

Proyecto Pasantía

Mejora en sistema de gestión de inventario y compras

Cristóbal Ignacio Morales Morales

Ingeniería Civil Industrial

Universidad Adolfo Ibáñez

Segundo semestre de 2023

Resumen Ejecutivo

Climbers, fundada en 2015, se especializa en soluciones para lugares de difícil acceso, ofreciendo servicios de fortificación y operaciones estructurales. Destaca en fortificación de taludes, pantallas dinámicas, shotcrete, saneamiento, anclajes y levantamientos 3D, con proyectos destacados en minería. Además, proporciona servicios estructurales como limpieza de fachadas, instalación de anclajes, habilitación de fosas de ascensor, limpieza de vidrios y sellado de ventanas. A partir de 2019, se centró en proyectos de fortificación, especialmente en la industria minera, siendo su principal fuente de ingresos. En 2022, registró ingresos de \$4.054 millones con 87 empleados.

La gestión de inventario, especialmente en el área de abastecimiento, presenta desafíos. Actualmente, hay falta de actualización en los registros de inventario digital y físico, con inventarios desactualizados y duplicidades. La verificación de stock es un cuello de botella, tomando un promedio de 19 horas hábiles para un tipo de solicitud, afectando las compras y generando demoras. El área de abastecimiento, con cuatro personas, enfrenta dificultades debido a los procesos manuales y la coordinación de la logística, lo que disminuye el nivel de servicio que puede otorgar el área, actualmente en 60%.

La falta de planificación de compras, especialmente para Equipos de Protección Personal (EPP), afecta la rapidez en la atención de solicitudes urgentes. Dada la importancia del cumplimiento de medidas de seguridad en la industria minera, mejorar la gestión de inventario y la planificación de compras es esencial para garantizar un servicio eficiente y cumplir con los estándares de seguridad.

Tras realizar un estudio de la industria sobre las soluciones, se optó por un rediseño de procesos y la utilización de un modelo de inventario. Su implementación se hizo a través de una metodología híbrida que pudiera adaptarse a las necesidades del área.

Al finalizar la implementación se logró reducir el tiempo de verificación de stock en un 90%, aumentar la cantidad de inventario registrado a un 80%, disminuir la cantidad de materiales duplicados en la base de inventario y aumentar el nivel de servicio del área a un de un 60% al 70%.

Abstract

Climbers, founded in 2015, specializes in solutions for hard-to-reach locations, offering fortification and structural operation services. It excels in slope fortification, dynamic screens, shotcrete, sanitation, anchors, and 3D surveys, with notable projects in mining. Additionally, it provides structural services such as facade cleaning, anchor installation, elevator shaft preparation, glass cleaning, and window sealing. Since 2019, the company has focused on fortification projects, particularly in the mining industry, becoming its primary source of revenue. In 2022, it reported revenues of \$4.054 million with 87 employees.

Inventory management, especially in the supply area, faces challenges. Currently, there is a lack of updates in both digital and physical inventory records, resulting in outdated inventories and duplications. Stock verification is a bottleneck, taking an average of 19 business hours for a single type of request, impacting purchases and causing delays. The supply area, with four staff members, struggles with manual processes and logistics coordination, leading to a decrease in the service level, currently at 60%.

The lack of purchasing planning, especially for Personal Protective Equipment (PPE), affects the prompt handling of urgent requests. Given the crucial role of safety measures in the mining industry, where Climbers generates the majority of its income, improving inventory management and purchasing planning is essential to ensure efficient service and compliance with safety standards.

After conducting an industry study on solutions, a decision was made to redesign processes and implement an inventory model. Its implementation was carried out through a hybrid methodology adaptable to the area's needs. At the end of the implementation, stock verification time was reduced by 90%, the amount of recorded inventory increased by 80%, the number of duplicated materials in the inventory database decreased, and the service level of the area increased from 60% to 70%.

Contenido

1.	Introducción	5
1.1	Contexto de la empresa.....	5
1.2	Contexto del problema.....	8
1.3	Identificación de la Oportunidad	18
2.	Objetivos	18
2.1	Objetivo general	18
2.2	Objetivos específicos	18
3.	Estado del arte	19
3.1.	Situación de la Industria	20
4.	Soluciones propuestas.....	22
4.1	Sistemas de gestión de inventario.....	22
4.2	Rediseño de procesos.....	23
4.3	Proceso de compra y reaprovisionamiento a través de modelos de inventario	23
5.	Evaluación de la solución propuesta	25
5.1	Solución seleccionada.....	26
5.2	Matriz de riesgo.....	28
6.	Evaluación económica de la solución propuesta	29
7.	Metodología aplicada al proyecto	30
8.	Medidas de desempeño	33
9.	Desarrollo e implementación	34
10.	Resultados.....	38
11.	Conclusiones y recomendaciones.....	40
11.1	Recomendaciones a la empresa	41
11.2	Discusiones.....	41
12.	Bibliografía	42
13.	Anexos.....	44

1. Introducción

1.1 Contexto de la empresa

Climbers es una empresa fundada el 2015 cuyos trabajos especializados son brindar soluciones a lugares de difícil acceso. Los principales servicios que ofrece Climbers son obras de fortificación y operaciones estructurales. Los servicios que brindan en obras de fortificación son fortificación de taludes, pantallas dinámicas, shotcrete, saneamiento, anclajes y levantamientos 3d, donde los proyectos destacados de esta área se centran en la minería, teniendo como principales clientes BHP, Codelco, Angloamerican, entre otros.

Por otro lado, los servicios de estructurales que se entregan van desde limpieza de fachada, instalación de puntos de anclaje; habilitación de fosa de ascensor; limpieza de vidrios; sello de ventanas y limpiezas en altura.

En sus inicios en el año 2015, principalmente se realizaban operaciones estructurales hasta su expansión en el año 2019 donde se le dio prioridad a proyectos de fortificación asociados a la industria minera, que a través de los años se ha convertido en la principal fuente de ingresos de esta empresa, como se puede ver en el gráfico 1.

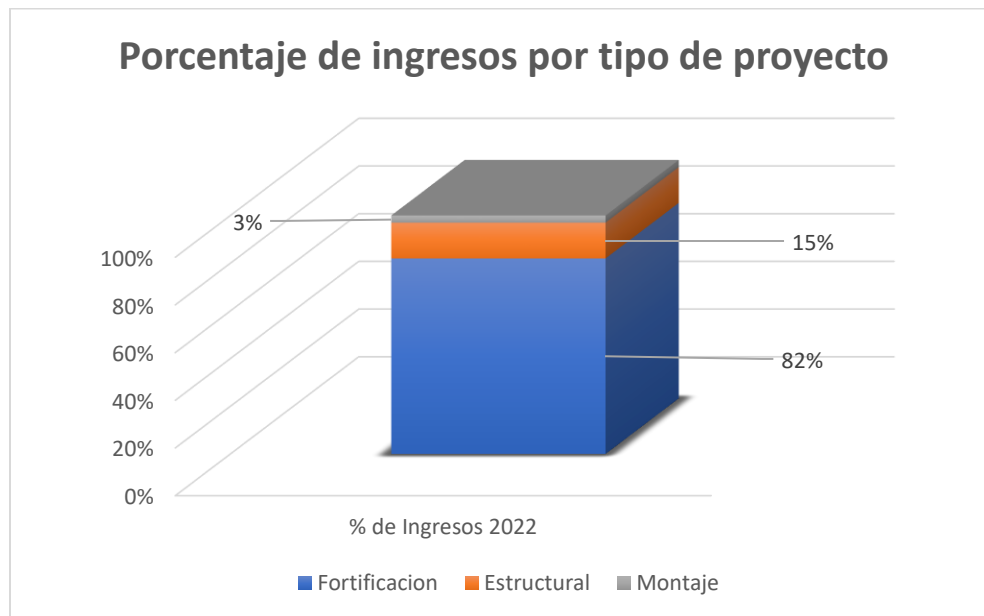


Gráfico 1: Facturación de principales líneas de negocio, 2022. Fuente: Climbers SPA

En la ilustración 1, podemos ver la línea de tiempo de la empresa Climbers, donde se destaca el inicio de sus proyectos de ingeniería en fortificación el año 2019 y su ingreso al mercado minero en el año 2020.

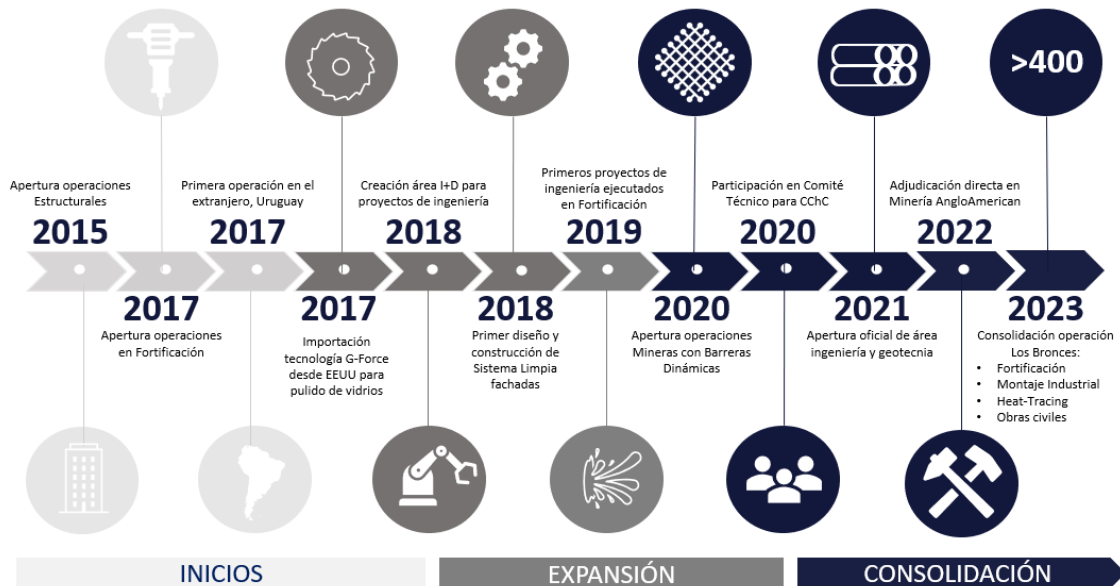


Ilustración 1: Línea de tiempo de Climbers. Fuente: Climbers SPA

El año 2022 se adjudica un contrato de fortificación y montaje industrial en Minera AngloAmerican, generando un aumento exponencial de sus Ingresos, como se puede ver en el gráfico 2 y un aumento importante en el número de empleados, que se puede ver en el gráfico tres a continuación.



Gráfico 2: Ingresos de Climbers. Fuente: Climbers SPA

Los ingresos de las empresas tuvieron un aumento lineal hasta el 2021, que luego se transforma en un crecimiento exponencial al incluir el 2022. Este aumento considerable en los ingresos se debe a un proyecto de gran tamaño adjudicado con la minera AngloAmerican.

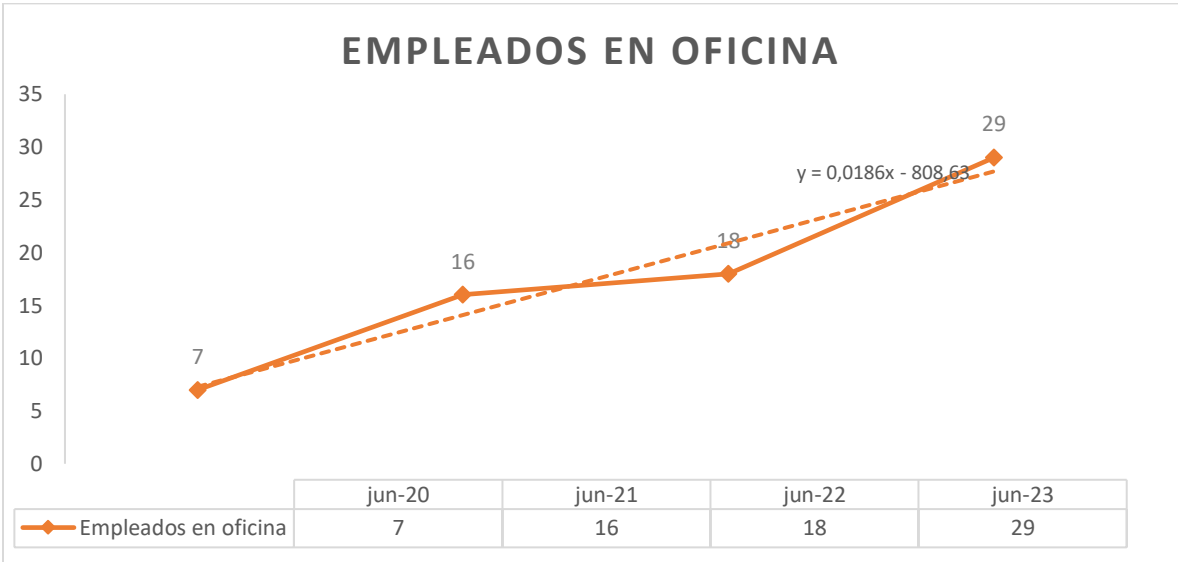


Gráfico 3: Empleados en oficina por año. Fuente: Climbers SPA

Los empleados en oficina de la empresa han tenido un crecimiento lineal, creciendo 9 empleados en oficina desde 2020 a 2021 por la apertura de operaciones en mina y de 2022 a 2023 por la envergadura de los proyectos adjudicados durante ese año, entre los años 2021 y 2022 solo aumentó en dos personas la cantidad de empleados en oficina, habiéndose contratado una cantidad alta de personal en el periodo anterior que pudo dar abasto con la carga de trabajo del año.

1.2 Contexto del problema

Desde su inicio en el año 2015, la empresa Climbers ha experimentado un rápido crecimiento, lo que ha conllevado a que la gestión administrativa sea más compleja. A través de reuniones con las distintas áreas de la empresa se analizaron los diagramas de proceso, pero es el área de abastecimiento donde se advierten más oportunidades de mejora.

El Área de Abastecimiento se encarga de la compra de materiales y herramientas para la Operación; envíos y retiros de ellos y la administración de las bodegas, entre otras actividades. Actualmente cuenta con 4 personas trabajando en el área: el jefe de Abastecimiento, un Encargado de Compras y Logística y dos Operadores de Bodega, Servicios y Logística.

En el siguiente diagrama se puede ver el proceso de adquisiciones a nivel general junto con los responsables en cada paso.

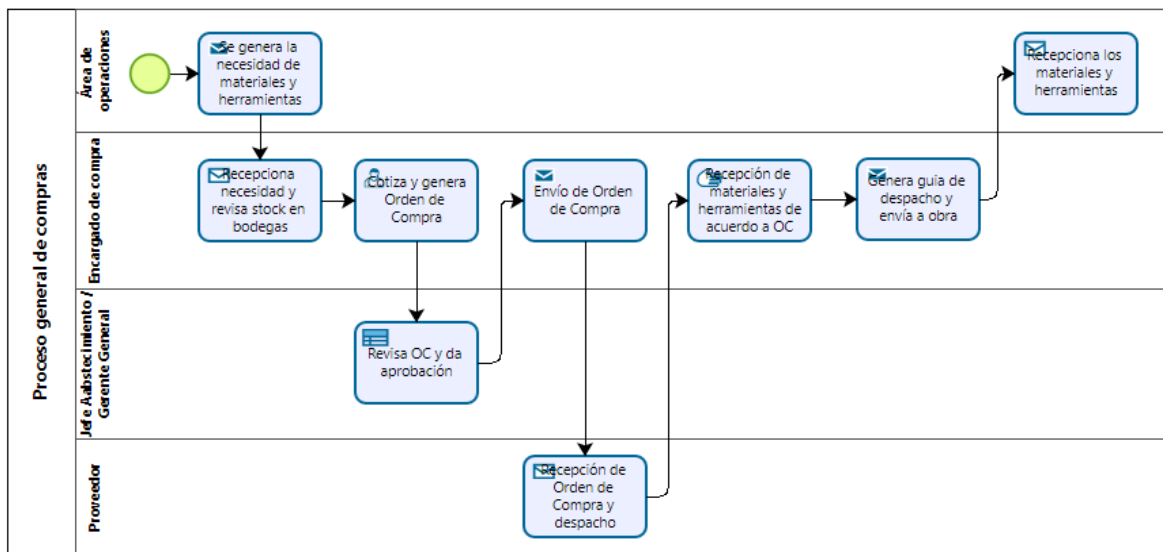


Diagrama 1: Proceso de compras. Fuente: Elaboración Propia

El proceso de compras se inicia con la necesidad de materiales y herramientas que requiere el equipo de operación. El área de abastecimiento hace recepción de la solicitud y se revisa si se cuenta con stock en las bodegas con las que cuenta la empresa. De no haber stock se realizan las cotizaciones y órdenes de compra. Después de definido el proveedor, materiales y herramientas a comprar, pasa por un flujo de aprobación de acuerdo con montos, donde sobre cierto monto aprueba el Gerente General y en los otros casos el jefe de Abastecimiento. Una vez aprobada la

orden de compra (OC) se envía al proveedor para que proceda con su despacho. Después se realiza la recepción y revisión de los materiales y herramientas. Finalmente se procede con el envío de materiales y herramientas al equipo de operación.

Hay tres bodegas disponibles (Anexo 8), separadas, donde se almacenan los siguientes materiales:

- A1: Bodega de EPP, vestuario corporativo, accesorios EPP, herramientas manuales
- A2: Bodega transitoria donde se guardan principalmente herramientas y maquinarias que serán enviadas a obra.
- A3: Bodega de herramientas, maquinaria y materiales de fortificación.

Ninguna de estas bodegas posee su inventario actualizado, desde hace dos meses se lleva un registro digital de las entradas y salidas por material en un archivo Excel, que se refleja en la Tabla 1, que si bien se encuentra con materiales existentes y sus respectivas cantidades en el inventario, es una información que no es utilizada por los encargados de compra al momento de reponer stock, existiendo también otras compras directas de artículos, materiales o productos que se compran por oportunidad y no para mantener en stock. Al no tener un inventario actualizado, toda adquisición que realicen tiene que pasar previamente por una verificación física de stock del inventario donde se depende de la disponibilidad de los encargados de bodega y logística para realizar esa tarea específica y poder proceder con la compra.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	EXISTENCIA BODEGA	Detalle	Cantidad Inic	Cantidad de Salida	Cantidad Vigen	Almacén	Area	Ultima Sal	Proyecto	Conformid
2	Material									
3	Parka 3 en 1 Hombre - S	Nuevo	3	0	3	A1		-	Administracion	0000000
4	Jockey tipo Casco	Nuevo	2			A1				
5	Parka Modelo Antiguo - M	Nuevo	3			A1				
6	Parka Modelo Antiguo - L	Nuevo	3			A1				
7	Parka Modelo Antiguo - XL	Nuevo	1			A1				
8	Mascarillas KN 95 Caja 20U	Nuevo	5			A1				
9	Mascarillas KN 95 Caja 10U	Nuevo	14			A1				
10	Mascarilla 3 Pliegues Caja 50U	Nuevo	2			A1				
11	Geologo Naranjo de Operario - XXL	Nuevo	23	0	23	A1		-	Administracion	0000000
12	Geologo Naranjo de Operario - XXL	Nuevo	11	0	11	A1		-	Administracion	0000000
13	Buzo Impermeable - L		1			A1				
14	Cintas de Embalaje Cafe		44			A1				
15	Cintas de Embalaje Transparente		33			A1				
16	Pantalón Cargo Azul Gabardina - S		1			A1				
17	Pantalón Cargo Azul Gabardina - M		4			A1				
18	Pantalón Cargo Azul Gabardina - L		14			A1				
19	Pantalón Cargo Azul Gabardina - XL		5			A1				
20	Bluza XS Blanca		1			A1				
21	Bluza S Blanca		1			A1				
22	Bluza M Blanca		1			A1				
23	Bluza L Blanca		1			A1				
24	Notebook Lenovo Ideapad Flex 5	Reversa	1	0	1	A1		17/08/2023	Administracion	0000001
25	Kit Reparacion YT27 Perforadora	Nuevo	1	0	1	A1		18/08/2023	Ferrada	0000002
26	Kit Reparacion YT26 Perforadora	Nuevo	1	0	1	A1		18/08/2023	Ferrada	0000002
27	Overol Naranjo Talla L	Reversa	28	0	28	A1		21/08/2023	Administracion	0000003
28	Cinta tubular 25mm x 100 mts negro fixe	Nuevo	100	0	100	A1		21/08/2023	Administracion	0000004
29	Cuerda semi estatica pro rope 10,5mm x mt blanco roca	Nuevo	200	0	200	A1		21/08/2023	Administracion	0000004
30	Cordin auxiliar 6mm x 120 mt naranjo beal	Nuevo	50	0	50	A1		21/08/2023	Administracion	0000004
31	Caja Plastica portaherramientas hnd 21" tactix	Nuevo	1	0	1	A1		21/08/2023	Administracion	0000005
32	Juego de dados 1/2 8-32mm 24 piezas	Nuevo	2	0	2	A1		21/08/2023	Administracion	0000006
33	Barrote T 1/2 x 12 toptul	Nuevo	2	0	2	A1		21/08/2023	Administracion	0000006

Tabla 1: Inventario en Excel. Fuente: Climbers SPA

Los encargados de bodega y logística por su parte llevan el inventario a través de un formulario de llenado manual (Anexo 2). Este formulario se encuentra disponible sólo fuera de las cajas de EPP y vestuario corporativo en la bodega A1. Para el resto de los elementos en esta bodega y en las otras no se lleva ningún tipo de registro actualizado.

El inventario digital total que están llevando en Excel no está completo para ningún tipo de material. Según estimaciones entregadas desde el área de Abastecimiento hay un total de 500 materiales repartidos en las distintas bodegas, de los cuales en la planilla Excel hay 280, como se puede visualizar en el gráfico 4. Además, hay materiales que se refieren a lo mismo, pero tienen distinto nombre dentro del inventario, generándose registros duplicados y un seguimiento incorrecto.



Gráfico 4: Porcentaje de inventario registrado. Fuente: Elaboración propia

Además, hay materiales que se refieren a un mismo elemento y tienen distinto nombre dentro del inventario, generándose registros duplicados y un seguimiento incorrecto, como se puede ver en la tabla 2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	EXISTENCIA BODEGA	Detalle								
2	Material		Cantidad Inic	Cantidad de Salida	Cantidad Vigen	Almacé	Area	Ultima Sail	Proyecto	Conformic
3	Parka 3 en 1 Hombre - S	Nuevo	3	0	3	A1		-	Administracion	0000000
4	Jockey tipo Casco		2			A1				
5	Parka Modelo Antiguo - M	Nuevo	3			A1				
6	Parka Modelo Antiguo - L	Nuevo	3			A1				
7	Parka Modelo Antiguo - XL	Nuevo	1			A1				
8	Mascarillas KN 95 Caja 20U	Nuevo	5			A1				
9	Mascarillas KN 95 Caja 10U	Nuevo	14			A1				
10	Mascarilla 3 Pliegues Caja 50U	Nuevo	2			A1				
11	Geologo Naranjo de Operario - XXL	Nuevo	23	0	23	A1		-	Administracion	0000000
12	Geologo Naranjo de Operario - XXL	Nuevo	11	0	11	A1		-	Administracion	0000000
13	Buzo Impermeable - L		1			A1				
14	Cintas de Embalaje Cafe		44			A1				
15	Cintas de Embalaje Transparente		33			A1				
16	Pantalon Cargo Azul Gabardina - S		1			A1				
17	Pantalon Cargo Azul Gabardina - M		4			A1				
18	Pantalon Cargo Azul Gabardina - L		14			A1				
19	Pantalon Cargo Azul Gabardina - XL		5			A1				
20	Bluza XS Blanca		1			A1				
21	Bluza S Blanca		1			A1				
22	Bluza M Blanca		1			A1				
23	Bluza L Blanca		1			A1				
24	Notebook Lenovo Ideapad Flex 5	Reversa	1	0	1	A1		17/08/2023	Administracion	0000001
25	Kit Reparacion YT27 Perforadora	Nuevo	1	0	1	A1		18/08/2023	Ferrada	0000002
26	Kit Reparacion YT26 Perforadora	Nuevo	1	0	1	A1		18/08/2023	Ferrada	0000002
27	Overol Naranjo Talla L	Reversa	28	0	28	A1		21/08/2023	Administracion	0000003
28	Cinta tubular 25mm x 100 mts negro fixe	Nuevo	100	0	100	A1		21/08/2023	Administracion	0000004
29	Cuerda semi estatica pro rope 10,5mm x mt blanco roca	Nuevo	200	0	200	A1		21/08/2023	Administracion	0000004
30	Cordin auxiliar 6mm x 120 mt naranjo beal	Nuevo	50	0	50	A1		21/08/2023	Administracion	0000004
31	Caja Plastica portaherramientas hd 21" tactix	Nuevo	1	0	1	A1		21/08/2023	Administracion	0000005
32	Juego de dados 1/2 8-32mm 24 piezas	Nuevo	2	0	2	A1		21/08/2023	Administracion	0000006
33	Barrote T 1/2 x 12 toptul	Nuevo	2	0	2	A1		21/08/2023	Administracion	0000006

Tabla 2: Elementos duplicados en inventario digital. Fuente: Climbers SPA

Las solicitudes de compra se hacen a través de dos medios:

➤ Libro 0

Documento llevado en una planilla Excel (Anexo 4), que se crea con un mes de anticipación antes que inicie la obra para que los encargados de las operaciones del proyecto llenen el archivo con los materiales, elementos de seguridad personal, herramientas y maquinarias necesarias para el día de inicio de obra. Se pueden agregar las solicitudes de compra a este documento (Libro 0) hasta dos semanas antes del inicio de cada proyecto. Luego de este período de solicitud, el Libro 0 cierra la posibilidad de generar nuevas solicitudes y es enviado por parte del jefe de operaciones al Área de abastecimiento para que inicien el proceso de compra de los ítems detallados en el Libro 0 del proyecto. Toda nueva solicitud de compra deberá realizarse a través de la aplicación implementada en la herramienta digital AppSheet.

➤ AppSheet

Herramienta digital que permite realizar solicitudes desde personal de obra (Anexo 5), que luego de un flujo de aprobación que finaliza en el administrador de contrato del proyecto, es enviada al Área de abastecimiento a través de este mismo medio para proceder con la compra del material.

Para toda requisición de compra enviada a través de la aplicación, es decir, una solicitud cuando la obra ya empezó, se verifica el stock en bodega donde el encargado de compras envía un correo al operador de bodega con los productos solicitados. Al no tener un inventario actualizado este proceso demora en promedio **0,5 horas por elemento** para las solicitudes a través de la aplicación y **0,07 horas por elemento** para las solicitudes del libro 0, según el tiempo de respuesta de los últimos dos meses de la persona encargada de bodega extraído desde su correo, cuyos cálculos se pueden ver en los anexos (Anexo 6 y 7). Se puede explicar la diferencia de tiempo en que las si bien ambas solicitudes tienen carácter de urgente, se le da prioridad sobre otras tareas a la compra de materiales del libro 0.

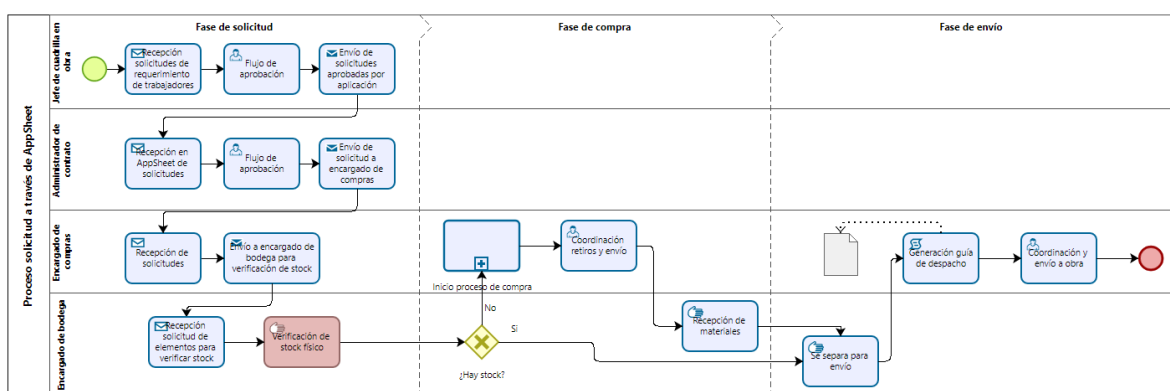


Diagrama 2: Proceso de solicitud a través de AppSheet. Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en el diagrama, para cada solicitud de material se debe realizar una verificación de stock físico para proceder con su compra y posterior envío a obra, generando que un proceso manual que depende de la disponibilidad del encargado de bodega entorpezca el proceso de compra que realizan los encargados de adquisiciones.

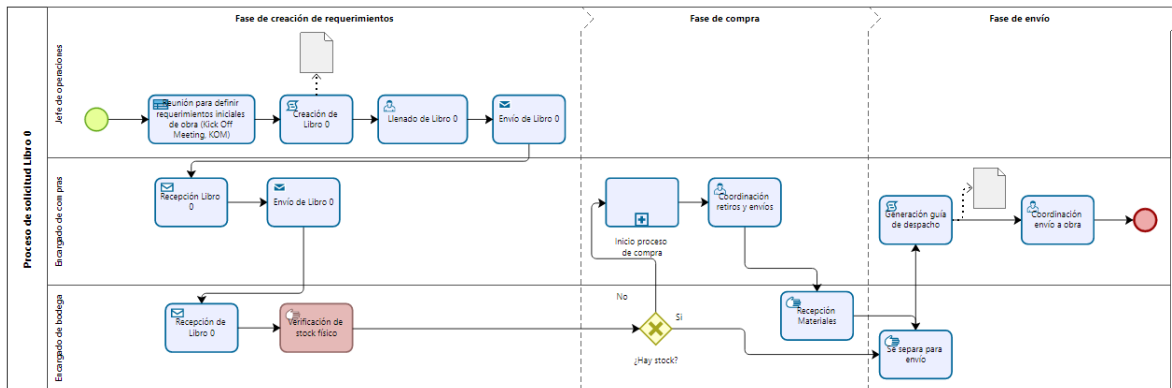


Diagrama 3: Proceso de solicitud Libro 0. Fuente: Elaboración Propia

Para las solicitudes a través de Libro 0 sucede una situación similar a la vista con la aplicación, donde la verificación de stock físico se hace una tarea tediosa para el encargado de bodega. La cantidad de materiales que se piden en los libros 0 para el inicio a obra son mucho mayores a los solicitados por la aplicación, requiriendo de más de un día hábil para poder verificar el inventario del libro 0 completo.

La verificación de stock está siendo un cuello de botella en el proceso de compra, al ser necesario para toda compra en las solicitudes por aplicación y libros 0. Los encargados de bodega también realizan labores de logística por lo que la ausencia de alguno de ellos retrasa toda compra que quiera hacerse.

En el caso de las solicitudes a través del libro 0, desde agosto de 2023 se está subiendo el libro 0 final a un Excel en línea, donde el operador de bodega va verificando elemento por elemento el stock actual y quiebre de stock, en caso de que haya.

Excel Libro 0 Colbún nuevo formato						
Buscar (Alt + Q)						
Inicio Insertar Dibujo Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Automatizar Ayuda						
Pegar Cortar Copiar Portapapeles Fuente Ajustar texto Combinar y centrar Alineación Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celda Insertar Eliminar Formato Celdas Autosuma Borrar Ordenar y filtrar Buscar y seleccionar Comentarlos Analizar datos Complementos						
Extencion de 380 V 20 mts cada una						
CONTEO	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COMENTARIOS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD A COMPRAR
223	ACOPILE CAMLOCK TIPO C	4				4 ¿CUÁNTAS PULGADAS?
224	ACOPILE CAMLOCK TIPO E	4				4 ¿CUÁNTAS PULGADAS?
225	ACOPILE CAMLOCK TIPO b	4				4 ¿CUÁNTAS PULGADAS?
226	ACOPILE CAMLOCK TIPO d	4				4 ¿CUÁNTAS PULGADAS?
227	Cable acero 1/2 para linea de vida	200	Metros			200 COTIZADO
228	Carretilas	2				2 REVISAR STOCK
229	CINTA ANTITRAUMAS	8				8 STOCK DISPONIBLE
230	COPLA ADAPTADOR R25 A R32	3				3 REVISAR STOCK
231	CULATIN YT 20 CM	6				6 REVISAR STOCK
232	CULATIN YT 40 CM	2				2 REVISAR STOCK
233	EMBOLO	3				3 ¿DE QUÉ TIPO?
234	EMBUDO PLASTICO	4				4 COTIZADO
235	ENCHUFE INDUSTRIAL 3x16 A Hembra	4				4 40359
236	ENCHUFE INDUSTRIAL 4x16 Hembra	4				4 40359
237	ENCHUFE INDUSTRIAL 3x16 a MACHO AZUL	4				4 40359
238	ENCHUFE INDUSTRIAL 4x16 A MACHO ROJO	4				4 40359
239	Extencion de 380 V 20 mts cada una	3	cable 4x4 mm			3 REVISAR STOCK
240	EXTENSION 220V 20 mts cada una	3	Cable 3x2,5 mm			3 REVISAR STOCK
241	GRASA magnolia	2				2 STOCK DISPONIBLE
242	GRILLETE 1"	4				4
243	GUARDA CABO 1/2"	15				15
244	LONA ANTIDERRAME	2				2
245	MALLA RASCHEL	30	kilos			30 40377
246	MANGUERA PLANZA 1/2" (ROLLO)	1				1
247	MAZA 12 LBS	2			2	0 STOCK DISPONIBLE
248	MAZA 18 LBS	2			2	0 STOCK DISPONIBLE
249	MAZA 4 LBS	4			0	4
250	PATO plastico	3			0	3 40378
251	pato lenteja	6			0	6 40378

Tabla 3: Libro 0 Proyecto. Fuente: Climbers SPA

Como se puede ver en la tabla en la columna OC, dentro de los materiales solicitados surgen dudas ya que hay herramientas que requieren una medida específica y actualmente solo se refieren a ella con nombres genéricos, dificultando su identificación.

Revisando el tiempo de la última modificación del operador de bodega, quien se encarga de agregar en la planilla los materiales que tienen stock en bodega, el promedio de tiempo que tomó en revisar el estado de todos los materiales de los últimos tres proyectos en los que se ha implementado esta metodología ha sido un promedio de 19 horas hábiles (más de un día). (Anexo 7)

El diagrama general del proceso, junto con las bases de datos que se utilizan en cada paso quedan detallados en el siguiente diagrama:

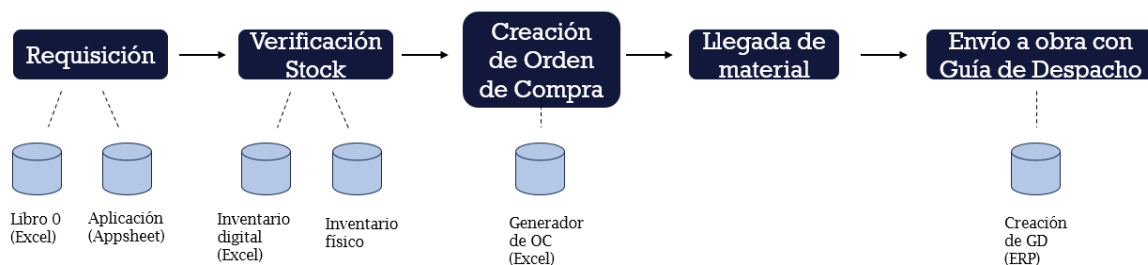


Diagrama 4: Proceso de compra y bases de datos relacionadas. Fuente: Elaboración propia

Se utilizan distintas herramientas y bases de datos para llevar a cabo la gestión de inventario y envío a obra, provocando que el cruce de información entre ellos sea completamente manual.

Por otro lado, se realizó una ponderación de los procesos relacionados a inventario del área a través de entrevistas con el jefe de abastecimiento, donde un 50% de la importancia en procesos relacionados a inventario es el stock actualizado.

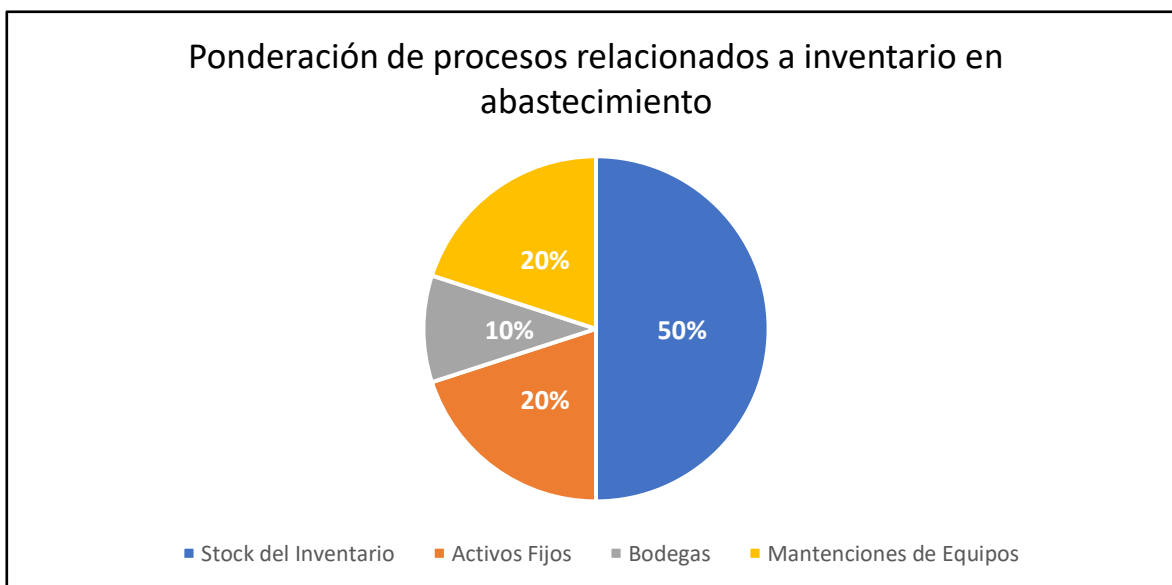


Gráfico 5: Ponderación procesos relacionados a inventario. Fuente: Climbers SPA

Todo lo que manejan es a través del inventario físico en hojas de papel fuera de cajas (Anexo 2) y uno digital, ninguno de los dos actualizados, provocando los largos tiempos de verificación de

stock antes mencionados, por el trabajo manual de revisar en bodega. Perjudicando también en el control de las existencias que puedan tener para la planificación de las compras.

Otro punto importante por ver son las compras. Se realizan adquisiciones de distintos tipos de materiales, donde las categorías principales que son llevadas a obra son

Herramientas, maquinarias y equipos. Lechadora, pernos, tecles, alicate, llave, mangueras, entre otros.

Equipos de protección personal (EPP) y vestuario corporativo. Cascos, protección visual como lentes, protección auditiva, ropa de trabajo con el logo de la empresa, guantes, geólogos, entre otros.

Servicios. Como mantenimiento de la maquinaria, equipos, fletes, entre otros.

Útiles de oficina. Papelería, lápices, cuadernos para supervisores y operarios.

Seguridad Vial. Conos, señaléticas.

El área de abastecimiento está encargada de que todo lo necesario para realizar los trabajos en obra esté disponible a tiempo, que cumplan con las especificaciones requeridas. Todo lo anterior para cumplir con la planificación del proyecto.

Lo ideal es que al momento que entre alguna solicitud que es urgente, el área tenga la rapidez para darle solución a la requisición, ya sea porque tienen stock de los elementos, porque la compra es ágil y efectiva, etc.

En la industria minera, que es donde actualmente Climbers posee su mayor fuente de ingresos, trabajan bajo rigurosas medidas de seguridad. Al estar haciendo labores en lugares con riesgo, es clave el uso de insumos como los elementos de protección personal (EPP). Estos implementos son necesarios para evitar accidentes. Dentro de la industria minera es muy perjudicial para las empresas subcontratistas que le prestan servicios a las mineras tener un historial de accidentes leves y en peor de los casos, fatales. Estos accidentes pueden provocar que las mineras ya no quieran trabajar con la empresa subcontratista, en este caso, a Climbers, pudiendo disminuir considerablemente los ingresos que está recibiendo actualmente desde esa área de proyectos siendo el mayor porcentaje global de ellos.

Dentro de los gastos totales del 2023 entre compras, arriendo de servicios, etc. destacan los EPP, teniendo un 14% del gasto total anual.

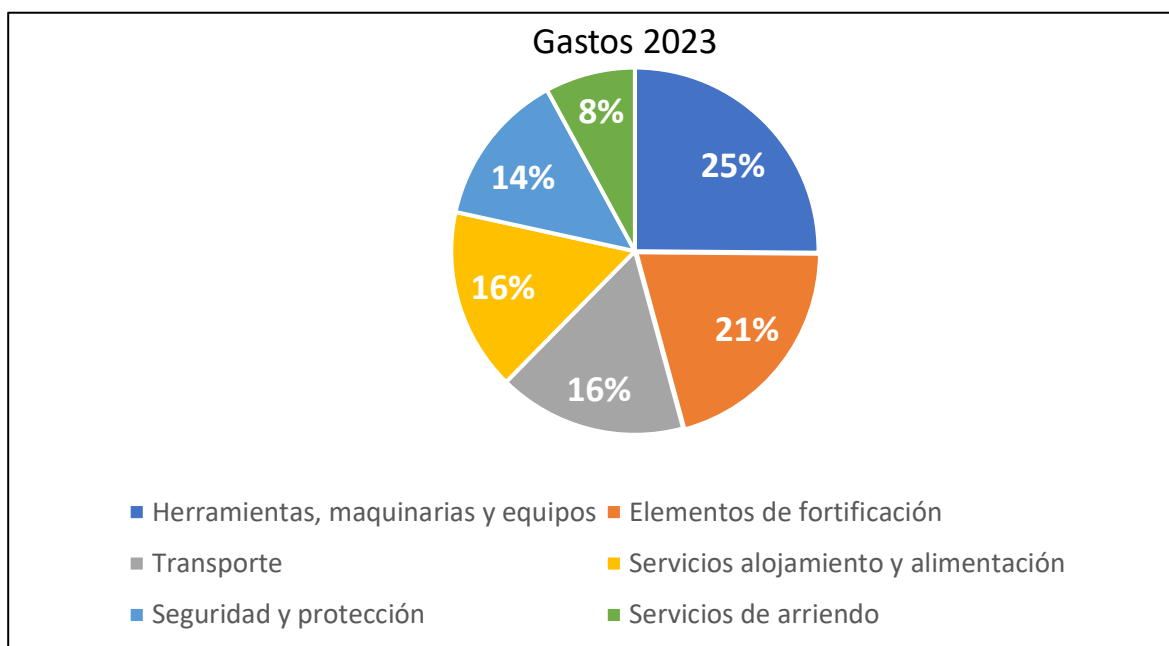


Gráfico 6: Distribución de gastos anuales. Fuente: Climbers SPA

Según datos entregados y validados por el jefe de abastecimiento, en un 100% de solicitudes de EPP hay por lo menos un artículo con quiebre. Además, en los correos enviados en los últimos tres meses (Anexo 3) de verificación de stock de EPP, en promedio el 40% de elementos solicitados no están con stock.

Finalmente, se analizó el nivel de servicio que está brindando actualmente Climbers respecto a sus solicitudes, revisando las solicitudes a través de AppSheet el cual muestra el % de cumplimiento de cada solicitud junto con la fecha en que se ingresó y la fecha de envío de los productos. Se centró el análisis en los EPP, donde el nivel de servicio que está otorgando el área, en base a lo revisado en la aplicación es de un 60%, el que se calculó con las unidades de EPP servidas sin atraso dividido en las unidades totales demandadas.

1.3 Identificación de la Oportunidad

A raíz de lo mencionado anteriormente, se puede identificar la oportunidad de mejorar ámbitos en el área de abastecimiento relacionados a la gestión del inventario. De esta forma podrán llevar un mayor control de las existencias de bodega, proporcionando una respuesta más rápida a las solicitudes y disminuyendo el tiempo en tareas de verificación de stock. Adicionalmente, la planificación de compras relacionada a los EPP del área es baja, influyendo en el nivel de servicio que otorga respecto a estos elementos.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Aumentar el nivel de servicio del área de abastecimiento, actualmente en 60%, a un 80% en un plazo de tres meses. Donde el nivel de servicio se calculará en base a:

- Porcentaje de unidades entregadas a tiempo

$$\frac{\text{Número de unidades servidas sin atraso}}{\text{Total de unidades demandadas}}$$

Esta ecuación ayudará a determinar si las unidades servidas a tiempo han aumentado, significando que la planificación de compra del área también lo ha hecho.

2.2 Objetivos específicos

Para lograr el objetivo general, se requerirá del cumplimiento de los siguientes objetivos específicos:

- Aumentar base de datos de inventario a un 90%
- Aumentar la cantidad de materiales sin duplicados a un 100%
- Reducir el tiempo en verificación de stock por elemento a un 90%
- Disminuir el porcentaje de periodos (semanales) con quiebre a un 50%, evaluando dicho porcentaje de forma mensual. Cada mes se compone de cuatro periodos.

3. Estado del arte

El nivel de servicio del área de abastecimiento está ligado a varios procesos que se realizan dentro del área, donde nos enfocaremos en la gestión de inventario y gestión de compras.

El proyecto se dividirá en dos temáticas para abordar el estado del arte, una de ellas será la gestión de las compras enfocada en la planificación de los inventarios y la otra sobre la gestión del inventario, con el fin de mejorar el nivel de servicio del área de Abastecimiento.

En primer lugar, la gestión de las compras tiene un rol importante en poder entregar los elementos necesarios a las obras en el tiempo adecuado. Si bien las obras tienen una planificación previa de los materiales requeridos, en la marcha surgen pedidos urgentes a las que el área debe tener la capacidad de responder. “La función de prestar apoyo a las operaciones de la empresa implica actuar en los límites de la organización con su ambiente. Además, procura influir en ese ambiente, a través de la adquisición y control de las fuentes de aprovisionamiento necesarias para el mantenimiento del proceso de operaciones. (Conexión Esan, 2017) “. Esta gestión de las compras va ligada directamente con la planificación del inventario, con el fin de evitar faltantes, alinear las compras con la demanda solicitada desde los proyectos, entre otras cosas.

En segundo lugar, se encuentra la gestión del inventario. Para Carreño et al. (2019) el inventario es una parte fundamental dentro de las operaciones de una organización, pues este lleva a cabo el registro de las actividades productivas y comerciales. Así mismo, sobre la gestión del inventario Veloz-Navarrete y Parada-Gutiérrez (2017) nos indican que la misión de la gestión de aprovisionamientos es conseguir que los suministros estén disponibles, con la calidad adecuada, la cantidad necesaria, en el lugar y plazo oportuno y al menor costo posible.

Por definición, existen tres tipos de inventario:

- **Inventario de materias primas:** Aquellos materiales necesarios para llevar a cabo la producción en una compañía.
- **Inventario del material en proceso de fabricación:** Aquellos materiales que ya no son materias primas pero que aún no están acabados, su proceso de producción no ha terminado.

- **Inventario de productos terminados:** Aquellos materiales que ya terminaron su fabricación y se encuentran en un estado finalizado, listo para ser entregados a clientes.

Climbers ya que no se dedica a la venta de productos, si no que ofrece servicios, su inventario consta netamente de productos terminados, los que son requeridos para llevar a cabo las obras.

Para llegar a las posibles soluciones, se analizará qué se ha hecho en la industria para mejorar su gestión de inventario y planificación de compra.

3.1. Situación de la Industria

A continuación, revisaremos algunos casos de empresas y artículos que abordaron esta problemática, con el fin de identificar posibles soluciones.

3.1.1. Áncora Chile

Ancora Chile, una empresa con sede en Concepción y sucursal en Puerto Montt, se especializa en la comercialización de productos acuícolas y navales de marcas reconocidas a nivel nacional, participando también en proyectos y brindando servicios técnicos para todas las marcas que representa. Operaba sin políticas definidas para compras o gestión de inventarios, realizando compras de manera reactiva, sin tener stock mínimo de seguridad y sin tener un proceso adecuado para la gestión de proveedores. Para abordar estos desafíos se implementa una clasificación ABC, cálculo de costos de inventario asociados para poder aplicar un modelo de inventario específico dependiendo de la demanda del producto. Una vez determinado el comportamiento de los productos, se establece una política de inventario proponiendo un plan de mejora abarcando la gestión de inventario, procesos y proveedores con una con una proyección de reducción de costos anuales de \$8.909.645.

3.1.2. Artículo asociado a la gestión de políticas de inventario de materiales de acero para la construcción

Este artículo destaca la importancia crítica del control de inventarios debido a la significativa inversión y la complejidad asociada con una administración financiera efectiva para evitar altos costos de almacenamiento. Se centra en el uso de dos modelos, el de lote económico de pedido

(EOQ) y el de revisión continua con demanda incierta y desviación estándar (q , R), para establecer políticas de inventario en la demanda de materiales de acero para construcción. Considerando la variabilidad en la demanda y los tiempos de suministro, los modelos determinan cantidades óptimas de pedido en relación con la duración del ciclo, logrando un ahorro del 30% en los costos logísticos totales y aumentando el nivel de servicio del 69% al 90.4%. La aplicación de estos modelos respalda las decisiones en los niveles de inventario, con el beneficio adicional de minimizar los costos logísticos totales y mejorando el nivel de servicio.

3.1.3. Propuesta de mejora en la gestión de abastecimiento y comercialización de la empresa Leaders in Import S.A.C.

En la Empresa Comercializadora de Productos Leaders In Import S.A.C se realizó una propuesta de mejora para la gestión de Abastecimiento. La intención es optimizar los procesos de la organización para ser más competitivos y lograr un crecimiento exitoso en el mercado globalizado. La empresa, dedicada a importaciones y comercialización, enfrenta desafíos significativos, lo que motiva la formulación de una propuesta que implemente una metodología basada en las teorías de la ingeniería. El enfoque de mejora se centra en la gestión de inventarios y la gestión por procesos de la empresa. La propuesta resultante de este análisis busca mejorar los procesos, con la expectativa de que esto contribuirá, entre otros aspectos, a fomentar su utilización y mejorar la eficiencia general de la empresa.

3.1.4. Sistema de gestión para el control de inventario en la empresa municipal de comercio Majibacoa, Las Tunas

La informática desempeña un papel significativo en diversos entornos laborales y procesos organizativos, aportando beneficios sustanciales. En Cuba, numerosas instituciones han adoptado la automatización para mejorar la eficiencia y eficacia de sus operaciones mediante el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). En el departamento de Economía y Finanzas de la Empresa de Comercio en el municipio Majibacoa de la provincia Las Tunas, la responsabilidad recae en controlar y contabilizar los productos, supervisar su destino final y existencia, así como registrar los movimientos en los diferentes almacenes municipales. No obstante, actualmente, este proceso no alcanza la eficiencia requerida. Este trabajo propone una herramienta para la automatización de la información en este departamento, mediante la sugerencia de un sistema de gestión que garantice la eficiencia y rapidez en el registro y consulta de la información relacionada con el inventario, facilitando alcanzar una mejor estructuración del

proceso, además de incrementar la eficacia en la gestión, almacenamiento y tratamiento de la información.

4. Soluciones propuestas

De acuerdo con lo revisado en el Estado del Arte se proponen las siguientes soluciones para abordar esta problemática.

4.1 Sistemas de gestión de inventario

1. Sistemas ERP para Inventarios:

Los sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) destinados a la administración de inventarios se emplean para dirigir el inventario de productos acabados a lo largo del ciclo de producción, y en algunas ocasiones, en una escala más extensa, como en la gestión de almacenes.

2. Sistema de Gestión de Almacenes (Warehouse Management System):

Un sistema de gestión de almacenes (WMS, por sus siglas en inglés) es una aplicación diseñada para respaldar las actividades cotidianas de un almacén. Estos programas posibilitan la administración centralizada de diversas funciones, tales como el monitoreo de los niveles de inventario y la localización de existencias.

3. Traker Systems:

Traker Systems es una plataforma de gestión que facilita la realización de procesos de seguimiento y supervisión del inventario, abarcando áreas como compras, facturación, retirada de productos, envío y recepción de pedidos, así como otros aspectos de la gestión del inventario. El software proporciona un sistema integral de informes que permite acceder fácilmente al estado del inventario.

4.2 Rediseño de procesos

Por definición, los procesos de negocio consisten en las acciones o conjunto de actividades ejecutadas por una empresa con el fin de lograr sus objetivos y proporcionar un mayor valor al cliente. En un mundo de constante cambio como en el que vivimos, se hace necesario reevaluar los procesos de negocio con el fin de mejorar continuamente, buscando satisfacer las exigencias de los clientes que aumentan a través del tiempo, en aspectos de calidad y velocidad.

Como plantea Acosta (2017), los procesos de negocios son uno de los componentes más importantes en las operaciones de cualquier organización, sea esta proveedora de productos o prestadora de servicios. Adicionalmente estipula que una herramienta fundamental en la gestión de procesos de negocios es el rediseño de procesos que permite mejorar los procesos ya existentes consecuentemente brinda mayor eficiencia en la organización.

4.3 Proceso de compra y reaprovisionamiento a través de modelos de inventario

Céspedes et al. (2017) plantea que la necesidad de las empresas y productores de generar inventarios trajo como consecuencia su profundo estudio, de manera tal que se garantizara la forma más económica de mantenerlos, respondiendo a preguntas como **¿Qué cantidad de recursos se debe tener en inventario en el sistema? Y ¿Cada cuánto tiempo se deben reaprovisionar los inventarios?** Respondiendo a estas preguntas se puede lograr una mejor planificación de compra y también pueden disminuirse los costos asociados a inventario

Para este proyecto se tendrán en cuenta dos tipos de modelos que dependerán de las características de su demanda.

1. **Modelo determinístico:** Para Céspedes et al. (2017) el inventario determinístico es aquel donde la demanda es siempre conocida para un período determinado. Así mismo, Gonzalez (2020) plantea que son aquellos con demanda conocida y no tiene variaciones en el tiempo.
2. **Modelo probabilístico:** Según Gonzalez (2020), los inventarios probabilísticos son aquellos que integran fluctuaciones aleatorias de la demanda.

Los modelos más populares para ambas categorías son los siguientes:

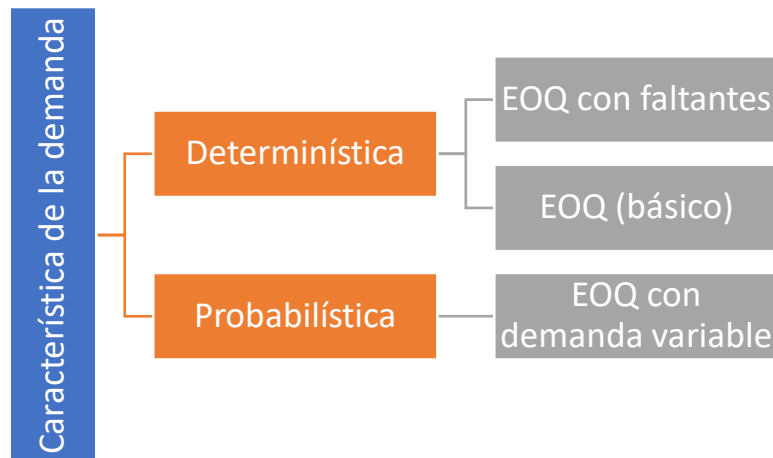


Diagrama 5: Modelos de inventario. Fuente: Elaboración propia

Donde:

EOQ con faltantes: Fórmula que toma en cuenta período en el que la demanda no podrá ser cubierta, resultando en la falta de productos disponibles.

EOQ (básico): El modelo EOQ (Cantidad Económica de Pedido) consiste en encontrar el punto en el que los costos de pedido y los costos de mantenimiento sean iguales, para así determinar el nivel de inventario y la cantidad óptimas para realizar un pedido. (Bind ERP)

El método EOQ se basa en las siguientes suposiciones (Murrugarra, Ruth):

- Horizonte infinito
- Demanda conocida, constante y uniforme (homogénea)
- Entrega inmediata y completa
- Costo de mantención basado en inventario promedio
- Costo por ordenar es constante (independiente de la cantidad pedida)
- Precio unitario es constante (no sujeto a rebajas,
- Independiente del tamaño del pedido)
- No se aceptan rupturas (no hay quiebres)

EOQ con demanda variable: Esta variante toma en cuenta la variabilidad en la demanda y modifica la cantidad óptima de pedido para adecuarse a estos cambios, posibilitando una

administración más precisa de los inventarios en escenarios donde la demanda presenta variaciones.

Alguno de los parámetros del modelo son una variable aleatoria (Murrugarra, Ruth):

- Demanda
- Plazo de entrega
- Disponibilidad de recursos
- Variables financieras: tasa de interés
- Entre otras.

5. Evaluación de la solución propuesta

Los criterios para evaluar la solución fueron definidos en conjunto con las personas del área involucrada. Se asignarán puntajes del 1 – 3 donde 1 será bajo y 3 alto para la mayoría de los criterios, menos para costos y tiempo de implementación donde funcionará al revés, mientras mayor sean, menor será el puntaje asignado.

		Solución			
		Sistema de gestión de inventario	Rediseño de procesos	Modelo de inventario	Rediseño de procesos/Modelo de inventario
Criterios	Costo de implementación	1	3	3	3
	Alineación con los objetivos	2	2	2	3
	Tiempo de implementación	1	2	2	2
	Capacidad tecnológica de la organización	1	3	3	3
	Escalabilidad	3	2	2	3
	Impacto en la cultura	3	2	2	2
Total		11	14	14	16

Puntaje Costos - Tiempo de implementación	1	2	3
	Alto	Medio	Bajo
Puntaje resto de criterios	1	2	3
	Bajo	Medio	Alto

Tabla 4: Evaluación de posibles soluciones. Fuente: Elaboración propia

La solución escogida fue la mezcla entre rediseño de procesos junto con un modelo de inventario, estas soluciones pueden cumplir un rol complementario entre sí, agregándole mayor valor a elegir alguna de ellas por sí sola. Así mismo, se encuentra relacionada a los objetivos específicos definidos.

5.1 Solución seleccionada

Rediseño de procesos

Una solución basada en un rediseño de procesos y modelo de inventario requiere de una implementación a la par, ya que el nuevo proceso servirá también para poder llevar a cabo el modelo de inventario. Se levantarán los procesos del área de abastecimiento, específicamente los de entrada y salida de materiales que son los que estarán relacionados con la base de datos del inventario. El proceso as-is (proceso actual) que está llevando actualmente Climbers no permite el control de las existencias al no tener un registro de los movimientos antes mencionados. La base de datos que tuvo abastecimiento, como se ha señalado anteriormente está desactualizada y por ende no se utiliza. Al tener levantados el as-is de los procesos de entrada y salida de material a través del método BPMN, podrá plantearse el to-be de ellos, con el apoyo de herramientas que permitan visualizar de manera simple los pasos a seguir en cada uno.

Modelo de inventario

Los modelos de inventario se aplicarán dependiendo de la característica de la demanda del elemento a evaluar. El modelo EOQ se puede aplicar cuando la demanda de un elemento sea constante a través del tiempo, en otras palabras, una demanda determinística. En caso de que la demanda no es constante, si no que variable e incierta se debe utilizar el modelo EOQ con demanda variable. De acuerdo con lo que expresa (Nahmias,2007) en su libro “Análisis de la producción y operaciones” los costos asociados al modelo EOQ son un costo fijo por pedido, costo por unidad almacenada. En concordancia con (Nahmias,2007), de esa manera también lo expresa (Cayetano,2018). Otra variable importante en el modelo es el conocimiento de la demanda total del producto, pudiendo ser diaria, semanal o mensual mientras que todas las variables se expresen en la misma unidad de tiempo (Nahmias,2007), su costo de adquisición, costo de almacenarlo y el costo fijo de orden.

A partir del mismo libro y del estudio antes mencionado se extraen las variables necesarias para utilizar el modelo EOQ, se muestran a continuación:

Variables de modelo EOQ

- P = Precio de compra de la unidad, costo unitario de producción
- Q = Cantidad de la orden
- Q^* = Cantidad óptima de pedido
- D = Cantidad anual (o de la medida de tiempo que se utilice) de la demanda
- K = Costo de preparación por pedido colocado
- h = Costo de mantener el inventario

Donde:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}} \quad (1.1)$$

Para determinar a qué si la demanda es probabilística o determinística, se usará el coeficiente de variabilidad que viene a ser el resultado entre la división de la varianza con el promedio de la muestra. Mientras menor sea el valor del coeficiente, significará que los datos son homogéneos y la demanda es determinística, en caso de que sea menor a 0,2. De lo contrario, si es mayor a 0,2, será probabilística (Mongua & Sandoval, 2009). Estas fórmulas son utilizadas también por Diaz, 2019 para determinar el comportamiento en la demanda de los elementos en estudio.

Las fórmulas son las siguientes:

Media

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} \quad (2.1)$$

Varianza

$$S^2 = \frac{\sum (X - Xi)^2}{n} \quad (2.2)$$

Coeficiente de variabilidad

$$CV = \frac{S^2}{\bar{X}^2} \quad (2.3)$$

Donde en el numerador se encuentra la varianza y en el denominador el promedio elevado al cuadrado. En base a este indicador, como se mencionó anteriormente, se determinará el comportamiento de la demanda de los productos.

Finalmente se obtiene el **punto de reorden** a través del Lead Time, que viene siendo el tiempo desde espera desde que se emite una orden de compra hasta que llega al cliente, en este caso Climbers, el producto.

$$r = LT \times D \quad (2.4)$$

Donde al estar la demanda en $\frac{\text{unidades}}{\text{mes}}$ y el LT en días, se usará la siguiente fórmula para que el resultado quede en unidades:

$$r = \frac{LT \text{ días hábiles} \times D \frac{\text{unidades}}{\text{mes}}}{4 \frac{\text{semanas}}{\text{mes}} \times 5 \frac{\text{días hábiles}}{\text{semana}}} \quad (2.5)$$

Lo que nos dirá esta variable (punto de reorden) será que, cuando haya la cantidad indicada de stock del producto, se debe realizar un nuevo pedido.

5.2 Matriz de riesgo

Para la matriz de riesgo se tomarán en cuenta 4 criterios, conversados y validados con el área involucrada.

	Improbable	Posible	Ocasional	Probable	Muy Probable
Mejora	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio
Constancia	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Cultura	Medio	Medio	Alto	Muy Alto	Muy Alto
Uso	Medio	Medio	Alto	Muy Alto	Muy Alto

Tabla 5: Matriz de riesgo. Fuente: Elaboración propia

Acciones de mitigación

1) Mejora

Si una vez implementada la solución con el rediseño de procesos y el modelo de inventario, no se produce ninguna mejora.

- Mejorar solución en base a retroalimentación

- Medición de KPIs frecuentemente para para detectar cumplimiento o incumplimiento de objetivos.

2) Constancia

Que no se ocupe frecuentemente las planillas, el nuevo proceso y que no se visualicen los datos que entregó el modelo.

- Designar responsables que supervise el cumplimiento de su uso

3) Cultura

Que el área no se adapte bien a la solución, ya sea por los cambios que se realizaron, porque están acostumbrados a trabajar de una manera, entre otras cosas.

- Dentro de las sesiones de capacitación, mostrar los beneficios de esta solución
- Generar un ambiente comunicativo para resolver dudas, preocupaciones sobre la solución

4) Uso

Que su uso no sea el correcto, ya sea en el uso de los datos arrojados por el modelo o en el control del inventario.

- Realizar capacitaciones para enseñar el uso de las herramientas
- Crear un canal u asignar encargado de apoyo para resolver dudas

6. Evaluación económica de la solución propuesta

La solución al no tener el costo directo de implementación de alguna herramienta, sus principales costos irán relacionados al costo de un practicante para la implementación. Los ahorros se medirán en base costo empresa ahorrado del encargado de bodega, al haber disminuido su tiempo en la tarea de verificación de stock.

Tasa de descuento		12% Sector de construcción						
Mes		0	1	2	3	4	5	6
Inversión Inicial		0						
Ahorro costo empresa encargado de bodega			\$ 267.168	\$ 534.336	\$ 667.920	\$ 667.920	\$ 667.920	\$ 667.920
Costo de contratación	\$ -120.000							
Costo por practicante (monitoreo de solución)		\$ -300.000	\$ -300.000	\$ -300.000	\$ -300.000	\$ -300.000	\$ -300.000	
Flujo de caja neto	\$	-120.000	-300.000	-32.832	234.336	367.920	367.920	667.920
Van	\$	476.555						
TIR		39%						

Tabla 6: Evaluación económica. Fuente: Elaboración propia

El mes 0 se tiene el costo de contratación del practicante, tomando el tiempo dedicado del encargado de reclutamiento a dicha tarea.

El mes 1 al ser de implementación no tuvo ahorros. A partir de los meses siguientes se genera un ahorro por las horas trabajo ahorradas al encargado de bodega, añadiéndole un costo por el trabajo que realizará ahora el encargado de compras para la verificación de stock por elemento. Tomando en cuenta que la solución estará implementada parcialmente los primeros dos meses, el segundo mes se tiene un ahorro del 40% y el tercer mes un ahorro del 80%. Los siguientes meses poseen un ahorro del 100%. En anexo 15 se puede ver el desglose del cálculo. Para el cálculo de los indicadores financieros se utilizó una tasa de descuento del 12% proveniente del sector de la construcción. Como se puede ver en la tabla 6, el proyecto posee una VAN y un TIR positivos, siendo rentable para la empresa el realizarlo.

7. Metodología aplicada al proyecto

La metodología por utilizar es una híbrida entre Cascada y Agile, que combina la planificación tradicional con una metodología ágil al momento de implementar, que permite mejorar la solución en base a feedback.

Como plantea (Cristaldo, 2017) la idea básica de la Metodología de Cascada es que los proyectos son relativamente simples, previsibles, lineales y con restricciones claramente definidas, para luego establecer una planificación detallada y seguir esa planificación sin muchos cambios

Por otro lado, según (Cristaldo, 2017), a la hora de implementar, la adaptabilidad es una característica clave e, inclusive, muchos autores afirman que es más importante que la previsibilidad (base del enfoque tradicional), ya que los cambios son inevitables

La planificación tradicional permitirá el seguimiento de una carta Gantt y la posibilidad de realizar cambios/mejoras una vez implementada la solución es un método que se adapta a la perfección al área que se está haciendo énfasis, donde si la implementación no cumple las expectativas desde un inicio, es necesario realizar cambios rápidos en concordancia con el movimiento que tiene el área, donde suelen trabajar con urgencia y bajo unos tiempos muy acotados. Como plantea (Frangakis, 2022), los actuales proyectos de construcción complejos y con altos niveles de cambios, requieren metodologías innovadoras enfocadas a orientar y mejorar las habilidades de los profesionales que los dirigen. Los proyectos que se realizan en Climbers son

similares en ejecución a los que se realizan en construcción, por lo que es válido referirse a ellos como proyectos de este rubro. En el mismo estudio, se validó que en el sector económico de la construcción es apropiado aplicar la metodología híbrida de dirección con un resultado de 3.903, siendo 4 “muy apropiado” y para concluir, agrega que, al estandarizar los procesos tradicionales con métodos ágiles basados en las características propias de cada proyecto, se mejoran los resultados, cumpliendo con los objetivos del proyecto y los involucrados (Frangakis, 2022).

A continuación, se pueden ver los procesos de la metodología híbrida de dirección de proyectos, planteado por (Frangakis, 2022):



Ilustración 2: Procesos de la metodología híbrida de dirección de proyectos. Fuente: Y. Frangakis

El proceso tiene un inicio tradicional, por etapas, similar a la metodología de cascada para llegar a una planificación y ejecución adaptativa estilo agile, dando finalmente un cierre del proyecto junto con las lecciones aprendidas.

El inicio del proyecto consta de 4 etapas, las que se dividirán en: investigación, estrategia, documentos requeridos y diseño de sistema.

La planificación continua y ejecución del proyecto se mantendrán de la misma manera, con su naturaleza cíclica.

Finalmente, se da un cierre del proyecto con las lecciones aprendidas. Esta etapa a pesar de su nombre, de ser requerido por el usuario se seguirá mejorando, teniendo la posibilidad de volver a la etapa de monitoreo.

Se adaptó este proceso a un modelo creado en herramienta LucidChart.

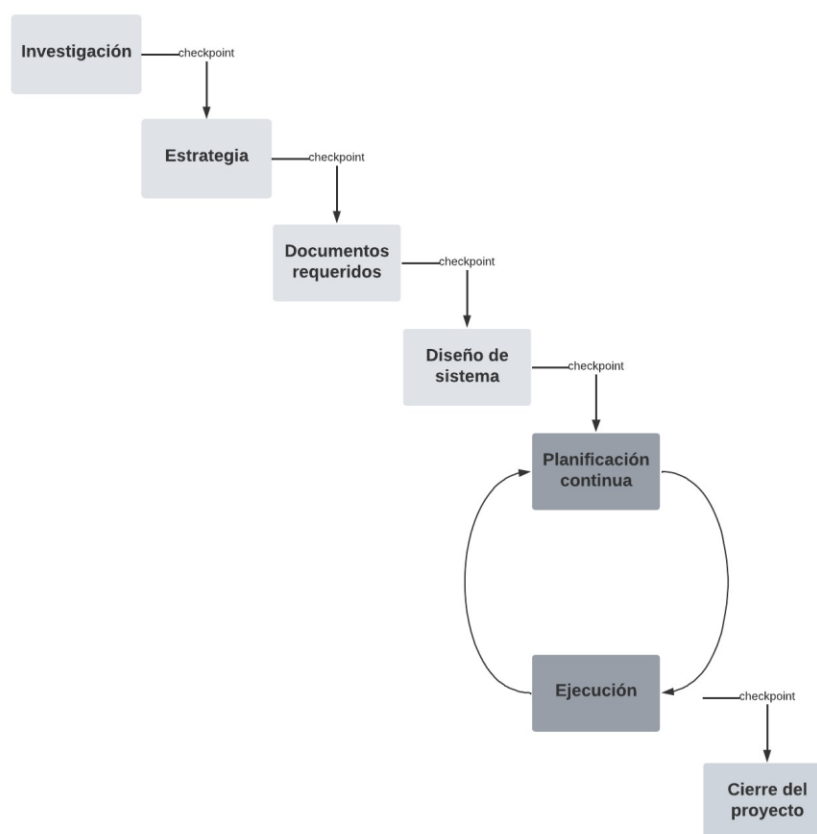


Diagrama 6: Metodología Híbrida Cascada-Lean. Fuente: Extraído desde LucidChart adaptado a metodología planteada de Frangakis

Investigar: Etapa de levantamiento de investigación identificando dolores, necesidades para así llegar a la formulación de un problema. Además de identificar el problema, esta etapa ayuda a la búsqueda de soluciones y ver cómo se ha resuelto el problema en la industria.

Estrategia: Al haber investigado sobre el problema y las soluciones que se han propuesto en la industria en la etapa anterior, en esta se genera una estrategia, como su

nombre lo dice, de cómo se va a abordar el problema, se parte la planificación y las primeras notaciones de lo que será necesario para llevar a cabo la solución

Documentos requeridos: Al haber generado la estrategia en la etapa anterior, en esta instancia se hace la recopilación de información necesaria para llevar a cabo la solución, los datos que la validarán y todo lo que sea relevante para seguir adelante con la planificación.

Diseño de sistema: En este punto, al ya tener todos los datos recopilados, se comienza el diseño de la solución para la implementación.

Planificación continua adaptativa - Ejecución: En este ciclo es cuando se lanza la solución o se realiza una primera implementación “0” de prueba para ver el comportamiento de ella, para luego realizar la implementación completa. La planificación continua adaptativa permite realizar cambios en la marcha, agregar y modificar tareas respecto a las que antes estaban estipuladas con el fin de completar la ejecución en conjunto con la retroalimentación de los usuarios y no llegar a un producto final que no sea del agrado de él.

8. Medidas de desempeño

Las medidas de desempeño que acompañarán a los objetivos específicos para evaluar el progreso serán las siguientes:

- Relacionadas a inventario

$$\frac{\text{Total inventario} - \text{Total inventario no codificado}}{\text{Total inventario}} \times 100$$

Esta ecuación arrojará el resultado del inventario que ha sido codificado del inventario, con la finalidad de disminuir la duplicidad de materiales y llevar un mejor control

$$\frac{\text{Total inventario registrado} - \text{Inventario no registrado}}{\text{Total inventario}} \times 100$$

Esta ecuación arrojará el valor del inventario que ha sido registrado digitalmente y que ayudará al área de abastecimiento a llevar un mayor control de las existencias.

Disminuir tiempo en verificación de stock

Actual:

- 4 minutos por elemento (por SKU)

Esperado:

- 30 segundos por elemento (por SKU)

Esta medida de desempeño ayudará a evaluar el tiempo en que se ha reducido la verificación de stock

- Porcentaje de periodos sin quiebre

$$\frac{\text{Número de periodos sin quiebre}}{\text{Total periodos}}$$

Esta ecuación ayudará a evaluar cuántos periodos no se ha tenido quiebre, actualmente evaluado para la categoría de EPP.

9. Desarrollo e implementación

Etapas de investigación:

Se realizan entrevistas con personas del área de abastecimiento, relaciones laborales, proyectos, finanzas, administración con el fin de conocer los procesos que realizan. La entrevista contiene las siguientes preguntas:

- ¿De qué se encarga su área? ¿Cuáles son los principales procesos que llevan?
- ¿Cuáles son las funciones que realiza dentro de su área?
- ¿Qué brechas puede identificar al realizar sus funciones?
- ¿Por qué cree que suceden?

Una vez identificadas las brechas u oportunidades de mejora, se comienza a ahondar en ellos, dando énfasis a las áreas de abastecimiento y finanzas los cuales tenían una mayor cantidad que el resto de las áreas.

Se levantan diagramas de procesos con la metodología BPMN, bases de datos que utilizan cada paso junto con las bases de datos que utiliza el área, para ver más de cerca el proceso. Se hace una investigación del estado del arte.

Etapas de estrategia:

Se genera una estrategia para abordar el problema identificado en el área de abastecimiento, una primera carta Gantt que permitirá realizar un seguimiento a las tareas a realizar. Esta carta Gantt sufrió cambios, quedando una final con relación a la metodología utilizada (Anexo 20 y 21). Además de realizar este método de planificación, semana a semana se realizaba una planificación en Excel de tareas específicas a realizar y los tiempos que tomarían. A medida que se iba realizando una tarea, se marcaba como lista y si quedaban tareas pendientes en una semana se relegaban para la siguiente. Se definió que para la solución se crearía un nuevo documento Excel, con el inventario actualizado. La forma en que se actualizaría sería a través de un código asociado a cada material, creado a partir de clasificaciones que serán creadas y validadas junto con las áreas involucradas. En este caso, Marketing, Operaciones, Abastecimiento y Vertical poseen materiales en bodega por lo que se generarán reuniones con cada uno de ellos para llegar a una clasificación final y codificación del inventario, con códigos únicos basado en abreviaciones de la categoría-familia-subfamilia-número en base a la posición de entrada de la clasificación.

Las órdenes de compra se hacen a través de un Excel llamado “Generador de OC” (Anexo 9), el cual en sus columnas tiene una llamada “código” que hasta ahora no se utilizaba. Una vez que los materiales estén codificados, las compras de cada material podrán asociarse al código del inventario y de esta forma actualizar las entradas de manera automática. Para las salidas se planea realizar el mismo planteamiento, sin embargo, las guías de despacho se realizan a través del ERP Maximise que utiliza la empresa por lo que requerirá de un mayor estudio el cómo enlazarlo a las salidas. En caso de que no se pueda, las salidas deberán ingresarse de manera manual.

Por último, se hará un modelo de inventario para los materiales críticos de EPP, más solicitados a través de los últimos tres libros 0 y para los proyectos, los que serán validados por el área de abastecimiento una vez identificados. Esta información irá en la misma planilla de inventario, en una pestaña aparte, para que los encargados de compra usen esta información al momento de comprar los elementos incluidos en esta lista

Documentos requeridos

Los datos requeridos se pudieron extraer de las etapas anteriores. En primer lugar, estaba el levantamiento de inventario ya que el que tenían en ese momento se encontraba desactualizado y no era de utilidad como base del control de inventarios a generar. También fue necesaria conocer la demanda de los últimos proyectos en cuanto al EPP, el que (Mongua & Sandoval, 2009) el tipo de material para llevar al modelo de inventario.

Tarea realizada	Descripción
Solicitud de base de datos de inventario	Se solicita base de datos de inventario al Área de abastecimiento, la que servirá como guía para crear una versión mejorada
Solicitud de demandas de los últimos proyectos	Se solicita libro 0 de los últimos tres proyectos para depurar la información y conseguir datos de los elementos de EPP críticos definidos anteriormente
Solicitud de generador de órdenes de compra	Se solicita el generador de órdenes de compra al Área de abastecimiento.
Solicitud de información general a Área de finanzas	Se solicita al Área de finanzas información general de la empresa, relacionada a los ingresos por año, los ingresos por tipo
Solicitud de información al Área digital	Se solicita al Área digital la información general de la empresa en cuanto a personal y el crecimiento que ha tenido
Calculo costos para modelo	Se calculan costos que se usarán en el modelo

Diseño de sistema

Tarea realizada	Descripción
Diseño de procesos to-be	Se solicita base de datos de inventario al Área de abastecimiento, la que servirá como guía para crear una versión mejorada
Diseño de nueva planilla de inventario	Se solicita libro 0 de los últimos tres proyectos para depurar la información y conseguir datos de los elementos de EPP críticos definidos anteriormente
Diseño de nuevas clasificaciones de inventario	Se solicita el generador de órdenes de compra al Área de abastecimiento.
Diseño de modelo	Diseño de modelo de inventario para los elementos EPP identificados

Planificación continua adaptativa – Ejecución

Para la ejecución de la solución, se realizaron diagramas de procesos de las compras y salidas de los materiales identificando el proceso que se quería mejorar, ligado directamente al inventario que estaban llevando en el área (Anexo 10). Para poder hacer una base de datos nueva del inventario que pudieran utilizar, fue necesario hacer un levantamiento manual de las tres bodegas (Anexo 11) para luego ser traspasados a un archivo Excel que sería la nueva planilla de inventario (Anexo 12). A la par, luego de reuniones con las distintas áreas relacionadas a bodega se llegó a una clasificación final y generación del código (Anexo 13 y 14). Se enlazaron los códigos del inventario al de las órdenes de compra para que se actualizarán automáticamente. Las salidas de inventario se están ingresando manual actualmente ya que las guías de despacho de los materiales se realizan en un ERP, de donde se descarga un documento en formato pdf. El nuevo proceso de entrada y salida se pueden ver en (Anexo 21). Se calcula y añade el modelo a una pestaña del archivo de inventario, para que los encargados de compras lo utilicen al momento de adquirir esos elementos comprando los lotes óptimos, cuyos cálculos se pueden ver en el (Anexo 16, 17, 18). Una vez realizado lo anterior, se hizo una puesta en marcha de y capacitación de la planilla y modelo implementado.

En base a feedback se realizaron cambios a los costos de ordenar y de almacenamiento calculados, agregándose a los costos de ordenar costos de transporte asociados y ligados al tiempo que dedica el encargado de bodega más precisos. Así mismo, en base al feedback entregado por el área se realizaron nuevos cálculos de los costos de almacenamiento, los que en primer lugar fueron calculados a partir del 20% del costo del material a ser calculados en base a los metros cúbicos que ocupan. Para esto fue necesario realizar visitas a bodega para medir las cajas en los que son guardados los EPP, el espacio dedicado en la bodega para el guardado de este tipo de material y la cantidad de unidades o pares (dependiendo del producto) que caben en cada caja. El cálculo anterior otorgó un costo de almacenamiento que fue aprobado por parte del área.

A la planilla de inventario se le agregó una nueva pestaña donde están los materiales que se utilizaron del modelo se puede visualizar de manera mas rápida el estado de los EPP, en cuales se está cumpliendo con la cantidad adecuada de stock, en cuales hay que tener precaución del stock que está quedando y en los que el stock es crítico. Esta visualización se puede ver en el Anexo 22.

Luego de los últimos cambios realizados al modelo se mantuvo el monitoreo de la solución para identificar posibles fallos que estuviesen ocurriendo en el proceso y mejoras que se pudiesen hacer.

10. Resultados

Se logra poblar gran parte del inventario luego del levantamiento, **aumentando desde un 56% a un 78% la base de datos**. No cumpliéndose el objetivo esperado de aumentarlo a un 90%.

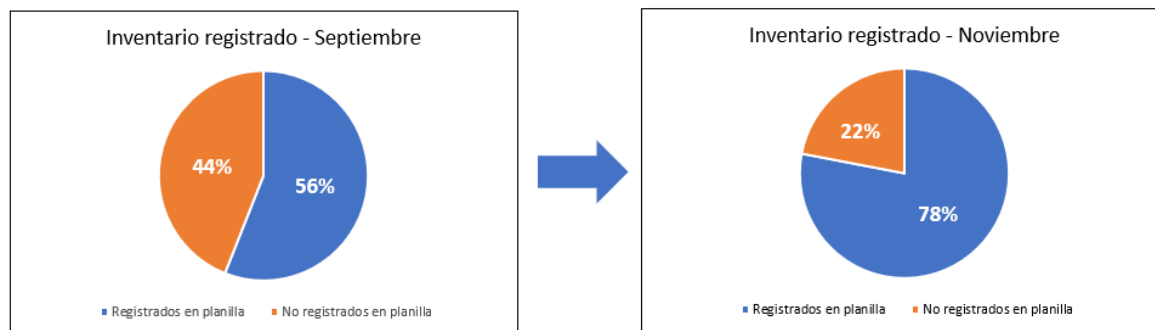
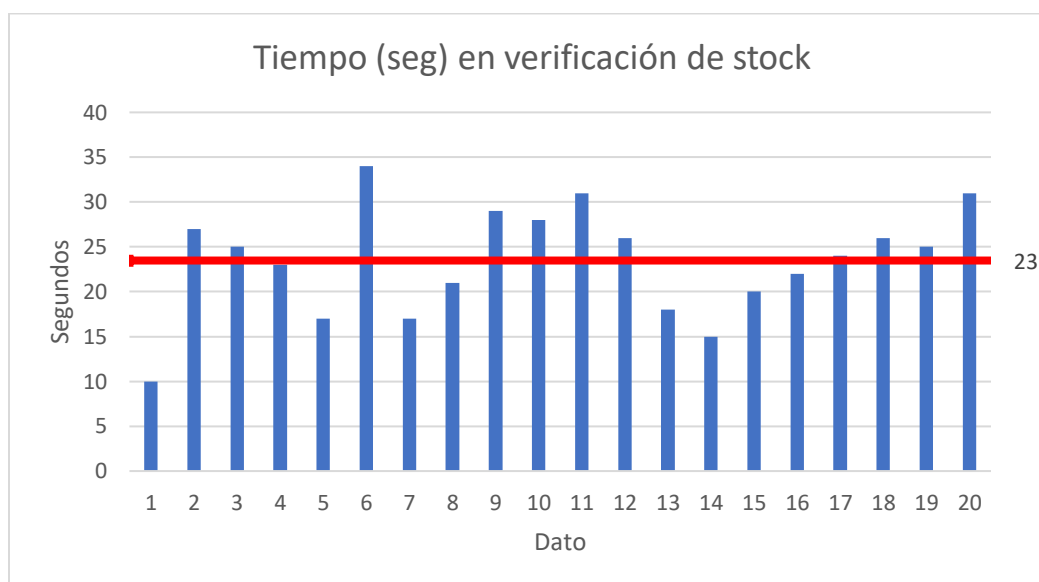


Gráfico 7: Aumento de % inventario. Fuente: Elaboración propia

A pesar de que no haya podido completarse este objetivo específico, el archivo que se creó para llevar el inventario si está siendo utilizado al estar conectado con las entradas y donde las salidas se están ingresando manualmente. Se espera que se siga poblando por parte del área encargada para poder llegar al 100% registrado.

Así mismo, el inventario que se encuentra en el archivo **está codificado al 100%**, cumpliendo parcialmente con el objetivo específico ya que al no encontrarse todo el inventario que hay en bodegas en la planilla, no se puede asegurar que esté todo el inventario codificado.

Al estar utilizando el inventario para la verificación de stock, **se redujo el tiempo de verificación de materiales** a aproximadamente 23 segundos por elemento, cumpliéndose el objetivo específico de la reducción del tiempo de verificación por elemento, pasando de 4,2 minutos a 0,4 minutos para los materiales que se encontraban en el archivo de inventario. Estos tiempos fueron cronometrados en verificaciones de stock que hacían los encargados de compra.



Con respecto al objetivo específico de disminuir el número de periodos sin quiebre **no se ha logrado**, actualmente cada semana se sigue teniendo quiebre en al menos un artículo solicitado, teniendo un 100% de periodos con quiebre relacionado a solicitudes de materiales. Sin embargo, se logró aumentar el nivel de servicio de un 60% a un 70% medido en un periodo de un mes.

11. Conclusiones y recomendaciones

Al finalizar este proyecto, podemos indicar la relevancia de la gestión de Inventario y compras en las Empresas. El ahorro de tiempo y costos son importantes.

Las empresas con crecimiento exponencial tienden a que sus procesos administrativos se vuelvan más complejos y deben ser gestionados de una nueva forma, en el caso de la Empresa Climbers, realizar una mejor gestión de inventarios y compras genero ahorro de tiempos y compras más exitosas.

El área de abastecimiento se encontraba trabajando de una manera que, si bien no ha afectado al crecimiento de Climbers, mientras siga creciendo la empresa, más difícil será cumplir con los requerimientos que vaya teniendo la empresa.

Con respecto al cumplimiento de los objetivos propuestos en este proyecto, podemos señalar que se cumplieron dos objetivos específicos, los que han ayudado al área a llevar un mayor control de las existencias y depender menos de la disponibilidad de los encargados de bodega para realizar compras. No se cumplió el objetivo específico de aumentar la base de datos del inventario, para llegar idealmente al 90% del total de bodega registrado. Esto pudo deberse a la cantidad de tiempo disponible para realizar el levantamiento. El conteo se hizo en días de poco movimiento ya que se hizo imposible cerrar por completo la bodega un día debido al constante movimiento de entradas y salidas. El último objetivo específico de períodos sin quiebre no pudo cumplirse ya que hay factores externos a abastecimiento que no permiten que puedan controlar completamente esta situación como pedidos con poca anticipación, no se es específico en algunas solicitudes, provocando que se hagan compras erróneas.

Finalmente, el Objetivo General de este proyecto de aumentar el nivel de servicio del área de abastecimiento, actualmente en 60%, a un 80% en un plazo de tres meses, no fue alcanzado, el nivel de servicio del área de abastecimiento mejoro a un 70%. Queda como desafío el poder ir mejorando las herramientas de gestión entregadas que permita alcanzar un mejor nivel de servicios del área de abastecimiento.

11.1 Recomendaciones a la empresa

Las recomendaciones para el área son el seguir poblando la base de datos de inventario, mantenerla actualizada y definir conteos periódicos. Trabajar en conjunto con el Área digital de la empresa para conectar las salidas a través de las guías de despacho con el archivo donde se está llevando el inventario. Aplicar el modelo al resto de materiales, herramientas y a las categorías que estimen necesaria. En el caso de este proyecto se utilizó en materiales que tenían una demanda constante y determinística, pero para las demandas probabilísticas se puede utilizar un EOQ con demanda variable el que entregará, además del lote óptimo y el punto de reorden, el stock de seguridad que deben mantener.

Como recomendación final del proyecto, es la implementación de una herramienta que pueda integrar los procesos de abastecimiento y que se pueda llevar trazabilidad de ellos de manera fácil, como un ERP u otra herramienta de gestión. La implementación de una herramienta que pueda otorgar eficiencia a procesos que puedan estar llevando de solicitudes, inventario, compras y salidas, ya que actualmente se está llevando en bases de datos distintas, dificultando el cruce de información y el control de ellas. Lo anterior no solo sucede en el caso del área de abastecimiento, sino que también a otras áreas como finanzas las que en ocasiones demoran en los pagos a proveedores por no saber al detalle el estado de los pagos de las compras que hacen los encargados de adquisiciones.

11.2 Discusiones

El proyecto pudo darle forma a dolores y problemas que se estaban generando en el área, ayudando a que se dieran los primeros pasos para una futura digitalización con herramientas que les permitan realizar sus funciones de manera controlada, siendo necesario generar ese orden en este punto de crecimiento y evitar posibles catástrofes cuando la empresa haya crecido más allá de lo controlable.

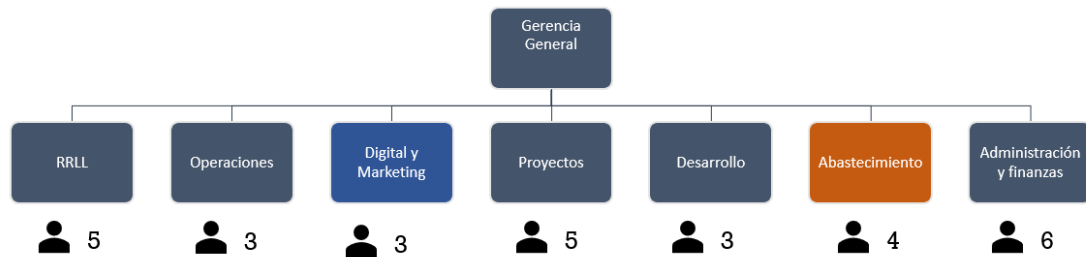
12. Bibliografía

1. Acosta, V. (2017). *UNA METODOLOGÍA DE REDISEÑO DE PROCESOS DE NEGOCIOS BASADA EN LA TEORÍA DE LA ESTRUCTURACIÓN DE LAS ORGANIZACIONES*. Universidad de Chile, Facultad Economía y Negocios, Santiago de Chile. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/147564/Acosta%20Carpio%20Vanessa.pdf>
2. Bind ERP. (s.f.). *Definición de: Modelo EOQ*. México. Obtenido de Bind ERP: [https://bind.com.mx/glosario/glosario-inventarios-economic-order-quantity#:~:text=El%20modelo%20EOQ%20\(Cantidad%20Económica,óptimas%20para%20realizar%20un%20pedido.](https://bind.com.mx/glosario/glosario-inventarios-economic-order-quantity#:~:text=El%20modelo%20EOQ%20(Cantidad%20Económica,óptimas%20para%20realizar%20un%20pedido.)
3. Carreño Dueñas, D. A. (2019). *Diseño de un sistema para la gestión de inventarios de las pymes en el sector alimentario*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de Industrial Data Revista de Investigación: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81661270007>
4. Cayetano, O. (2018). *Propuesta de mejora del proceso logístico de una empresa constructora*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624562/CAYETANO_LL_O.pdf?sequence=1&isAllowed=y
5. Cedeño, L., Lujo, Z., Batista, C., & Partido, A. (2017). *SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE INVENTARIO EN LA EMPRESA*. Universidad de Las Tunas, Cuba. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7107433>
6. Céspedes, N., Paz, J., Jimenez, F., Pérez, L., & Pérez, Y. (2017). *LA ADMINISTRACIÓN DE LOS INVENTARIOS EN EL MARCO DE LA ADMINISTRACIÓN FINANCIERA A CORTO PLAZO*. Revista Redipe. Obtenido de <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/272>
7. Conexión Esan. (21 de Marzo de 2017). *Portal de negocios de ESAN Graduate School of Business*. Obtenido de Conexión Esan: <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/las-funciones-de-la-gestion-de-compras>
8. Contreras, A. A. (2018). *Gestión de políticas de inventario en el almacenamiento de materiales de acero para la construcción*. Universidad del Bío-Bío. Revista Ingeniería Industrial. Obtenido de <https://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/3767>
9. Cristaldo, I. P. (2017). *UNA PROPUESTA APLICADA PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS TICS EN EL SECTOR PÚBLICO*. Santa Fe, Argentina.
10. Delgado, D., & L. A. (2019). *Propuesta de mejora en la gestión de abastecimiento y comercialización de la empresa Leaders in Import S.A.C.* Lima. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625501/DávilaD_L.pdf?sequence=4&isAllowed=y

11. Díaz, C. (2017). *PROPUESTA DE MEJORA A LA GESTIÓN DE ABASTECIMIENTO PARA LA EMPRESA ÁNCORA CHILE S.A.* Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2017/bpmfcid542p/doc/bpmfcid542p.pdf>
12. Frangakis, Y. (2022). *Metodología híbrida de dirección de proyectos aplicada a la industria de la construcción.* Universidad Internacional Iberoamericana. |. Obtenido de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/3746>
13. González, A. (2020). *Un modelo de gestión de inventarios basado en estrategia competitiva.* Arica: Ingeniare. Revista chilena de ingeniería. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052020000100133&lng=en&nrm=iso
14. LucidChart. (s.f.). Obtenido de Lucid Chart: <https://www.lucidchart.com/blog/es/hibrido-metodologia-agile-waterfall-para-tu-equipo>
15. Mongua, P., & Sandoval, H. (2009). *PROPUESTA DE UN MODELO DE INVENTARIO PARA LA MEJORA DE CICLO LOGÍSTICO DE UNA DISTRIBUIDORA DE CONFITES UBICADA EN LA CIUDAD DE BARCELONA, ESTADO ANZOÁTEGUI.* Universidad de Oriente, Puerto La Cruz, Venezuela. Obtenido de <http://ri2.bib.udo.edu.ve/handle/123456789/4214>
16. Murrugarra, R. (s.f.). *INVENTARIOS DETERMINISTAS.* Universidad Adolfo Ibañez, Gestión de operaciones, Departamento de Ingeniería, Santiago de Chile.
17. Nahmias, S. (s.f.). *Análisis de la producción y las operaciones.* McGraw-Hill Interamericana.
18. Romero, S., Selena, S., & Pacheco, A. (2021). *La Gestión de inventarios en las PYMES del sector de la construcción.* Ecuador: Polo del Conocimiento. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8094509>
19. Veloz-Navarrete, C., & Parada-Gutiérrez, O. (2017). *Métodos para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones en la gestión de inventarios.* Universidad Estatal de Milagro. Ecuador: Revista Ciencia Unemi. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=582661263003>

13. Anexos

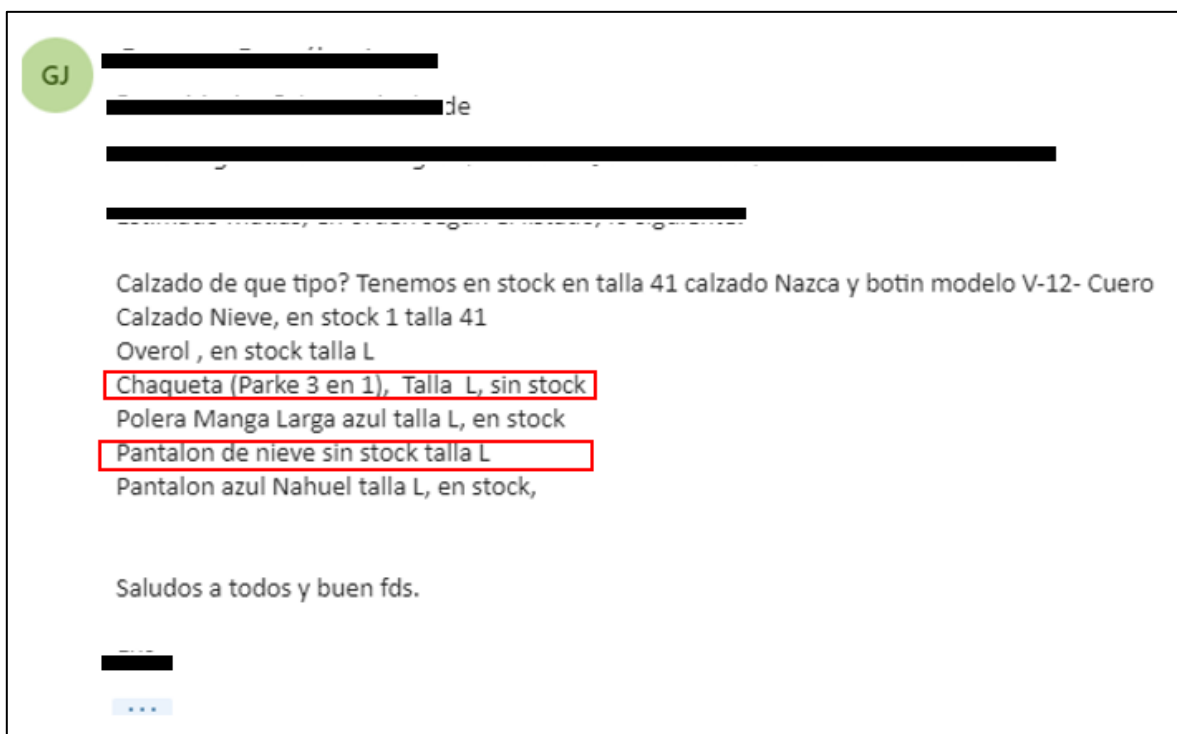
Anexo 1: Organigrama Climbers



- 87 trabajadores (29 en oficina y 58 en obra)

[illegible]

Anexo 3: Correo de encargado de bodega informando su verificación de stock



Anexo 4: Libro 0 de Proyecto Micropilotes BHP Escondida

ALICATE DE PUNTA							
A	B	C	D	E	F	G	H
CODIGO PROYECTO	Microplotes BHP Escondida				Porcentaje de Abastecimiento		# DIV 0
					Porcentaje de Envío		# DIV 0
					Porcentaje Pendiente		# DIV 0
FECHA	CONTEC	MATERIAL	PRDI	FECHA DE ENVÍO SOLICITADA	CANTIDA	UNIDAD DE MEDIDA	COMENTARIOS
20/09/2023	2	Alargadores(zapattilla) 5 enchufes con interruptor de corte.	A	29/09/2023			
20/09/2023	2	Alcohol Gel Envase 1 Ltrs 70%	A	29/09/2023			
20/09/2023	1	ALICATE CORTANTE	A	29/09/2023			
20/09/2023	1	ALICATE DE PUNTA	A	29/09/2023			
20/09/2023	2	ALICATE UNIVERSAL	A	29/09/2023			
20/09/2023	4	ANTIPARRAS CUBRE LENTES OPTICOS CLAROS	A	29/09/2023			
20/09/2023	4	ANTIPARRAS CUBRE LENTES OPTICOS OSCUROS	A	29/09/2023			
20/09/2023	6	ARCHIVADORES TAMAÑO CARTA	B	29/09/2023			
20/09/2023	1	BANDEJA ANTIDERRAME	A	29/09/2023			
20/09/2023	2	BARRA COOPERWELLD 5/8	A	29/09/2023			
20/09/2023	20	BASTONES RETRACTILES(SEGREGACION)	A	29/09/2023			
20/09/2023	2	BASURERO OFICINA	B	29/09/2023			
20/09/2023	2	BIDON 10 Lts	B	29/09/2023			
20/09/2023	20	BLOQUEADOR SOLAR PERSONAL	A	29/09/2023			
20/09/2023	2	BOLSAS DE AZUCAR	B	29/09/2023			
20/09/2023	30	BOLSAS DE BASURA 110X150	A	29/09/2023			
20/09/2023	2	BOLSAS DE PAÑOS	A	29/09/2023			
20/09/2023	1	BORRADOR PIZARRA	B	29/09/2023			
20/09/2023	1	BOTQUIN TRAUMA	A	29/09/2023			
20/09/2023	2	Brocas 10mm Fierro HSS	A	29/09/2023			
20/09/2023	2	Brocas 10mm X6" cemento SDS PLUS	A	29/09/2023			
20/09/2023	2	Brocas 8mm Fierro HSS	A	29/09/2023			

Anexo 5: Interfaz Aplicación

Todo	
Instalación Sistema Limpiachadas - Rodó	0.00%
Oficina Central	97.44%
Retiro Muro Cortina - Bocacielos	100.00%
Sostenimiento canal Abanico - Ferrara	13.33%
Sostenimiento y Estabilización Ladera Bocatoma Hornitos - Colbún	100.00%
Tubería	94.58%

Anexo 6: Respuesta a verificación de stock de solicitudes por correo

Número	Correo	Envío Hora	Respuesta Hora	Elementos	Categoría	Envío - Respuesta Hora	Minutos	Minutos totales	Horas totales	Horas totales/Elementos
1	EPP Andamio - Solicitud	15:08	17:02	7	EPP	1:54	1	54	114	1,90
2	EPP - Ferrara	9:22	15:11	6	EPP	5:49	5	49	349	5,82
3	Asignación parcas cuadrilla estructural	11:19	15:23	6	EPP	4:04	4	4	244	4,07
4	Nomina con Tallas Personal Proy-Ferrara	10:59	15:11	5	EPP	4:12	4	12	252	4,20
5	Validacion EPP - Urgente	12:54	16:18	13	EPP	3:24	3	24	204	3,40
6	Estatus de elementos solicitados y nuevos, Cintas calefactoras LB	12:34	13:57	18	Herramientas	1:23	1	23	83	1,38
7	Solicitud de materiales Antuco	12:03	14:03	20	EPP/Herramientas/Insumos	2:00	2	0	120	2,00
8	Revisión disponibilidad en stock	9:17	14:05	4	Insumos/Materiales	4:48	4	48	288	4,80
9	Validacion stock	17:04	17:25	12	EPP/Herramientas	0:21	0	21	21	0,35
10	Disponibilidad test de drogas	14:36	14:56	1	Insumo	0:20	0	20	20	0,33
Promedio									3,1	0,5

Anexo 7: Respuesta a verificación de stock de solicitudes por “Libro 0”

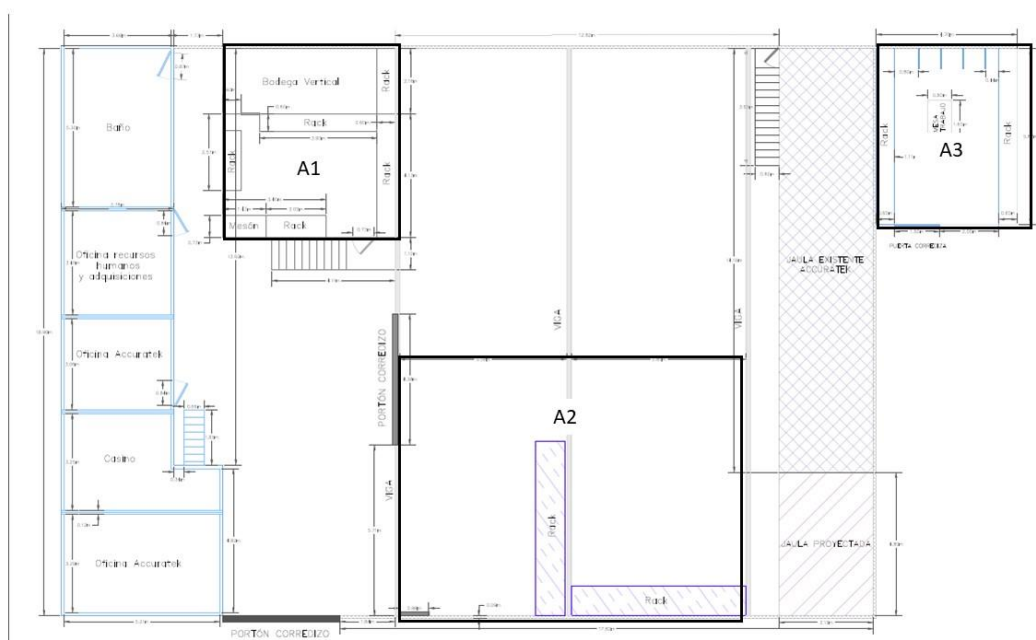
Libro 0	Hora	Hora	Elementos	Categoría	Vio - Respu	Hora	Minutos	Minutos totales	Horas totales	Horas totales/Elementos
Colbún	10:07	15:25	7	EPP	5:18	1	54	114	1,90	0,3
BHP Escondida	9:22	15:11	6	EPP	5:49	5	49	349	5,82	1,0

Colbún				Hora	Minutos	Minutos totales	Horas totales	Horas totales/Elementos
21-sept	10:07	18:00	7:53	7	53	473	7,9	
22-sept	9:00	15:25	6:25	6	25	385	6,4	
						Suma	14,3	0,04


BHP Escondida				Hora	Minutos	Minutos totales	Horas totales	Horas totales/Elementos
25-sept	9:22	18:00	8:38	8	38	518	8,6	
26-sept	9:00	18:00	9:00	9	0	540	9,0	
27-sept	9:00	15:11	6:11	6	11	371	6,2	
						Suma	23,8	0,12

Prom horas	19,1
Prom elementos	266
Horas/Elementos	0,07

Anexo 8: Plano de bodega Climbers



Anexo 9: Generador de órdenes de compra



CLIMBERS SpA
 76.438.121-1
Casa Matriz
 Av. Apoquindo 6410, oficina 605, Las Condes, Santiago.
Oficinas
 Palacio Riesco 4201-A, Piso 2, Ciudad Empresarial - Huechuraba
 Fonos: +56 2 22614748

CREAR
OC

Proveedor	
Rut	
Dirección	
Teléfono	
Contacto	
Email	
Método de pago	
Moneda	
Fecha entrega	
Solicitud	
Cotización	
Tipo	

FECHA	N° OC	PROYECTO	
29-11-2023	40783	P-00001	TUBERIA-2

Item	Código	Descripción	U/M	Cant.	Costo Unit.	IVA	Total	ID SEGUIMIENTO
1						\$	-	
2						\$	-	
3						\$	-	
4						\$	-	
5						\$	-	

OBSERVACIÓN
STOCK PANTALONES NAHUEL TODAS LAS TALLAS DESDE LA M

IMPORTANTE: 1.- En la factura se debe indicar el Número de esta Orden de Compra

2.- En la factura se debe indicar el Número de la(s) Guía(a) de Despacho

3.- Deberá respetarse el precio y la cantidad indicada

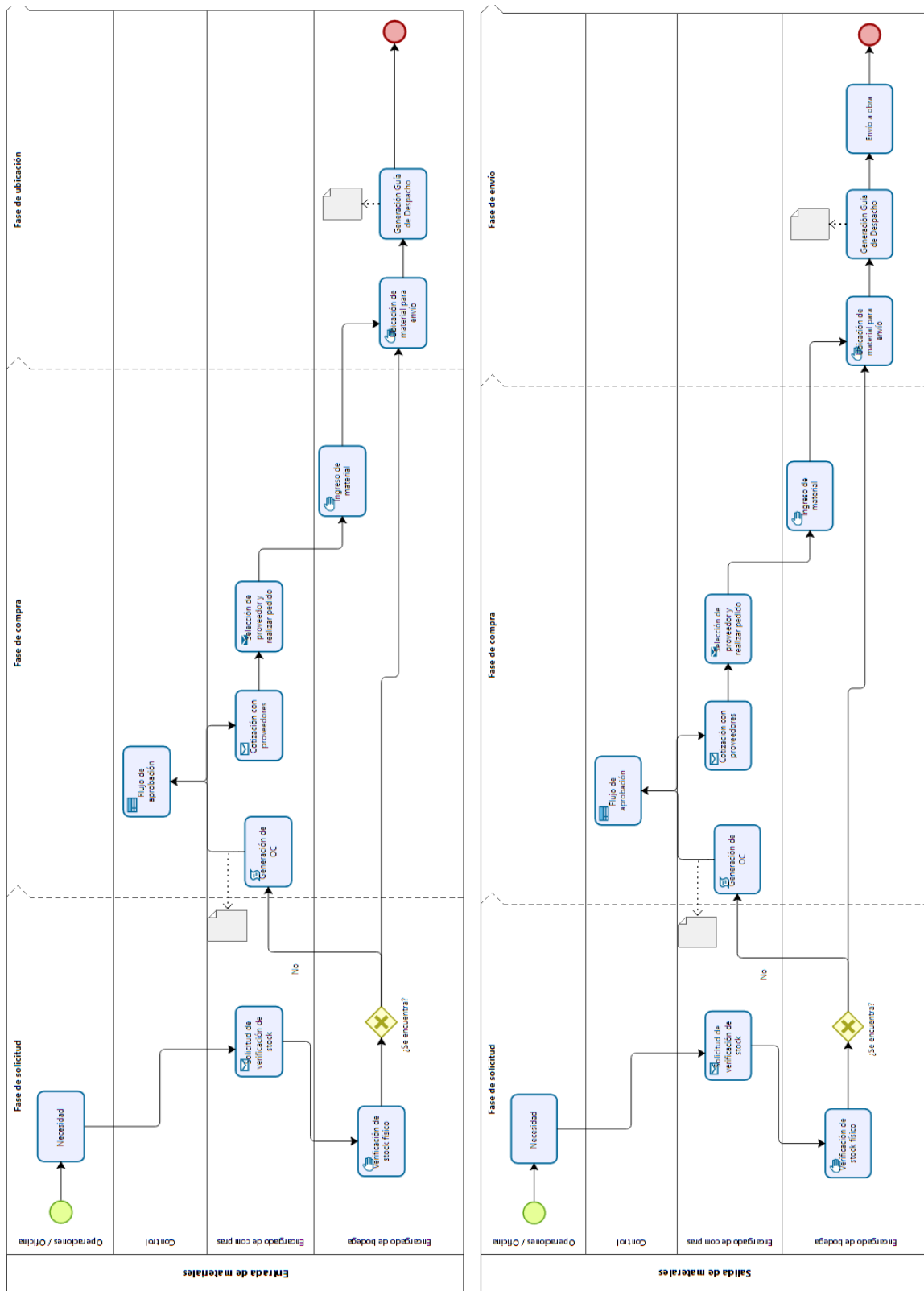
4.- IMPORTANTE: sólo se recibirán facturas electrónicas en la casilla de intercambio oficial definida en SII climbers_recepciondte@easgdtc.cl

5.- Todas las órdenes de compras superiores a 10 millones deberán ser confirmada su recepción por parte del Proveedor.

6.- La Guía de Despacho SII Se debe tener presente en la Orden de Compra

VALOR NETO	\$	-
Desuento	\$	-
SUBTOTAL	\$	-
IVA	\$	-
Total	\$	-

Anexo 10: Modelo BPMN de entrada y salida de materiales

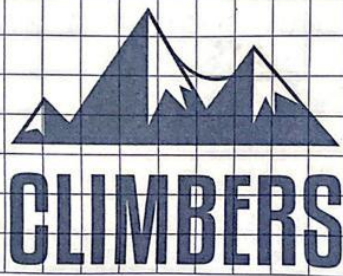


Anexo 11: Levantamiento manual bodegas Climbers



||

"	"	"	Y26	20
Bronce	piston	nuevo		10
Valvula	de agua	YT29		5
Pasador	valvula	aire		10
Resorte	valvula	piston YT27		10
Rifles	Y26			5
Sogas	Goma			4
Cajon	repuados	varios		1
Piston	YT27	Y26		2
Piston	YT27			17
Palos	usados			20
Bidon	20 lts			2
Discos	15 kg			23
Cajon	coplas	R48		1
"	"	R32		1
"	Clip	cable acero		1
Bit	acero	51 mm R32		60 + 40
Cajon	clip	malla de titan		1
Bit	acero	73 mm R32		20
Compresor	chico			1
Pala	nieve			4
Pala	punta largo			10
Pala	punta cuadrada			2
Maza	6 lb			3
Maza	bronce 12 lb			1
Maza	acero 12 lb			2
Maza	acero 18 lb			2
Piqueta				4
Tecla	palanca			4
Osciladora				1
Muelle	42'			1
Truque	completo	haceros integrales		1
Perno	ojo	1,2 m		5
Perno	ojo	1,2 m		10



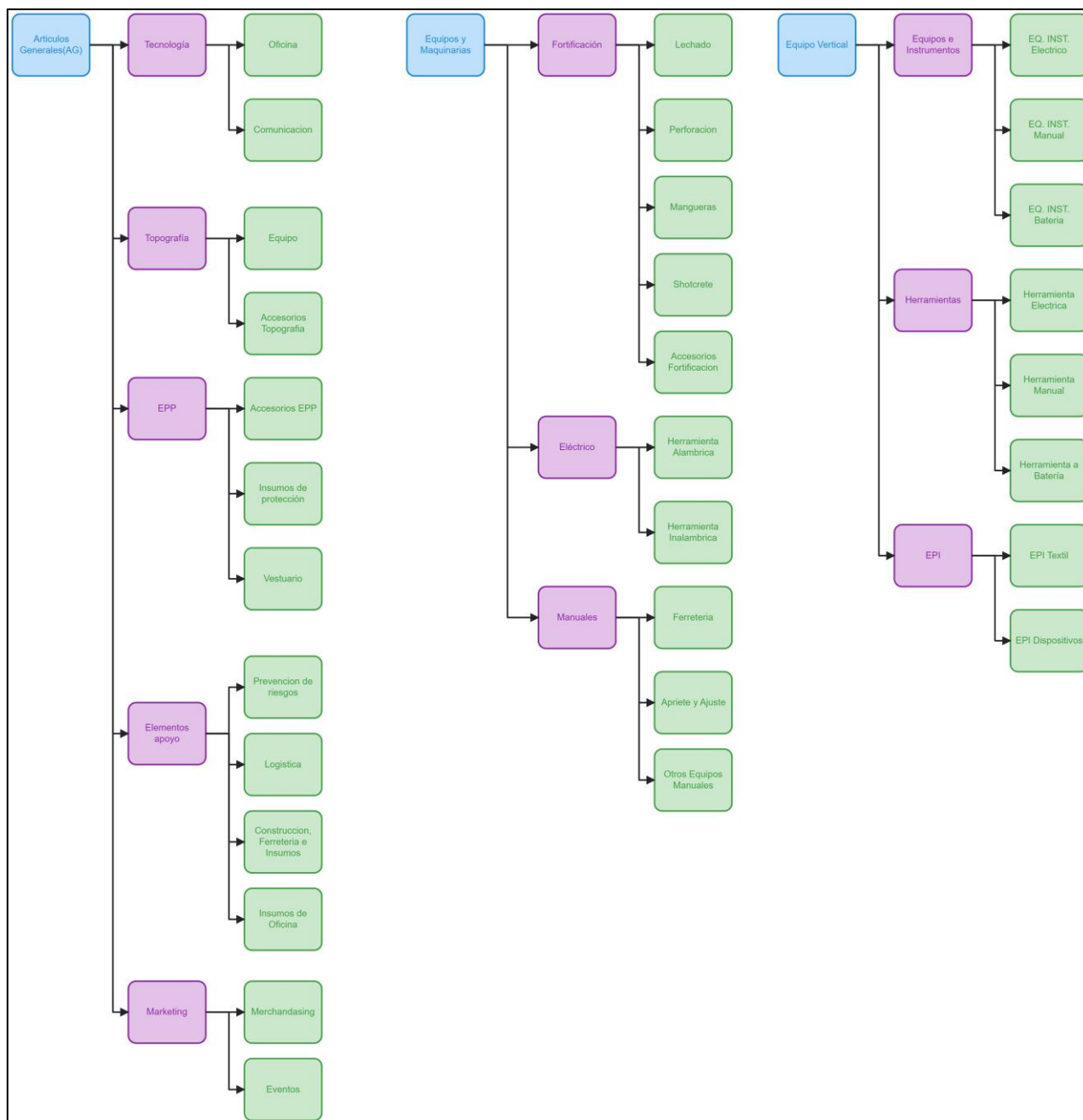
Anexo 12: Nuevo inventario en planilla Excel

EXISTENCIA BODEGA							
Código	Descripción	Talla	Cantidad	Categoría	Familia	Subfamilia	Bodega
EMFORACF1	Abrazadora 1"	N/D	45	Equipos y Maquinarias	Fortificación	Accesorios Fortificación	A3
EMFORACF2	Abrazadora 2"	N/D	13	Equipos y Maquinarias	Fortificación	Accesorios Fortificación	A3
EMFORACF3	Acuñadora	N/D	3	Equipos y Maquinarias	Fortificación	Accesorios Fortificación	A3
AGEPPINP1	Alcohol gel 1lt	N/D	8	Artículos Generales	EPP	Insumos de protección	A1
AGEPPAEP1	Balacava	N/D	37	Artículos Generales	EPP	Accesorios EPP	A1
AGEAPCF11	Balde alambre enfierradura	N/D	3	Artículos Generales	Elementos apoyo	Construcción, Ferreteria e Insumos	A3
AGEPPAEP2	Bandana amarilla	N/D	11	Artículos Generales	EPP	Accesorios EPP	A1
AGEPPAEP3	Bandana gris	N/D	25	Artículos Generales	EPP	Accesorios EPP	A1
AGEPPAEP4	Bandana negra	N/D	57	Artículos Generales	EPP	Accesorios EPP	A1
AGEAPCF12	Basurero azul	N/D	1	Artículos Generales	Elementos apoyo	Construcción, Ferreteria e Insumos	A2
AGEAPCF13	BASURERO 240 LT VERDE	N/D	2	Artículos Generales	Elementos apoyo	Construcción, Ferreteria e Insumos	A2
AGEAPCF14	Betonera eléctrica 200lts	N/D	2	Artículos Generales	Elementos apoyo	Construcción, Ferreteria e Insumos	A2
AGEAPCF15	Bidon 20lts	N/D	7	Artículos Generales	Elementos apoyo	Construcción, Ferreteria e Insumos	A3
AGEAPCF16	Bidones	N/D	6	Artículos Generales	Elementos apoyo	Construcción, Ferreteria e Insumos	A3
AGEAPCF17	Bidones refrigerantes	N/D	2	Artículos Generales	Elementos apoyo	Construcción, Ferreteria e Insumos	A3
EMFORACF4	Bit Acero 51mm R32	N/D	100	Equipos y Maquinarias	Fortificación	Accesorios Fortificación	A3
EMFORACF5	Bit acero 73mm R32	N/D	30	Equipos y Maquinarias	Fortificación	Accesorios Fortificación	A3
EMFORACF6	Bit R48	N/D	34	Equipos y Maquinarias	Fortificación	Accesorios Fortificación	A3
EMFORACF7	Bits R32 51mm 2"	N/D	30	Equipos y Maquinarias	Fortificación	Accesorios Fortificación	A3
EMFORACF8	Bits R32 55mm 3"	N/D	25	Equipos y Maquinarias	Fortificación	Accesorios Fortificación	A3
AGEAPCF18	Bits varios	N/D	1	Artículos Generales	Elementos apoyo	Construcción, Ferreteria e Insumos	A3
AGMARMER1	Bolsa azul chica	N/D	34	Artículos Generales	Marketing	Merchandising	A1
EMFORACF9	Bolsa Chicago Espiga	N/D	2	Equipos y Maquinarias	Fortificación	Accesorios Fortificación	A3
EMFORACF10	Bolsa Chicago He	N/D	2	Equipos y Maquinarias	Fortificación	Accesorios Fortificación	A3
EMFORACF11	Bolsa Chicago Hi	N/D	2	Equipos y Maquinarias	Fortificación	Accesorios Fortificación	A3
AGMARMER2	Bolsa genero azul	N/D	11	Artículos Generales	Marketing	Merchandising	A1
AGEPPINP2	Bolsa Guantes Latex	N/D	1	Artículos Generales	EPP	Insumos de protección	A1
EMFORACF12	Bolsa Kit Antiderrame	N/D	1	Equipos y Maquinarias	Fortificación	Accesorios Fortificación	A3

Almacenes	Detalle
A1	Bodega segundo piso
A2	Bodega principal primer piso
A3	Bodega exterior para el almacenamiento de herramientas
A4	Bodega Vertical



Anexo 13: Clasificaciones materiales final



Anexo 14: Códigos en base a la clasificación

Categoría	Código	Familia	Código	Subfamilia	Código
Articulos Generales	AG	Tecnologia	TEC	Oficina	OFI
Equipos y Maquinarias	EM	Topografia	TOP	Comunicación	COM
Equipo Vertical	EV	EPP	EPP	Equipo	EQP
		Elementos apoyo	EAP	Accesorios Topografia	ACT
		Marketing	MAR	Accesorios EPP	AEPP
		Fortificacion	FOR	Insumos de Proteccion	INP
		Electrico	ELE	Vestuario	VES
		Manuales	MAN	Prevencion de Riesgos	PRE
		Equipos e Instrumentos	EI	Logistica	LOG
		Herramientas	HER	Construccion, Ferreteria e Insumos	CFI
		EPI	EPI	Insumos de oficina	INO
				Merchandasing	MER
				Eventos	EVE
				Lechado	LCH
				Perforacion	PER
				Mangueras	MGS
				Shotcrete	SHO
				Accesorios Fortificacion	ACF
				Herramienta Alambrica	HEA
				Herramienta Inalambrica	HEI
				Ferreteria	FER
				Apriete y Ajuste	AAE
				Otros Equipos Manuales	OEM
				EQ. INST. Electrico	EIE
				EQ. INST. Manual	EIM
				EQ. INST. Bateria	EIB
				Herramienta Electrica	HEE
				Herramienta Manual	HEM
				Herramienta a Bateria	HEB
				EPI Textil	EPT
				EPI Dispositivos	EPD

Anexo 15: Evaluación económica

Mes	Cantidad OC	
jul	224	
ago	432	
sept	500	
oct	757	
nov	265	
Promedio OC por mes	435,6	
*Cada OC tiene en promedio 3 elementos		

Actual			Actual	
Descripción	Minutos	Horas	Cantidad de elementos a revisar en promedio por mes	1306,8
Promedio verificación de stock elemento/hora Libro 0	4,2	0,07	Cantidad de horas en verificación de stock por mes	91,476
Promedio verificación de stock elemento/hora Aplicación	30	0,5	Cantidad días hábiles en verificar stock al mes	10
*Se usará el tiempo de verificación del libro 0				

Esperado			Esperado	
Descripción	Segundos		Cantidad de elementos a revisar en promedio por mes	1306,8
Promedio verificación de stock por elemento	30		Cantidad de horas en verificación de stock por mes	10,89
*Equivale a			Cantidad días hábiles en verificar stock al mes (9 horas hábiles por día)	1
	Minutos	Horas		
	0,5	0,008		

Sueldo liquido aprox encargado de bodega	\$	800.000	Costo de empresa actual en verificar stock al mes encargado de bodega	\$	813.120
Costo de empresa de encargado de bodega	\$	1.600.000			
Sueldo liquido encargado de compras	\$	1.200.000	Costo de empresa esperado en verificar stock al mes encargado de compras	\$	145.200
Costo de empresa de encargado de compras	\$	2.400.000			
Costo de empresa encargado de compras por día habil (20 al mes)	\$	120.000			
Costo de empresa encargado de bodega por día hábil (20 al mes)	\$	80.000	Ahorro mensual	\$	667.920

	Sueldo liquido mensual aprox	Sueldo liquido diario	Costo empresa diario
Encargada de reclutamiento	\$ 1.200.000	\$ 60.000	\$ 120.000
	Horas mensuales en reclutamiento	Costo de reclutamiento	
	9	\$ 120.000	

Anexo 16: Costos para EOQ

Costo de personal dedicado a realizar órdenes

Encargado	Sueldo	Tiempo mensual	Costo
Encargado de adquisiciones (JS)	\$ 1.200.000	70%	\$ 840.000
Encargado de adquisiciones (AB)	\$ 1.200.000	40%	\$ 480.000

Costo de transporte

Categoría	Costo mensual	% usado en costo de ordenar	Costo
Combustible	\$ 200.000	80%	\$ 160.000
Encargado de logística (W)	\$ 800.000	95%	\$ 760.000
Encargado de bodega y logística	\$ 800.000	20%	\$ 160.000

Total	\$ 2.400.000
Cantidad de OC mensual	437
Costo unitario para realizar una orden	\$ 5.492

Costo de almacenamiento

Arriendo mensual	\$ 3.515.458
m ² totales arrendados	240,47
Arriendo por m ²	\$ 14.619

EPPs por tipo se guardan en bodega A1 en cajas

Costo de almacenamiento	
Encargado de bodega y logística	\$ 800.000 30% \$ 240.000

Valor Arriendo total	\$ 3.877.111 pesos
m ² totales	240,47 m ²
Costo por bodeguero	240000,0
Total	\$ 17.121,10 pesos/m²

Caja	Ancho	Largo	Alto	m ³ por caja	\$ por m ³ caja	Cajas totales los dos racks	m ³
	0,48	0,6	0,37	0,10656	\$ 1.824,42	64	6,81984

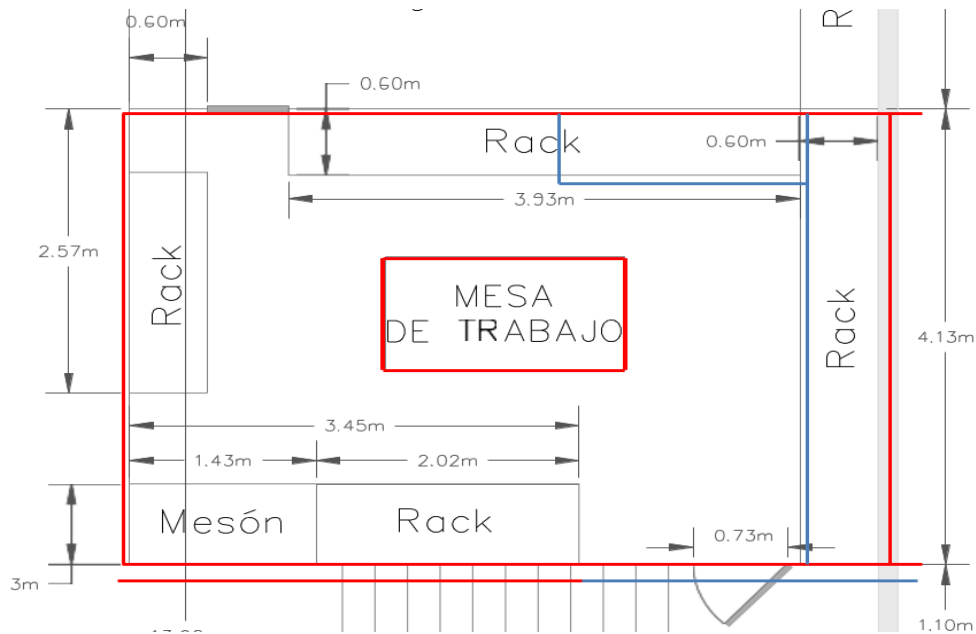
	Ancho	Largo	Altura estante	m ³ total rack	Largo	Ancho	m ² por Rack	\$ por m ³ utilizados en rack
Rack 1	0,6	4,13	2,4	5,82	4,13	0,6	2,478	\$ 99.701,30
Rack 2	0,6	2	2,35	2,82			1,2	\$ 48.281,50

	Unidades por caja	Unidades
Polera	50	Unidades
Pantalón	28	Unidades
Chaqueta	6	Unidades
Guantes	108	Pares
Lentes	288	Unidades
Calzado	7,77	Pares

	Volumen [m3]	Costo almacenamiento
Polera	0,0021312	\$ 36,49
Chaqueta	0,01776	\$ 304,07
Calzado	0,01332	\$ 228,05
Pantalón	0,003805714	\$ 65,16
Guantes	0,000986667	\$ 16,89
Lentes	0,00037	\$ 6,33

	Ancho	Largo	Altura estante	m ³ total rack	\$ por m ³ utilizados en rack
Rack 1	0,6	4,13	2,0	4,96	\$ 84.852,17
Rack 2	0,6	2	2	2,4	\$ 41.090,64

M3 caja total	6,81984
M3 Zona	7,36
M3 rack	7,356
Ocupación total	93%



Anexo 17: Cálculo CV

Cálculo del coeficiente de variabilidad para determinar si la demanda es constante o variable.

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Promedio	Promedio ^2	Varianza	CV
Calzado							
41	10	8	4	7	54	9	0,17355372
42	6	3	4	4	19	2	0,12426036
43	3	4	5	4	16	1	0,0625
Polera							
M	8	9	4	7	49	7	0,14285714
L	10	7	11	9	87	4	0,0497449
XL	3	4	6	4	19	2	0,12426036
Pantalon							
M	4	5	2	4	13	2	0,17355372
L	2	3	3	3	7	0	0,046875
XL	2	5	3	3	11	2	0,21
XXL	2	2	4	3	7	1	0,1875
Chaqueta							
M	7	9		8	64	2	0,03125
L	11	8	10	10	93	2	0,02497027
XL	3	4	6	4	19	2	0,12426036
Guantes antivibracion	40	40	40	40	1600	0	0
Guantes Nitrilo PVC Rojo	40	20	20	27	711	133	0,1875
Guantes Cabritilla	80	60	60	67	4444	133	0,03
Lentes Activos Claros Sellados	48	40	36	41	1708	37	0,02185224
Lentes Activos Oscuros Sellados	48	40	36	41	1708	37	0,02185224
Protector auditivo para casco peltro optime 1 3M	24	30	20	25	608	25	0,04163623

Los elementos tienen demanda constante al tener $CV < 0,2$

Anexo 18: Cálculo Q* óptimo

Cálculo del lote óptimo a partir del precio unitario, costo de ordenar y costo de almacenamiento

Calzado	Demanda mensual promedio	Precio	Costo de pedir	Costo de almacenamiento unitario	Q*
41	7	\$ 24.600	\$ 5.492	\$ 228	19
42	4	\$ 24.600	\$ 5.492	\$ 228	14
43	4	\$ 24.600	\$ 5.492	\$ 228	14
Polera	Demanda mensual promedio	Precio	Costo de pedir	Costo de almacenamiento unitario	Q*
M	7	\$ 5.000	\$ 5.492	\$ 36	46
L	9	\$ 5.000	\$ 5.492	\$ 36	53
XL	4	\$ 5.000	\$ 5.492	\$ 36	36
Pantalón	Demanda mensual promedio	Precio	Costo de pedir	Costo de almacenamiento unitario	Q*
M	4	\$ 23.600	\$ 5.492	\$ 65	25
L	3	\$ 23.600	\$ 5.492	\$ 65	21
XL	3	\$ 23.600	\$ 5.492	\$ 65	24
XXL	3	\$ 23.600	\$ 5.492	\$ 65	21
Chaqueta	Demanda mensual promedio	Precio	Costo de pedir	Costo de almacenamiento unitario	Q*
M	8	\$ 62.300	\$ 5.492	\$ 304	17
L	10	\$ 62.300	\$ 5.492	\$ 304	19
XL	4	\$ 62.300	\$ 5.492	\$ 304	13
Elemento	Demanda mensual promedio	Precio	Costo de pedir	Costo de almacenamiento unitario	Q*
Guantes antivibración	40	\$ 9.900	\$ 5.492	\$ 16	166
Guantes Nitrilo PVC Rojo	27	\$ 2.000	\$ 5.492	\$ 16	136
Guantes Cabritilla	67	\$ 1.150	\$ 5.492	\$ 16	215
Lentes Activex Claros Sellados	41	\$ 1.800	\$ 5.492	\$ 6	268
Lentes Activex Oscuros Sellados	41	\$ 1.800	\$ 5.492	\$ 6	268

Anexo 19: Cálculo de r

Al estar la demanda en unidades/mes y el lead time en días se usa la siguiente fórmula:

$$r = LT \times D$$

$$r = \frac{LT \text{ días hábiles} * D \frac{\text{unidades}}{\text{mes}}}{4 \text{ semanas} \times 5 \frac{\text{días hábiles}}{\text{semana}}}$$

Quedando el resultado de la ecuación en unidades.

*LT productos sin brandeo = 1 día,
LT productos con brandeo = 4 días*

Calzado	Demanda mensual promedio	Lead Time (en días)	Punto de reorden
41	7	1	1
42	4	1	1
43	4	1	1

Incluyendo tiempo de brandeo

Polera	Demanda mensual promedio	Lead Time (en días)	Punto de reorden
M	7	4	1
L	9	4	2
XL	4	4	1

Incluyendo tiempo de brandeo

Pantalón	Demanda mensual promedio	Lead Time (en días)	Punto de reorden
M	4	4	1
L	3	4	1
XL	3	4	1
XXL	3	4	1

Incluyendo tiempo de brandeo

Chaqueta	Demanda mensual promedio	Lead Time (en días)	Punto de reorden
M	8	4	2
L	10	4	2
XL	4	4	1

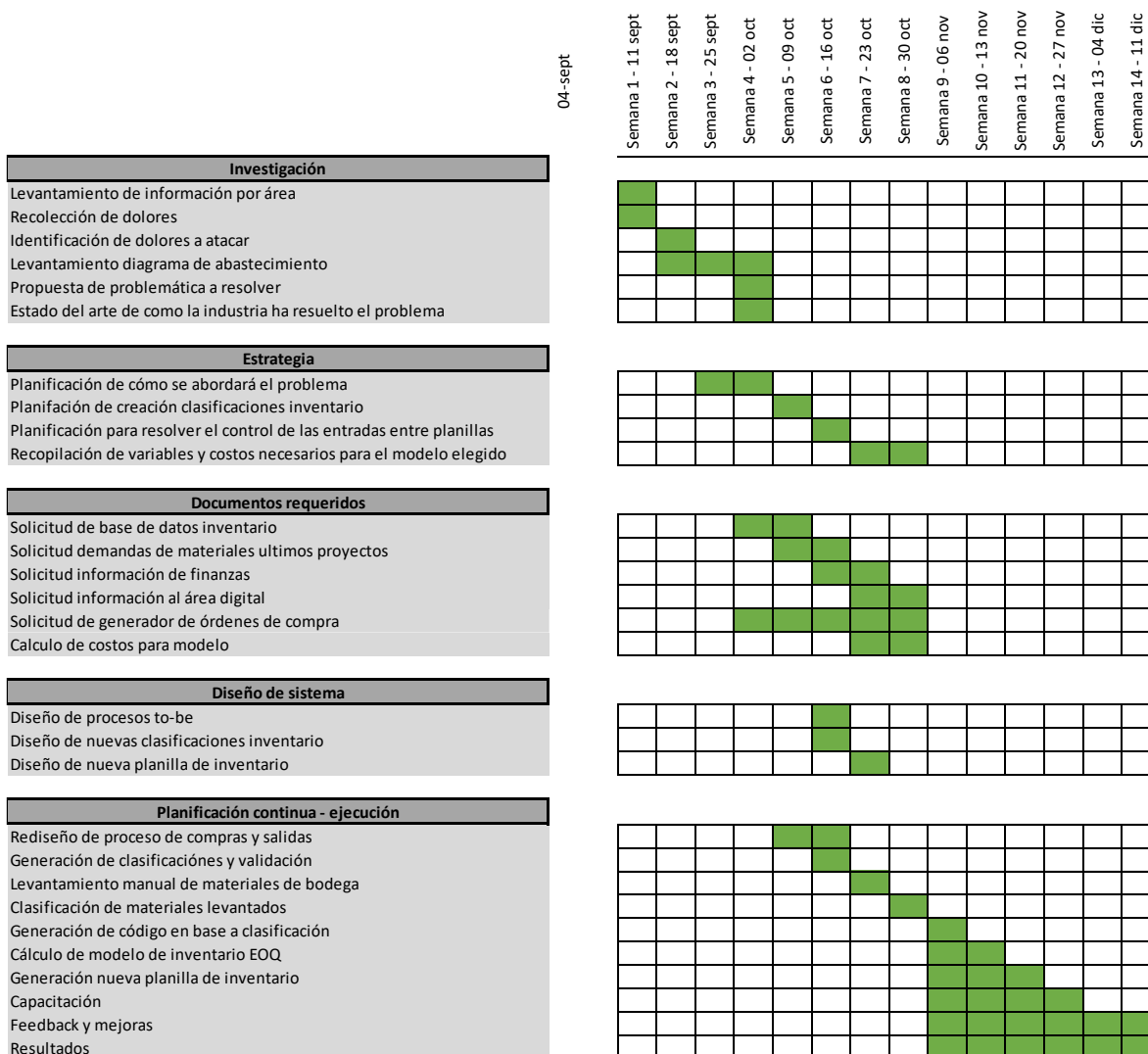
Elemento	Demanda mensual promedio	Lead Time (en días)	Punto de reorden
Guantes antivibración	40	1	2
Guantes Nitrilo PVC Rojo	27	1	1
Guantes Cabritilla	67	1	3
Lentes Activos Claros Sellados	41	1	2
Lentes Activos Oscuros Sellados	41	1	2
Protector auditivo para casco peltro optime 1 3M	25	1	1

Anexo 20: Planificación inicial y final respectivamente

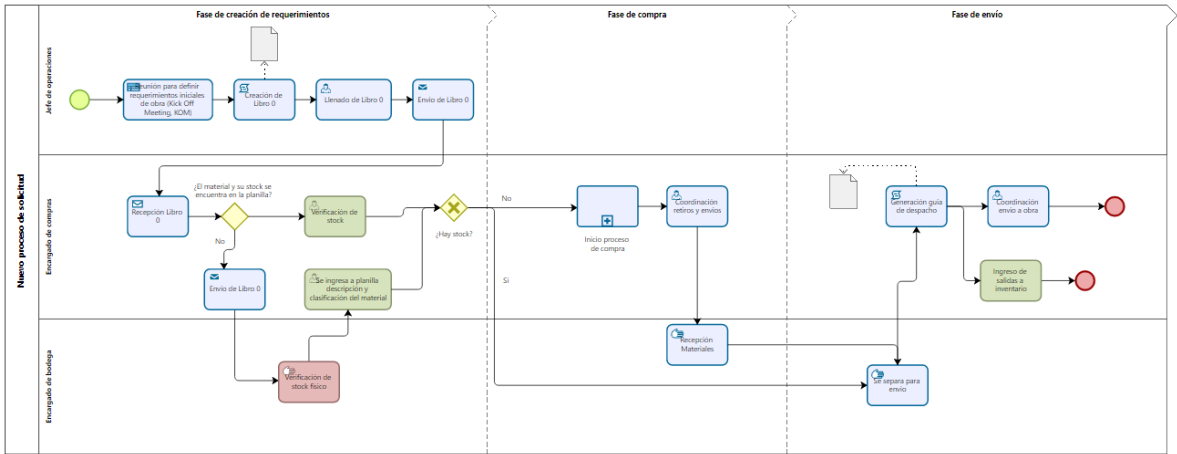
Inicial



Final



Anexo 21: Nuevo proceso de entradas y salidas



Anexo 22: Visualización de modelo de inventario aplicado.

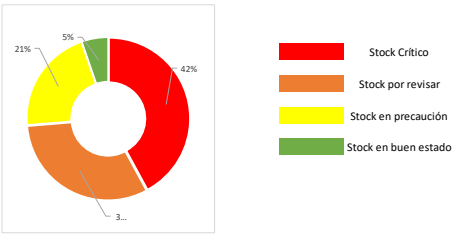
Código	Descripción	Talla	Demanda	Cantidad	Lote óptimo	Punto de reorden
AGEPPVES89	Bota VFLEX V200 Thinsulate Poron	42	7	4	19	1
AGEPPVES102	Bota VFLEX V200 Thinsulate Poron	41	4	0	15	1
AGEPPVES103	Bota VFLEX V200 Thinsulate Poron	43	4	0	14	1

Código	Descripción	Talla	Demanda	Cantidad	Lote óptimo	Punto de reorden
AGEPPVES77	Polera Manga Larga	M	7	43	46	1
AGEPPVES76	Polera Manga Larga	L	9	36	53	2
AGEPPVES79	Polera Manga Larga	XL	4	46	36	1

Código	Descripción	Talla	Demanda	Cantidad	Lote óptimo	Punto de reorden
AGEPPVES59	Pantalón Nieve	M	4	13	25	1
AGEPPVES58	Pantalón Nieve	L	3	2	21	1
AGEPPVES57	Pantalón Nieve	XL	3	12	24	1
AGEPPVES104	Pantalón Nieve	XXL	3	0	21	1

Código	Descripción	Talla	Demanda	Cantidad	Lote óptimo	Punto de reorden
AGEPPVES67	Parka Hombre	M	8	4	17	2
AGEPPVES66	Parka Hombre	L	10	3	19	2
AGEPPVES105	Parka Hombre	XL	4	0	13	1

Código	Descripción	Talla	Demanda	Cantidad	Lote óptimo	Punto de reorden
AGEPPAEP14	Guantes Antivibración	N/D	40	25	166	2
AGEPPAEP28	Guante Nitrilo PVC Rojo	N/D	27	0	136	1
AGEPPAEP15	Guantes Cabritilla	N/D	67	62	215	3
AGEPPAEP30	Lentes Activex Claros Sellados	N/D	41	0	268	2
AGEPPAEP29	Lentes Activex Oscuros Sellados	N/D	41	0	268	2
AGEPPAEP31	Protector auditivo para casco peltre	N/D		0	8	1



INDICES DE CONTROL

	Rango	Cantidad
Cantidad de ítems críticos	Stock	$0 < r$
Cantidad de ítems a con stock bajo la demanda	Stock	$r \leq D$
Cantidad de ítems a tener precaución	Stock	$D < Q^*$
Cantidad de ítems inventario óptimo	Stock	$Q^* \leq$

Ref	% Partic.
8	42%
6	32%
4	21%
1	5%
19	100%

