los inventarios, según Chamorro et al. (2018), señala que la administración según este método posee como objetivo principal conocer el nivel de inventario de los productos

ofertados, calculando la cantidad de material o materia prima requerida para un plazo de tiempo de producción, para así poder satisfacer las necesidades y exigencias de los clientes. Hay que considerar que una buena alternativa para este modelo es ordenar persistentemente el mismo número de productos  $Q$ , según Salas et al. (2017) se puede dar esta situación aparentemente cuando todas las medidas son estacionarias sin variación significativa del tiempo; en otras palabras, se ordena cuando el inventario utilizable llega a cero.

## Figura 2

*Óptimo tamaño del pedido en base del nivel de inventario*



Nota: Gráfico donde se establece cuál es el tamaño que tiene que tener el pedido de manera óptima, Salas et al. (2017)

De acuerdo con Saeed (2022) se aplican fórmulas para el mínimo en inventario y máximo en inventario, siendo que para determinar el mínimo en inventario es necesario tener el resultado del mínimo de seguridad que es el promedio antes que el pedido llegue.

$$\text{Mínimo de seguridad} = N_{sc} \times \sqrt{t} \times \delta_c$$

Donde:

$N_{sc}$  = Porcentaje de servicio del proveedor, siendo que: 68.27%=1.00, 90%=1.645, 95%=1.96, 95.45%=2.00, 99%=2.58 y 99.73%=3.00.

$t$  = tiempo demora de entrega del proveedor.

$\delta_c$  = desviación estándar del consumo.

Tener un resultado positivo del mínimo de seguridad consiente asumir productos dentro del inventario para afrontar mayores demandas en relación con el

promedio de la demanda mientras que demora en que el pedido llegue, lo que se entiende como tiempo de espera para la reposición (Saeed, 2022). Ante eso ya se puede obtener el mínimo en inventario en base a la siguiente fórmula:

$$\text{Mínimo en inventario} = \text{media } (x) + \text{mínimo de seguridad}$$

Con lo anterior se puede calcular el punto de reorden para conocer en qué momento pedir el producto, para lo que se usa la siguiente fórmula:

$$Pr = (\text{Consumo promedio diario} * \text{Tiempo de entrega}) + \text{mínimo en inventario}$$

Finalmente, se calcula el máximo en inventario para tener en almacén a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Máximo en inventarios} = \left( \frac{\text{Días de rotación}}{365} \right) \times \text{Consumo anual de productos}$$

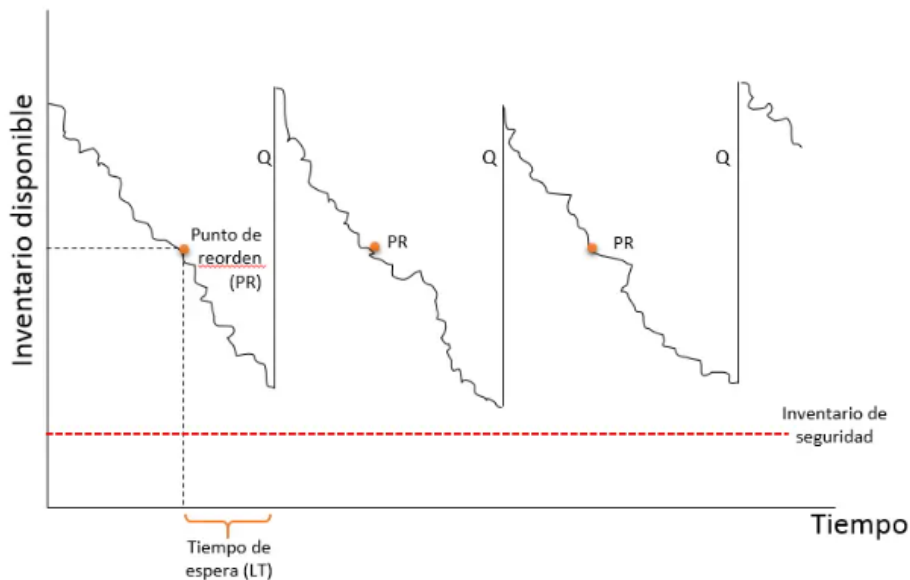
También se tiene el método PEPS, también conocido como FIFO, que según Sembiring et al. (2019) busca establecer los primeros artículos en incorporarse en el almacén para que estos sean los primeros a estar a la venta, así se podrá reducir al mínimo el riesgo de que la materia prima o la mercancía se desperdicie, expire o se devalúe con el paso del tiempo, por lo que se lleva una cronología permitiendo tener un registro de lo comprado, vendido y existente. De acuerdo con Gallegos et al. (2018) este método es muy bueno, porque asegura la renovación de stock, haciendo que el inventario este constantemente fluctuando, alcanzando a vender productos con la mayor calidad posible, debido a que son los primeros productos adquiridos por la empresa y son los primeros productos vendidos al cliente, satisfaciendo sus necesidades y exigencias.

Otro modelo es el de revisión continua o sistema Q o de punto de reorden que de acuerdo con Braglia et al. (2019) permite el control del inventario cuando se lleva a cabo el retiro de un producto y se verifica el inventario que queda, revisando así el nivel del inventario, para lo cual se tiene que considerar que si el inventario resultante si está por debajo del nivel se tiene que colocar un nuevo orden y si no lo está se puede seguir consumiendo. Según Uzunoglu y Yalcin (2020) este método contempla tres escenarios: demanda variable y tiempo de entrega (lead time)

constante; demanda constante y tiempo de entrega variable; y demanda variable y tiempo de entrega variable; es así como se tiene que considerar la desviación estándar entendida como una medida que muestra la dispersión de la data en relación con el promedio; por lo que se tiene el siguiente gráfico:

**Figura 3**

*Punto de reorden para el inventario - Sistema Q*



*Nota:* Gráfico donde se encuentra un punto de reorden vs el lead time y el inventario de seguridad, Uzunoglu y Yalcin (2020)

Zhu et al. (2022) indican que el inventario de seguridad reside en almacenar productos adicionales previniendo un stock out, por lo que se debe trazar modelos que minimicen costos; es así como para determinar este inventario de seguridad se tiene la siguiente fórmula:

$$\text{Inventario de seguridad (SS)} = Z\sigma_d\sqrt{LT}$$

Donde:

Z = Factor de seguridad que será de acuerdo con conveniencia.

$\sigma$  = Desviación estándar.

d = demanda semanal

LT= Lead time

En este sentido se tiene que el punto de reorden es:

$$\text{Punto de reorden} = \text{Demanda promedio} + \text{Inventario de seguridad}$$

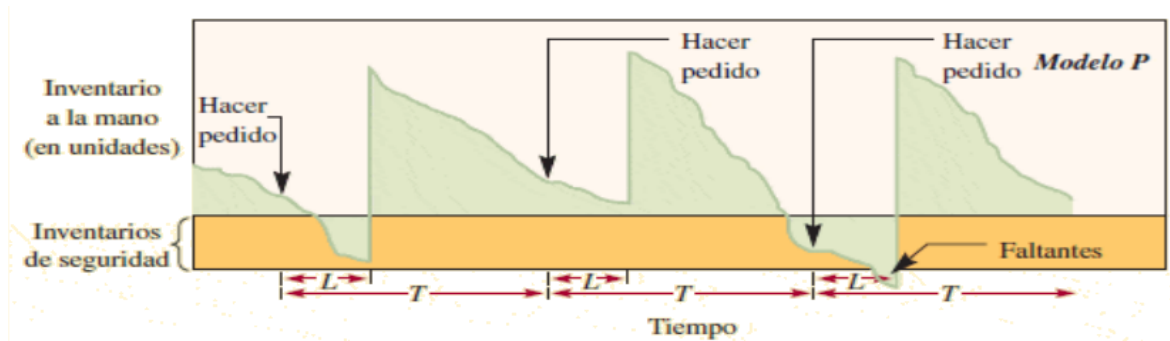


Donde la demanda promedio se define como  $\bar{d}LT$

Por otro lado, está el sistema de revisión periódica de inventario o modelo P, según Tao et al. (2017) mediante este modelo se revisa el intervalo en relación con el tiempo fijo del inventario de un producto realizando un orden de acuerdo con el costo debido; en otras palabras, el tamaño que debe tener el pedido es según como se comporte la demanda, teniendo como ventaja que se puede mezclar órdenes en relación con un solo proveedor. Para Rizkya et al (2018) este modelo requiere un grado mayor de inventario de seguridad a comparación del modelo Q como se muestra en la siguiente figura:

**Figura 4**

*Evolución inventario en el tiempo - modelo P*



*Nota:* Gráfico donde se muestra la evolución de los grados de inventario de seguridad durante el tiempo según el modelo P, Rizkya et al (2018)

De acuerdo con Cunha (2017) la fórmula del modelo P es la siguiente:

$$q = \bar{d}(T + L) + Z\sigma\sqrt{LT + T} - I$$

Donde:

$q$  = Cantidad de pedido

$\bar{d}(T+L)$  = Demanda promedio durante un periodo variable

$Z\sigma\sqrt{(LT+T)}$  = Inventario de seguridad

$I$  = Existencias disponibles (más el pedido en caso de haber alguno)

También dentro de los modelos para reposición de inventario, se tiene a la clasificación ABC que según Sari y Rizkya (2020) enseña cómo se proporciona la categorización general de los modelos de inventario y como estos dependen del patrón de demanda que posea el artículo; en otras palabras, se detalla como el

procedimiento de categorización ABC usa el inicio de Pareto para lograr dividir las mercancías de un comercio en tres categorías (A, B y C) basado en su consideración según el método elegido, y de esta manera asignar más elementos a las referencias que son clave para la compañía. Según Lin y Ma (2021) este procedimiento radica en distribuir las existencias totales en tres grupos: Grupo A. Está compuesto por una cantidad achicado de artículos (un 5-20%), pero que equivale con una enorme tasa con respecto al valor total del depósito (un 60- 80%); Grupo B. Implica una cantidad más grande de artículos (un 20-40%) y plantea un 30-40% de la cifra total; Grupo C, implica la más grande cantidad de artículos guardados (relativo a un 50-60%), pero sólo equivale un 5-20% de la cifra total del depósito.

Es así como para la reposición de inventarios es importante verificar que modelo es mejor; por lo que tener una simulación ayudaría a definir el mejor modelo. La simulación es un método cuantitativo justamente para tomar decisiones mediante el cual se puede instruirse sobre un sistema real en función de un modelo representado con el sistema; por ello la simulación es una técnica flexible. En este sentido la simulación Montecarlo que según Montejo et al. (2020) es una táctica basada en el muestreo sistemático de cambios por casualidad, comprendiendo métodos que acepten obtener desenlaces de incorrectos ya sea de modo matemático o físico mediante un albur repetido. Para Manzur et al. (2020) esta simulación se fundamenta una sucesión de métodos donde se valoran asignaciones casuales donde se usan números al azar para la simulación.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

El procedimiento de exploración usado fue el procedimiento descriptivo el cual según Hernández et al. (2014), este tipo de investigaciones tienen un hecho preciso el que se describe sin intención de explicar o pronosticar. En ese sentido, el presente trabajo se consideró del tipo descriptivo, por describirse el estado actual de la problemática, la que se analizó usando distintas metodologías para comprobar los objetivos propuestos.

Toda investigación debe tener un enfoque, de acuerdo con Sánchez (2019) un enfoque cuantitativo en una investigación posee información que se pueden medir estadísticamente para luego analizarlos, cuyo objetivo es contar, exponer, pronosticar y revisar el objetivo. Cuevas et al (2017), sugieren que de las interrogantes se tienen que preparar las conjeturas de la exploración y estas van a saber las variables; después a esto se va a tener que marcar un plan y acto seguido se deberán medir las variables en un preciso contexto; para lograrlo analizan las mediciones conseguidas empleando algún procedimiento estadístico, y de esta forma conseguir una sucesión de conclusiones Por lo tanto se planteó que la investigación tuviera un enfoque cuantitativo, debido a que se llevó a cabo el análisis de la data de la empresa en relación con los EPP's que tienen mayor desabastecimiento, donde radica la problemática en cuanto al sistema de reposición de inventario.

En relación con el diseño de investigación, Hernández et al (2014) consideran que al no manipularse deliberadamente la variable; es decir, no se variará de modo intencional para ver su efecto sobre la variable dependiente, sino que la base será la observación de fenómenos tal y como se da en su contexto natural de la empresa y luego será analizado, se considera que la investigación tendrá un diseño no experimental, por lo que la presente investigación se consideró no experimental con una recolección de datos en un periodo comprendido entre el año 2021 – 2022, siendo de corte transversal.

### **3.2 Variables y operacionalización**

Según Hernández et al. (2014), es preciso que se operacionalice una variable, para ello se debe tener la definición de ella. En la presente investigación se reconoció la única variable, la cual es sistema de reposición de inventario, la cual se conceptualizó en base de lo estipulado en el marco teórico, teniendo las siguientes definiciones:

Sistema de reposición de inventario es un recurso que contribuye a contar con niveles de productos que estén balanceados de cierto modo según la demanda, impidiendo carencias y demasías de productos almacenados (Qi, Huo, Wang, & Yeung, 2017).

El sistema de reponer el inventario se entiende gestionar el stock dentro del almacén y conseguir los productos que se han terminado o que son muy demandados; por ello, la planificación y la debida utilización de esta información son básica para llevar a cabo una reposición eficiente y conveniente (Agudelo & López, 2018).

El sistema de reposición de inventario se refiere a la necesidad de volver a abastecer los productos en el almacén luego de recibir nuevos productos solicitados a proveedores (Farías, Monteiro, Rodríguez, y Roberto, 2021)

También se operacionalizó la variable, de acuerdo con Cuevas et al (2017) que manifiestan que es necesario la operacionalización debido a que es una modificación desde la parte teórica hasta lo que se puede medir y comprobar. En así como se establecieron las dimensiones de la variable en la matriz de consistencia (Ver Anexo 3), las cuales son el nivel de inventario, el nivel de stock out, el costo de almacenamiento y el costo de reposición.

Posteriormente, se determinaron los indicadores de cada dimensión, teniendo: rotación de stock y clasificación de stock para la dimensión de nivel de inventario; porcentaje de stock out y stock de seguridad para la dimensión nivel de stock out; costo de mantenimiento de inventario para la dimensión de costo de almacenamiento; demanda de los productos y revisión continua / periódica para la dimensión de costo de reposición. (Ver Anexo 4)

Según Márquez et al (2018) la medición a través de una escala está en base a cuatro tipos según lo que se desee medir que puede ser ordinal, de proporción, nominal, y de intervalos; en el caso del tipo ordinal permite un orden según el tipo de lo que se medirá; por otro lado, de intervalo a pesar de que también da un orden, aquí lo que resulta como intervalo es similar a lo medido. En el caso de la presente investigación se usó la escala de intervalos y ordinal, puesto que las dos dan orden sobre todo por el uso de la data de la empresa, en relación con el costo de almacenamiento, el nivel de inventario, el nivel de stock out y el costo de reposición.

### 3.3 Población (criterios de selección), muestra y muestreo

De acuerdo con Hernández et al (2014) la población se basa en un grupo con coincidencia en algunas tipologías, siendo que para la presente investigación se consideran los equipos de protección personal (Epp's) como población, los cuales están clasificados en ABC como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 1**

*Clasificación ABC de los EPP's*

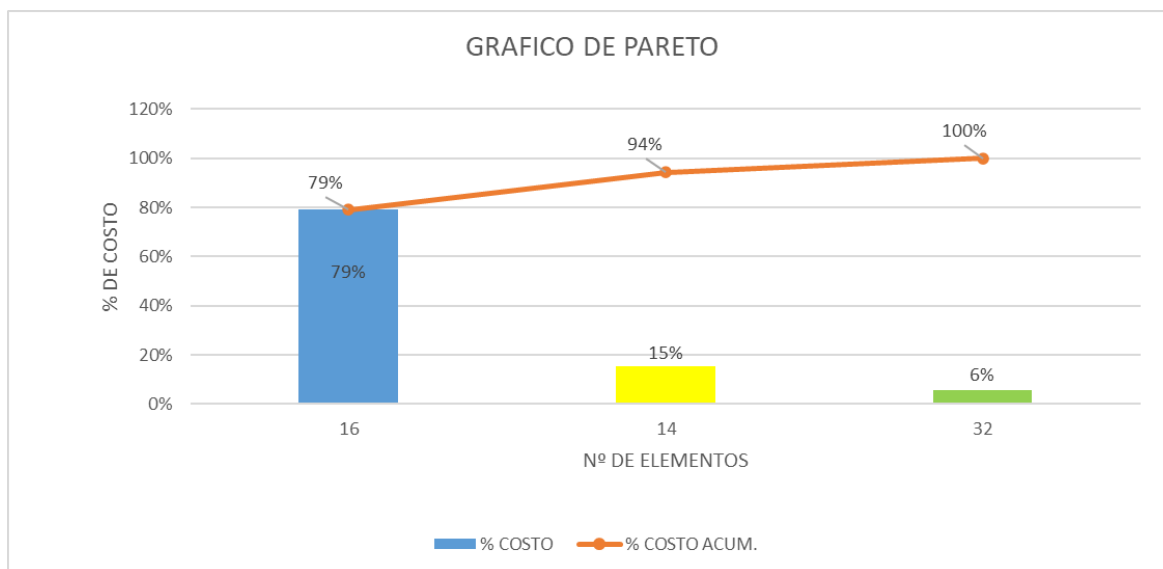
ABC	N° ELEMENTO S	% ARTICULO S	% ACUM.	% COSTO	% COSTO ACUM.
A	16	26%	26%	79%	79%
B	14	23%	48%	15%	94%
C	32	52%	100%	6%	100%
<b>Total</b>	<b>62</b>	<b>100%</b>		<b>100%</b>	

*Nota:* Elaboración propia. Fuente: Data de la empresa

En la tabla 1 se muestra que los EPP's de la clasificación A representan el 79% del costo por lo que para la población se considera a los EPP's en esta clasificación, teniéndose 16 productos como se muestra a continuación también en el Pareto:

**Figura 5**

*Pareto de los productos ABC*



*Nota:* Gráfico donde se muestra la cantidad de productos según la clasificación ABC. Elaboración propia

En este sentido, se consideró criterios de inclusión y exclusión; para la inclusión se contempló todos los productos que se encuentran en la clasificación A que son 16 productos como cascos, camisas, anteojos, chalecos, camisas, guantes, botines, entre otros. (Ver Anexo 2) Dentro del criterio de exclusión se tuvo a todos los productos que no estaban en la clasificación A.

Según Cuevas et al (2017), la muestra se asume como parte de la población, siendo que la muestra para esta investigación está determinada por la familia de guantes de seguridad de años 2021 al 2022, de los cuales se contempló para el caso de estudio el EPP guante de vaqueta puño corto que el producto que tiene mayor problema de reposición debido a la demanda que se tiene de ese producto.

Como unidad de análisis se determinó al área de logística de una empresa de constructora, a través de ella se midió la variable sistema de reposición de inventario.

Según Hernández et al. (2014), el muestreo probabilístico hace evaluaciones de la variable en la población, donde la muestra contiene valores parecidos a de la población, por lo que al medir una parte de ella se puede tener precisiones, siendo necesario la elección de la muestra con la intención que todos tengan la misma oportunidad de ser elegidos.

Por lo cual en la investigación se trazó un muestreo probabilístico, teniendo la cantidad de EPP's guante de vaqueta puño corto como base de la muestra teniendo todos los guantes de este tipo la misma probabilidad de ser elegidos para la muestra. Por otro lado, el muestreo fue estratificado debido a que se clasificó los guantes en grupos según el problema de la investigación.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Según Sánchez (2019) el análisis documental es una tarea por la cual se consigue documentos para esbozar y proporcionar información que sirve para analizar. Por lo mismo, para el presente trabajo se utilizarán reportes escritos y datos proporcionados por la compañía para el examen de la información; los reportes serán sobre las entregas de guantes y la regularidad con la que se renueva el stock y sobre los registros sobre el stock de guantes y el movimiento que tuvo este stock durante los últimos años.

Así mismo, de acuerdo con Pomar (2018) indica que el brainstorming necesita un propósito y que no se tienen la posibilidad de llevar a cabo lluvias de ideas generalmente, o, explicado de otra forma, sí que se tienen la posibilidad de llevar a cabo, pero no acostumbran llevar a ninguna parte debido a que cuanto mejor formulado esté el inconveniente, mejor va a ser la satisfacción, en el brainstorming prima un gran número, debido a que la calidad de las ideas que se producen del brainstorming y se deriva de la cantidad. Según Chen et al (2022),

este método es un instrumento de trabajo donde la creatividad se potencia para hallar soluciones, por lo que las reuniones de brainstorming se tienen que dar dentro de un espacio relajado, con la intención que las ideas circulen.

En este sentido, este método de lluvia de ideas o brainstorming, puede ser empleado en diferentes ámbitos, pero cuando es usado para el control de inventarios, existe una lluvia de ideas para tratar el tema y así brindar soluciones pertinentes al problema del stock de inventario. Por ello, el método está estandarizado, es decir, está regido por una serie de pasos para definir cuestionarios, tabular y analizar las respuestas a esos cuestionarios y brindar la solución. Es así como para la presente investigación se usó la técnica de brainstorming la cual se realizó en una reunión con el personal involucrado con el tema, donde se anotó sus opiniones, ideas, enfoque y todos los informes que puedan dar para identificar los inconvenientes desde distintas perspectivas y obtener su opinión sobre los cambios a realizar para juntar los datos que se utilizaran en el presente trabajo.

### **3.5 Procedimientos**

Primero se estableció la variable y sus dimensiones, luego se determinó las técnicas e instrumentos que se usaron, posteriormente se analizó la información que se consiguió de la misma empresa del periodo 2021 – 2022 en relación con los guantes que es el producto que más desabastecimiento y problemas tiene, donde se estableció el stock, costos y otros aspectos. Con los resultados se determinó las causas según la problemática, se elaboró el análisis, luego se procedió a realizar la simulación en base al método Montecarlo con lo que se pudo establecer que modelo es el más apropiado para mejorar el sistema de reposición de inventario de los EPP's en relación con los guantes de la empresa.

### **3.6 Método de análisis de datos**

Para analizar los datos, de acuerdo con Lorelli et al (2017) es necesario llevarlo a cabo mediante softwares estadísticos que acepten un análisis eficaz de la información conseguida de la empresa. Para esta investigación se emplearon medidas estadísticas, realizadas mediante el software Excel, fórmulas matemáticas para los cálculos y el sistema Montecarlo para la simulación; donde se colocó la



variable, dimensiones y otra información relevante; por último, se usó análisis de data y estadística descriptiva, consiguiendo descripción cuantitativa.

### **3.7 Aspectos éticos**

Los fines del presente trabajo se realizan para aportar al conocimiento e investigación sobre el manejo de inventarios; por lo que la data mostrada en el presente trabajo es real siendo solicitada a una empresa peruana dedica al rubro de ingeniería y construcción. Así mismo, el desarrollo y la publicación de esta investigación se llevará a cabo respetando la autoría de todas las citas, las que fueron colocadas en el ítem de referencias todo bajo el formato APA.

#### IV. RESULTADOS

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos, para lo cual se consideraron los EPP's que se ubican en la clasificación A, de donde se seleccionaron los guantes de seguridad para la investigación. Los resultados se basaron en las observaciones y conversaciones con los operarios de planta, los cuales manifestaron en una reunión operativa que usaban los guantes con un alto grado de desgaste, esto por la restricción del otorgamiento de cambio de guantes por la falta de stock en almacén.

**Tabla 2**

*EPP en clasificación A*

---

<b>EPP</b>
GUANTE DE VAQUETA PUÑO CORTO
GUANTE SEG. TALLE L ANSELL HYFLEX 11-800
ANTIPARRA/ANTEOJO MSA DUAL-FIT GRIS
CASCO SEG T1-CE S/FASTRAC AZUL
BOTIN PUNTERA DE ACERO T/42
CAMISA JEAN/MEZCL. AZUL-T.M
VISOR P/PROTECTOR FACIAL INCOLORO
BOTIN PUNTERA DE ACERO T/41
CAMISA JEAN/MEZCL. AZUL-T.L
ANTEOJO MSA 4600AFC DUAL-FIT INCOLORO
CHALECO DRILL S/ET 24-0074 T: M NARANJA
BOTIN PUNTERA DE ACERO T/40
GUANTE DE CUERO ROJO PUÑO LARGO
P/SOLD
DELANTAL CUERO P/SOLDADOR
RESPIRADOR KN95 FFP2 STEELPRO SAFETY
MAMELUCO D/TRABAJO GRIS T.M

---

Nota: Elaboración propia

Se hizo la consulta al jefe de almacén si en caso se manejaba algún stock de seguridad respecto a este tipo de materiales de alta rotación, en respuesta indicó que para disminuir costos de almacenamiento prefería manejar el stock al mínimo. Por otra parte, el auxiliar de almacén encargado de los despachos internos manifestó que cuando observaba que el stock de guantes estaba a punto de acabarse, procedía con el cambio de guantes sólo para aquellos operadores que presentaban guantes rotos, se realizaba así hasta que ingrese un nuevo lote de pedido.

Para nuestro análisis tomamos la data de movimientos de stock de guantes comprendidos desde enero 2021 hasta Julio 2022. A continuación, se muestra en la tabla 3, la demanda de guantes, su costo y clasificación

**Tabla 3**

*Demanda, costo y clasificación de guantes*

<b>Material</b>	<b>Texto breve de material</b>	<b>Demanda</b>	<b>Demanda Valorizada</b>	<b>% Acumulado</b>	<b>ABC</b>
4-03077	Guante de vaqueta puño corto	1333	S/ 10,304.09	56%	A
4-12114	Guante seg. Talle I ansell hyflex 11-800	633	S/ 5,870.98	88%	B
4-02993	Guante de cuero rojo puño largo p/sold	149	S/ 2,161.25	99%	C
4-12472	Guantes dielectricos; 1000 v, clase 0	1	S/ 145.00	100%	C
4-18114	Guante seg latex s/costura poliest t.9	0	S/ -	100%	C
			<b>S/ 18,481.32</b>		

*Nota:* Elaboración propia

Como se observa en la tabla 3, se ordenó de mayor a menor los costos de los consumos generados por la demanda, con el objetivo de clasificar a través de un Pareto los guantes de mayor a menor relevancia respecto a sus costos. Se observó que el ítem de código 400003077, se clasificó como un “A”, es decir representó el 56% del costo total de guantes en el periodo analizado. Se apreció también que el ítem de código 4000012114, se clasificó como un “B”, es decir representó el 32% del costo total de guantes en el periodo analizado. Finalmente, se clasificaron como “C”, 3 ítems que representaron el 12% del costo total de guantes en el periodo analizado.

Se muestra a continuación el resumen de lo establecido en la clasificación de los guantes:

**Tabla 4**

*Clasificación ABC de los guantes*

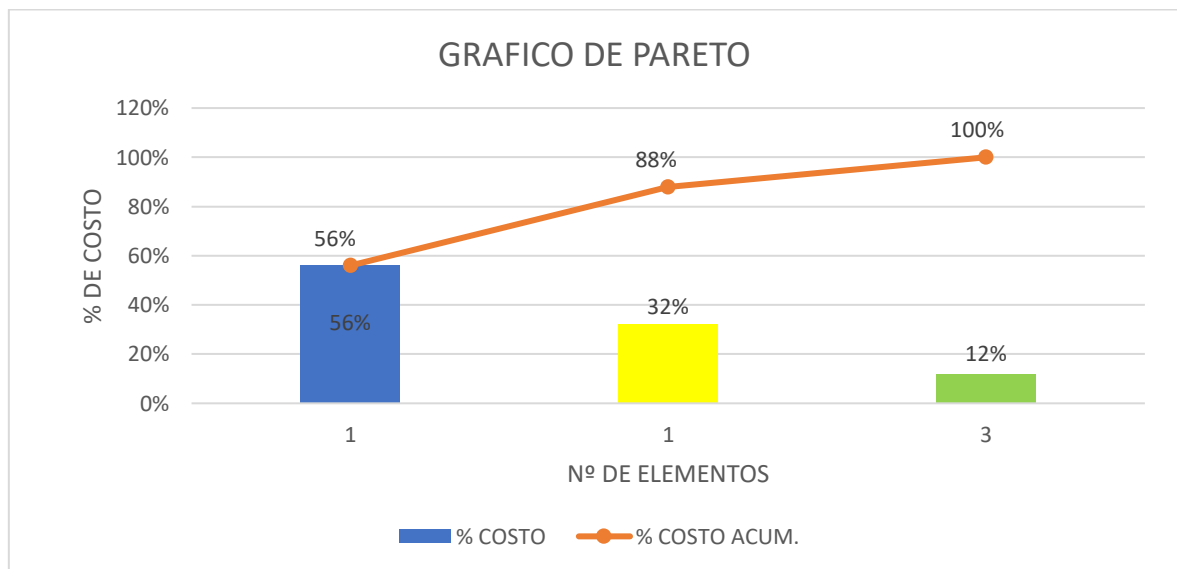
<b>ABC</b>	<b>% COSTO</b>	<b>% COSTO ACUM.</b>
A	56%	56%
B	32%	88%
C	12%	100%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	

*Nota:* Elaboración propia

Se representa a continuación la tabla 4 expresada en gráfico.

**Figura 6**

*Diagrama Pareto - Clasificación ABC de los guantes*



*Nota:* Elaboración propia

Se continuó el análisis observando los movimientos de stock para el ítem de clasificación A, 4-3077 guante de vaqueta puño corto, los cuales se muestran en el siguiente detalle en el anexo 5.

A continuación, se muestra en la siguiente tabla 5 el resumen de movimientos en cantidad del guante 4-3077 con fecha inicial de inventario al 01 de enero del 2021 y fecha de corte al 08 de julio del 2022.

**Tabla 5**

*Resumen de movimientos en cantidad del material 4-03077*

<b>Material</b>	<b>Texto breve de material</b>	<b>Inventario Inicial</b>	<b>Compras</b>	<b>Demanda</b>	<b>Stock al 08.07.22</b>
4-03077	Guante de vaqueta puño corto	0	1794	1333	461

*Nota:* Elaboración propia

La tabla 5 indica que en el periodo 2021 – 2022 se compraron 1794 pares de guantes, y hubo una demanda de 1333 pares, dejando un stock final de 461 pares al 08 de julio de 2022.

Además, se observó que el periodo de análisis de 69 semanas el consumo promedio fue de 19 pares de guantes por semana y el stock promedio semanal fue de 182 pares. (Ver Anexo 5)

A continuación, se muestra la tabla 6 el tamaño de lote de compra y el total de pedidos realizados del material 4-03077 en el periodo 2021 – 2022.

**Tabla 6**

*Tamaño del lote de compra y número de pedidos del material 4-03077*

<b>Año</b>	<b>Semana</b>	<b>Compras</b>	<b>Cantidad de pedidos</b>
2021	12	100	1
2021	19	250	1
2021	22	25	1
2021	30	200	1
2021	41	100	1
2021	51	19	1
2022	4	200	1
2022	8	400	1

2022	26	500	1
	<b>Total</b>	<b>1794</b>	<b>9</b>

*Nota:* Elaboración propia

De la tabla 6 se observó un total de 9 pedidos realizados en el periodo 2021 – 2022 con diferente tamaño de lote de pedido para el código 4-03077.

Respecto al nivel de stock out se obtuvo la siguiente tabla para su interpretación:

**Tabla 7**

*Nivel de stock out*

<b>Año</b>	<b>Semana</b>	<b>Stock Inicial</b>	<b>Compra</b>	<b>Consumo</b>	<b>Stock Final</b>
2021	18	29	0	24	5
2021	50	63	0	63	0
2021	51	0	19	16	3
2021	52	3	0	0	3
2022	1	3	0	0	3
2022	2	3	0	3	0
2022	3	0	0	0	0

*Nota:* Elaboración propia

En las semanas 50-2021, 2-2022 y 3-2022 el saldo de stock fue cero (Stock out). En las semanas 18-2021, 51-2021, 52-2021, 1-2022, el saldo de stock fue entre 3 a 5 unidades (stock muy bajo). Para cubrir la necesidad en la semana 51-2021 se realizó una compra por caja de menor de 19 unidades, el cual se interpreta como una compra de urgencia para cubrir la necesidad, por lo cual consideramos estas 19 unidades como stock out en el periodo de análisis.

Para los cálculos del costo de pedir y del costo de mantener se muestra a continuación en la siguiente tabla, data relevante obtenida del periodo 2021 – 2022.

**Tabla 8***Resumen del área de compras*

Data	Valores
Total de pedidos realizados en un año	600
Área ocupada por el departamento de compras en m <sup>2</sup>	7
Costo unitario de arriendo por metro cuadrado	S/ 40.00
Costo del material 4000003077	S/ 7.70
Costo empresa del jefe de compras al 15% ( a )	S/ 900.00
Costo empresa del comprador 1 al 100% ( b )	S/ 3,500.00
Costo empresa del comprador 2 al 50% ( c )	S/ 1,750.00
Costo empresa del activador al 25% ( d )	S/ 750.00
Costo arriendo área de compras ( e )	S/ 280.00
Costo administrativos ( f )	S/ 200.00
Costo mensual del departamento de compras (a+b+c+d+e+f)	S/ 7,380.00
Costo anual del departamento de compras	S/ 88,560.00

*Nota:* Elaboración propia

En la tabla 8 se acopian toda la información del área de compras, como lo son el total de pedidos realizados en el periodo de 1 año, el área ocupada por el departamento de compras y el costo de arriendo relacionado, el costo del material 4-03077, los costos del personal que integra el departamento de compras y otros costos administrativos del área. Las sumas de todos estos costos conforman el costo mensual que genera el departamento de compras correspondiente a 7,380 soles. Para cálculo el costo anual se toma el costo mensual y se multiplica por 12.

Con los datos de la tabla xx4 procedemos a calcular el costo de pedir y el costo de mantener:

$$\text{Costo de pedir unitario (S)} = \frac{\text{Costo anual del departamento de compras}}{\text{Total de pedidos realizados en un año}}$$

$$\text{Costo de pedir unitario (S)} = \frac{7380 \text{ soles/año}}{600 \text{ und/año}}$$

Costo de pedir unitario (S) = S/. 147.60

Costo de mantener (H) = 25% x Costo unitario del ítem 4000003077

Costo de mantener (H) = 25% x S/ 7.70

Costo de mantener (H) = S/ 1.93

Tomando la información del nivel de inventario promedio, el nivel de stock out, costo de ordenar y el costo de mantener se obtuvo los siguientes datos en la etapa del Pre-test, representado en la siguiente tabla:

**Tabla 9**

*Etapa pre - test*

<b>Conceptos</b>	<b>Valores</b>
Nivel de Inventario promedio	182
Nivel de Stock out - Unidades	19
Nivel de Stock de Seguridad	No tiene
Nivel de Stock out - porcentaje	1.43 %
Cantidad optima de pedido	No tiene
Indice de rotación	9
Costo de stock promedio semanal	S/ 1,403.07
Costo Anual de mantener (a)	S/ 1,726.13
Costo Anual de Ordenar (b)	S/ 1,328.40
<b>Costo Total anual (a+b)</b>	<b>S/ 3,055.13</b>

*Nota:* Elaboración propia

Para el guante de código 4-03077 en el periodo 2021 - 2022 tenemos lo siguiente: un nivel de inventario promedio semanal de 182 pares, un nivel de stock out de 19 pares que representa el 1.43% de incumplimiento, un costo de inventario promedio semanal de 1,403.07 soles resultado de la multiplicación del inventario promedio semanal por el costo unitario del ítem (169 pares/semana x 7.70 soles/par), un costo anual de mantener de 1,726.13 soles resultado de la cantidad



solicita de pedido total entre 2 por el costo unitario de mantener (1794 pares/2 x 1.93 soles/par), y finalmente un costo anual de ordenar de 1,328.40 soles resultado de multiplicar la cantidad de pedidos realizado en el periodo de análisis por el costo unitario de ordenar (9 pedidos x 147.60 soles/pedido), un costo total de 3,055.13 soles en el periodo de análisis 2021 – 2022. Utilizaremos esta tabla 4 más adelante para la comparativa con los métodos de reposición propuestos.

A partir de este punto aplicaremos los métodos de reposición estudiados con el objetivo de seleccionar aquel que optimice los costos de inventario y maneje un nivel de stock de seguridad alineado a la demanda incierta, aplicando simulación de Montecarlo.

Para la aplicación del método de reposición tipo P en la etapa post test con demanda incierta, se utilizó una simulación aleatoria de la demanda en base al histórico. El periodo de revisión elegido fue de 1 semana (P) con un nivel de servicio del 95%.

La fórmula usada en Excel para generar los numero aleatorios fue la siguiente:

$$\text{Número aleatorio} = \text{ALEATORIO} () \dots (1)$$

Seguido calculamos la demanda promedio semanal (d) y desviación estándar semanal ( $\sigma$ d), en base a la data histórica del consumo detallado en el anexo 5.

$$\text{Demanda promedio semanal (d)} = \text{PROMEDIO} () \dots = 19$$

$$\text{Desviación estándar de la media } (\sigma d) = \text{DESVEST.M} () \dots = 21$$

En base a los cálculos (1), (d) y ( $\sigma$ d), se procedió a calcular la demanda aleatoria usando la siguiente formula:

$$\text{Demanda aleatoria} = \text{MAX}(\text{INV.NORM}((1),(d),( \sigma d)))$$

Esta demanda aleatoria calculada se apreciada en el anexo 7 y anexo 8.

Para el cálculo de Z con un nivel de confianza del 95% se utilizó la siguiente formula:

$$Z = \text{INV.NORM.ESTAND} () \dots = 1.64$$

Como dato adicional obtuvimos que el lead time para el guante de código 4-03077, fue regularmente de 1 semana (L). Continuando con los cálculos de inventario de seguridad y cantidad optima de pedido desarrollamos los siguientes puntos:

Desviación Estándar durante tiempo de espera ( $\sigma_{P+L}$ )  $= \sqrt{((P+L)*\sigma d^2)} \dots = 30$

Inventario de Seguridad (SS)  $= z*\sigma_{P+L} \dots = 49$

Cantidad de pedido (T)  $= d*(P+L) + z*(\sigma_{P+L})-I \dots (*)$

Respecto a la formulación de la cantidad de pedido (\*), esta resultó distinta para cada semana, dado que la demanda es variable y el periodo de revisión es semanal.

A continuación, se muestra en la siguiente tabla el resumen de los cálculos obtenidos. El detalle de la data se muestra en el anexo 7 y anexo 8.

**Tabla 10**

*Aplicación del método de reposición tipo P*

Conceptos	Valores
Demanda Promedio Semanal <b>d</b>	19
Desviacion Standart Semanal $\sigma d$	21
Nivel de servicio	95%
<b>z</b>	1.64
Tiempo de Entrega Semanal <b>L</b>	1
Tiempo de Periodo de Revisión Semanal <b>P</b>	1
Desviación Estandart durante tiempo de espera $\sigma_{P+L} = \sqrt{((P+L)*\sigma d^2)}$	30

Inventario de Seguridad $z \cdot \sigma P + L$		49
Demanda Anual $D$		1005
Costo de Pedir $S$	S/	147.60
Costo de Mantener $H$	S/	1.93

*Nota:* Elaboración propia

A continuación, bajo el modelo de reposición P y demanda aleatoria, se muestra en la siguiente tabla 11 el resumen de movimientos en cantidad del guante 4-3077 durante el periodo analizado.

**Tabla 11**

*Resumen de movimientos con el modelo P*

Material	Texto breve de material	Inventario Inicial	Compras	Demanda	Stock al 08.07.22
4-03077	Guante de vaqueta puño corto	0	1576	1498	78

*Nota:* Elaboración propia

La tabla 11 indica que en el periodo 2021 – 2022 bajo el modelo reposición P las compras resultaron en 1576 pares de guantes, con una demanda aleatoria de 1498 pares, dejando un stock final de 78 pares durante el periodo analizado.

Además, se observó que el periodo de análisis de 69 semanas el consumo promedio fue de 22 pares de guantes por semana y el stock promedio semanal fue de 54 pares. (Ver Anexo 7 y Anexo 8)

A continuación, se muestra en la siguiente tabla el tamaño de lote de compra y el total de pedidos realizados del material 4-03077 en el periodo 2021 – 2022.

**Tabla 12**

*Tamaño del lote de compra y número de pedidos con método P*

Año	Semana	Compra	Cantidad de pedidos
2021	12	87	1
2021	14	43	1
2021	16	56	1
2021	18	77	1
2021	26	40	1

2021	30	80	1
2021	31	68	1
2021	32	41	1
2021	40	75	1
2021	43	116	1
2021	45	53	1
2021	47	87	1
2021	49	56	1
2021	52	39	1
2022	2	51	1
2022	5	43	1
2022	7	42	1
2022	10	47	1
2022	14	51	1
2022	15	53	1
2022	17	45	1
2022	19	57	1
2022	20	39	1
2022	23	51	1
2022	25	72	1
2022	26	55	1
2022	28	51	1
	<b>Total</b>	<b>1576</b>	<b>27</b>

*Nota:* Elaboración propia

En el periodo de análisis se observó que en un total de 69 semanas con demanda aleatoria se generaron un total de 27 pedidos para reponer el stock consumido.

Respecto al nivel de stock out se obtuvo la siguiente tabla 13 para su interpretación:

**Tabla 13**

*Nivel de stock out con modelo P*

<b>Año</b>	<b>Semana</b>	<b>Stock Inicial</b>	<b>Compra</b>	<b>Consumo</b>	<b>Stock Final</b>
2021	17	51	0	41	10
2021	29	49	0	42	7
2021	42	60	0	89	-29
2021	46	51	0	50	1

*Nota:* Elaboración propia

En la semana 42-2021, el saldo de stock con el modelo de reposición P y demanda incierta resulto -29 pares (Stock out). En las semanas 17-2021, 42-2021, 46-2021, el saldo de stock fue entre 1 a 10 unidades (stock muy bajo).

Con este modelo de reposición P cada vez que inventario al final de la semana resultó menor al stock de seguridad calculado, se procedió con la compra para reposición en base al T óptimo. Tomando la información del costo de ordenar y el costo de mantener se obtuvo los siguientes datos en la etapa del Post-test, representado en la siguiente tabla.

**Tabla 14**

*Datos de la etapa post test – Modelo P*

<b>Conceptos</b>	<b>Valores</b>
Nivel de Inventario promedio semanal	54
Nivel de Stock out - Unidades	29
Nivel de Stock de Seguridad	49
Nivel de Stock out en porcentaje	1.93 %
Cantidad óptima de pedido	<39-116>
Indice de rotación	27
Costo de stock promedio semanal	S/ 416.04
Costo de mantener	S/ 1,516.91
Costo de Ordenar	S/ 3,985.2
<b>Costo Total</b>	<b>S/ 5,502.11</b>

*Nota:* Elaboración propia

Para el guante de código 4-03077 en el periodo de análisis 2021 – 2022, con demanda aleatoria y método de reposición tipo P tenemos lo siguiente: un nivel de inventario promedio semanal de 54 pares, un nivel de stock out de 29 pares que representa el 1.93% de incumplimiento, un stock de seguridad de 49 pares, una cantidad optima de pedido que varía entre 39 a 116 pares, un costo de stock promedio semanal de 416.04 soles resultado de la multiplicación del inventario promedio semanal por el costo unitario del ítem (54 pares/semana x 7.70 soles/par), , un costo anual de mantener de 1,516.91 soles resultado de la multiplicación de la cantidad total de pedido solicitada entre 2 por el costo unitario de mantener (1576 /2 x 1.93 soles/par), un costo de ordenar de 3,985.2 soles resultado de multiplicar la cantidad de pedidos realizado en el periodo de análisis por el costo unitario de

ordenar (27 pedidos x 147.60 soles/pedido), finalmente un costo total de 5,502.11 soles en el periodo de análisis 2021 – 2022. Utilizaremos esta tabla más adelante para la comparativa con los métodos de reposición propuestos.

Para la aplicación del método de reposición tipo Q en la etapa post test con demanda incierta, se utilizó una simulación aleatoria de la demanda en base al histórico, con un nivel de servicio del 95%.

La fórmula usada en Excel para generar los numero aleatorios fue la siguiente:

$$\text{Número aleatorio} = \text{ALEATORIO} () \dots (1)$$

Seguido calculamos la demanda promedio semanal (d) y desviación estándar semanal ( $\sigma_d$ ), en base a la data histórica del consumo detallado en el anexo 5.

$$\text{Demanda promedio semanal (d)} = \text{PROMEDIO} () = 19$$

$$\text{Desviación estándar de la media } (\sigma_d) = \text{DESVEST.M} () = 21$$

En base a los cálculos (1), (d) y ( $\sigma_d$ ), se procedió a calcular la demanda aleatoria usando la siguiente formula:

$$\text{Demanda aleatoria} = \text{MAX}(\text{INV.NORM}((1),(d),(\sigma_d)))$$

Esta demanda aleatoria calculada se apreciada en el anexo 9 y anexo 10.

Para el cálculo de Z con un nivel de confianza del 95% se utilizó la siguiente formula:

$$Z = \text{INV.NORM.ESTAND} () = 1.64$$

Se consideró el mismo Lead time de 1 semana como tiempo de reposición de pedido. Continuando con los cálculos de inventario de seguridad y cantidad optima de pedido desarrollamos los siguientes puntos:

Inventario de Seguridad (SS)	$= z*\sigma L$	$= 34$
Cantidad de pedido (EOQ)	$= \sqrt{(2*D*S/H)}$	$= 392$
Punto de reorden (R)	$= d*L + Z*\sigma L$	$= 54$
Número de Pedidos al año	$= D/eqQ$	$= 3$

A continuación, se muestra en la siguiente tabla el resumen de los cálculos obtenidos, y para el detalle se muestran en el anexo 7 y anexo 8.

**Tabla 15**

*Aplicación del método de reposición tipo Q*

Conceptos Calculados	Simbología	Fórmula	Valores
Demanda Promedio Semanal	d	= PROMEDIO ()	19
Desviación Estándart Semanal	$\sigma d$	= DESVEST.M ()	21
Nivel de servicio	Ns		95%
Z	Z	= INV.NORM.ESTAND()	1.64
Tiempo de Entrega Semanal	L		1
Inventario de Seguridad	SS	$= z*\sigma P+L$	35
Demanda Anual	D		1005
Costo de Pedir	S		147.60
Costo de Mantener	H		1.93
Cantidad de Pedido	EOQ	$= \sqrt{(2*D*S/H)}$	392
Punto de Reorden	R	$= d*L + Z*\sigma L$	54
Número de pedidos al año		$= D/EOQ$	3

*Nota:* Elaboración propia

A continuación, bajo el modelo de reposición Q y demanda aleatoria, se muestra en la siguiente tabla el resumen de movimientos en cantidad del guante 4-3077 durante el periodo analizado.

**Tabla 16**

### Resumen de movimientos con el modelo Q

Material	Texto breve de material	Inventario Inicial	Compras	Demanda	Stock al 08.07.22
4-03077	Guante de vaqueta puño corto	0	1570	1505	65

*Nota:* Elaboración propia

La tabla 16 indica que en el periodo 2021 – 2022 bajo el modelo reposición Q las compras resultaron en 1570 pares de guantes, con una demanda aleatoria de 1505 pares, dejando un stock final de 65 pares durante el periodo analizado.

Además, se observó que el periodo de análisis de 69 semanas el consumo promedio fue de 19 pares de guantes por semana y el stock promedio semanal fue de 236 pares (Ver Anexo 9 y Anexo 10)

continuación, se muestra en la siguiente tabla el tamaño de lote de compra y el total de pedidos realizados del material 4-03077 en el periodo 2021 – 2022.

**Tabla 17**

*Tamaño del lote de compra y número de pedidos del material 4-03077*

Año	Semana	Compras	Cantidad de pedidos
2021	12	392	1
2021	32	392	1
2021	49	392	1
2022	10	392	1
	<b>Total</b>	<b>1570</b>	<b>4</b>

*Nota:* Elaboración propia

En el periodo de análisis se observó que en un total de 69 semanas con demanda aleatoria se generaron un total de 4 pedidos para cumplir con el consumo.

Respecto al nivel de stock out se obtuvo en la siguiente tabla para su interpretación:

**Tabla 18**



### Nivel de stock out con modelo Q

Año	Semana	Stock Inicial	Compra	Consumo	Stock Final
2021	31	63	0	31	32
2021	48	66	0	27	39
2021	9	74	0	43	31

*Nota:* Elaboración propia

Para el modelo de reposición tipo Q se observó que al contar con una cantidad de pedido de 392 pares de guantes y un stock de seguridad de 35 pares, no hay presencia de rotura de stock, es más los niveles de stock más bajos estuvieron entre 31 a 32 pares.

Con este modelo de reposición Q el lote de reposición es alto, pero con menor frecuencia. Tomando la información del costo de ordenar y el costo de mantener se obtuvo los siguientes datos en la etapa del Post-test, representado en la siguiente tabla.

**Tabla 19**

*Datos de la etapa post test – Modelo Q*

Conceptos	Valores	
Nivel de Inventario promedio		236
Nivel de Stock out - Unidades		0
Nivel de Stock out - porcentaje		0 %
Nivel de Stock de Seguridad		35
Costo de Inventario promedio	S/	1,814.37
Costo de mantener	S/	1,511.11
Costo de ordenar	S/	590.40
<b>Costo Total</b>	<b>S/</b>	<b>2,101.51</b>

*Nota:* Elaboración propia

Para el guante de código 4-03077 en el periodo de análisis 2021 – 2022, con demanda aleatoria y método de reposición tipo Q tenemos lo siguiente: un nivel de inventario promedio semanal de 236 pares, un nivel de stock out de 0 pares que en porcentaje representa un 0% de incumplimiento, un stock de seguridad de 35 pares, un costo de inventario promedio semanal de 1,814.37 soles resultado de la

multiplicación del inventario promedio semanal por el costo unitario del ítem (54 pares/semana x 7.70 soles/par), un costo anual de mantener de 1,511.11 soles resultado de la multiplicación de la cantidad total de pedido solicitado entre 2 por el costo unitario de mantener (1570 pares/2 x 1.93 soles/par), y un costo anual de ordenar de 590.40 soles resultado de multiplicar la cantidad de pedidos realizado en el periodo de análisis por el costo unitario de ordenar (4 pedidos x 147.60 soles/pedido), finalmente un costo total de 2,101.51 soles en el periodo de análisis 2021 – 2022. Utilizaremos esta tabla más adelante para la comparativa con los métodos de reposición propuestos.

En la siguiente tabla se muestra la comparativa del pretest y post test con los métodos de reposición desarrollados en la presente investigación.

**Tabla 20**

*Comparativa resultante*

OBJETIVOS	SIN MODELO		MODELO P		MODELO Q	
	PRE-TEST		POST TES		POST TES	
Nivel de Inventario promedio semanal		182		54		236
Nivel de Stock out - Unidades		19		29		0
Nivel Stock out		1.43 %		1.93 %		0 %
Nivel de Stock de Seguridad		No tiene		49		35
Cantidad Optima de Pedido		No tiene		<39-116>		392
Indice de Rotación		9		27		4
Costo de stock promedio semanal	S/	1,403.07	S/	416.03	S/	1,814.37
Costo Anual de mantener (a)	S/	1,726.73	S/	1,516.91	S/	1,511.11
Costo Anual de ordenar (b)	S/	1,328.40	S/	3,985.20	S/	590.40
Costo Total anual (a+b)		<b>S/3,055.13</b>		<b>S/ 5,502.11</b>		<b>S/ 2,101.51</b>

*Nota:* Elaboración propia

En base a los cálculos obtenidos y mostrados en la tabla 20 los resultados fueron, un costo de inventario promedio semanal más bajo con el método P, pero con un nivel de stock out del 1.93% bajo este sistema, un costo anual de mantener de 1,516.91 soles y un costo anual de ordenar de 3,985.20, resultando en un costo

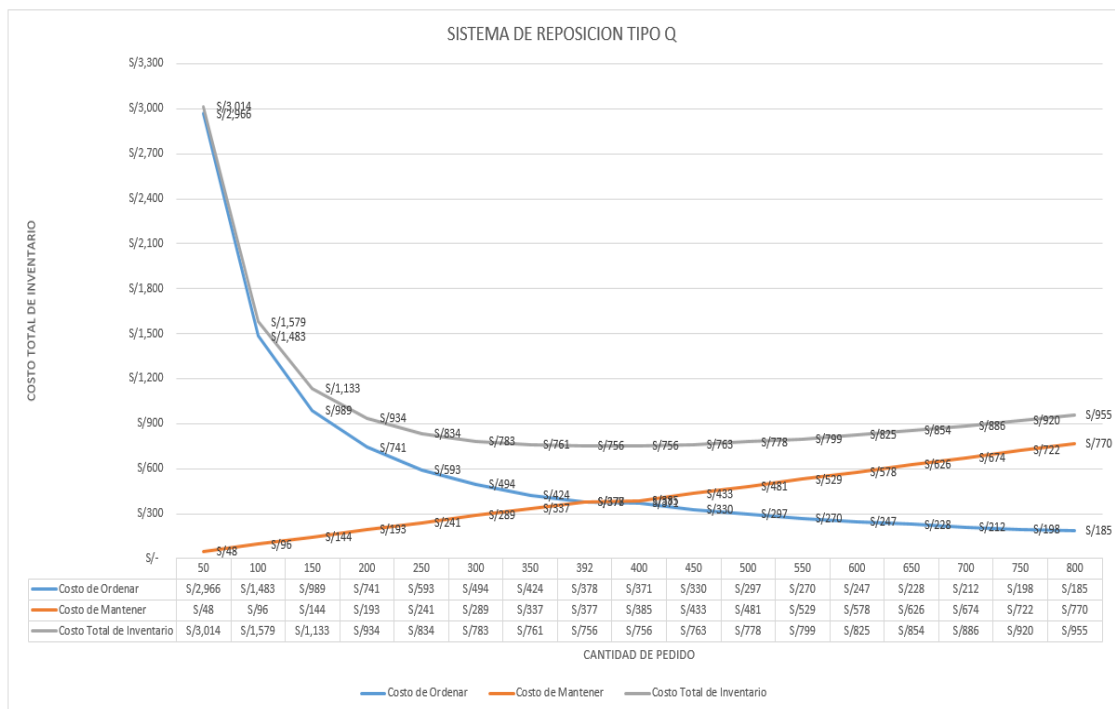
anual de inventario de 5,502.11. Con el modelo Q los resultados fueron un costo promedio semanal de inventario de 1,814.37 soles, con un nivel de stock out del 0%, un costo anual de mantener de 1,511.11 soles, un costo anual de ordenar de 590.40 soles, resultando un costo anual de inventario de 2,101.51 soles.

En base al criterio de mantener un stock de seguridad que evite quiebres de stock con un costo adecuado de mantener y ordenar, se seleccionó el modelo Q como el que mejor se ajustó a la demanda.

A continuación, se muestra en la figura 7 la relación del costo de mantener y ordenar con el modelo Q.

**Figura 7**

*Punto de pedido óptimo con modelo Q*



*Nota:* Elaboración propia

La cantidad óptima de pedido con el modelo Q resultó en 392 pares, esta cantidad es la óptima en la que los costos de ordenar y mantener se interceptaron resultando 377 soles para ambos costos.

## V. DISCUSIÓN

Debido a malas prácticas en el tema de abastecimiento, las empresas a veces no tienen herramientas para reaccionar ante un aumento de la demanda de algún producto tal cual lo manifiestan Juca et al. (2019), por lo que esta situación puede producir una disminución del desempeño del inventario trayendo sobre costos. En este sentido es conveniente que se mantenga un stock lo que para algunas empresas como indican Carreño et al (2019) puede traer problemas pues en muchos casos no se sabe cuándo y cuánto pedir.

Por lo anteriormente expuesto, se realizó un estudio metodológico fundamentado en la variable de sistema de reposición de inventario, siendo que a través de la técnica de análisis documental se consiguió información que permitió refrendar de manera estadística si aplicando la simulación en base al sistema Montecarlo.

En este sentido, la presente investigación tuvo como objetivo general seleccionar un sistema de reposición de inventarios aplicando simulación de Montecarlo para Epp's una empresa constructora. Es así como se contempló la definición de inventario que como sugiere Ortiz et al (2018), es el proceso mediante el cual se puede registrar que producto ingresa o sale, apoyándose en registros donde se puede detallar la rotación de los productos hasta incluso su clasificación, con lo que ayuda al control del stock. Con esto es importante la reposición sobre todo en una empresa donde la demanda de cada producto es cambiante de acuerdo con los proyectos que se tengan, por lo mismo como indican Qi et al (2017) la reposición ayuda a balancear la demanda con el stock evitando así stock ou dentro del almacén, siendo que para ello es importante una planificación e información de las áreas que necesitan un producto como lo manifiestan Agudelo y López (2018) pues así la reposición se hace eficiente.

De acuerdo con lo antes mencionado se realizó un análisis en base de los productos que tienen mayor importancia dentro de la empresa en función de su uso, para lo que se aplicó el sistema ABC el cual permite conocer el orden e importancia de los productos, tal como los indica Rojas (2018) pues gracias a este sistema se

pone en consideración los productos y cuál es su relación con los costos del inventario; siendo que para la presente investigación se tiene un 79% para los productos ubicados en la clasificación A, dentro de los cuales se tuvo al EPP de guantes de seguridad por ser el producto con mayor demanda según lo que se determinó en base a conversaciones con los operarios que manifestaron que este producto al no contar con más en almacén tienen que seguir usándolos a pesar del desgaste por el uso. En este sentido se tiene que el tipo de guantes con mayor demanda es el guante de vaqueta puño corto con una demanda de 1333, seguido por el guante de seguridad con 633, siendo los dos tipos de guantes con mayor demanda por los operarios, siendo que representan el 56% y 32% respectivamente del costo total de este EPP, por lo que se los ubica en la clasificación A y B. En este sentido, se tomó como referencia el guante de vaqueta puño corto para el análisis y conclusión de los objetivos.

El producto guante de vaqueta puño corto contaba con un stock de 461 al 8 de julio del 2022, a pesar de la demanda, siendo que durante el 2021 se realizó el pedido de seis lotes y para el 2022 de tres lotes, totalizando nueve lotes que corresponden a 1794 guantes, siendo que dichos pedidos se realizaron en distintas semanas de los años mencionados. Esto generó que en la semana 50 del 2021, 2 y 3 del 2022 el stock out fuera cero, y en las semanas 18, 51, 52 del 2021 y 1 del 2022 el stock fue crítico, teniendo entre tres a cinco guantes, originando que se tuviera que realizar una compra urgente de 19 guantes para cubrir parte de la demanda, generando costos adicionales en coordinaciones de compra, transporte, tiempo de para entre otros, por este se debe evitar un stock out, tal como menciona Guerrero (2017) por lo que se debe tener un control de inventario y como manifiesta Coronel et al (2021) esto puede suceder en cualquier momento y etapa de la cadena de suministros.

Otro dato observado fue el costo mensual de 7,380 soles que generó el departamento de compras, el cual incluyó costos de personal, área ocupada y gastos administrativos, obteniéndose un costo anual de 88,560 soles; considerando que se realizaron un total de 600 pedidos al año, el costo unitario de pedido resultó 147.60 soles obtenido de dividir el costo total anual del área de compras entre el

número total de pedidos. Todo esto generado por la necesidad de cubrir la demanda incierta y no tener un método de reposición, tal cual menciona Diaz et al. (2018) que al no tener claro el aumento de la demanda se produce un quiebre donde se gasta 732mil dólares con lo que queda en evidencia la necesidad de contar con una debida administración del almacén en base a un sistema de reposición optimizado.

Así mismo, dentro del periodo 2021 – 2022 se tuvo un inventario promedio de 182 pares de guantes con un stock out de 19 pares que representó el 1.43% de incumplimiento en el periodo de análisis, un costo de stock promedio semanal de 1,403.07 soles, un costo anual de mantener inventario de 1,726.13 soles, un costo anual de ordenar de 1,328.40 soles, donde finalmente se tuvo un total de 3,055.13 soles para dicho periodo, siendo nuevamente necesario una debida reposición, lo que se relaciona con la variable sistema de reposición de inventario.

En cuanto al objetivo específico 1 donde se planteó cuantificar el nivel de inventario medio de acuerdo con el modelo de reposición elegido, se aplicaron métodos de reposición con el fin de elegir el que se pueda optimizar de mejor manera los costos de inventario, para lo cual se aplicó la simulación en base al sistema Montecarlo.

En función al método de reposición tipo P al tener una demanda incierta, se empleó una simulación aleatoria en base a la demanda histórica del 2021 – 2022 con un nivel de servicio del 95% y un periodo de revisión semanal. Aplicando el método resultó que las compras podían ser 1,576 guantes distribuido en 27 pedidos, una demanda aleatoria de 1,498 guantes, un stock de seguridad de 49 guantes, un nivel de stock out de 1.93% y resultando un stock 78 guantes al final del periodo analizado; similar a lo que manifiesta Barros (2018) que al contar con estos aspectos se puede mejorar la rotación del stock, puesto que si solo se trata de cubrir la demanda sin que verificar tiempos y stocks se puede llegar a una baja rentabilidad en los inventarios. Por otro lado, con el método Q de reposición, también se usó una simulación aleatoria en base a una demanda histórica, con un nivel de servicio de 95%, obteniendo que las compras podían ser 1570 guantes

distribuido en 4 pedidos durante el periodo de análisis, una demanda aleatoria de 1,505 guantes, un stock de seguridad de 35 guantes, un nivel de stock out del 0% y un stock final de 65 guantes durante 2021 – 2022.

Finalmente, al aplicar estos métodos, se puede ver que es factible una planificación en base de modelos de reposición, tal cual lo manifiesta Peña (2019) que al usar datos de la misma empresa se pueden verificar varios modelos, lo que al final ayuda a detectar problemas y viendo a su vez soluciones que mediante un sistema y cálculos matemáticos puede contribuir también a la reducción de costos, además de ayudar a la reposición. Es así como se pudo cuantificar el nivel de inventario aplicando en este caso dos métodos P y Q, siendo que el más conveniente es el método Q, logrando el objetivo específico 1.

Para el objetivo específico 2, donde se quiere cuantificar el nivel de stock out de acuerdo con el modelo de reposición elegido, para al modelo P con revisión semanal, lead time de una semana y un nivel de servicio del 95%, manejando un nivel de stock de seguridad de 49 guantes, surgió en la semana 42 de la demanda simulada una rotura de stock de 29 guantes representando el 1.93% de incumplimiento, mientras que para las semanas 17, 29 y 46 se tuvo un saldo de entre 1 a 10 guantes lo que es muy bajo. En función al método Q con el mismo nivel de servicio del 95%, lead time de una semana y un nivel de stock de seguridad de 35 guantes no se generó rotura de stock, el nivel más bajo fue de 31 guantes; con lo cual se pudo determinar que con un objetivo de mantener stock de seguridad adecuado y la restricción de evitar un stock out, tal cual lo menciona Torres (2020) que al tener un modelo de manejo de inventario se puede determinar un mejor abastecimiento en la cantidad justa y necesaria manteniendo un costo anual de inventario óptimo y evitando quiebre de stock; quedando así demostrado por el método Q el objetivo específico 2.

Con relación al objetivo específico 3, donde se planteó cuantificar el costo de almacenamiento de acuerdo con el modelo de reposición elegido, mediante el modelo P, se manejó un stock de seguridad de 49 guantes, un nivel de inventario promedio semanal de 54 guantes y un total de 1576 guantes comprados en el

periodo de análisis, finalizando un costo anual de mantener de 1,516.91 soles. En el caso del método Q se manejó un stock de seguridad de 35 guantes, un nivel de inventario promedio semanal de 236 guantes y un total de 1570 comprados en el periodo de análisis, finalizando un costo anual de mantener de 1,511.11 soles. En base a los modelos desarrollados el modelo Q resulto optimo con un ligero margen sobre el modelo P. Siendo que se ve que es necesario cubrir la demanda de modo eficaz sin generar muchos costos, similar a lo manifestado Mora (2018) indica que se puede reducir los costos de almacenamiento de inventario, mediante la aplicación de un buen modelo que permita mejorar la cantidad ideal de pedido, adicionalmente Madrid (2020) manifiesta que un modelo de gestión de suministros e inventarios ayuda a mejorar la eficiencia en costos de almacenamiento.

Para el objetivo específico 4 donde se planteó cuantificar el costo de reposición de acuerdo con el modelo de reposición elegido; en base al método P se tuvo un costo anual de reposición de 3,985.20 soles correspondiente a 27 pedidos que con cantidades comprendidas entre 39 a 116 guantes para el periodo 2021 – 2022; mientras que con el método Q resulto 590.40 soles correspondiente a 4 pedidos de 392 guantes por cada pedido en el periodo 2021 - 2022, mostrando así que como el método Q se pudo lograr tener menos costo de reposición, debido a que los lotes de pedido con el método Q son más grandes pero menos frecuentes, tal cual indica Terbullino (2018) que se debe contemplar un cuidado en la logística teniendo como base un sistema de reposición con productos de reserva sin que se aumenten los productos obsoletos o innecesarios; también Rojas (2018) manifiesta que mediante el método Q se puede tener una cantidad económica que se traduce en la reducción de costos debido a que se libera lo que está inmovilizado por no tener rotación.

En relación con el objetivo general el cual fue seleccionar un sistema de reposición de inventarios para Epp's en una empresa constructora 2021 -2022 aplicando simulación de Montecarlo, que como indican Manzur et al. (2020), se basa en asignar valores aleatorios en este caso valores al azar para la demanda, se seleccionó como modelo adecuado el Q por las siguientes razones, cubre la demanda, no genera quiebre de stock y es 31% más económico frente al pretest,



tal cual indica Gogny (2017) que se puede reducir los costos que en su caso fue de 7%, mientras que con el modelo P se generó stock out y resultó 80% más caro frente al pretest, puntualmente la diferenciación se debe en el costo de ordenar, si bien el modelo P hace una revisión constante bajo un periodo de tiempo elegido y con un 95% de nivel de servicio, similar a lo manifestado por Vilela (2017) que maneja un periodo mensual con nivel de exactitud del 95%, mantiene un stock bajo al final de cada revisión, esto mismo hace que se abastezca frecuentemente, por lo tanto se hacen compras de reposición más frecuentes para cubrir la demanda, como vimos en los resultados con el modelo P se hicieron 27 pedidos de compra resultando en un costo anual de ordenar de 3,985.20 soles, en cambio el modelo Q resultó con un costo anual de ordenar de 590.40 soles que corresponde a los 4 pedidos de 392 unidades realizados en el periodo analizado. La ventaja del método Q es que maneja un mayor lote de abastecimiento con menor frecuencia evitando así los quiebres de stock, disminuye el costo de ordenar, pero lo que mantiene alto es el costo de almacenar.

## VI. CONCLUSIONES

Según lo plasmado anteriormente se pudieron obtener las siguientes conclusiones:

**Primero**, como conclusión del objetivo general se estableció que la selección del sistema de reposición de inventario se debe de dar en función al modelo Q, debido a que con él se pudo cubrir la demanda aleatoria y mantuvo en cero el nivel de stock out, bajo este modelo se obtuvo una reducción del 31% del costo anual total de inventario.

**Segundo**, como conclusión del objetivo específico 1, se determinó que con el modelo Q se pudo cuantificar el nivel de inventario promedio por semana el cual fue de 236 guantes con un nivel de servicio del 95%, dejando como evidencia que se pudo cubrir la demanda.

**Tercero**, como conclusión del objetivo específico 2, tenemos que con el modelo de reposición elegido Q el nivel de stock out fue cero, con una cantidad optima de pedido de 392 guantes y un stock de seguridad de 35, gracias a lo cual no se produjo rotura de stock por lo que no se generó costo de incumplimiento.

**Cuarto**, como conclusión del objetivo específico 3, bajo el modelo de reposición elegido Q a nivel costo anual de mantener se obtuvo 1,511.11 soles ligeramente mejor al del modelo P que fue de 1,516.91, siendo evidente que el método Q fue mejor.

**Quinto**, como conclusión del objetivo específico 4, se evidenció que el modelo Q permitió tener un menor costo anual de ordenar de 590 soles, correspondiente a 4 pedidos realizados en el periodo de análisis, frente a los 3,985.20 soles de costo anual de ordenar del modelo P con 27 pedidos realizados en el mismo periodo.

## VII. RECOMENDACIONES

Según las conclusiones antes mencionadas, se planean las siguientes recomendaciones:

**Primero**, se recomienda que para reposición de materiales consumibles como lo son Epps, cuyo consumo es frecuente y variable como lo demuestra esta investigación, se utilice el modelo de reposición Q.

**Segundo**, se sugiere establecer reuniones operativas más frecuentes donde se expongan las necesidades del personal y mantener un stock de seguridad calculado en base al modelo de reposición estudiado para aquellos materiales que se consideran críticos con el objetivo de evitar roturas de stock.

**Tercero**, se recomienda mantener un nivel de inventario que permita cubrir la demanda teniendo presente el costo de almacenaje, por ello la importancia de conocer a detalle los costos que la componen como lo son el costo de capital, costos de alquiler de la nave de almacén, seguros, depreciación de equipos utilizados en almacén, impuestos y otros gastos relacionados.

**Cuarto**, se sugiere tener reuniones con el área de compras con el objetivo de afinar los costos que componen su área y determinar un costo de pedido más exacto.

**Quinto**, se sugiere antes de iniciar la aplicación de modelos de reposición, verificar si la data sigue una distribución normal, si verificamos que sigue una distribución normal podemos extraer una muestra y calcular probabilidades con la misma distribución.

## REFERENCIAS

- Agudelo, D., & López, Y. (2018). Dinámica de sistemas en la gestión de inventarios. *Ingenierías USBMed*, 9(1), 75-85. <https://doi.org/10.21500/20275846.3305>.
- Barros, G. (2018). *Estudio de la administración de los inventario de la compañía Yerquim S.A. de Quevedo*. (tesis de maestría). Universidad de Guayaquil.
- Braglia, M., Castellano, D., Marrazzini, L., & Song, D. (2019). A continuous review, (Q, r) inventory model for a deteriorating item with random demand and positive lead time. *Computers & Operations*, 109, 102-121. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2019.04.019>.
- Camacho, A., Ríos, J., Mojica, J., & Rojas, R. (2021). Importancia de la gestión de inventario en empresa de Manufacura. *Boletín De Innovación, Logística Y Operaciones*, 2(2), 37–42. <https://doi.org/10.17981/bilo.02.02.2020.05>.
- Carreño, D., Amaya, L., Ruiz, E., & Tiboche, F. (2019). Diseño de un sistema para la gestión de inventarios de las pymes en el sector alimentario. *Industrial Data*, 22(1), 113-132. <http://dx.doi.org/10.15381/idata.v22i1.16530>.
- Chamorro, J., Díaz, J., Fuentes, O., & Lovo, H. (2018). Política de inventarios máximos y mínimos en cadenas de suministros multinivel. *Nexo*, 31(2), 144-156. <http://dx.doi.org/10.5377/nexo.v31i2.6837>.
- Chen, W., Trotman, K., & Zhang, X. (2022). The Impact of a Structured Electronic Interacting Brainstorming Platform. *AUDITING*, 41(2), 93–111. <https://doi.org/10.2308/AJPT-2020-036>.
- Coronel, S., Gavidia, L., & Oblitas, R. (2021). Propuesta de sistema de control basado en método ABC para determinar el stock de mercaderías en kalito distribuciones, Jaén 2021. *Ciencia Latina*, 5(6), 10575-10561. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i6.1098](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1098).
- Cuevas, A., Mendoza, C., Méndez, S., & Hernández, R. (2017). *Fundamentos de investigación*. Ciudad de México: McGraw-Hill.
- Cunha, P., Oliveira, F., & Raupp, F. (2017). Periodic review system for inventory replenishment control for a two-echelon logistics network under demand uncertainty: A two-stage stochastic programming approach. *Pesquisa Operacional*, 37(2), 247-276. <https://doi.org/10.1590/0101-7438.2017.037.02.0247>.

- Di Nardo, M., Clericuzio, M., Murino, T., & Sepe, C. (2020). An Economic Order Quantity Stochastic Dynamic Optimization Model in a Logistic 4.0 Environment. *Sustainability*, 12(10), 1-25. <https://doi.org/10.3390/su12104075>.
- Díaz, J., Sancho, S., & Veliz, C. (2018). *Propuesta de mejora para reducir los quiebres de stock y los productos inmovilizados en una empresa comercializadora de equipos de protección personal en el Perú*. Perú: (tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas). Repositorio de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624952>.
- Farías, J., Monteiro, M., Rodríguez, T., & Roberto, C. (2021). Propuesta de implementación de un sistema de control de inventarios para reducir costos de insumos y productos. *Núcleo do Conhecimento*, 5(5), 48-70. ISSN: 2448-0959.
- Flamarique, S. (2017). *Gestión de Operaciones de Almacenaje*. Barcelona: Marge Books.
- Gogny, V. (2017). *Influencia del modelo de lote económico de compra en la rentabilidad de la empresa Negocios Dharma EIRL en el año 2017*. (tesis de maestría). Universidad Privada del Norte.
- Guerrero, H. (2017). *Inventarios manejo y control*. Bogotá: ECOE.
- Guzmán, M., Reyes, S., & Chan, R. (2021). Control eficiente de inventarios. *Reciamuc*, 5(2), 121-130. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/5.\(2\).abril.2021](https://doi.org/10.26820/reciamuc/5.(2).abril.2021).
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México D.F: McGraw Hill.
- Hernández, R., Fernández, C., & Batista, P. (2014). *Metodología de la Investigación, 6ta ed.* México D.F.: Mc Graw Hill.
- Juca, C., Narváez, C., Erazo, J., & Luna, K. (2019). Modelo de gestión y control de inventarios para la determinación de los niveles óptimos en la cadena de suministros de la empresa Casajona Cia. Ltda. *Digital Publisher*, 4(3), 19-39.
- Krajewski, L., Ritzman, P., & Malhotra, k. (2013). *Administración de operaciones: Procesos y cadenas de suministro, 10ed.* Pearson educación.

- Kumar, S., & Chandra, G. (2021). Solution of an imperfect-quality EOQ model with backorder under fuzzy lock leadership game approach. *International Journal of Intelligent Systems*, 38(1), 421-446. <https://doi.org/10.1002/int.22305>.
- Kusrini, E., Sugito, E., Rahman, Z., Setiawan, T., & Hasibuan, R. (2020). Risk mitigation on product distribution and delay delivery : A case study in an Indonesian manufacturing company. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 722, 1-12. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/722/1/012015> .
- Lin, H., & Ma, Y. (2021). A New Method of Storage Management Based on ABC Classification: A Case Study in Chinese Supermarkets' Distribution Center. *SAGE Open*, 11(2), 1-19. <https://doi.org/10.1177/21582440211023193>.
- Lorelli, S., Norris, J., White, D., & Moules, N. (2017). Thematic Analysis: Striving to Meet the Trustworthiness Criteria. *International Journal of Qualitative Methods*. *International Journal of Qualitative Methods*, 16(1), 1-13. <https://doi.org/10.1177/1609406917733847>.
- Madrid, A. (2020). *Propuesta de intervención para la optimización de la gestión de compras e inventarios de materiales formativos en el Centro de Comercio del SENA de la Regional Quindío*. (tesis de maestría). Universidad EAN.
- Mansur, A., Mar'ah, F., & Analia, P. (2020). Platelet Inventory Management System Using Monte Carlo Simulation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 722(1), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/722/1/012004>.
- Manzo, E., Cardona, D., Torres, R., & Mera, B. (2018). Diagnóstico de los modelos de gestión de inventarios de alimentos en empresas hoteleras. *CIENTÍFICA ECOCIENCIA*, 4(3), 28-51. <https://doi.org/10.21855/ecociencia.43.31>.
- Márquez, H., Zurita, J., Miranda, G., Villasís, M., & Escamilla, A. (2018). El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones. *Alergia México*, 65(4), 414-421. <https://doi.org/10.29262/ram.v65i4.560>.
- Montejo, C., Hernández, M., & Jiménez, J. (2020). Estudio y análisis de la potencia de prueba y tamaño de muestra de la prueba b contra c y la prueba t de dos muestras con simulación Montecarlo. *Pistas Educativas*, 42(136), 670-684.
- Mora, G. (2018). *Diseño de un modelo de inventario EPQ, considerando un sistema de producción imperfecto con demanda estocástica y dependiente de los*

- esfuerzos de ventas en esquemas colaborativos*. (Tesis de maestría, Universidad Tecnológica de Bolívar). Repositorio de Universidad Tecnológica de Bolívar: <https://repositorio.utb.edu.co/handle/20.500.12585/3154>.
- Morales, J. (2019). *Técnica de las 5S y la productividad en la empresa de calzado Consorcio Perú Inversiones SAC*. (tesis de maestría), Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/4137>.
- Moreira, M., & Peñafiel, J. (2019). El control de los inventarios y su incidencia en las decisiones gerenciales en las microempresas de comercio de Jipijapa. *FIPCAEC*, 1(4), 134-154. <https://doi.org/10.23857/fipcaec.v4i1%20ESPECIAL.106>.
- Nagpal, G., Chanda, U., & Upasani, N. (2022). Inventory replenishment policies for two successive generations price-sensitive technology products. *Journal of Industrial and Management Optimization*, 18(3), 1629-1650. <https://doi.org/10.3934/jimo.2021036>.
- Ortega, A., Padilla, S., Torres, J., & Ruz, A. (2017). Nivel de importancia del control interno de los inventarios dentro del marco conceptual de una empresa. *Liderazgo Estratégico*, 7(1), 1-12.
- Ortiz, M., García, M., Paladines, M., Rodríguez, R., & Murcia, L. (2018). *Gestión de inventarios, almacenes y aprovisionamientos*. Bogotá: UNAD.
- Peña, C. (2019). *Diseño de un modelo de planificación de inventarios de repuestos en una empresa dedicada a la comercialización de maquinarias de construcción y sus partes*. (tesis de maestría). Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Pomar, P. (2018). *Cómo hacer Brainstorming y no morir en el invento*. Thnkernautas.
- Qi, Y., Huo, B., Wang, Z., & Yeung, H. (2017). The impact of operations and supply chain strategies on integration and performance. *International Journal of Production Economics*, 185, 162-174. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.12.028>.
- Rizkya, I., Syahputri, K., Sari, R., Siregar, I., & Ginting, E. (2018). Comparison of Periodic Review Policy and Continuous Review Policy for the Automotive

- Industry Inventory System. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 288, 1-7. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/288/1/012085>.
- Rojas, J. (2018). *Propuesta de implementación del modelo cuantitativo caso: empresa importadora de artículos varios*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.
- Saeed, M. (2022). Modeling and simulation for inventory management of repairable items in maintenance systems. *SIMULATION*, 10(3), 152-165. <https://doi.org/10.1177/00375497221099549>.
- Salas, K., Maiguel, H., & Acevedo, J. (2017). Metodología de Gestión de Inventarios para determinar los niveles de integración y colaboración en una cadena de suministro. *Revista chilena de ingeniería*, 25(2), 326 - 337. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052017000200326>.
- Samaniego, H. (2019). Un modelo para el control de inventarios utilizando dinámica de sistemas. *Revista Estudios de la Gestión*, N° 6, pp. 135 - 155. <https://doi.org/10.32719/25506641.2019.6.6>.
- Sánchez, F. (2019). Fundamentos Epistémicos de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa: Consensos y Disensos. *Revista digital de investigación en docencia universitaria*, 13(1), 102-122. <https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>.
- Sari, R., & Rizkya, I. (2020). Determination of Inventory Policy based on ABC Classification. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 851(1), 1-6. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/851/1/012014>.
- Sembiring, A., Tampubolon, J., Sitanggang, D., & Turnip, M. (2019). Improvement of Inventory System Using First In First Out (FIFO) Method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1361(1), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1361/1/012070>.
- Stüttgen, P., Boatwright, P., & Kadane, J. (2018). Stockouts and Restocking: Monitoring the Retailer from the Supplier's Perspective. *Journal of Business & Economic Statistics*, 36(3), 471-482. <https://doi.org/10.1080/07350015.2016.1200982>.
- Tao, Y., Hay, L., Peng, E., Sun, G., & Charles, V. (2017). Inventory control policy for a periodic review system with expediting. *Applied Mathematical Modelling*, 49, 375-393. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2017.04.036>.



- Terbullino, M. (2018). *Propuesta de mejora en la gestión de inventarios de mantenimiento de equipos mina*. (tesis de maestría), Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Torres, J. (2020). *Modelo de gestión para la optimización de inventarios en Novocentro Madec*. (tesis de pregrado), Universidad Técnica del Norte.
- Uzunoglu, U., & Yalcin, B. (2020). Continuous review (s, Q) inventory system with random lifetime and two demand classes. *OPSEARCH*, 57(1), 104-118. <https://doi.org/10.1007/s12597-019-00393-0>.
- Valencia, J. (2019). Metodología de diagnóstico logístico de almacenes y centros de distribución. *Realidad y Reflexión*, 49(49), 93-105. <https://doi.org/10.5377/ryr.v49i49.8067>.
- Vilela, L. (2017). *Gestión de inventarios en una empresa de artículos eléctricos*. (tesis de pregrado) Universidad César Vallejo.
- Xu, F. (2021). The Study of Just-in-time Inventory Management Based on the Perspective of the Internet of Things. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 4, 238-243. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.211215.043>.
- Zhu, X., Wnag, J., Yuan, Q., & Zhang, Z. (2022). Multi-stream (Q,r) model and optimization for data prefetching. *European Journal of Operational*, 302(1), 130-143. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.12.007>.

# **ANEXOS**

Anexo 1 Stock de elementos de protección personal (Epp's)

<b>CODIGO</b>	<b>TEXTO</b>	<b>UM</b>	<b>CANTIDA D</b>	<b>VALOR DE STOCK</b>
4000020281	ADAPTADOR P/MICA DE PROTECTOR FACIAL.	PZA	162	S/ 1,196.45
4000007638	ANTEOJO MSA 4600AFC DUAL-FIT INCOLORO	PZA	52	S/ 1,284.66
4000008901	ANTIPARRA/ANTEOJO MSA DUAL-FIT GRIS	PZA	32	S/ 799.95
4000005916	BOTA-SEG-P/SUP.DIELECTRIC 1KV-P.AC-NO.41	PAA	1	S/ 133.79
4000003028	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/36	PZA	3	S/ 165.70
4000000832	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/37	PAA	2	S/ 115.80
4000000862	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/38	PAA	1	S/ 57.90
4000003154	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/39	PZA	6	S/ 330.49
4000000864	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/40	PAA	33	S/ 1,877.22
4000000866	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/41	PAA	15	S/ 866.41
4000000867	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/42	PAA	24	S/ 1,389.82
4000000868	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/43	PAA	14	S/ 804.42
4000000871	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/45	PAA	2	S/ 115.80
4000013032	CAMISA DE OFICINA - GRIS - T. L	PZA	5	S/ 160.00
4000013031	CAMISA DE OFICINA - GRIS - T. M	PZA	4	S/ 127.44
4000013030	CAMISA DE OFICINA - GRIS - T. S	PZA	2	S/ 63.62
4000013033	CAMISA DE OFICINA - GRIS - T. XL	PZA	2	S/ 57.00
4000014189	CAMISA JEAN/MEZCL. AZUL-T.L	PZA	5	S/ 198.77
4000014188	CAMISA JEAN/MEZCL. AZUL-T.M	PZA	1	S/ 40.00
4000014190	CAMISA JEAN/MEZCL. AZUL-T.S	PZA	1	S/ 40.00
4000004813	CAMISA JEAN/MEZCLILLA AZUL-M- T36	PZA	6	S/ 240.00
4000011710	CAMISA OFICINA - GRIS - MUJER - T. L	PZA	1	S/ 32.00
4000011709	CAMISA OFICINA - GRIS - MUJER - T. M	PZA	2	S/ 64.00
4000011708	CAMISA OFICINA - GRIS - MUJER - T. S	PZA	2	S/ 64.00
4000005756	CAMPERA POLAR - TALLE L	PZA	5	S/ 110.00
4000005759	CAMPERA POLAR - TALLE S	PZA	3	S/ 66.00
4000005760	CAMPERA POLAR - TALLE XL	PZA	1	S/ 22.00
4000004834	CARETA SOL. LINCOLN HEADSHIELD L	PZA	7	S/ 410.79
4000009005	CASCO SEG T1-CE S/FASTRAC AZUL	PZA	20	S/ 655.58
4000005974	CASCO SEG-T/JOCKEY TR-GRIS T1-CB	PZA	5	S/ 174.62
4000001143	CHALECO ALTA VISIBILIDAD T.L	C/U	8	S/ 240.00
4000001144	CHALECO ALTA VISIBILIDAD T.M	C/U	24	S/ 720.00
4000001145	CHALECO ALTA VISIBILIDAD T.S	C/U	2	S/ 60.00
4000014797	CHALECO ALTA VISIBILIDAD T.XL	PZA	14	S/ 416.00
4000006546	CHALECO DRILL S/ET 24 T:M NARANJA	PZA	5	S/ 126.92
4000006531	CHALECO DRILL S/ET 24-T: S NARANJA	PZA	1	S/ 25.75
4000019024	CHALECO REFLECT.T/GEOL. VERD T/L	PZA	2	S/ 50.00
4000014249	CHALECO REFLECTIVO NARANJA T.L	PZA	11	S/ 330.00
4000014246	CHALECO REFLECTIVO NARANJA T.M	PZA	10	S/ 300.00
4000014248	CHALECO REFLECTIVO NARANJA T.XL	PZA	8	S/ 240.00
4000001162	CHAQUETA P/SOLDADOR DESCAR T.L	C/U	3	S/ 144.93
4000001196	CUBRE NUCA DE INVIERNO P/CASCO	C/U	60	S/ 420.15
4000004559	DELANTAL CUERO P/SOLDADOR	PZA	89	S/ 1,344.74

4000005025	FILTRO ALTA EFICIENCIA 3M 2097	PZA	34	S/ 1,180.31
4000002993	GUANTE DE CUERO ROJO PUÑO LARGO	PZA	41	S/ 594.70
4000003077	GUANTE DE VAQUETA PUÑO CORTO	PAA	154	S/ 1,190.42
4000018114	GUANTE SEG LATEX S/COSTURA T.9	PAA	12	S/ 133.74
4000012114	GUANTE SEG. TALLE L HYFLEX 11-800	PAA	42	S/ 389.55
4000012472	GUANTES DIELECTR; 1000 V, CLASE 0	PAA	1	S/ 145.00
4000001156	MAMELUCO D/TRABAJO GRIS T.M	C/U	1	S/ 64.00
4000002954	MAMELUCO D/TRABAJO GRIS T.S	PZA	1	S/ 64.00
4000006017	MAMELUCO D/TRABAJO GRIS T.XL	PZA	1	S/ 64.00
4000002957	MAMELUCO NARANJA ALTA VISIB T.XL	PZA	9	S/ 576.00
4000011312	MASCARILLA DESECH. C/ POLVOS	PZA	3	S/ 21.97
4000011302	MASCARILLA DESECH. C/ POLVOS SIN	PZA	290	S/ 48.31
4000010218	PANTALON JEAN/MEZC.AZUL-P/S T 30	PZA	3	S/ 96.00
4000010217	PANTALON JEAN/MEZC.AZUL-P/S T 32	PZA	3	S/ 96.00
4000010216	PANTALON JEAN/MEZC.AZUL-P/S T 34	PZA	1	S/ 32.00
4000003907	PANTALON TRAB INVIERNO AZUL T.28	PZA	2	S/ 64.00
4000001744	RESPIRADOR MEDIA CARA M 3M 7502	PZA	15	S/ 1,425.22
4000020394	RESPIRADOR KN95 FFP2 STEELPRO	PZA	282	S/ 313.02
4000020739	SISTEMA DE PREVENCIO DE COLISION	PZA	1	S/ 3,452.16
4000005065	TAPON AUDITIVO REUSAB C/ CORDON	PZA	136	S/ 179.77
4000019968	TEST PARA COVID-19	PZA	240	S/ 3,158.34
4000000578	VISOR P/PROTECT FACIAL INCOLORO	C/U	70	S/ 603.75
			TOTAL	S/29,974.98

Anexo 2 Clasificación ABC de EPP's

Material	Texto breve de material	%	ABC	% Costo Acumulado
4000003077	GUANTE DE VAQUETA PUÑO CORTO	14%	A	
4000012114	GUANTE SEG. TALLE L ANS HYFLEX 11-800	22%	A	
4000008901	ANTIPARRA/ANTEOJO MSA DUAL-FIT GRIS	28%	A	
4000009005	CASCO SEG T1-CE S/FASTRAC AZUL	33%	A	
4000000867	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/42	39%	A	
4000014188	CAMISA JEAN/MEZCL. AZUL-T.M	44%	A	
4000000578	VISOR P/PROTECTOR FACIAL INCOLORO	49%	A	
4000000866	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/41	54%	A	79%
4000014189	CAMISA JEAN/MEZCL. AZUL-T.L	59%	A	
4000007638	ANTEOJO MSA 4600A DUAL-FIT INCOLORO	63%	A	
4000006546	CHALECO DRILL S/ET 24-0074 T: M NARANJA	66%	A	
4000000864	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/40	69%	A	
4000002993	GUANTE DE CUERO ROJO PUÑO L. P/SOLD	72%	A	
4000004559	DELANTAL CUERO P/SOLDADOR	75%	A	
4000020394	RESPIRADOR KN95 FFP2 STEELPRO SAFETY	77%	A	
4000001156	MAMELUCO D/TRABAJO GRIS T.M	79%	A	
4000010217	PANTALON JEAN/MEZC.AZUL-P/S T 32 14 OZ	81%	B	
4000001162	CHAQUETA P/SOLDADOR DESCARNE T.L	83%	B	
4000004834	CARETA SOLDADO LINCOLN HEADSHIELD L	84%	B	
4000010218	PANTALON JEAN/MEZC.AZUL-P/S T 30 14 OZ	86%	B	
4000002954	MAMELUCO D/TRABAJO GRIS T.S	87%	B	
4000014190	CAMISA JEAN/MEZCL. AZUL-T.S	88%	B	
4000000868	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/43	89%	B	15%
4000011302	MASCARILLA DESECHABLE C/ POLVOS SIN	90%	B	
4000006017	MAMELUCO D/TRABAJO GRIS T.XL	91%	B	
4000005974	CASCO SEG-T/JOCKEY-FA TRAC-GRIS T1-CB	92%	B	
4000005065	TAPON AUDITIVO REUSABLE CON CORDON	92%	B	
4000003907	PANTALON TRABAJO INVIERNO AZUL T.28	93%	B	
4000001143	CHALECO ALTA VISIBILIDAD T.L	94%	B	
4000010216	PANTALON JEAN/MEZC.AZUL-P/S T 34 14 OZ	94%	B	
4000005756	CAMPERA POLAR - TALLE L	95%	C	
4000013031	CAMISA DE OFICINA - GRIS - T. M	96%	C	
4000005025	FILTRO ALTA EFICIENCIA 3M 2097	96%	C	
4000004813	CAMISA JEAN/MEZCLILLA AZUL-MC- T36	97%	C	
4000002957	MAMELUCO NARANJA ALTA VISIBILIDA T.XL	97%	C	
4000011312	MASCARILLA DESECHABLE C/ POLVOS CON	98%	C	
4000013032	CAMISA DE OFICINA - GRIS - T. L	98%	C	
4000001144	CHALECO ALTA VISIBILIDAD T.M	98%	C	6%
4000006531	CHALECO DRILL S/ET 24-0074 T: S NARANJA	99%	C	
4000003154	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/39	99%	C	
4000012472	GUANTES DIELECTRICOS; 1000 V, CLASE 0	99%	C	
4000014246	CHALECO REFLECTIVO NARANJA T.M	99%	C	
4000005760	CAMPERA POLAR - TALLE XL	99%	C	
4000014249	CHALECO REFLECTIVO NARANJA T.L	100%	C	
4000013030	CAMISA DE OFICINA - GRIS - T. S	100%	C	
4000014248	CHALECO REFLECTIVO NARANJA T.XL	100%	C	

4000003028	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/36	100%	C
4000001145	CHALECO ALTA VISIBILIDAD T.S	100%	C
4000013033	CAMISA DE OFICINA - GRIS - T. XL	100%	C
4000005759	CAMPERA POLAR - TALLE S	100%	C
4000000832	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/37	100%	C
4000000862	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/38	100%	C
4000000871	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/45	100%	C
4000001196	CUBRE NUCA DE INVIERNO P/CASCO	100%	C
4000005916	BOTA-SEG-P/S.DIELECTRIC 1KV-P.AC-NO.41	100%	C
4000011708	CAMISA OFICINA - GRIS - MUJER - T. S	100%	C
4000011709	CAMISA OFICINA - GRIS - MUJER - T. M	100%	C
4000011710	CAMISA OFICINA - GRIS - MUJER - T. L	100%	C
4000014797	CHALECO ALTA VISIBILIDAD T.XL	100%	C
4000018114	GUANTE SEG LATEX S/COSTU POLIEST T.9	100%	C
4000019024	CHALECO REFLECT.T/GEOL. VE T/L RIGGER	100%	C
4000020281	ADAPTADO P/MICA DE PROTECTOR FACIAL.	100%	C

---

## Anexo 3 Matriz de consistencia

<b>TÍTULO</b> <b>Selección de un sistema de reposición de inventario aplicando simulación montecarlo para epp's en una empresa constructora 2021-2022</b>					
<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<b>Problema General:</b> ¿Qué sistema de reposición de inventario aplicando simulación de montecarlo se puede seleccionar para Epp's una empresa constructora 2021-2022?	<b>Objetivo General:</b> Seleccionar un sistema de reposición de inventarios aplicando simulación de montecarlo para Epp's una empresa constructora 2021-2022		Nivel de inventario	Rotación de stock  Clasificación de stock	<b>Tipo y diseño de investigación:</b>  Nivel de investigación: Descriptivo propositivo  Método de la investigación: Cuantitativo  Diseño de la investigación: No experimental de corte transversal
<b>Problema Específico 1:</b> ¿Cómo determinamos el nivel de inventario medio de acuerdo con el modelo de reposición elegido?	<b>Objetivo Específico 1:</b> Cuantificar el nivel de inventario medio de acuerdo con el modelo de reposición elegido	<b>Sistema de reposición de inventario</b>	Nivel de stock out	Porcentaje de stock out  Stock de Seguridad	<b>Población, muestra, unidad de análisis:</b>  Población: Cantidad de productos Epps de una empresa constructora
<b>Problema Específico 2:</b> ¿Cómo determinamos el nivel de stock out de acuerdo con el modelo de reposición elegido?	<b>Objetivo Específico 2:</b> Cuantificar el nivel de stock out de acuerdo con el modelo de reposición elegido		Costo de almacenamiento	Costo de mantenimiento de inventario	Muestra: Cantidad de guantes  Unidad de análisis: Área de logística
<b>Problema Específico 3:</b> ¿Cómo determinamos el costo de almacenamiento de acuerdo con el modelo de reposición elegido?	<b>Objetivo Específico 3:</b> Cuantificar el costo de almacenamiento de acuerdo con el modelo de reposición elegido		Costo de reposición	Demanda de los productos	<b>Técnica e instrumentos de recolección de datos:</b>  Técnicas: Análisis documentario de la empresa, observación y brainstorming Instrumentos: Data de la empresa (cantidad de productos epps, actas de reunión de trabajo), ficha de observación.
<b>Problema Específico 4:</b> ¿Cómo determinamos el costo de reposición de acuerdo con el modelo de reposición elegido?	<b>Objetivo Específico 4:</b> Cuantificar el costo de reposición de acuerdo con el modelo de reposición elegido.			Revisión Continua (Q) / Revisión Periódica (P)	<b>Método de análisis de datos:</b> Data de la empresa

## Anexo 4 Matriz de operacionalización

Selección de un sistema de reposición de inventario aplicando simulación montecarlo para epp's en una empresa constructora 2021-2022						
TÍTULO	NOMBRE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
1	<b>Sistema de reposición de inventario</b>	Sistema de reposición de inventario es un recurso que contribuye a contar con niveles de productos que estén balanceados de cierto modo según la demanda, impidiendo carencias y demasías de productos almacenados. Qi et al (2017)	La variable Sistema de reposición de Inventario se midió en base a las dimensiones de la matriz de consistencia, igualmente dichas dimensiones se midieron con los indicadores distinguidos en la misma matriz, para lo cual se usó la técnica análisis documental con reportes de la misma empresa, la cual se basó en el área de logística,	Nivel de inventario	Rotación de stock	Ordinal
		Clasificación de stock			Ordinal	
		El sistema de reponer el inventario se entiende gestionar el stock dentro del almacén y conseguir los productos que se han terminado o que son muy demandados; por ello, la planificación y la debida utilización de esta información son básica para llevar a cabo una reposición eficiente y conveniente. Agudelo y López (2018)	La variable Sistema de reposición de Inventario se midió en base a las dimensiones de la matriz de consistencia, igualmente dichas dimensiones se midieron con los indicadores distinguidos en la misma matriz, para lo cual se usó la técnica análisis documental con reportes de la misma empresa, la cual se basó en el área de logística,	Nivel de stock out	Porcentaje de stock out	Ordinal
		Stock de Seguridad			Intervalo	
		El sistema de reposición de inventario se refiere a la necesidad de volver a abastecer los productos en el almacén luego de recibir nuevos productos solicitados a proveedores. Fariás, Monteiro, Rodríguez, y Roberto, (2021)		Costo de almacenamiento	Costo de mantenimiento de inventario	Ordinal
				Costo de reposición	Demanda de los productos	Intervalo
					Revisión Continua (Q) / Revisión Periódica (P)	Ordinal



Anexo 5 Compras y consumos del ítem 400003077 de forma semanal - 2021

<b>Año</b>	<b>Semana</b>	<b>Stock Inicial</b>	<b>Compra</b>	<b>Consumo</b>	<b>Stock Final</b>	<b>Cantidad de pedidos</b>	<b>Stock Out</b>
2021	12	0	100	0	100	1	0
2021	13	100	0	7	93	0	0
2021	14	93	0	4	89	0	0
2021	15	89	0	32	57	0	0
2021	16	57	0	21	36	0	0
2021	17	36	0	7	29	0	0
2021	18	29	0	24	5	0	0
2021	19	5	250	78	177	1	0
2021	20	177	0	4	173	0	0
2021	21	173	0	34	139	0	0
2021	22	139	25	8	156	1	0
2021	23	156	0	17	139	0	0
2021	24	139	0	6	133	0	0
2021	25	133	0	13	120	0	0
2021	26	120	0	3	117	0	0
2021	27	117	0	13	104	0	0
2021	28	104	0	0	104	0	0
2021	29	104	0	36	68	0	0
2021	30	68	200	7	261	1	0
2021	31	261	0	37	224	0	0
2021	32	224	0	4	220	0	0
2021	33	220	0	6	214	0	0
2021	34	214	0	24	190	0	0
2021	35	190	0	1	189	0	0
2021	36	189	0	10	179	0	0
2021	37	179	0	5	174	0	0
2021	38	174	0	3	171	0	0
2021	39	171	0	52	119	0	0
2021	40	119	0	19	100	0	0
2021	41	100	100	23	177	1	0
2021	42	177	0	7	170	0	0
2021	43	170	0	32	138	0	0
2021	44	138	0	0	138	0	0
2021	45	138	0	1	137	0	0
2021	46	137	0	23	114	0	0
2021	47	114	0	0	114	0	0
2021	48	114	0	14	100	0	0
2021	49	100	0	37	63	0	0
2021	50	63	0	63	0	0	0
2021	51	0	19	16	3	1	0
2021	52	3	0	0	3	0	0

Anexo 6 Compras y consumos del ítem 400003077 de forma semanal – 2022

<b>Año</b>	<b>Semana</b>	<b>Stock Inicial</b>	<b>Compra</b>	<b>Consumo</b>	<b>Stock Final</b>	<b>Cantidad de pedidos</b>	<b>Stock Out</b>
2022	1	3	0	0	3	0	0
2022	2	3	0	3	0	0	0
2022	3	0	0	0	0	0	0
2022	4	0	200	0	200	1	0
2022	5	200	0	19	181	0	0
2022	6	181	0	3	178	0	0
2022	7	178	0	7	171	0	0
2022	8	171	400	6	565	1	0
2022	9	565	0	22	543	0	0
2022	10	543	0	47	496	0	0
2022	11	496	0	21	475	0	0
2022	12	475	0	46	429	0	0
2022	13	429	0	29	400	0	0
2022	14	400	0	61	339	0	0
2022	15	339	0	10	329	0	0
2022	16	329	0	22	307	0	0
2022	17	307	0	41	266	0	0
2022	18	266	0	15	251	0	0
2022	19	251	0	11	240	0	0
2022	20	240	0	3	237	0	0
2022	21	237	0	15	222	0	0
2022	22	222	0	111	111	0	0
2022	23	111	0	41	70	0	0
2022	24	70	0	10	60	0	0
2022	25	60	0	15	45	0	0
2022	26	45	500	49	496	1	0
2022	27	496	0	35	461	0	0
2022	28	461	0	0	461	0	0

Anexo 7 Etapa post test – aplicación del modelo de reposición tipo P - 2021

<b>Cantidad de pedido</b> $T = d*(P+L) + z*\sigma P+L-l$	<b>Año</b>	<b>Semana</b>	<b>Stock Inicial</b>	<b>Compra</b>	<b>Consumo</b>	<b>Stock Final</b>	<b>Cantidad de pedidos</b>	<b>Stock Out</b>
87	2021	12	0	87	8	80	1	0
8	2021	13	80	0	7	73	0	0
15	2021	14	73	0	44	28	0	0
59	2021	15	28	59	38	50	1	0
38	2021	16	50	0	0	49	0	0
38	2021	17	49	0	16	34	0	0
54	2021	18	34	54	39	48	1	0
39	2021	19	48	39	31	57	1	0
31	2021	20	57	0	41	15	0	0
72	2021	21	15	72	21	67	1	0
21	2021	22	67	0	21	46	0	0
42	2021	23	46	42	0	87	1	0
0	2021	24	87	0	58	30	0	0
58	2021	25	30	58	17	71	1	0
17	2021	26	71	0	9	62	0	0
25	2021	27	62	0	55	7	0	0
80	2021	28	7	80	47	40	1	0
47	2021	29	40	47	18	69	1	0
18	2021	30	69	0	6	63	0	0
24	2021	31	63	0	50	13	0	0
74	2021	32	13	74	0	87	1	0
0	2021	33	87	0	42	46	0	0
42	2021	34	46	42	17	70	1	0
17	2021	35	70	0	30	41	0	0
47	2021	36	41	47	12	75	1	0
12	2021	37	75	0	27	48	0	0
40	2021	38	48	40	41	46	1	0
41	2021	39	46	41	6	82	1	0
6	2021	40	82	0	9	73	0	0
15	2021	41	73	0	22	50	0	0
37	2021	42	50	0	28	22	0	0
65	2021	43	22	65	30	57	1	0
30	2021	44	57	0	8	50	0	0
38	2021	45	50	0	17	33	0	0
54	2021	46	33	54	7	80	1	0
7	2021	47	80	0	0	80	0	0
7	2021	48	80	0	2	78	0	0
9	2021	49	78	0	31	47	0	0
40	2021	50	47	40	6	81	1	0
6	2021	51	81	0	24	57	0	0
30	2021	52	57	0	0	57	0	0

Anexo 8 Etapa post test – aplicación del modelo de reposición tipo P - 2022

<b>Cantidad de pedido <math>T = d*(P+L) + z*\sigma P+L-l</math></b>	<b>Año</b>	<b>Semana</b>	<b>Stock Inicial</b>	<b>Compra</b>	<b>Consumo</b>	<b>Stock Final</b>	<b>Cantidad de pedidos</b>	<b>Stock Out</b>
30	2022	1	57	0	44	13	0	0
74	2022	2	13	74	27	61	1	0
27	2022	3	61	0	28	32	0	0
55	2022	4	32	55	24	63	1	0
24	2022	5	63	0	35	29	0	0
59	2022	6	29	59	38	50	1	0
38	2022	7	50	0	6	44	0	0
43	2022	8	44	43	1	87	1	0
1	2022	9	87	0	41	46	0	0
42	2022	10	46	42	14	74	1	0
14	2022	11	74	0	38	36	0	0
51	2022	12	36	51	12	76	1	0
12	2022	13	76	0	0	76	0	0
12	2022	14	76	0	21	55	0	0
32	2022	15	55	0	28	28	0	0
60	2022	16	28	60	0	87	1	0
0	2022	17	87	0	37	51	0	0
37	2022	18	51	0	67	-16	0	-16
104	2022	19	-16	104	43	44	1	0
43	2022	20	44	43	9	78	1	0
9	2022	21	78	0	8	70	0	0
18	2022	22	70	0	0	70	0	0
18	2022	23	70	0	5	65	0	0
23	2022	24	65	0	22	42	0	0
45	2022	25	42	45	41	46	1	0
41	2022	26	46	41	10	78	1	0
10	2022	27	78	0	0	78	0	0
10	2022	28	78	0	27	51	0	0

Anexo 9 Etapa post test – aplicación del modelo de reposición tipo Q - 2021

<b>Año</b>	<b>Semana</b>	<b>Stock Inicial</b>	<b>Compra</b>	<b>Consumo</b>	<b>Stock Final</b>	<b>Cantidad de pedidos</b>	<b>Nivel Stock Out</b>
2021	12	0	392	7	386	1	0
2021	13	386	0	0	386	0	0
2021	14	386	0	17	368	0	0
2021	15	368	0	24	345	0	0
2021	16	345	0	0	344	0	0
2021	17	344	0	32	313	0	0
2021	18	313	0	8	305	0	0
2021	19	305	0	14	291	0	0
2021	20	291	0	17	274	0	0
2021	21	274	0	39	235	0	0
2021	22	235	0	53	182	0	0
2021	23	182	0	36	146	0	0
2021	24	146	0	32	113	0	0
2021	25	113	0	29	85	0	0
2021	26	85	0	20	65	0	0
2021	27	65	0	23	43	0	0
2021	28	43	392	0	435	1	0
2021	29	435	0	12	423	0	0
2021	30	423	0	18	405	0	0
2021	31	405	0	8	396	0	0
2021	32	396	0	0	396	0	0
2021	33	396	0	24	372	0	0
2021	34	372	0	27	345	0	0
2021	35	345	0	18	327	0	0
2021	36	327	0	8	318	0	0
2021	37	318	0	17	302	0	0
2021	38	302	0	17	285	0	0
2021	39	285	0	8	277	0	0
2021	40	277	0	25	253	0	0
2021	41	253	0	50	202	0	0
2021	42	202	0	0	202	0	0
2021	43	202	0	36	166	0	0
2021	44	166	0	71	95	0	0
2021	45	95	0	30	65	0	0
2021	46	65	0	38	27	0	0
2021	47	27	392	87	333	1	0
2021	48	333	0	31	302	0	0
2021	49	302	0	22	280	0	0
2021	50	280	0	24	256	0	0
2021	51	256	0	7	249	0	0

<b>Año</b>	<b>Semana</b>	<b>Stock Inicial</b>	<b>Compra</b>	<b>Consumo</b>	<b>Stock Final</b>	<b>Cantidad de pedidos</b>	<b>Nivel Stock Out</b>
2022	1	236	0	31	205	0	0
2022	2	205	0	21	184	0	0
2022	3	184	0	3	181	0	0
2022	4	181	0	24	157	0	0
2022	5	157	0	24	133	0	0
2022	6	133	0	53	80	0	0
2022	7	80	0	0	80	0	0
2022	8	80	0	44	36	0	0
2022	9	36	392	19	409	1	0
2022	10	409	0	49	361	0	0
2022	11	361	0	51	310	0	0
2022	12	310	0	0	310	0	0
2022	13	310	0	5	305	0	0
2022	14	305	0	5	301	0	0
2022	15	301	0	31	270	0	0
2022	16	270	0	0	270	0	0
2022	17	270	0	2	268	0	0
2022	18	268	0	19	249	0	0
2022	19	249	0	0	249	0	0
2022	20	249	0	34	214	0	0
2022	21	214	0	37	177	0	0
2022	22	177	0	27	150	0	0
2022	23	150	0	57	93	0	0
2022	24	93	0	0	93	0	0
2022	25	93	0	0	93	0	0
2022	26	93	0	0	93	0	0
2022	27	93	0	7	86	0	0
2022	28	86	0	0	86	0	0

Anexo 11 Solicitud de pedido de EPP's vía correo



Mon 13-Jun-22 3:40 PM

VASQUEZ Denis

MATERIALES PARA CONSUMO CLP

Para  DUEÑAS CARRION Victor

DE LUCIO Ranndy

CC  VILLALTA Ayrton Wilson

Buenas tardes Victor/Randy, favor de confirmar que pueden cumplir de esta lista, para ser consumido en el CLP.

CODIGO	DESCRIPCION	UND	CANT	PRECIO UNT S/.	SUB TOTAL S/.
4000012546	FILTRO 3M 2097 DE PARTICULAS P100	PZA	100	14.44	1444
4000000578	VISOR P/PROTECTOR FACIAL INCOLORO	C/U	100	8.36	836
2000003275	ADAPTADOR PARA MICA DE PROTECTOR FACIAL	PZA	100	7.6	760
2000002324	GAS ACETILENO-C2H2-	KG	45	35	1575
4000003077	GUANTE DE VAQUETA PUÑO CORTO	PAA	100	7.8	780
4000012114	GUANTE SEG. TALLE L ANSELL HYFLEX 11-800	PAA	100	9.35	935
4000004559	DELANTAL CUERO P/SOLDADOR	PZA	50	16.1	805
4000002554	CUBRE NUCA DE VERANO P/CASCO	C/U	50	6	300
				<b>TOTAL S/.</b>	<b>7435</b>

Slds



Sat 12-Feb-22 6:33 PM

PELAYE Fabian

RE: Ingresos Personal Operaciones 11.02

Para  VASQUEZ Denis

VIDAL Lilian

;  CAMPOS L. Daniel

;  LOAYZA David

CC  TORRES MEDINA Giannina

;  DUEÑAS CARRION Victor

;  VILLALTA Ayrton Wilson

;  HOYOS Daniel

**i** Seguimiento. Completada el Monday, February 14, 2022.

Favor necesitamos el ingreso urgente de todo este personal

Qué pasa con los EPP?

Me avisan por fv

Sds

FPE



Mon 31-Jan-22 3:54 PM

VASQUEZ Denis

RV: Contratación de Personal para Legho // SOLP 1000414502 - PEM 5500292188

Para  HOYOS Daniel

;  LOAYZA David

CC  VILLALTA Ayrton Wilson

;  CAMPOS L. Daniel

Favor si es posible de canalizar la compra por Perú y diversificar a dos o tres proveedores para no demorar la confección: Los siguientes PCA estas vencidos, por eso se generó solp:

CODIGO	DESCRIPCION	PCA	POSI.
4000003077	GUANTE DE VAQUETA PUÑO CORTO	8800001482	150
4000004559	DELANTAL CUERO P/SOLDADOR	8800001482	170
4000001212	CHAQUETA DE CUERO P/SOLDADOR	8800001482	160
4000012114	GUANTE SEG. TALLE L ANSELL HYFLEX 11-800	6700267297	14
4000000864	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/40	8800001550	60
4000000866	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/41	8800001550	70
4000000867	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/42	8800001550	80
4000000868	BOTIN PUNTERA DE ACERO T/43	8800001550	90

Slds



Fri 28-Jan-22 10:00 AM

**CAMPOS L. Daniel**

**RV: Contratación de Personal para Legho**

Para  VASQUEZ Denis ;  DUEÑAS CARRION Victor

CC  VILLALTA Ayrton Wilson ;  VIDAL Lilian ;  TORRES MEDINA Giannina

**i** Seguimiento. Completada el Friday, February 4, 2022.



Denis/Victor,

Se va a contratar 58 personas para diferentes áreas que en el adjunto lo pueden encontrar más detallado, para la fabricación de los Leghos para el proyecto Collahuasi.

Denis tu apoyo con la compra de los EPPs según requieran los perfiles y confirmando de la lista de materiales cuando stock tenemos.

Victor, tu apoyo revisando el tema de los traslados, vestuarios y comedor.

Es muy importante agilizar todo este proceso ya que el personal posiblemente empiece a ingresar el día 01-feb.

Slds.



Tue 14-Dec-21 6:00 PM

**VASQUEZ Denis**

**MATERIALES CLP**

Para  PELAYE Fabian

CC  VILLALTA Ayrton Wilson ;  CAMPOS L. Daniel ;  TORRES MEDINA Giannina

**i** Seguimiento. Completada el Tuesday, December 14, 2021.

Respondió a este mensaje el 14-Dec-21 6:37 PM.




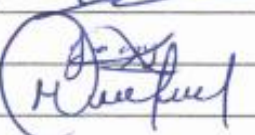
Buenas tardes Sr. Fabian, favor su autorización para generar solp por los siguientes epp para consumo en en CLP:

CODIGO	DESCRIPCION	UND	CANT.	PRECIO REFERENCIAL S/.	SUB TOTAL
2000115553	CAFE TOSTAD/MOLID,CAFETAL SELECTO X500GR	PZA	5	19	95
2000085492	PAPEL TOALLA ROLLO DE 8" X 200 M BLANCO	PZA	15	23	345
4000001744	RESPIRADOR DE MEDIA CARA MARCA 3M 7502	PZA	6	95	570
4000012114	GUANTE SEG. TALLE L ANSELL HYFLEX 11-800	PZA	30	15	450
4000003077	GUANTE DE VAQUETA PUÑO CORTO	PAA	200	8	1600
4000010738	MICA PROTECTOR FACIAL DE POLICARBONATO P	PZA	100	8	800
				<b>TOTAL</b>	<b>3860</b>

Slds



Anexo 12 Reunión semanal operativa

Registro de Reunión Semanal Operativa (RSO)		
Proyecto:		
Tema:	Stock de EPPs - Guantes de Seguridad	Fecha: 31.05.2022
Superv/ Capataz/ Encarg:	Denis Vasquez	
Frente / Fase:	Centro logístico	
Apellido y Nombre	Sector / DNI / Legajo	Firma
1. Ayrton Villalba	43728092	
2. DENIS VASQUEZ RAMIREZ	25787844	
3. VARGAS CILLO GILBA	ALMACEN/42537609	
4. Napanga Mito José Antonio	ALMACEN/22309429	
5. Sandoval SANTOMARÍA HUMAL	ALMACEN/48586672	
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		
17.		
18.		
19.		
20.		
Observaciones	Se observó la escasez de guantes en stock, se programará equipo urgente por caja chica	



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN GERENCIA DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA**

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, ZELADA GARCIA GIANNI MICHAEL, docente de la ESCUELA DE POSGRADO MAESTRÍA EN GERENCIA DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Selección de un sistema de reposición de inventario aplicando simulación Montecarlo para epp's en una empresa constructora 2021-2022", cuyo autor es VILLALTA MAMANI AYRTON WILSON, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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 vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 09 de Agosto del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ZELADA GARCIA GIANNI MICHAEL <b>DNI:</b> 19098453 <b>ORCID</b> 0000-0003-2445-3912	Firmado digitalmente por: MZELADA el 10-08-2022 00:53:45

Código documento Trilce: TRI - 0405211