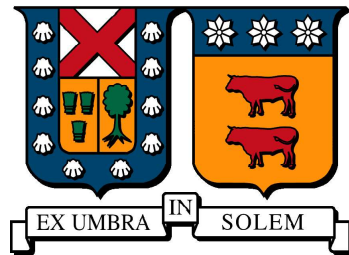


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
SANTIAGO-CHILE



**PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE
INVENTARIOS EN LA UNIDAD DE
MANTENIMIENTO DE LA UTFSM, CAMPUS SAN
JOAQUÍN**

CRISTIAN ENRIQUE PARADA CASTRO

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL MECÁNICO

PROFESOR GUÍA: ING. LUIS GUZMÁN B.
PROFESOR CORREFERENTE: DR. ING. JAIME NUÑEZ S.

NOVIEMBRE 2020

Agradecimientos

De manera especial a mi familia, quienes desde siempre han mostrado un amor y apoyo incondicional en mi desarrollo como persona, académico e intereses personales.

A mis amigos y compañeros quienes fueron parte fundamental durante este proceso, por el apoyo mutuo y camaradería que nos brindamos y por que sin duda continuará siendo así con algunos de ellos.

Resumen

Este trabajo busca proponer un plan de acción que sea efectivo en el mejoramiento de la gestión de inventarios de la Unidad de Mantenimiento del campus San Joaquín de la UTFSM en base a su funcionamiento y estado actual. Más adelante se mostrarán distintos objetivos a cumplir, los cuales serán claves en el desarrollo para esta memoria de título.

Este trabajo se encontrará basado en el diagnóstico que se realice a la Unidad de Mantenimiento en múltiples áreas, dando a conocer aspectos organizacionales, flujos de procesos, sistema de información utilizado y aspectos de control, lo que revelará problemas que puedan ser evidenciados.

Éste diagnóstico será estructurado a partir de una descripción del sistema de gestión de inventarios dentro de la unidad, el cual servirá para entender de mejor manera cómo opera la unidad en diferentes aspectos, seguido de una examinación más minuciosa dentro de los mismos aspectos abordados anteriormente, dando a conocer su funcionamiento y estado actual en el que operan.

Una vez encontradas las dificultades, se desglosarán sus causas raíces, dando paso a la identificación de diferentes áreas y objetivos de mejoras. Una vez identificadas las causas comunes, se estructura un plan de mejoramiento donde se propondrán actividades que secunden las operaciones normales de la unidad, con el objetivo de erradicar los problemas observados.

Para evaluar la efectividad del plan propuesto, se seleccionarán un conjunto de acciones a implementar a modo piloto y conocer el impacto que éstas tendrán. Finalmente se concluye esta trabajo con un set de conclusiones y recomendaciones.

Abstract

This work seeks to provide an action plan that will be effective in improving the inventory management of the Maintenance Unit of the UTFSM San Joaquin campus based on its operation and current status. Later on, different objectives to be fulfilled will be shown, which will be key in the development of this degree thesis.

This work will be based on the diagnosis that is made to the Maintenance Unit in multiple areas, showing organizational aspects, process flows, information system used and control aspects, which will reveal problems that can be evidenced.

This diagnosis will be structured from a description of the inventory management system within the unit, which will serve to better understand how the unit operates in different aspects, followed by a more detailed examination within the same aspects addressed above, making known its operation and current status in which they operate.

Once the difficulties are found, their root causes will be broken down, giving way to the identification of different areas and objectives for improvement. Once the common causes have been identified, an improvement plan is structured where activities will be proposed to support the regular operations of the unit, with the aim of eradicating the problems observed.

To evaluate the effectiveness of the proposed plan, a set of measures will be selected to be implemented on a pilot basis in order to know the impact they will have. Finally, this work is concluded with a set of conclusions and recommendations.

Índice general

1. Introducción	3
2. Objetivos	4
2.1. Objetivo General	4
2.2. Objetivos Específicos	4
3. Plan de Trabajo	5
4. Marco Teórico	7
4.1. Modelos de Inventario (y costos asociados)	7
4.1.1. Modelo con demanda independiente	8
4.1.2. Modelos probabilísticos y stock de seguridad	13
4.1.3. Otros modelos probabilísticos	15
4.1.4. Sistemas de periodo fijo (P)	16
4.2. Las 5S: Herramienta básica en la gestión de la calidad	18
4.3. MUDAs	21
4.4. Recuento Cíclico	22
4.5. Los 5 Por qué	24
5. Descripción del sistema actual del sistema de gestión de inventario utilizado por la UM	25
5.1. Aspecto Organizacional	25
5.1.1. Organigrama	26
5.1.2. Definición de cargos	28
5.2. Procesos y Tareas Observadas	30
5.2.1. Proceso de Requerimientos	30
5.2.2. Proceso de Cobro/Pago	38
5.2.3. Proceso de Abastecimiento	39

5.2.4.	Proceso de Almacenamiento	40
5.2.5.	Proceso de Cotización de Trabajo	42
5.2.6.	Proceso de Orden de Compra Trabajo Externo	43
5.3.	Sistema de Información	44
5.3.1.	Registro Histórico de Requerimientos	44
5.3.2.	Valores, Registro de Inventario y Stock	47
5.4.	Lugar de Disposición de Repuestos	49
5.4.1.	Cantidad y Dimensiones de bodegas a disposición	49
5.4.2.	Ubicación y Acceso	49
5.5.	Conclusión del Capítulo	50
6.	Examinación del sistema actual utilizado por la unidad de mantenimiento	51
6.1.	Aspecto Organizacional	51
6.2.	Procesos y Tareas Observadas	53
6.3.	Sistema de Información	53
6.4.	Lugar de Disposición de Repuestos	56
6.5.	Planificación de Inventario	58
6.6.	Control de Inventarios	59
6.7.	Conclusión del Capítulo	62
7.	Diagnóstico del funcionamiento actual del sistema utilizado por la UM	63
7.1.	Análisis de Inventario	68
8.	Propuesta Plan de Mejoramiento	71
8.1.	Ordenamiento y Validación de la Información	71
8.1.1.	Reestructuración de planillas Excel para registros	72
8.1.2.	Materiales Replicados en los Registros y Homologación	73
8.2.	Planificación de Materiales	74
8.2.1.	Modelo de Inventario	74
8.2.2.	Establecer Políticas de Inventario	74
8.3.	Sugerencias para Mejoras Organizacionales	76
8.3.1.	Gestión del cambio organizacional	77
8.4.	Propuestas de Mejoras para aspectos de Procesos	79
8.4.1.	Plan de ejecución de las 5S en bodegas	79
8.4.2.	Formalización de Procesos	81
8.5.	Propuestas de Control	82

8.6. Conclusión del Capítulo	85
9. Plan Piloto y Resultados	86
9.1. Ordenamiento y Validación de la Información	87
9.1.1. Reestructuración de planillas Excel para registros	87
9.2. Planificación de Materiales	95
9.2.1. Modelo de Inventario	95
9.2.2. Tamaño de Orden (<i>EOQ</i>)	96
9.2.3. Punto de Pedido	101
9.2.4. Establecer Políticas de Inventario	104
9.3. Propuestas de Mejora para aspectos de Procesos	108
9.3.1. Plan de Ejecución de las 5S en Bodegas de Almacenamiento	108
9.3.2. Formalización de Procesos	113
10. Conclusiones	121
10.1. Propuestas	125
A. Organigramas UTFSM	128
B. Circular DGAF-358/94	131
C. Causa Raíz, Problemas Observados	133
D. Demanda Anual de Materiales	138

Índice de figuras

4.1. Gráfico que representativo de una demanda constante, tiempo de aprovisionamiento conocido y constante y una recepción de inventario instantánea y completa. Gráfico de elaboración propia [6].	9
4.2. Gráfico que muestra los costos de almacenamiento, junto a los de lanzamiento, con una curva que mezcla ambos, llamada costos totales. Gráfico de elaboración propia [6].	10
4.3. Gráfico representativo de una demanda que no es constante, un tiempo de aprovisionamiento conocido y constante y con uso de stock de seguridad [6].	14
4.4. Gráfico que muestra un ejemplo de un sistema de conteo de periodo fijo. Gráfico de elaboración propia [6].	17
5.1. Organigrama observado de la Unidad de Mantenimiento del campus San Joaquín de la UTFSM. Diagrama de elaboración propia.	27
5.2. Diagrama SIPOC del proceso de requerimientos de la Unidad de Mantenimiento. Diagrama de elaboración propia	31
5.3. Flujo de Proceso de ingreso de solicitud (o requerimiento) de elaboración propia según lo observado en la Unidad de Mantenimiento	33
5.4. Flujo de Proceso de revisión y asignación de requerimiento de elaboración propia según lo observado en la Unidad de Mantenimiento	34
5.5. Flujo de Proceso de ejecución del trabajo de elaboración propia según lo observado en la Unidad de Mantenimiento	35
5.6. Flujo de Proceso de entrega del trabajo de elaboración propia según lo observado en la Unidad de Mantenimiento	37
5.7. Flujo de proceso de cobro/pago por trabajos realizados de elaboración propia según lo observado en la Unidad de Mantenimiento.	38

5.8. Flujo de Proceso de abastecimiento de elaboración propia según lo observado en la Unidad de Mantenimiento.	39
5.9. Flujo de Proceso de almacenamiento de elaboración propia según lo observado en la Unidad de Mantenimiento	40
5.10. Flujo de proceso de cotización de trabajo de elaboración propia según lo observado en la Unidad de Mantenimiento	42
5.11. Flujo de proceso de orden de compra externa de elaboración propia según lo observado en la Unidad de Mantenimiento.	43
5.12. Extracto de planilla dispuesta por la UM del control de requisitos 2019, donde se aprecian los encabezados de la misma.	45
5.13. Extracto de la planilla de valores de los artículos en bodega del 2018, Lista de Precios 2018, pestaña: electricidad	47
5.14. Extracto de la planilla Control de Gestión 2019 con los valores de los artículos en bodega del 2019.	48
6.1. Gráficos circulares que muestran la proporción de celdas sin datos versus las celdas que sí contienen datos de las categorías “Fecha de Inicio”, “Materiales” y “Fecha de Término” de los archivos “Control de Requerimientos”, para los años 2018 y 2019. Gráficos de elaboración propia. .	55
6.2. Imágenes del exterior e interior de dos de las bodegas de almacenamiento utilizadas por la UM, campus San Joaquín.	57
6.3. Resumen de los tiempos de respuesta de las solicitudes durante el año 2018 y 2019 respectivamente, obtenidos gracias a los datos dispuestos por la unidad de mantenimiento. Elaboración propia.	59
6.4. Gráficos de torta de los tiempos de respuesta de los años 2018 y 2019 (hasta septiembre), gracias a los datos dispuestos por la unidad de mantenimiento. Gráficos de elaboración propia.	61
9.1. Encabezados hoja “Base de Datos”, planilla de registro de elaboración propia para gestión de inventario.	88
9.2. Encabezados hoja “Inventario”, planilla de registro de elaboración propia para gestión de inventario.	90
9.3. Encabezados hojas “Entradas” y “Salidas”, planilla de registro de elaboración propia para gestión y control de inventario.	91

9.4. Formulario del archivo “INVENTARIO Unidad de Mantenimiento” de elaboración propia que sirve para añadir un artículo sin precedentes. . .	92
9.5. Formulario del archivo “INVENTARIO Unidad de Mantenimiento” de elaboración propia que sirve para registrar el movimiento de stock. . .	93
9.6. Gráficos de barra que representan un extracto de la demanda de artículos durante los periodos 2018 y 2019 ¹ respectivamente. Gráficos de elaboración propia.	97
9.7. Ejemplo de cálculo <i>EOQ</i> , según herramienta Excel de elaboración propia.	100
9.8. Ejemplo de cálculo <i>SS</i> y <i>PP</i> , según herramienta Excel de elaboración propia.	103
9.9. Árbol de decisión de elaboración propia, para establecer la clasificación de un artículo según sus características.	105
9.10. Extracción de todos los elementos almacenados de dos de las bodegas utilizadas por la Unidad de Mantenimiento.	109
9.11. Extracción de todos los elementos almacenados de dos de las bodegas utilizadas por la Unidad de Mantenimiento.	110
9.12. Fragmento de planilla de elaboración propia del catastro de los elementos de la bodega <i>C</i> , según plan de ejecución de las 5S.	111
9.13. Calendario 2020 de elaboración propia para la Unidad de Mantenimiento, el cual contiene la programación de actividades de orden y limpieza, recuento y actualización de parámetros tales como <i>SS</i> , <i>PP</i> y <i>EOQ</i> según sea el caso, acordado con la jefatura de la unidad	112
9.14. Propuesta de elaboración propia de proceso de ejecución del trabajo, con tareas de registro y uso de base de datos incluida.	114
9.15. Propuesta de elaboración propia de proceso de almacenamiento, con tareas de registro y uso de base de datos incluida.	115
9.16. Ejemplo de cálculo de cantidad de artículos a contar según políticas predefinidas por la UM, con herramienta Excel de elaboración propia.	118
9.17. Ejemplo de registro de reajustes en archivo Excel a lo largo del tiempo. Archivo de elaboración propia.	119
A.1. Organigrama oficial de la UTFSM que muestra la estructura administrativa de rectoría. Fuente: USM Transparente [8]	129

A.2. Organigrama oficial de la UTFSM que muestra la estructura general de cada campus. Fuente: USM Transparente [8]	130
B.1. Circular Procedimientos de compras de stock entregada por la dirección general de administración y finanzas. Fuente: Circular [2].	132
D.1. Gráfico de barras de elaboración propia que muestra la demanda anual durante los requisitos del año 2018 de la Unidad de Mantenimiento según sus propios registros.	139
D.2. Gráfico de barras de elaboración propia que muestra la demanda anual durante los requisitos del año 2019 de la Unidad de Mantenimiento según sus propios registros.	140

Índice de tablas

4.1. Ejemplo para recuento cíclico. Se muestran la cantidad de artículos y sus periodos de recuento cíclicos según cada clase.	23
5.1. Cantidad de existencias registradas durante el 2018, según registros entregados por la UM.	48
5.2. Dimensiones de las bodegas utilizadas en el área de almacenamiento de la UM del campus San Joaquín.	49
6.1. Tabla que exhibe la cantidad de registros sin datos en tres distintas categorías de los archivos “Control de Requerimientos”, para los años 2018 y 2019	54
6.2. Tabla que muestra el conteo de celdas totales de registros sin datos en las categorías “Fecha de Inicio, “Materiales” y “Fecha de Término” de los archivos “Control de Requerimientos”, para los años 2018 y 2019 . .	54
7.1. Tabla que enseña los problemas observados durante el diagnóstico de la Unidad de Mantenimiento, junto con sus causas raíces	65
7.2. Continuación de Tabla (7.1) que enseña los problemas observados durante el diagnóstico de la Unidad de Mantenimiento, junto con sus causas raíces	66
9.1. Ejemplo del método de recuento propuesto para la Unidad de Mantenimiento del campus San Joaquín	117
C.1. Tabla 1/4 para análisis de causa raíz de los problemas evidenciados en el diagnóstico a la Unidad de Mantenimiento	134
C.2. Tabla 2/4 para análisis de causa raíz de los problemas evidenciados en el diagnóstico a la Unidad de Mantenimiento	135

C.3. Tabla 3/4 para análisis de causa raíz de los problemas evidenciados en el diagnóstico a la Unidad de Mantenimiento	136
C.4. Tabla 2/4 para análisis de causa raíz de los problemas evidenciados en el diagnóstico a la Unidad de Mantenimiento	137

Glosario

ASEM: Asistencia de salas y equipos multimedia

CCC: Campus Casa Central

CIAC: Centro Integrado de Aprendizaje en ciencias Básicas

CORSAC: Coordinación de servicios y administración de campus

CRS: Coste de Ruptura de Stock

CRU: Coste de Ruptura por Unidad

CSJ: Campus San Joaquín

DEFIDER: Departamento de Educación Física, Deportes y Recreación

EOQ: Economic Order Quantity, que traducido significa: Cantidad Económica de Pedido

ERP: Enterprise Resource Planning, que traducido significa: Planificación de recursos empresariales

FABLAB: Fabrication Laboratory, espacio de creación

HH: Hora Hombre

IRA: Inventory Record Accuracy, que traducido significa: Precisión de Registro de Inventario

KPI: Key performance indicator, que traducido significa: Indicador clave de desempeño

MRO: Mantenimiento, Reparación y Operación

MTTR: Mean time to Repair, que traducido significa: Tiempo medio de reparación

OC: Orden de compra

OT: Orden de trabajo

PACE: Programa de acompañamiento y acceso efectivo a la educación superior

PDCA: Plan, Do, Check, Act, que traducido significa: Planear, Hacer, Corroborar, Actuar

PP: Punto de Pedido o de Reorden

SS: Stock de Seguridad

TI: Tecnología de la Información

UM: Unidad de mantenimiento

VREA: Vicerrectoría de asuntos económicos y administrativos.

Capítulo 1

Introducción

Esta memoria es una continuación del trabajo de título de Cristobal Flores, en la que estipula un proyecto de mejora en la gestión del mantenimiento para la Unidad de mantenimiento perteneciente al campus San Joaquín, donde destaca los puntos débiles de ésta, y entre ellos se encuentran algunas prácticas que podrían mejorarse en el área de abastecimiento, ámbito que forma parte de la gestión de inventarios, donde se concentrarán los esfuerzos de este trabajo de título. A partir de este momento, se acuña el término *UM* para referirse a la Unidad de Mantenimiento

Si bien la gestión de inventarios no es esencial para las operaciones de la UM, ésta básicamente envuelve la administración de registros, compras y movimientos de un inventario, contribuyendo como apoyo. Una gestión de inventarios bien implementada conlleva múltiples beneficios entre los cuales se tienen la reducción de costos, disminución de los tiempos de respuesta, estar preparados ante contingencias, etc.

En la literatura se utilizan distintas herramientas y metodologías que contribuyen a gestionar las existencias almacenadas según el propio funcionamiento de cada organismo, por lo tanto, el propósito final será definir aquellas que mejor se adecuen a las labores de la Unidad de Mantenimiento de manera que se mantengan registros precisos y fidedignos, buenas practicas, estrategias de abastecimiento con fundamentos técnico-económicos, procesos eficientes y efectivos, etc.

Finalmente, destacar que los cambios que se lleven a cabo favorecen a todo aquel que haga uso de los establecimientos dentro del campus y no solamente a la UM.

Capítulo 2

Objetivos

2.1. Objetivo General

El objetivo general del trabajo de titulación es proponer un plan de mejoramiento del proceso de abastecimiento y gestión de inventario de insumos y repuestos para mantenimiento de la unidad en el área de abastecimiento de la Universidad Técnica Federico Santa María, campus San Joaquín.

2.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico del proceso de Abastecimiento y Gestión de Inventarios de la Unidad de Mantenimiento CSJ, con el propósito de identificar oportunidades de mejoramiento.
- Determinar áreas de mejoramiento del proceso de Abastecimiento y Gestión de inventarios de la Unidad de Mantenimiento CSJ.
- Realizar un análisis de inventario de componentes y repuestos críticos, con el propósito de mejorar su nivel de servicio.
- Definir el plan acciones para mejorar las áreas de mejora detectadas en el proceso de abastecimiento.
- Implementar, a modo de plan piloto, un subconjunto de las acciones propuestas con la finalidad de evaluar la efectividad del plan de mejora propuesto

Capítulo 3

Plan de Trabajo

El foco de este trabajo de título, se centra en la gestión de inventarios de la unidad de mantenimiento del campus San Joaquín y se espera que al concluir éste, se entregue la elaboración de un plan de mejora factible.

Primero que todo, se integrará un marco teórico con todos los contenidos necesarios para establecer un punto de comparación respecto a la literatura y tener a disposición el material necesario para comprender métodos y herramientas típicamente utilizados.

El desarrollo del trabajo iniciará con la descripción del funcionamiento general de la unidad, llegando a conocer aspectos como su estructura organizacional, procesos y tareas observadas, sistema de información y el lugar de disposición de repuestos, entre otros aspectos relacionados a la gestión de inventarios.

Una vez entendida la manera de operar de la Unidad de Mantenimiento, se procede a examinar su sistema de gestión de inventarios utilizado, con el propósito evaluar aquellos puntos críticos o signos vitales de ella. Esta examinación busca reconocer las actividades que actualmente se ejercen (o no), para poder analizar y evaluar si éstas son adecuadas, saber si cumplen sus objetivos, encontrar dificultades, etc.

En base a la examinación realizada será posible obtener un diagnóstico de la unidad que sea capaz de reflejar el funcionamiento actual, gracias a las evidencias recaudadas durante la examinación, siendo su propósito final advertir distintas problemáti-

cas y reconocer sus probables causas raíces.

Una vez establecido el diagnóstico, se procede a elaborar un plan de propuesta de mejoramiento que busque erradicar las causas raíces evidenciadas anteriormente, para ello se enfocará en determinar el común denominador de dichos problemas, llamados áreas de mejora. Este plan de mejora o plan de acción, contendrá actividades de distinta índole que de ser implementadas, se espera que erradiquen las dificultades observadas.

Finalmente, se dará pie a la ejecución de una selección de acciones propuestas que serán implementadas a modo de plan piloto, esperando resultados positivos en la gestión de inventarios de la unidad, con el propósito final de evaluar la efectividad del plan de mejora planteado.

Capítulo 4

Marco Teórico

En este capítulo, se presentará la información necesaria para comprender el uso y aplicación de metodologías y herramientas aplicadas típicamente en la gestión de inventarios, las cuales estarán orientadas a las operaciones de la Unidad de Mantenimiento, dando a conocer además la importancia de su aplicación y qué objetivos cumplen.

“... el desarrollo de un plan estratégico de éxito para la gestión de la cadena de suministros requiere una planificación innovadora y una cuidadosa investigación.” [6].

4.1. Modelos de Inventario (y costos asociados)

A continuación, se introducen los modelos de inventarios más pertinentes al caso de estudio, los cuales dependerán de la información que se tenga disponible y se presentan además sus costos asociados.

Antes de entrar en las definiciones y características de cada modelo, se describirán los tipos de costos asociados a la gestión de inventarios, entre los cuales tenemos:

- **costos de Almacenamiento:** Se encuentra asociado a la posesión y mantenimiento de los materiales almacenados, abarca también la obsolescencia de los mismos y aquello pertinente a seguros, pago de intereses, personal de manutención y control.

- **costos de Lanzamiento:** En breves palabras representa aquellos costos asociados a los suministros, impresiones, procesamiento del pedido, soporte administrativo, etc.
- **costos de Preparación:** Abarca lo relacionado a la preparación de las máquinas o proceso para poder fabricar. Tiempo y trabajo para limpieza, cambio de herramientas o soporte, entre otros.

Éstos son costos que por lo general se suelen infravalorar, error que no se debe subestimar.

4.1.1. Modelo con demanda independiente

- **Modelo básico de la cantidad económica de pedido (EOQ)**

Este modelo consiste en encontrar la cantidad óptima económicamente a pedir, es decir aquella que involucra el mínimo de los costos asociados. Para ello se deben conocer datos tales como la demanda y los costos vistos anteriormente. Además, EOQ trabaja bajo los siguientes supuestos:

Supuestos

1. La demanda es conocida, constante e independiente
2. El plazo de aprovisionamiento (tiempo desde que se pide algún repuesto o material, hasta que se recibe) es conocido y constante, y para este modelo será nulo.
3. La recepción del inventario es instantánea y completa
4. No hay posibilidad de descuentos por cantidad
5. Los únicos costos variables son:
 - El de preparar o efectuar un pedido (costo de lanzamiento)
 - El de mantener el inventario (coste de almacenamiento)
6. Se pueden evitar las roturas de stock si los pedidos se realizan en el momento adecuado

De forma gráfica, varios de estos supuestos se ven reflejados en la siguiente imagen:

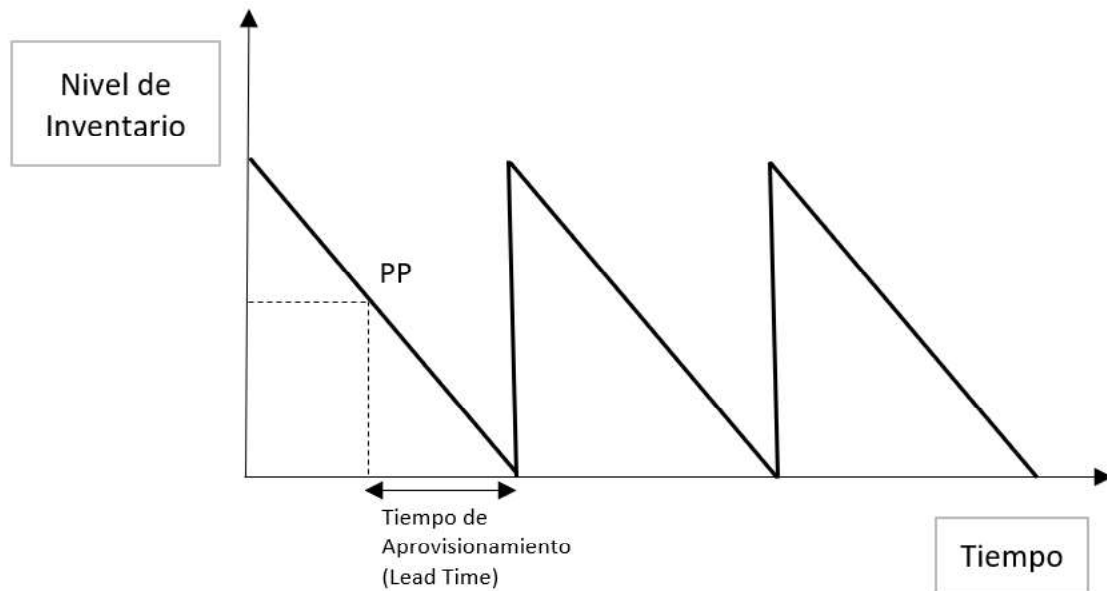


Figura 4.1: Gráfico que representativo de una demanda constante, tiempo de aprovisionamiento conocido y constante y una recepción de inventario instantánea y completa. Gráfico de elaboración propia [6].

Minimización de costos

Los costos significativos que son variables, son los de preparación y almacenamiento, el resto tienden a ser constantes.

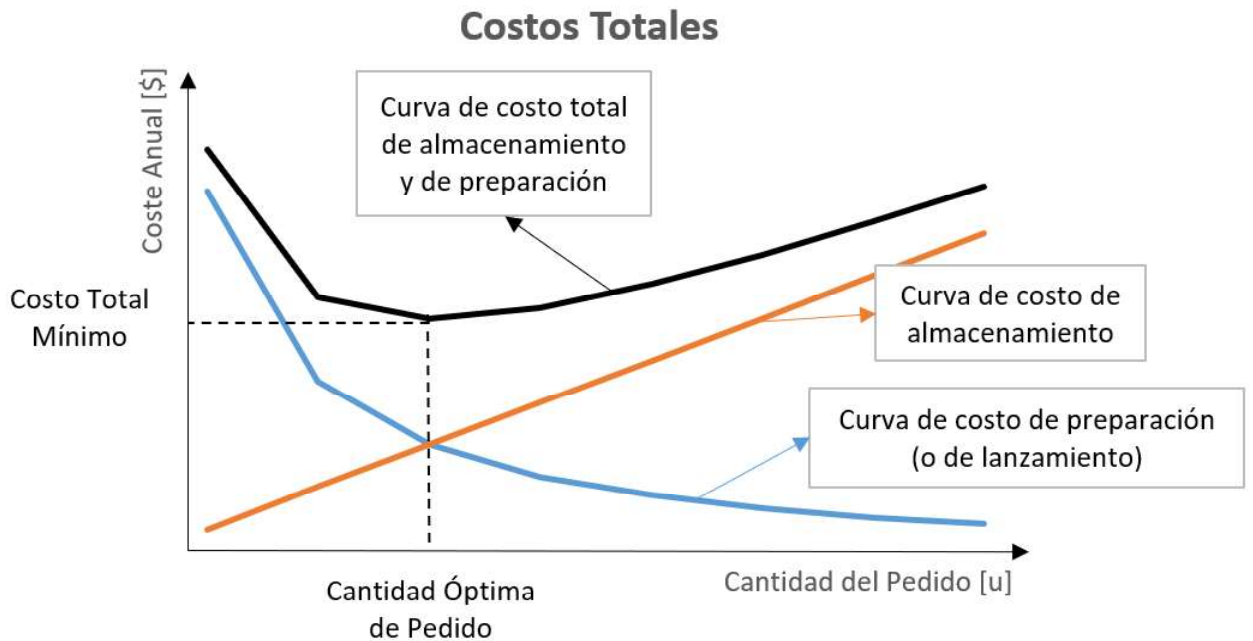


Figura 4.2: Gráfico que muestra los costos de almacenamiento, junto a los de lanzamiento, con una curva que mezcla ambos, llamada costos totales. Gráfico de elaboración propia [6].

A continuación se presenta la manera de calcular los costos de preparación anual, costos de almacenamiento anual y el costo total anual:

C. de Preparación Anual =

$$(\text{N}^\circ \text{ de Pedidos Lanzados por año}) \cdot (\text{C. de Preparación por pedido})$$

$$C. \text{ de Preparación Anual} = \frac{\text{Demanda Anual}}{\text{N}^\circ \text{ de unidades por pedido}} \cdot (\text{C. de Preparación por pedido})$$

$$C. \text{ de Preparación Anual} = \frac{D}{Q} \cdot S \quad (4.1)$$

C. de Almacenamiento Anual =

$$(\text{Nivel de Inv. Medio}) \cdot (\text{C. de Almacenamiento por unidad por año})$$

C. de Almacenamiento Anual =

$$\frac{\text{Cantidad del pedido}}{2} \cdot (\text{C. de Almacenamiento por unidad por año})$$

$$C. \text{ de Almacenamiento Anual} = \frac{Q}{2} \cdot H \quad (4.2)$$

C. Total Anual = (*Coste de Preparación*) + (*Coste de Almacenamiento*)

$$CT = \frac{D}{Q} \cdot S + \frac{Q}{2} \cdot H$$

Y si además se incluye el costo del material (con P como el precio unitario [\$]) se calcula como:

$$CT = \frac{D}{Q} \cdot S + \frac{Q}{2} \cdot H + P \cdot D \quad (4.3)$$

Finalmente, si se observa la Figura (4.2), específicamente la curva del costo total, ésta presenta un mínimo el cual coincide con el punto intersección de las curvas de costo de almacenamiento y costo de preparación. Se nota que la Figura se compone de un eje vertical representando los costos [\$] y un eje horizontal con la cantidad de artículos ($Q[u]$), por lo tanto, para obtener la cantidad óptima de pedido ($Q^*[u]$) se debe igualar ambas curvas y despejar la cantidad de materiales, para así conocer la cantidad en la cual éstas se interceptan, como se muestra a continuación:

$$\frac{D}{Q} \cdot S = \frac{Q}{2} \cdot H$$

$$Q = Q^* = \sqrt{\frac{2D \cdot S}{H}} \quad (4.4)$$

Resumiendo lo anterior, la cantidad de pedido óptimo que garantiza el menor gasto (considerando costos de Preparación y Almacenamiento) es aquella cantidad en la cual la curva de Coste Total se encuentra en su punto más bajo, cuyo punto se obtiene con la Ecuación (4.4). Por lo tanto ésta es la cantidad ideal de pedido, teniendo en cuenta todos los supuestos vistos anteriormente.

Una de las grandes ventajas de este modelo es que se podría decir bastante robusto, es decir, que el costo total del EOQ varía muy poco en torno a las proximidades del mínimo. Ésta es una buena ventaja bajo el punto de vista de la incertidumbre de la

demanda, costos de preparación y de almacenamiento.

Adicionalmente, gracias a la información obtenida es posible calcular el número de pedidos esperados en un año y cada cuanto tiempo estos se deben realizar, de la siguiente manera:

$$\text{Número Estimado de Pedidos Anual} = N = \frac{D}{Q^*} \quad (4.5)$$

$$\text{Tiempo Estimado entre Pedidos} = T = \frac{N^\circ \text{ días laborales al año}}{N} [\text{día}] \quad (4.6)$$

Punto de Pedido (o de reorden)

El Punto de Pedido, conocido como "PP" o "Nr", es aquel momento preciso en el cual reabastecer stock de algún material cualquiera. ¿Cuándo se logra llegar a esta instancia?, pues es el momento exacto en el que, considerando la demanda durante el periodo de reabastecimiento, justo antes de que ocurra un quiebre de stock, ingresará el pedido realizado previamente. De esta manera se logra hacer la menor cantidad de pedidos posibles, sin que se dé el caso de un agotamiento de existencias en bodega. Lo anteriormente descrito se puede observar en la Figura (4.1). El punto de pedido se obtiene de la siguiente manera:

$$PP = Nr = (\text{Demanda Diaria})[u] \cdot (\text{Plazo de entrega de un pedido})[\text{día}]$$

$$PP = Nr = d \cdot L \quad (4.7)$$

Se recalca que para el punto de reorden, y por ende la predicción del comportamiento respecto de la demanda en el tiempo de algún ítem, se encuentra basado en dos de los supuestos mencionados con anterioridad (Supuestos 1. y 2.). Sin embargo, cuando lo anterior no es cierto, se debe añadir un stock de seguridad, para intentar evadir su quiebre, el cual se desarrollará más adelante.

4.1.2. Modelos probabilísticos y stock de seguridad

Dentro de estos modelos, se tienen en cuenta aquellos donde la demanda no se conoce, sin embargo, esta puede definirse según una distribución de probabilidad, basada en la información histórica con la que se cuenta.

Nivel de Servicio

En palabras técnicas orientadas a la estadística, el libro [6] lo define como el complementario de la probabilidad de una rotura de stock. Lo anterior también se puede comprender como la probabilidad existente en que el ítem o material demandado se encuentre disponible, ya que el nivel de servicio tiene que ver con que las solicitudes de trabajo (realizadas por los clientes o mandatorias por el plan de mantenimiento) sean concluidas en el tiempo esperado por sobre las solicitudes totales, por ende, debido a que en este modelo no se tiene certeza de la demanda, y ésta además es variable, se trabaja bajo el supuesto de que la demanda se comporta como una distribución normal, intentando predecir bajo probabilidades el nivel de stock en inventario a lo largo del tiempo de aprovisionamiento, es decir, desde que se haya realizado una OC o en otras palabras, desde el “Punto de Reordenamiento” o “PP”, y para aquellas ocasiones en las que esta demanda sea mayor a la esperada, es ideal contar con un stock de seguridad debidamente calculado, cuya función será la de reducir considerablemente la probabilidad de quiebre de stock. Para una mejor visualización de lo anteriormente descrito, observar con detenimiento Figura (4.3).

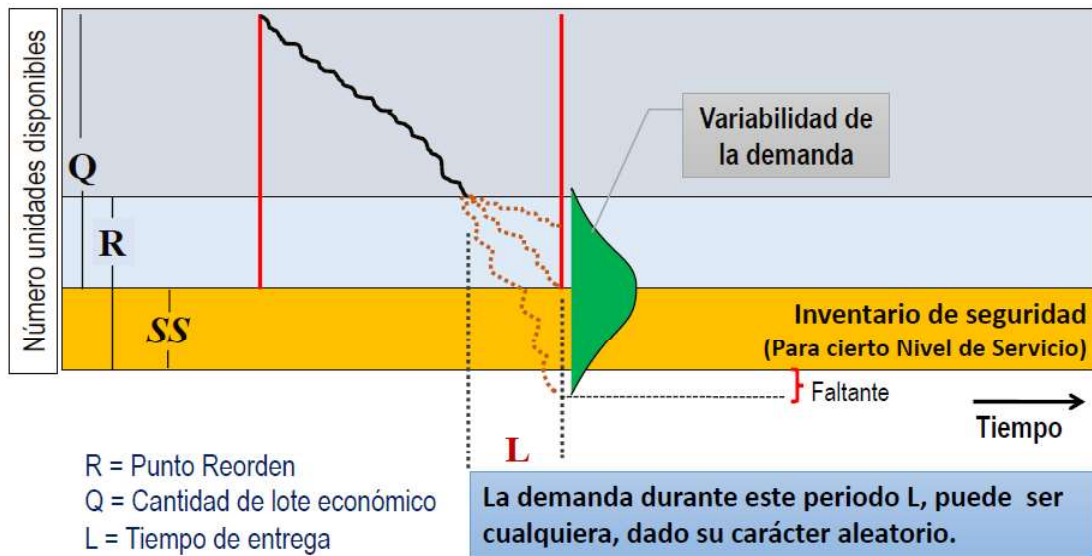


Figura 4.3: Gráfico representativo de una demanda que no es constante, un tiempo de aprovisionamiento conocido y constante y con uso de stock de seguridad [6].

Como se menciona en el párrafo anterior, el Stock de Seguridad hace frente a las contingencias no previstas, es aquello que combate la incertidumbre de la demanda. Además, el contar con un Stock de Seguridad, afecta el PP, de manera que se debe sumar a este el SS o Stock de Seguridad, como se muestra a continuación:

$$PP_{SS} = d \cdot L + SS \quad (4.8)$$

La cantidad o nivel de SS dependerá de dos valores:

- Coste de rotura de stock
- Coste de mantener inventario adicional

¿Cómo se calcula el costo de rotura de stock (CRS)?, de la siguiente manera:

$$CRS_{anual} =$$

$$(suma\ unidades\ faltantes) \cdot (la\ probabilidad) \cdot (CRU) \cdot (n^\circ\ anual\ de\ pedidos) \quad (4.9)$$

con:

CRS: Coste de Rotura de stock

CRU: Coste de Rotura por unidad

Cuando sea difícil o incluso imposible concretar el cálculo estipulado en la Ecuación (4.9), se pueden basar los cálculos de la cantidad de SS a mantener para cumplir con un nivel de servicio al cliente previamente establecido, para cuyo caso se reescribe la Ecuación (4.8) de la siguiente manera:

$$PP_{SS} = d \cdot L + Z \cdot \sigma_{dlt} \quad (4.10)$$

Con:

$(d \cdot L)$: Demanda esperada durante el plazo de aprovisionamiento.

Z : N° de desviaciones estándar.

σ_{dlt} : Desviación estándar de la demanda en el plazo de aprovisionamiento.

4.1.3. Otros modelos probabilísticos

Son tres los modelos disponibles existentes para aquellos casos en los que no se cuente con datos referentes a la demanda durante el plazo de entrega (estimación de la demanda y desviación estándar), los cuales suponen como variables independientes a la demanda y plazo de entrega.

A continuación se presentan dichos casos junto al cálculo del punto de pedido para cada uno:

Demanda variable y tiempo de entrega constante

$$PP_{SS} = (\text{Demanda media diaria}) \cdot (\text{Plazo aprovisionamiento}) [\text{día}] + Z \cdot \sigma_{dlt} \quad (4.11)$$

Donde:

$$\sigma_{dlt} = \sigma_d \cdot \sqrt{\text{Plazo de aprovisionamiento}}$$

σ_d : desviación estándar de la demanda diaria

Plazo de aprovisionamiento variable y demanda constante

$$PP_{SS} = \text{Demanda diaria} \cdot \text{Plazo de aprovisionamiento medio en días} + Z_d \cdot \sigma_{lt} \quad (4.12)$$

Donde:

Z_d : N° de desviaciones estándar de la demanda diaria.

σ_{lt} : Desviación estándar del plazo de entrega en días.

Demanda y tiempo de entrega variables

$$PP_{SS} = \text{Demanda diaria media} \cdot \text{Plazo de entrega medio} + Z \cdot \sigma_{dlt} \quad (4.13)$$

Donde:

$$\sigma_{dlt} = \sqrt{(\text{Plazo de entrega medio} \cdot \sigma_d^2) + (\text{Demanda diaria media})^2 \cdot \sigma_{lt}^2}$$

σ_d = Desviación estándar de la demanda diaria σ_{lt} = Desviación estándar del plazo de entrega en días

4.1.4. Sistemas de periodo fijo (P)

Hasta el momento, se han presentado sólo sistemas de cantidad fija, es decir que el valor o monto del pedido es siempre igual, al cual se le denominó Q . Una de las cosas a tener en cuenta bajo el uso de estos modelos, es que para que su funcionamiento sea óptimo, es necesario mantener un seguimiento continuo del inventario (llamado también sistema de inventario perpetuo), seguimiento que no todos los organismos tienen los recursos para hacer, es por ello que en el sistema de periodo fijo se realizan los pedidos al finalizar un periodo preestablecido, en donde se aprovecha la instancia para corroborar el stock en almacenamiento, evitando la contabilización continua y permanente del inventario. A continuación, se establecen los supuestos bajo los cuales se rige este sistema.

Supuestos

1. Los únicos costos relevantes son los costos de lanzamiento y almacenamiento
2. Los tiempos de entrega son conocidos y constantes
3. Los artículos son independientes entre sí.

El último supuesto indicado, se refiere a que no exista una correlación de un artículo respecto a otro, como por ejemplo podría ser un control remoto y las pilas que utiliza para funcionar, ya que al aumentar la demanda del control remoto, instantáneamente aumentaría la demanda de las pilas que utiliza.

Este modelo es ideal para aquellas empresas u organismos en los cuales el control de inventario es tan sólo una de las muchas tareas a realizar y no se cuenta con algún trabajador dedicado a su control como un bodeguero, por ejemplo, porque como ya se mencionó, el recuento de inventario se realiza de manera fija cada ciertos periodos, y no de manera continua como se puede apreciar en la Figura (4.4). Lo anterior también puede resultar ventajoso al momento de combinar pedidos para ahorrar costos de lanzamiento y transporte.

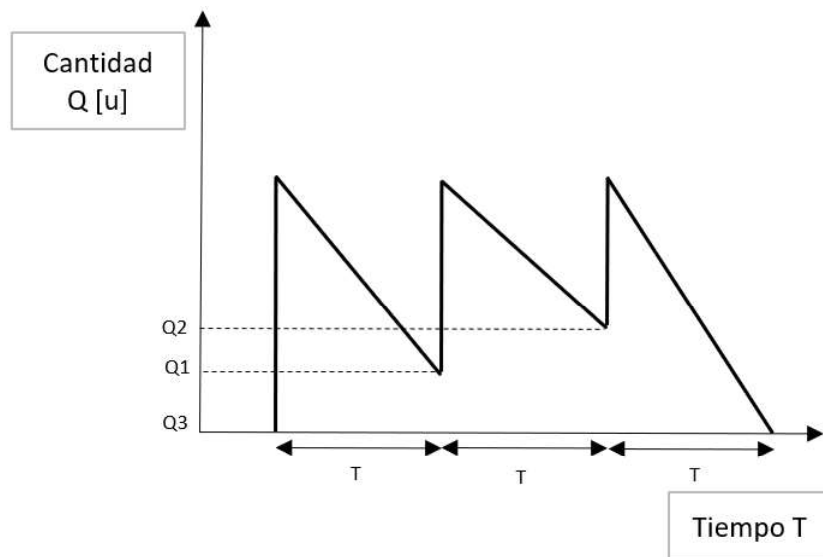


Figura 4.4: Gráfico que muestra un ejemplo de un sistema de conteo de periodo fijo. Gráfico de elaboración propia [6].

Así como existen ventajas, una de las desventajas es que aumenta la probabilidad de caer en un quiebre de stock si los periodos de revisión son muy distantes entre sí, debido a que no habrían recuentos continuos, por lo que es natural poseer un nivel de stock de seguridad mayor, lo que inevitablemente incurrirá en mayores gastos de almacenamiento.

4.2. Las 5S: Herramienta básica en la gestión de la calidad

La filosofía de Lean, proviene de la gestión basada en las prácticas de Toyota Production System, la cual tiene su enfoque principal en aumentar la eficacia para hacer el trabajo, en donde su propósito fundamental es identificar problemas y practicar la mejora continua en un ámbito diario. Lo anterior se logra desde el entendimiento de lo que ocurre en terreno (gemba), desarrollar la capacidad de las personas por medio de la resolución de problemas, entre otras estrategias.

¿Qué son las 5S?

Como se menciona en el título, es una poderosa, pero simple herramienta base para una buena gestión de la calidad, aunque más allá de ser una herramienta, son un conjunto de buenas prácticas que tuvo sus inicios en Japón, usada por primera vez en un concepto llamado "Mantenimiento Integral", lo que abarcaba no solamente el mantenimiento de las maquinarias, si no que de manera global, afectaba todo el entorno de trabajo.

¿Para qué sirven?

El objetivo principal de las 5S es mantener un orden y limpieza permanente en el área donde se practique, ya que está orientada a reducir los desperdicios y a aumentar la productividad y motivación del personal.

¿Cuáles son las 5S y que significan?

Las denominadas 5S provienen del Japonés y son las siguientes:

1. Seiri - Clasificación y Descarte: Se basa en la evaluación de aquellos materiales y artículos que son necesarios de los que sólo están ocupando espacio y ade-

más capital, contribuyendo así al desorden.

De esta manera se construye una mejor forma de operación, ya que evita el almacenaje de productos innecesarios y por ende se evita su deterioro o vencimiento. Otra consecuencia de "Seiri" sería un aumento del espacio disponible, o desde otro punto de vista, la disminución del espacio realmente utilizado (sólo el necesario).

2. Seiton - Organización: Seiton afecta de manera directa en la eficacia, ya que en otras palabras es que tan rápido se puede acceder a aquello que se necesita. Para ello, es esencial que cada elemento pertenezca a un lugar específico, con el objetivo de hacer más rápida su búsqueda y que el orden se mantenga en el tiempo.

Se logra con lo anterior, la reducción de tiempos operacionales, facilita el transporte interno de materiales y artículos, evita compras innecesarias e incluso contribuye con un menor cansancio físico-mental.

3. Seiso - Limpieza: Es tan simple como su nombre lo dicta, es la limpieza del lugar de trabajo, que no solamente se refiere al espacio personal, pues incluye cada lugar de la empresa. Éste es un compromiso de parte de todos los involucrados, no solo de algunos, porque los beneficios que se logran son amplios y para todos. Un ambiente limpio proporciona una mayor seguridad a los trabajadores, evita daños materiales y colabora con un ambiente laboral ideal para trabajar a gusto.

4. Seiketsu - Higiene y Visualización: A pesar de que "Higiene" se puede ver reflejada en puntos anteriores, lo que se busca específicamente aquí es que la limpieza y orden perdure a lo largo del tiempo. Respecto a "Visualización" se refiere netamente a la gestión visual, la cual es muy popular a nivel de industria debido a su alta efectividad, siendo utilizada en distintos ámbitos como producción, calidad, seguridad y servicio al cliente.

Éste tipo de gestión posee un mayor alcance al ser implementado o solicitado por el mismo personal que hará uso de ellos, pues son ellos quienes más conciencia tienen acerca de sus beneficios.

Ejemplos de gestión visual son:

- Avisos de peligro u advertencias
 - Avisos de mantenimiento preventivo
 - Recordatorios (de limpieza por ejemplo)
 - Instrucciones y procedimientos
 - Enumeraciones y nombramiento de botoneras, equipos, etc
 - Rangos permitidos de valores operativos
 - Otros
5. Shitsuke - Disciplina y Compromiso: Esta última "S" engloba lo anteriormente descrito, se trata de concretar la voluntad del personal de hacer las cosas de la mejor manera, el deseo de crear un entorno laboral ideal en base a buenos hábitos como los anteriormente descritos. Se puede resumir en dos simples pasos:
- ¿Qué queremos hacer?
 - ¡Hagámoslo!

Convirtiendo el resto de las 4S en rutina, integrándolas como parte de la jornada laboral y que no sea tomado como trabajo extra, siendo de esta manera un compromiso con la Mejora Continua.

¿Qué ventajas se obtienen con su implementación?

Ésta herramienta pretende facilitar el trabajo de los empleados, haciendo que éste se vea más atractivo debido a que las mismas tareas a las que están acostumbrados tendrán un mayor grado de facilidad o simpleza. Si bien puede no ser fácil formar el hábito, una vez que integran estas buenas costumbres provoca cambios a nivel conceptual y existe además una reevaluación de los valores por parte de los trabajadores a través del uso eficiente de los espacios, llevando a la reducción de los errores durante la jornada. Otra de las ventajas es la tendencia (de manera indirecta) a disminuir la reactividad durante el trabajo y tener un mayor desarrollo en cuanto a su nivel de proactividad, " identificando problemas y soluciones en sus mismos puestos de trabajos, esto se resumiría en personas empoderadas de funciones y resultados eficientes." [1]

Lo que también se puede notar a corto plazo es la facilitación en la búsqueda de cosas en general, también con esta implementación es fácil notar los desperdicios existentes en las áreas de trabajo. Además, las personas adquieren una autodisciplina, lo que a su vez ayuda a reducir los accidentes laborales (como ya se mencionó) y también es posible que salga a la luz aquello que esté malfuncionando, permitiendo identificar y solucionar nuevos problemas que antes no se reconocían o pasaban desapercibidos.

4.3. MUDAs

Las llamadas MUDAs o desperdicios es un término japonés que es sinónimo de: inutilidad, ociosidad, superfluo, residuos, despilfarro. “Son siete conceptos que se aplicaron inicialmente por el ingeniero Taiichi Ohno, autor del archiconocido just in time el Sistema de producción de Toyota.” [4].

Dentro de los desperdicios o MUDAs dentro de una organización podemos encontrar las siguientes:

- Sobreproducción
- Tiempo
- Transporte
- Procesos
- Inventario
- Movimientos
- Defectos

Sin embargo, el caso pertinente a este trabajo tratará exclusivamente la MUDA por inventario, la cual se explica a continuación.

MUDA por Inventario: O también conocida como exceso de inventario. ¿Por qué acumular stock resulta negativo?, La respuesta es simple, a pesar de que el pensamiento común podría ser que el tener exceso de algún material podría ayudar a

compensar o incluso eliminar la posibilidad de quiebre de stock, muchas veces suelen tener un impacto negativo en la economía de la empresa ya que además de la inversión adicional, se tiene el uso de espacios en bodega, por ejemplo, o cuando aquellos materiales extras se convierten en obsoletos, o el aumento que tienen en la probabilidad de sufrir daños, a lo cual se le suma el tiempo invertido en su recuento y control, que a su vez probablemente pasa desapercibido, sin tener noción del daño que se está haciendo.

Dentro de las posibles causales de esta MUDA podemos encontrar:

- Prevención de quiebre de stock ante una demanda errática o desconocida
- Material o repuesto de algún equipo crítico
- Una mala planificación del proceso
- Prevención ante la ineficiencia de proveedores
- Comunicación deficiente
- Basarse en una lógica de: "Por si acaso"

4.4. Recuento Cíclico

A continuación, se transmite la explicación del funcionamiento del recuento cíclico, según el libro guía [6], el cual a diferencia del método visto anteriormente en la sección 4.1.4, define una cantidad de recuento diario según la importancia de cada elemento almacenado, concluyendo finalmente con un conjunto de ventajas que involucra la aplicación.

Es acertado suponer que aquellos repuestos que se cuenten con mayor frecuencia, es decir, que se tenga un control más estricto, sean aquellos bajo la clasificación A, luego los de la clase B y finalmente los de la clase C. La idea es definir un protocolo de conteo para cada una de las clases que sea ad hoc a su relevancia, como por ejemplo, que se complete el conteo de aquellos repuestos tipo A, dentro de un mes, los tipo B cada trimestre y finalmente los tipo C que se cuenten todos los semestres. Para hacer esto, en vez de realizar esta labor de contar y registrar toda una clase en un solo

día, lo que probablemente (dependiendo de la cantidad) podría tomar uno o más días laborales completos, frenando la productividad de aquellos involucrados, por lo tanto, lo que se hace es dividir la cantidad de ítems pertenecientes a cierta clase, y dividirlos por la cantidad de días hábiles que contiene el periodo definido para su recuento. De esta manera es posible contar diariamente una cantidad de materiales que no provoque consumir un día completo de trabajo. A continuación se presenta un ejemplo para aclarar la metodología y desarrollo de lo mencionado:

Tabla 4.1: Ejemplo para recuento cíclico. Se muestran la cantidad de artículos y sus periodos de recuento cíclicos según cada clase.

Clase	N° de artículos	Periodo de recuento establecido	Cantidad de días hábiles
A	500 [u]	Mensual	20 [día]
B	1750 [u]	Trimestral	60 [día]
C	2750 [u]	Semestral	120 [día]

Por lo tanto, como se explicó anteriormente, para los artículos almacenados de clase A, se divide la cantidad de activos en los días hábiles establecidos, al igual que para el resto de las clases:

$$\frac{500[u]}{20[día]} = 25 \left[\frac{u}{día} \right]$$

$$\frac{1750[u]}{60[día]} = 29 \left[\frac{u}{día} \right]$$

$$\frac{2750[u]}{120[día]} = 23 \left[\frac{u}{día} \right]$$

Según los periodos de tiempo establecidos para el ejemplo anterior, se debiesen contar 77 ítems o unidades almacenadas de inventario diariamente para cumplir con la cuota establecida (entre materiales de clase A, B y C).

Ventajas del Recuento Cíclico

1. Elimina el cierre y la interrupción de producción
2. Elimina los ajustes anuales de inventarios

3. Personal especializado realiza la comprobación de la exactitud de inventario
4. Identifica la causa de los errores y toma medidas correctivas
5. Mantiene registros de inventarios exactos [6]

4.5. Los 5 Por qué

Herramienta utilizada en la metodología Lean, también conocida como las 5W o análisis de causa raíz. Ésta es una herramienta simple pero a la vez poderosa, que consta en descubrir de manera rápida potenciales causas raíces de un problema. Sakichi Toyoda, uno de los padres de la revolución industrial japonesa desarrolló esta herramienta alrededor de 1930, pero se volvió popular cuarenta años más tarde y ésta sigue siendo utilizada por Toyota para resolver problemas de distinta índole [3].

Su aplicación es simple: Básicamente la idea es que para descubrir una potencial causa raíz de un problema (idealmente que involucre el factor humano), se cuestione como máximo cinco veces ¿por qué?. La causa raíz se puede hallar antes de la quinta pregunta, e incluso puede darse que a la sexta o séptima vez (si esto ocurre se recomienda volver a determinar el problema).

De manera práctica:

1. Se identifica un problema a analizar, como por ejemplo: ¿Por qué no se entregó el trabajo a tiempo?.
2. Se identifica una respuesta apropiada para dicha interrogante, como por ejemplo: Porque no se encontraron los repuestos en bodega.
3. Entonces se debe preguntar ¿por que? a dicha pregunta, es decir: ¿Por que no se encontraron los repuestos en bodega?
4. Se continúa esta modalidad hasta que se logre encontrar una potencial causa raíz. Por lo general no será necesario preguntar ¿Por qué? más de cinco veces antes de lograrlo.

Capítulo 5

Descripción del sistema actual del sistema de gestión de inventario utilizado por la UM

Una vez estudiado los distintos temas presentados en el capítulo anterior, se comienza por entender de manera global, cómo está conformada la Unidad de Mantenimiento, las funciones de cada miembro, los procesos que se llevan a cabo, el sistema de información utilizado y el lugar de almacenamiento del cual se dispone.

A continuación, se describen cada uno de ellos, bajo el punto de vista de operación de la UM, con el fin de comprender el sistema de gestión de inventario utilizado al interior del campus San Joaquín.

5.1. Aspecto Organizacional

Esta sección se subdivide en dos partes, donde se presentará el organigrama actual de la unidad y posteriormente donde se describen los cargos que concierne a cada uno de los integrantes del equipo.

5.1.1. Organigrama

A continuación, se presentará el organigrama que conforma a la Unidad de Mantenimiento, pero antes se enseñará la ubicación de la UM dentro del organigrama general de la universidad.

Si bien existe un organigrama que engloba a todas las oficinas, campus, sedes y otras direcciones y entidades de la universidad llamado Organigrama Administración Rectoría (ver Anexo Figura (A.1)), debido a su amplitud, su descripción queda fuera del alcance de este trabajo, sin embargo, con el fin de describir el entorno en el cual la Unidad de Mantenimiento se desarrolla, se explicará la estructura del Organigrama Campus ubicado también en Anexo (Figura (A.2)).

Dentro del Organigrama Campus (Figura (A.2)), se observa que existen tres tipos de dependencias entre las distintas entidades:

- Dependencia Funcional y Administrativa
- Dependencia Funcional
- Dependencia Administrativa

Por lo tanto, básicamente todos los departamentos de direcciones, unidades y organismos de distintas índoles presentes en el diagrama se rigen bajo una dependencia funcional de rectoría, en primer lugar, y luego por Dirección General Campus.

Bajo la Dirección General del Campus se encuentra:

- Dirección Académica Campus
- Unidad Administración y Finanzas
- Comunicaciones
- Dirección Vinculación con el Medio

Sin ir más allá, la Unidad de Mantenimiento del campus se encuentra relacionada de manera directa (bajo una dependencia administrativa) con la Unidad Administración y Finanzas. Dentro de esta unidad, a pesar de no ser incluida dentro del organigrama, se encuentra la unidad de adquisiciones, encargada de las cotizaciones

y de generar las órdenes de compra solicitadas por la UM.

Una vez comprendida la ubicación administrativa de la UM dentro del campus, se procede a explicar la estructura de su propio organigrama. Si bien ésta no presenta un organigrama oficial, a continuación se expone el organigrama observado de la unidad:

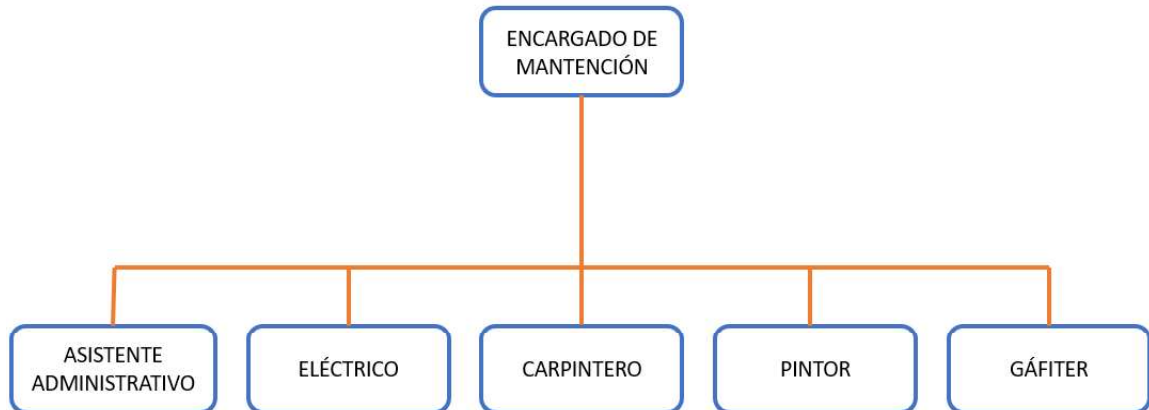


Figura 5.1: Organigrama observado de la Unidad de Mantenimiento del campus San Joaquín de la UTFSM. Diagrama de elaboración propia.

Como se puede observar, dentro de éste organismo existen sólo dos niveles jerárquicos. Se describen los objetivos generales de cada cargo:

- Encargado de Mantenimiento: Responsable de la Unidad de Mantenimiento, cuyo objetivo se enfoca en supervisar las labores de las diferentes áreas de mantenimiento del campus, asegurando el correcto funcionamiento de sus distintas instalaciones, contribuyendo de esta manera a la preservación y cuidado del mismo.
- Asistente Administrativo: Realizar funciones administrativas, apoyando y colaborando en el trabajo de la unidad de Mantenimiento del campus San Joaquín, con el propósito de lograr su correcto funcionamiento.
- Carpintero: Mantener y asegurar todas las instalaciones del campus referente a la carpintería.
- Eléctricista: Asegurar el correcto funcionamiento de las distintas instalaciones eléctricas (salas de clases, auditorios, pasillos, oficinas y otras dependencias) en lo referente a mantenimiento y reparación.

- Gásfiter: Mantener y asegurar el correcto funcionamiento de las distintas instalaciones (camarines, baños, duchas, griferías, cañerías, alcantarillado, entre otras), según procedimientos de la institución y normas vigentes de seguridad.
- Pintor: Efectuar y mantener los trabajos de pintura que requiera la institución, tales como empaste, enyesado, pintura de muros, cielos, barnices y pintura de muebles metálicos y de madera, con el fin de mantenerlos en condiciones óptimas para su uso.

5.1.2. Definición de cargos

Ahora que se conoce qué rol cumple cada integrante de la unidad de mantenimiento, y dónde se ubica ésta dentro de la estructura administrativa que obedece la universidad y el campus, se describen las principales funciones¹ de cada uno de los trabajadores de la UM, con un enfoque hacia la gestión de inventarios:

- Encargado de Mantenición:
 - Establecer plan de trabajo de las áreas de mantención del campus santiago San Joaquín, velando por el correcto funcionamiento de ésta y estableciendo indicadores de gestión.
 - Coordinar y supervisar las distintas tareas de los integrantes del área de mantención, con la finalidad de cumplir la demanda del campus.
 - Recibir órdenes de trabajo desde las unidades y coordinar los distintos trabajos, priorizando por complejidad y urgencia, con el fin de mantener los servicios básicos óptimos para todo el campus, reportando a su jefatura directa el estado de éstas.
 - Responsable por la custodia y mantención de inventario de bienes asignados inherentes a su función, manteniendo su actualización. Deberá también elaborar, gestionar y controlar el gasto del presupuesto de la unidad.
 - Realizar otras tareas inherentes al cargo según le solicite su jefatura directa.

¹Obtenidas de la definición de cargos elaborada por la Unidad Recursos Humanos para postulaciones de trabajo.

- Asistente Administrativo:
 - Apoyar la ejecución de encuestas de la Unidad y atender contratistas y proveedores.
 - Solicitar insumos de oficina y de material a la Unidad de Adquisiciones, con la autorización de su jefatura directa, apoyando en el desarrollo de cotizaciones cuando sea requerido, apoyando en el control de gastos y registrando los respaldos respectivos.
 - Asignar los trabajos al personal de la unidad, de acuerdo con los lineamientos de su jefatura y apoyando en las tareas de planificación, coordinación y control propias de la Unidad.
 - Mantener el registro del inventario de las herramientas y material de la Unidad.
 - Realizar otras tareas inherentes al cargo según le solicite su jefatura directa.

- Carpintero: Carpintero Clase B
 - Responsable del material y de las herramientas de trabajo bajo su cargo.
 - Mantener limpio y ordenado los materiales de trabajo.
 - Realizar otras tareas inherentes al cargo según le solicite su jefatura directa.

- Eléctricista: Electricista Clase A.
 - Confeccionar nómina de suministros eléctricos necesarios para realizar trabajos (lista de materiales).
 - Responsable del material y de las herramientas de trabajo bajo su cargo.
 - Mantener limpio y ordenado los materiales de trabajo.
 - Realizar otras tareas inherentes al cargo según le solicite su jefatura directa.

- Gásfiter:
 - Recepcionar solicitudes de trabajo y gestionar con pañol los materiales requeridos.

- Responsable del material y de las herramientas de trabajo bajo su cargo.
 - Mantener limpio y ordenado los materiales de trabajo.
 - Realizar otras tareas inherentes al cargo según le solicite su jefatura directa.
- Pintor: Pintor de Clase A.
 - Responsable del material y de las herramientas de trabajo bajo su cargo.
 - Mantener limpio y ordenado los materiales de trabajo.
 - Realizar otras tareas inherentes al cargo según le solicite su jefatura directa.

Como se pudo observar, a primera vista cada uno de los roles que conforman el equipo de la unidad de mantenimiento presenta responsabilidades y tareas inherentes a la gestión de inventarios (las cuales serán abordadas más adelante).

5.2. Procesos y Tareas Observadas

Si bien las labores de la unidad son múltiples, su proceso principal radica en la ejecución de requisitos de trabajo alrededor del campus, proceso que será explicado con mayor detalle a continuación, junto a otros subprocesos y procesos de apoyo observados.

5.2.1. Proceso de Requerimientos

Previo a la descripción detallada del proceso de requerimientos, con el objetivo de presentar a grandes rasgos y de manera sencilla las partes involucradas, se utilizará una herramienta llamada Diagrama SIPOC, por sus siglas en inglés (Suppliers Input Process Output Customers) que significan: Proveedores, Ingresos, Proceso, Salidas (servicio en este caso), Clientes, cuya definición se encuentra en el marco teórico de éste informe (sección 4):

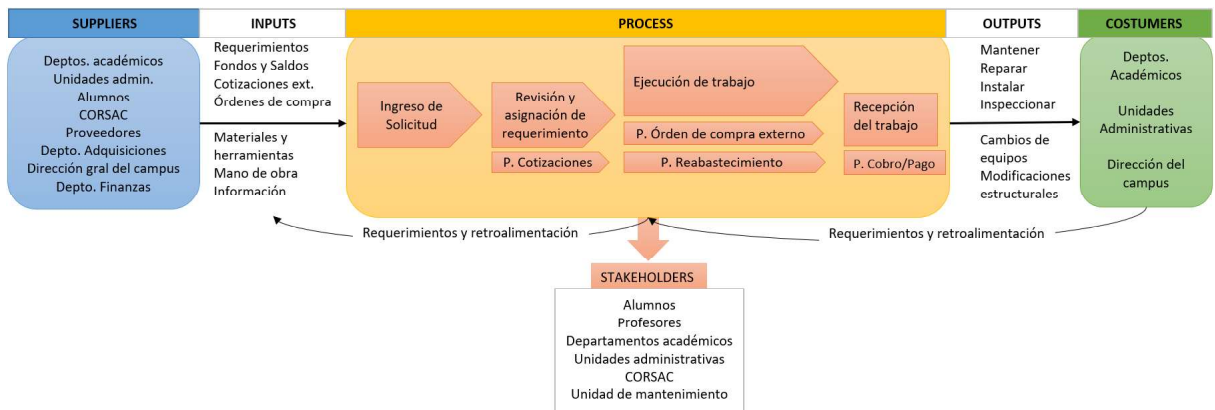


Figura 5.2: Diagrama SIPOC del proceso de requerimientos de la Unidad de Mantenimiento. Diagrama de elaboración propia

Antes que nada, recordar que la UM tiene como fin otorgar un servicio, no entregar un producto. Dicho lo anterior, se comienza diciendo que para este caso en particular, existe cierta repetitividad entre Suppliers y Costumers, lo cual es lógico desde el punto de vista en que la entidad que solicita algún requerimiento, muchas veces termina siendo el cliente final.

El cliente final o Costumers simboliza quién debe velar por la integridad y buen funcionamiento de los equipos y estructuras dentro del campus, donde se encuentran los departamentos académicos, unidades administrativas y la dirección del campus (quién vela por el buen estado de los espacios comunes del campus). Como se mencionó anteriormente, a pesar de que proveedores y clientes comparten similitudes, existen entidades que no se replican, lo que puede explicarse con diferentes razones, por ejemplo: Biblioteca está catalogado como un espacio común, si bien puede ingresar un requisito de trabajo por algún malfuncionamiento, quien es responsable del mantenimiento del área finalmente es la dirección del campus. Además, entre ellos se encuentran proveedores de materiales y repuestos necesarios para llevar a cabo los requerimientos, entre otros.

Luego tenemos el proceso (Process), el cual se ha subdividido en distintas etapas y subprocesos, que, de manera global, comienza con el Ingreso de Solicitud, etapa que inicia con el ingreso de un requerimiento por parte de alguno de los Suppliers y que posteriormente finaliza con la recepción y revisión de éste.

Después, sigue el proceso de Revisión y Asignación del Requerimiento, el cual comienza con la última tarea descrita anteriormente, es decir, la recepción y revisión del requisito, y concluye con la recepción por parte del Supplier, de la cotización del trabajo para ser aceptada o rechazada según se estime conveniente. Cabe destacar que dentro del proceso de Revisión y Asignación de Requerimiento se encuentra el proceso de cotización, el cual variará dependiendo si el trabajo será ejecutado por alguna compañía externa o se realizará de manera interna por alguno de los mantenedores integrantes de la UM.

La etapa siguiente incluye subprocesos tales como la tramitación de la orden de compra, si se debe a un trabajo ejecutado por externos, y el proceso de reabastecimiento inherente a las operaciones de la unidad de mantenimiento. Ésta etapa recibe el nombre de Ejecución de Trabajo y comienza con la aceptación de la cotización de parte del departamento o unidad solicitante y finaliza con el término del trabajo solicitado.

Por último, Recepción del Trabajo inicia con la revisión en terreno por parte de un encargado de mantención del trabajo terminado y concluye con la recepción en conformidad por parte del solicitante. Se debe tener en cuenta que dentro de éste último proceso existen actividades relacionadas al cobro o pago).

Una vez completo el proceso (Process) es posible encontrar resultados como: mantener, reparar, instalar, inspeccionar, cambios de equipos o modificaciones estructurales. El resultado anterior no sería posible, sin las entradas o Inputs otorgados por los proveedores o Suppliers, ya que éstos ingresos listados en el diagrama posibilitan el avance o progreso de los procesos ya mencionados.

Los Stakeholders o partes afectadas por el proceso serían principalmente quienes hacen uso de las facilidades o podrían verse perturbados por el mal funcionamiento de algún equipo o estructura o simplemente por los trabajos realizados in situ.

Una vez que se ha comprendido e identificado cada una de las características principales del proceso de requerimientos, se procede a realizar una descripción más detallada de los procesos y actividades antes mencionadas.

Proceso de Ingreso de Solicitud

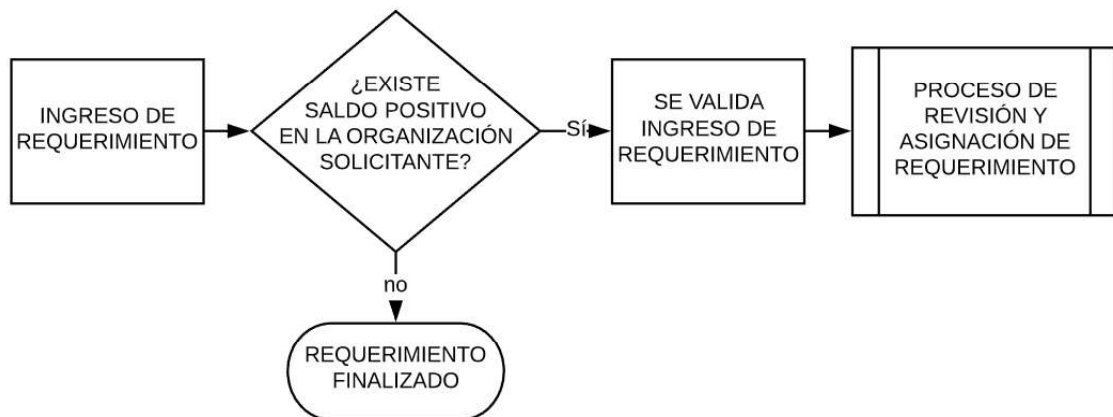


Figura 5.3: Flujo de Proceso de ingreso de solicitud (o requerimiento) de elaboración propia según lo observado en la Unidad de Mantenimiento

Como se vio anteriormente, el proceso completo para la ejecución exitosa de un requerimiento, se puede dividir en cuatro subprocessos, sin mencionar aquellos procesos de apoyo que serán vistos más adelante. El Ingreso de Solicitud de la Figura (5.3) inicia con el ingreso de algún requerimiento, el cual puede realizarse vía correo electrónico, de manera verbal o presencialmente. El requisito puede ser de diferentes naturalezas, tales como reparaciones, mantenimiento, cambio de equipos, modificaciones estructurales menores, entre otro tipo de trabajos. El envío de la solicitud sólo puede ser efectuado por el encargado del departamento solicitante, de otra forma, éste será rechazado.

Una vez que el correo electrónico con la solicitud es recibido por el encargado de la Unidad de Mantenimiento, él mismo envía una solicitud a la Unidad de Presupuestos para validar la cuenta presupuestaria del ente solicitante, ya que si ésta no presenta fondos, no se puede llevar a cabo el requerimiento, por lo tanto sería rechazado. Por otro lado, si es que existen fondos, comienza el proceso de revisión y asignación del requerimiento.

Proceso de Revisión y Asignación de Requerimiento

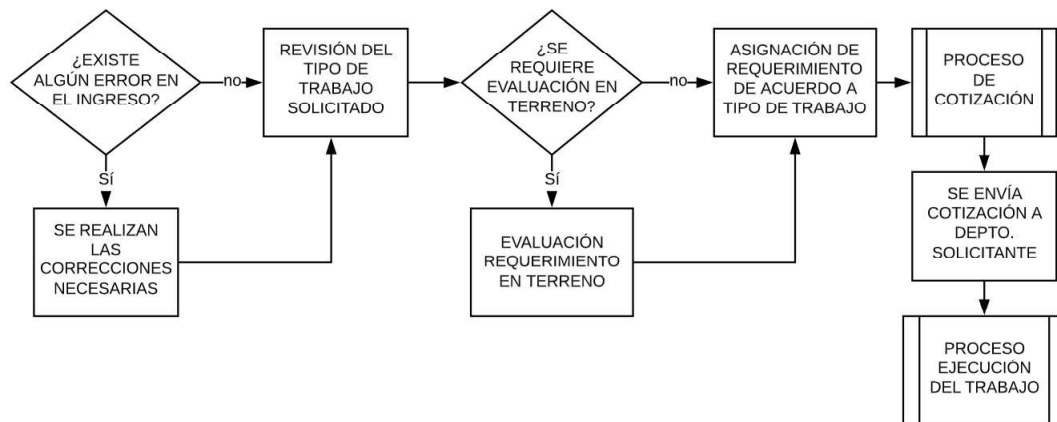


Figura 5.4: Flujo de Proceso de revisión y asignación de requerimiento de elaboración propia según lo observado en la Unidad de Mantenimiento

Como se puede observar en la Figura (5.4), éste proceso comienza con la revisión del requisito ingresado, donde se deberán hacer las correcciones correspondientes de ser el caso. Luego, se evalúa según el tipo de trabajo solicitado, para luego asignarle un responsable, el cual puede ser tanto un miembro del personal de mantenimiento como alguna empresa externa según sea el caso.

Luego de asignar el trabajo, se incurre en un proceso de cotización (explicado más adelante en la sección 5.2.5, Figura (5.10)). Una vez obtenida la cotización del trabajo, se envía al departamento solicitante, continuando con el proceso de ejecución del trabajo.

Proceso de Ejecución del Trabajo

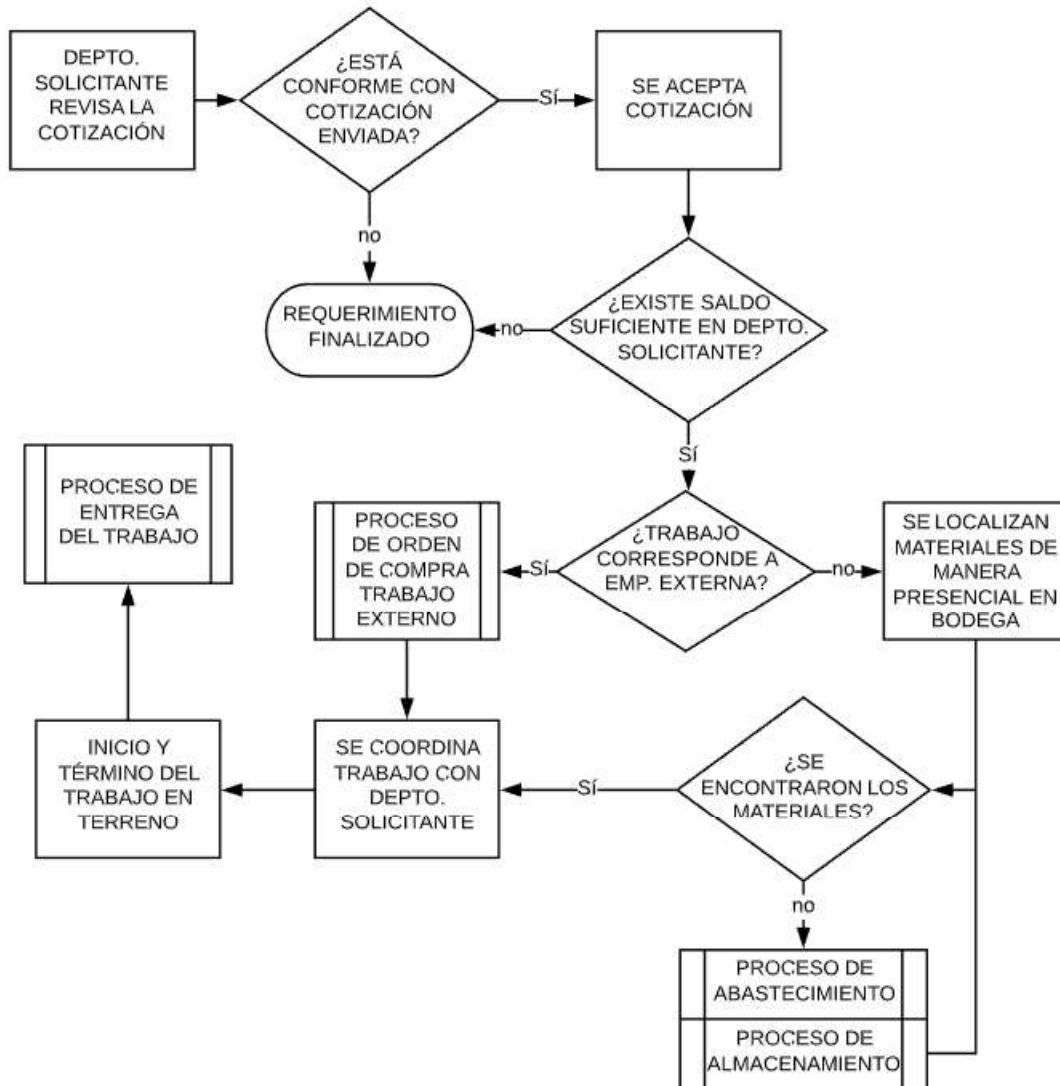


Figura 5.5: Flujo de Proceso de ejecución del trabajo de elaboración propia según lo observado en la Unidad de Mantenimiento

Dentro de este proceso se desarrolla el trabajo en terreno. Como se mencionó anteriormente, luego de haber enviado la cotización, el departamento solicitante la revisa y debe enviar su respuesta al encargado de la Unidad de Mantenimiento, donde si ésta es rechazada se finaliza el requerimiento, sin embargo, si la cotización es aceptada, entonces el encargado de la UM verifica que existan suficientes fondos en la cuenta del departamento o unidad solicitante, ya que de lo contrario, la solicitud se debe dar por finalizada.

Si el trabajo debe ser ejecutado por una empresa externa, se realiza una orden de compra (explicada con mayor detalle en la sección 5.2.6, Figura (5.11)), para luego continuar con la coordinación de los trabajos con el departamento solicitante, y así dar inicio y posteriormente término, al trabajo solicitado.

Por otro lado, si el trabajo fue asignado al equipo de la UM, entonces se deben buscar los materiales y repuestos correspondientes de manera presencial en bodega, donde si éstos no se encuentran o el stock es insuficiente, se debe realizar su compra y posterior almacenamiento (ver secciones 5.2.3 y 5.2.4, Figura (5.8) y Figura (5.9) respectivamente). Si los materiales y repuestos sí se encuentran disponibles, se procede a coordinar el trabajo con el departamento solicitante, y luego dar inicio y posteriormente término, al trabajo requerido.

Cabe mencionar, que en caso de necesitar materiales o repuestos de manera urgente, si éstos no sobrepasan el valor de $6[UF]$, se podría realizar una compra directa por parte del encargado de la unidad².

²La cantidad de $6[UF]$ se encuentra estipulada en una circular emitida por el departamento de finanzas adjunta en la sección Anexo, B, Figura (B.1).

Proceso de Entrega del Trabajo

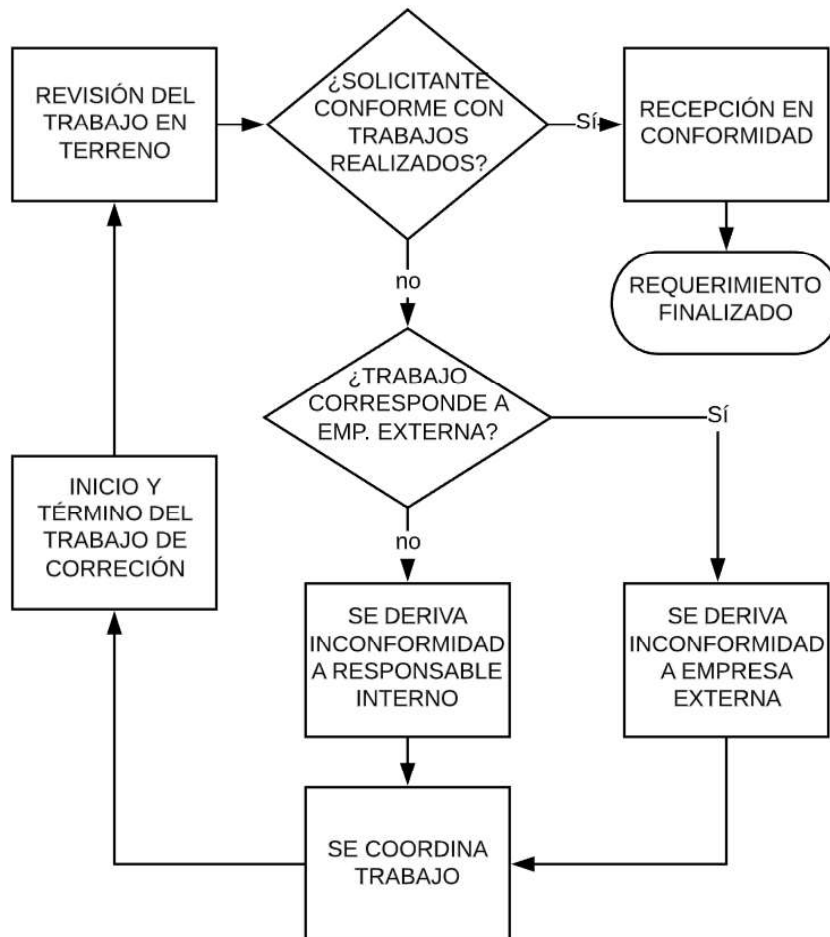


Figura 5.6: Flujo de Proceso de entrega del trabajo de elaboración propia según lo observado en la Unidad de Mantenimiento

Una vez que se da término a los trabajos realizados en terreno, se debe realizar una revisión por parte del asistente administrativo o por el encargado de la Unidad de Mantenimiento. Si el solicitante se encuentra conforme con el trabajo realizado, se procede a finalizar el requerimiento, por el contrario, si el solicitante no se encuentra conforme, se debe contactar a la empresa externa o responsable interno a cargo según sea el caso, quien deberá coordinar nuevos trabajos con el departamento inconforme. Una vez que se finalicen estos nuevos trabajos, se vuelve a iniciar el flujo desde la revisión del trabajo en terreno, para volver a evaluar la conformidad del departamento solicitante respecto a su resultado.

5.2.2. Proceso de Cobro/Pago

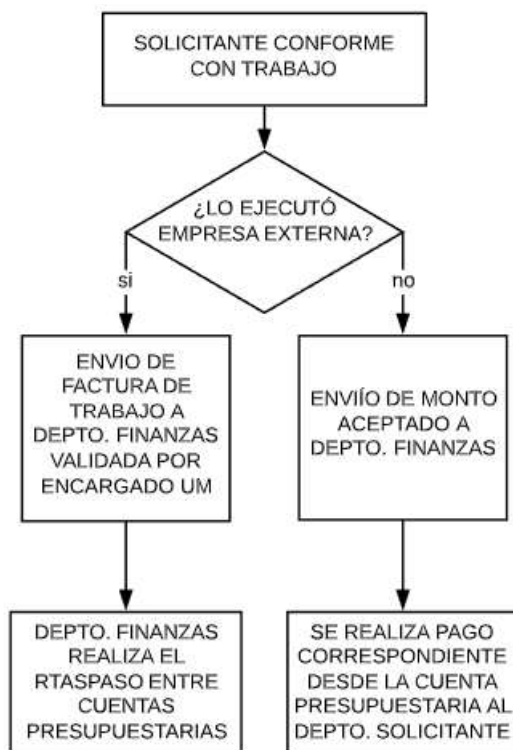


Figura 5.7: Flujo de proceso de cobro/pago por trabajos realizados de elaboración propia según lo observado en la Unidad de Mantenimiento.

A pesar de no ser mencionado dentro del proceso de requerimientos, luego de que un requisito se dé por finalizado después de haber cursado por el proceso de entrega del trabajo, es decir, una vez que el solicitante se encuentre conforme con el trabajo realizado, naturalmente, éste debe ser pagado.

Por un lado, si el trabajo fue ejecutado por una empresa externa, entonces dicha empresa entrega la factura correspondiente, la cual a su vez es derivada al departamento de finanzas, quienes realizan el pago correspondiente, sustrayendo capital de la cuenta presupuestaria del departamento solicitante, bajo el código para trabajos de mantenimiento³.

³Cada departamento posee una cuenta presupuestaria, la cual a su vez se subdivide en distintas categorías (cada una con su código correspondiente), entre ellas, una dedicada a actividades de mantenimiento y similares.

Por otro lado, si el requisito es realizado por integrantes de la Unidad de Mantenimiento, entonces se envía la cotización aceptada por el departamento solicitante al departamento de finanzas, quienes finalmente realizan el traspaso de fondos entre cuentas, es decir, se transfieren fondos desde la cuenta presupuestaria dedicada a mantenimiento del depto. solicitante, hacia la Unidad de Mantenimiento.

Finalmente, mencionar que la cotización enviada por parte de la Unidad de Mantenimiento debido a un trabajo interno, integra únicamente el uso de materiales y repuestos, no cobra por la mano de obra (a diferencia de una empresa externa).

5.2.3. Proceso de Abastecimiento

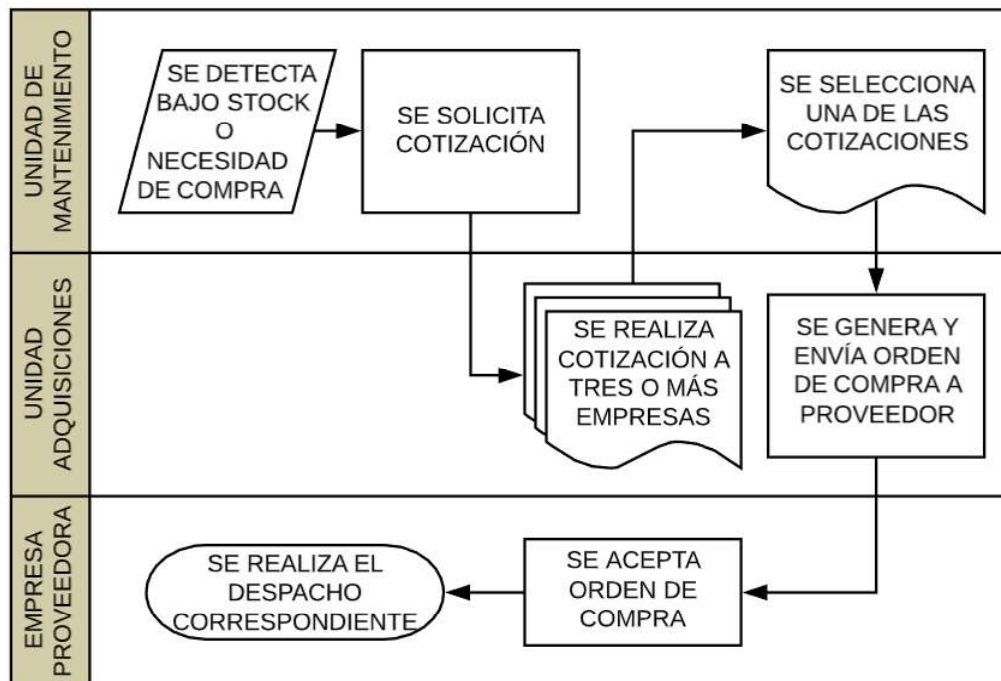


Figura 5.8: Flujo de Proceso de abastecimiento de elaboración propia según lo observado en la Unidad de Mantenimiento.

La figura anterior, representa el proceso de abastecimiento de la unidad, el cual inicia con la detección de bajo stock dentro de alguna existencia en inventario o cuando sea necesario comprar algún artículo debido a algún trabajo pendiente. En cualquier caso, el encargado de la unidad es quién se encarga de solicitar una orden de compra a la unidad de adquisiciones, quienes tienen como deber realizar tres coti-

zaciones a empresas distintas, que luego enviarán de vuelta al encargado de la UM. El encargado procura escoger aquella que sea más adecuada según su criterio y así, la unidad de adquisiciones envía la OC al proveedor correspondiente, quienes finalmente deberán aceptar la orden y realizar el despacho.

5.2.4. Proceso de Almacenamiento

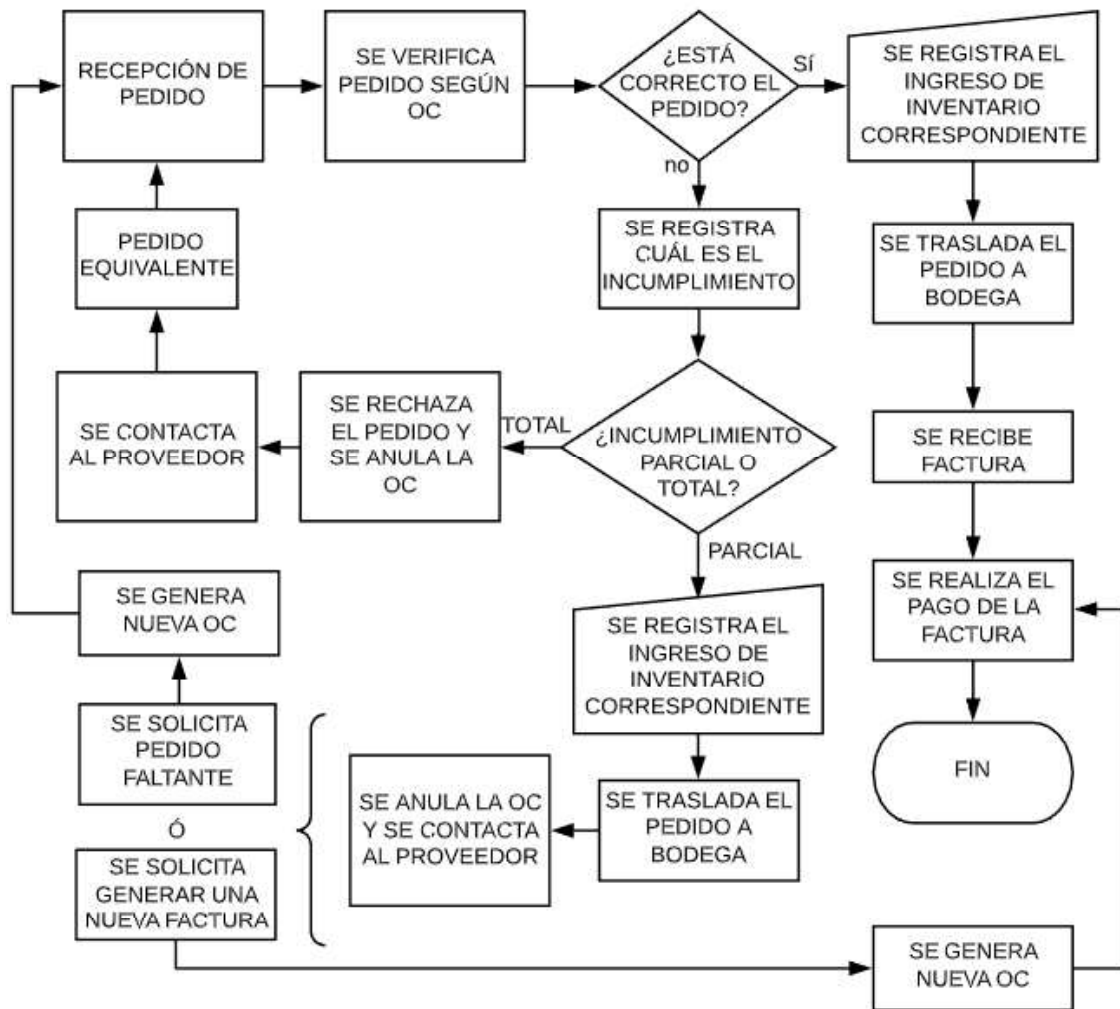


Figura 5.9: Flujo de Proceso de almacenamiento de elaboración propia según lo observado en la Unidad de Mantenimiento

Una vez recibido el pedido, lo primero es verificar que éste cumpla con la orden de compra, es decir, comprobar las especificaciones técnicas, la cantidad de unidades

recibidas y si éstas se encuentran en buenas condiciones. En el caso de que el pedido esté completamente correcto, se registra su ingreso, luego se traslada a las bodegas de almacenamiento y finalmente se realiza el pago de la factura.

En caso de que el pedido no esté correcto, ya sea porque el producto llegó en mal estado, se despachó una cantidad errónea o porque las especificaciones técnicas difieren de la OC, entonces se registra aquello que no cumple con la OC (generalmente se realiza una nota en la guía de despacho).

Si el incumplimiento es parcial, se registra el ingreso de aquello que se encuentra correcto, se traslada a bodega y se debe anular la OC para generar una nueva por la cantidad aceptada y posteriormente se contacta al proveedor. En esta instancia por lo general se solicita el pedido faltante, por lo que se genera una nueva OC para más adelante recibir la orden y comenzar el flujo desde el inicio. También es posible que se solicite a la empresa generar una nueva factura por la cantidad aceptada de productos, generándose a su OC correspondiente y así realizar el pago.

Por último, si el incumplimiento del pedido es total, entonces se rechaza el pedido y se anula la orden de compra, contactando al proveedor y solicitando un nuevo pedido equivalente.

5.2.5. Proceso de Cotización de Trabajo

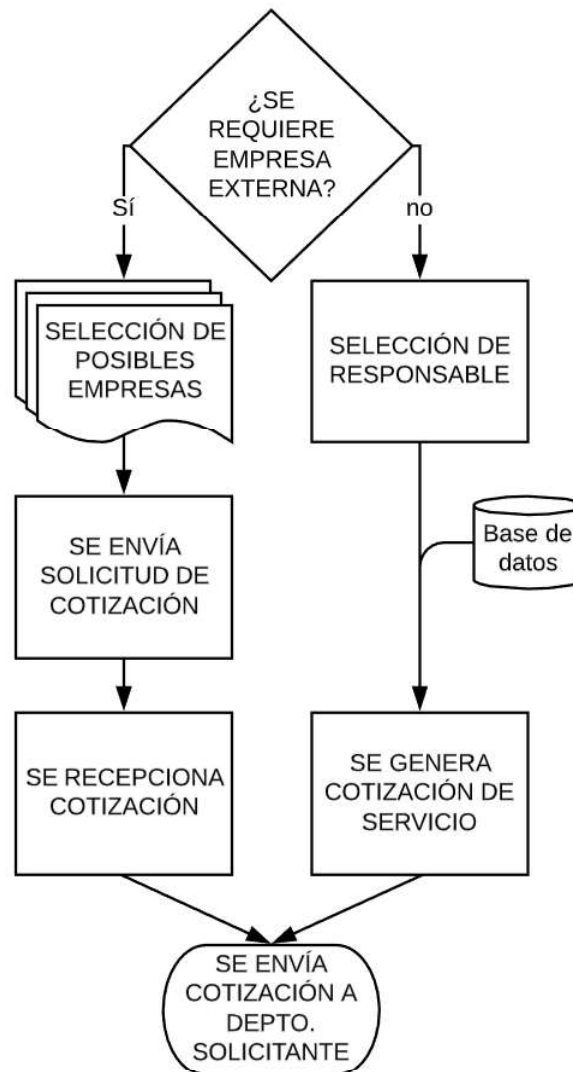


Figura 5.10: Flujo de proceso de cotización de trabajo de elaboración propia según lo observado en la Unidad de Mantenimiento

Si el trabajo debe ser asignado a una empresa externa, entonces la UM debe realizar una selección de las posibles empresas más adecuadas para completar el trabajo, enviando una solicitud de cotización a tres (o más) de ellas. Una vez recibidas las tres cotizaciones, se derivan al departamento solicitante para su aprobación.

Si el trabajo será desarrollado de manera interna por la UM, entonces se selecciona a un encargado, o responsable de la solicitud, quién además deberá listar aquellos in-

sumos y repuestos necesarios para completar el trabajo propuesto. Esta lista, junto con una base de datos donde se compilan los valores de las existencias almacenadas, serán de utilidad para generar una cotización por el servicio ofrecido. Al igual que en el párrafo anterior, esta cotización se envía al departamento solicitante y se queda en espera de su aprobación o rechazo.

5.2.6. Proceso de Orden de Compra Trabajo Externo

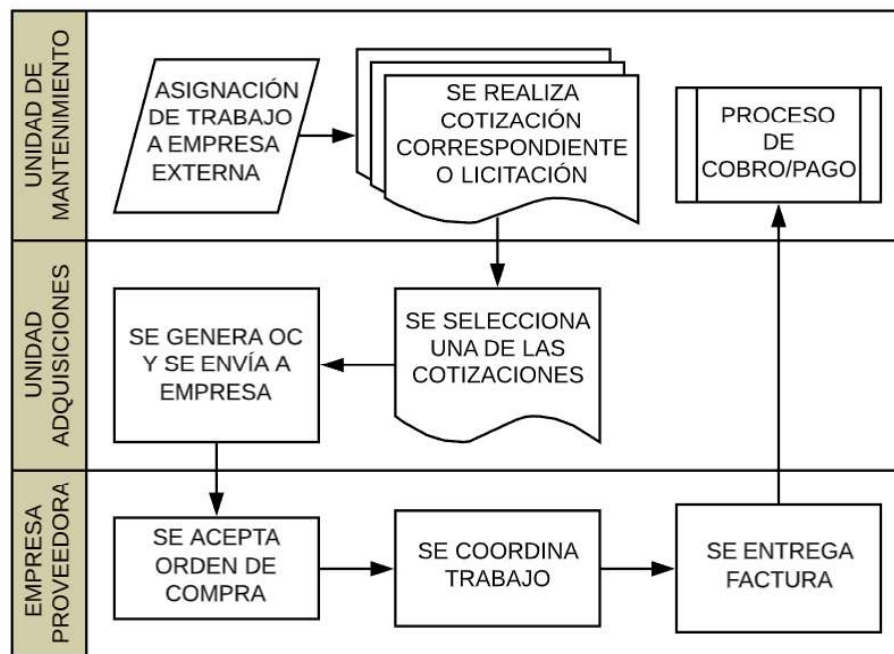


Figura 5.11: Flujo de proceso de orden de compra externa de elaboración propia según lo observado en la Unidad de Mantenimiento.

Como se ha visto a lo largo de este capítulo, un requisito puede ser ejecutado de manera interna o externa. Si es de naturaleza externa, entonces es necesario realizar una orden de compra para ello.

La UM debe realizar la cotización o licitación⁴ correspondiente según sea el caso.

⁴Debido a que existen requisitos que involucran equipos de alta complejidad como son por ejemplo, los ascensores, éstos debieron atravesar por un proceso de licitación, cuya explicación queda fuera del alcance de este trabajo

Una vez que se ha recibido la cotización solicitada, ésta se envía a la unidad de adquisiciones, la que posteriormente genera y envía una orden de compra a la empresa proveedora del servicio, quienes luego de aceptar dicha orden, proceden a coordinar los trabajos con el departamento solicitante (con la UM de intermediario). Una vez coordinados, se realiza la factura del trabajo, la cual se entrega luego de terminado el requisito. Posteriormente, la factura se envía a la Unidad de Mantenimiento para ser firmada por el encargado y luego enviada al depto. de finanzas quienes realizan el pago como se vio en la sección 5.2.2, Figura (5.7).

5.3. Sistema de Información

Actualmente, dentro de las operaciones de la Unidad de Mantenimiento no se utiliza ningún software en lo que respecta la gestión de inventarios. En la unidad se utilizan planillas de Excel para llevar los distintos registros, cuyos datos datan desde el año 2018 en adelante. Dichas planillas se describirán a continuación (siempre manteniendo un enfoque hacia la gestión de inventarios).

5.3.1. Registro Histórico de Requerimientos

Dentro del archivo Control de Requerimientos, se encuentra una única hoja de Excel, cuya finalidad es tener registro de los trabajos realizados a lo largo del año:

1	edi	requerimiento	departamento	solicitud	fecha	trabajador	encargado
2	A	luminaria en la oficina del Director (A115)	depto. Eléctrica	Nancy S.	03-01-2019	eléctrico	Walter G.
3	B	cambio de enchufe en pañol de química	depto. Química	Maria S.	08-01-2019	eléctrico	Julio P.
4	E	baños personal de seguridad	baños	Javier Vargas	08-01-2019	eléctrico	Julio P.
5	F	grietas en pasillo	casino	Jacqueline T.	09-01-2019	externo	Externo
6	F	cuarto de sanitización cambio de cerámica	casino	Jacqueline T.	09-01-2019	externo	Externo
7	F	desconche nivel 1 cambio de cerámica	casino	Jacqueline T.	09-01-2019	externo	Externo
8	F	desconche nivel 1 puerta de acceso lata insegura	casino	Jacqueline T.	09-01-2019	carpintero	Victor A.
9	F	Cuarto caliente cambio de cerámica	casino	Jacqueline T.	09-01-2019	externo	Externo
10	F	puerta de acceso edificio F, primer piso, Relaciones Estudiantiles	espacio común	Pilar C.	09-01-2019	carpintero	Victor A.
11	A	cambio de vidrio de una ventana de la oficina del profesor Iván Cornejo	IQA	Daniel N.	09-01-2019	externo	Externo
12	F	revisión de caja de escala	espacio común	Javier Vargas	09-01-2019	eléctrico	Walter G.
	F	revisión de escalera interior (casino)	casino	Jacqueline T.	09-01-2019	eléctrico	Julio P.

materiales usados	observaciones	fecha termino	precio	estado	cuenta presupuestari	código/ítem
2 tubos fluorescentes 1x18 watt - 2 partidores	-	03-01-2018	\$4.887	resuelto		
indicar materiales utilizados	informado mediante correo	08-01-2019		resuelto	QJ2212	6AB001
sin materiales	informado mediante correo		\$0	resuelto	-	-
-	-	-	\$0	resuelto		
-	-	-	\$0	resuelto		
-	-	-	\$0	resuelto		
-	informado mediante correo	-	\$0	resuelto		
-	-	-	\$0	resuelto		
-	informado mediante correo	09-01-2019	\$0	resuelto		
-	informado mediante correo	-	\$214.200	resuelto		
se reemplazan 6 luces quemadas	informado mediante correo	-	\$10.740	resuelto		
	informado mediante					

Figura 5.12: Extracto de planilla dispuesta por la UM del control de requisitos 2019, donde se aprecian los encabezados de la misma.

Como se puede observar, la Figura (5.12) es un extracto de la planilla Control de Requerimientos, donde además de representar el documento completo, se pueden apreciar los encabezados que la conforman, lo cuales se explican de manera breve de izquierda a derecha:

- Edificio: Edificio donde se solicita realizar el trabajo.
- Requerimiento: Requerimiento o solicitud realizada a la unidad de mantenimiento.
- Departamento: Departamento, unidad o entidad solicitante.

- Solicitud: Quién realiza la solicitud en nombre del departamento, unidad u otro.
- Fecha: Fecha de aceptación de la solicitud por parte de la UM.
- Trabajador: Categoría del trabajo (incluye si es realizado por un mantenedor interno o externo al campus).
- Encargado: Responsable de llevar a cabo el trabajo solicitado.
- Materiales Usados: Materiales y/o repuestos utilizados por los mantenedores de la UM, para ejecutar el requisito.
- Observaciones: Observaciones pertinentes a cualquier aspecto del requisito que puedan ser relevantes.
- Fecha Término: Fecha de finalización del requisito (independiente de su éxito).
- Precio: Valor monetario del trabajo completo⁵
- Estado: Estado del trabajo, el cual puede describirse de tres maneras: Resuelto, Pendiente y Proceso.
- Cuenta Presupuestaria: Se refiere a la cuenta presupuestaria del solicitante⁶
- Código/Ítem: Código/Ítem de la cuenta presupuestaria orientado a aspectos de mantenimiento⁷

Como información adicional, durante el 2018 se concibió un archivo Excel por cada mes, lo cual cambió para el 2019, donde se unificaron en una sola planilla. Además, la categoría (encabezado) Fecha Término fue adicionada en mayo del 2018.

⁵Si el trabajo es realizado por la UM, el cobro respecta únicamente a los materiales y no a la mano de obra, por otro lado, si el trabajo es ejecutado por una empresa externa, quién lo haya solicitado debe pagar la factura emitida por dicha empresa.

⁶Cada departamento del campus posee una cuenta presupuestaria anual

⁷Cada cuenta presupuestaria, la cual a su vez se subdivide en distintas categorías (cada una con su código correspondiente), entre ellas, una dedicada a actividades de mantenimiento y similares.

5.3.2. Valores, Registro de Inventario y Stock

En esta parte, se muestra la estructura que la unidad lleva para los registros asociados a los valores monetarios, inventario y stock de existencias. Comenzando por el archivo: Lista de Precios 2018

1	material	cantidad	valor \$
2	alambre NYA 1.5mm azul	95	\$ 88
3	alambre NYA 1.5mm blanco	95	\$ 88
4	alambre NYA 1.5mm verde	95	\$ 88
5	amarra cable 300 x 4.8mm negra	200	\$ 21
6	ampolleta ahorro 23W T-3 3-27T	40	\$ 1.695
7	ampolleta ahorro 23W T-3 3-27T blanco calido	45	\$ 2.790
8	ampolleta ahorro 24W T-3 3-27T blanco frio	3	\$ 2.790
9	ampolleta ahorro 65W E-27	46	\$ 6.615
10	ampolleta H. metal 70 w. luz fria	15	\$ 5.568
11	ampolleta haluro metal HPI-T 250W E40	25	\$ 8.617
12	ampolleta led energy 220V 7W	40	\$ 3.573
13	ampolleta led energy 220v gu-10 4.5 L/FRIA G.ELEC	60	\$ 3.573
14	Ampolleta PL 26 watt blanco frio 2 pines	42	\$ 1.790
15	Ampolleta PL 26 watt blanco frio 4 pines	35	\$ 876
16	Automático 16 amperes	0	\$ 3.200
17	ballast corriente 18/20W	31	\$ 2.179
18	ballast corriente 2x58w	30	\$ 8.927
19	ballast corriente 36/40W	16	\$ 1.810
20	BALLAST ELECTRONICO 1X36W		\$ 5.790
21	ballast electronico 22w. T9 circular byp	10	\$ 2.627

electricidad | carpinteria | gafiteria | trabajos | ingreso de materiales, elect.

Figura 5.13: Extracto de la planilla de valores de los artículos en bodega del 2018, Lista de Precios 2018, pestaña: electricidad

En la figura anterior, se muestra un fragmento de la planilla de valores e inventario y stock del 2018, específicamente de los materiales eléctricos, donde se puede apreciar una tabla con el nombre del material o repuesto, su cantidad disponible y su valor monetario. En la parte inferior de la hoja, se aprecian diferentes pestañas, entre las cuales se encuentran: Electricidad, carpintería, gasfitería, trabajos e ingreso de materiales, elect.. Dentro de las primeras tres categorías o pestañas el formato de cada hoja es idéntico al de la Figura (5.13), mientras que en la pestaña trabajos se encuentra información acerca de un trabajo en particular durante agosto, al igual

que la pestaña ingreso materiales elect., la cual presenta datos de una compra de insumos en específico del día 20 de abril del 2018 que, al ser un registro puntual no representan mayor importancia en la gestión de inventarios de la unidad.

Con el propósito de formar una noción acerca de la cantidad de materiales y repuestos almacenados durante del año, se desarrolla la siguiente tabla:

Tabla 5.1: Cantidad de existencias registradas durante el 2018, según registros entregados por la UM.

Categorías	Electricidad	Carpintería	Gasfitería	Total
Cant. Existencias [u]	78	71	14	163

Por otra parte, los valores monetarios, junto con el inventario y su stock en lo que respecta al 2019 se encuentran plasmados en el archivo llamado Control de Gestión 2019:

control de materiales 2019					
detalle	cantidad en stock	precio neto	valor total	categoria	
ampolleta ahorro de energia 20W	25	\$ 2.082	\$ 2.478	eléctrico	
ampolleta espiral #24 (luz calida)	70		\$ 0	eléctrico	
ampolleta espiral #24 (luz fria)	40		\$ 0	eléctrico	
ampolleta led energy 220V (par20)	20	\$ 6.854	\$ 8.156	eléctrico	
ampolleta osram dulux (26W/840)	100		\$ 0	eléctrico	
ballast corriente 18/20 W	16	\$ 1.645	\$ 1.958	eléctrico	
ballast corriente 36/40 W	21	\$ 1.856	\$ 2.209	eléctrico	
bandeja para pintar	4	\$ 952	\$ 1.133	pintor	
barra antipánico scanavini	8			carpinteria	
brazo hidraulico (yale Y522 - 80KG)	9	\$ 22.779	\$ 27.107	carpinteria	
brochas de 2 pulgadas	4	\$ 575	\$ 684	carpinteria	
brochas de 3 pulgagas	4	\$ 980	\$ 1.166	carpinteria	
brochas de 4 pulgadas	4	\$ 1.508	\$ 1.795	carpinteria	
cable THHN #14 (2.08mm) color blanco	100	\$ 159	\$ 189	eléctrico	
cable THHN #14 (2.08mm) color blanco	100	\$ 159	\$ 189	eléctrico	
caja chuqui PVC	21	\$ 737	\$ 877	eléctrico	
Canaleta 100 x 50 mmx 2 mt blanco Legrand	0	\$ 9.655	\$ 11.490	eléctrico	
canaleta dlp 20x10x2mt	50	\$ 85.550	\$ 101.805	eléctrico	

Figura 5.14: Extracto de la planilla Control de Gestión 2019 con los valores de los artículos en bodega del 2019.

Se aprecia en la figura anterior la unificación de la información en una sola hoja a diferencia del archivo que se utilizaba en el 2018 respecto a las categorías de los artículos (Figura (5.13)). Además, se cuenta con el registro de 61 artículos registrados en total.

5.4. Lugar de Disposición de Repuestos

Es importante conocer los aspectos del lugar físico donde se disponen las existencias almacenadas. En esta sección del informe se procede a describir aquellos ámbitos relevantes e información básica a considerar acerca de las bodegas de almacenamiento, tales como su cantidad, dimensiones, acceso y ubicación.

5.4.1. Cantidad y Dimensiones de bodegas a disposición

La zona de almacenamiento de la unidad se encuentra dividida en seis bodegas ubicadas en distintos sectores dentro del campus, de las cuales dos de ellas son más conocidas como bodegas de Transición y Pinturas. Dichas bodegas presentan distintas dimensiones, cuyos valores fueron obtenidos in situ y se listan en la tabla a continuación:

Tabla 5.2: Dimensiones de las bodegas utilizadas en el área de almacenamiento de la UM del campus San Joaquín.

Bodegas	Largo [cm]	Ancho [cm]	Altura [cm]	Área superficial [m^2]
Transición	313	265	255	8,3
Pinturas	366	190	290	7,0
A	363	210	338	7,6
B	363	210	338	7,6
C	792	196	445	15,5
D	794	197	439	15,6

Como se puede observar en la tabla anterior, se encuentran las dimensiones de las seis bodegas antes mencionadas, y en vista de que sólo dos de ellas se reconocen bajo los nombres de bodegas de “Transición” y “Pinturas”, el resto se ha decidido nombrar alfabéticamente con el propósito de identificarlas más adelante. Además en la última columna se ubica el área superficial de cada una de las bodegas en [m^2].

5.4.2. Ubicación y Acceso

Respecto a la ubicación y acceso de las bodegas de almacenamiento, comenzando por la bodega de “Transición”, ésta se encuentra dentro de la misma planta donde se ubican las oficinas de la unidad de mantenimiento, es decir, en el sector centro-sur del campus, edificio *D*. Las cinco bodegas restantes permanecen en el estaciona-

miento subterráneo del edificio *F*, separadas a metros unas de otras.

Para acceder a cualquiera de las bodegas se necesita ingresar por una puerta que se encuentra bajo llave en todo momento. La responsabilidad de éstas llaves cae sobre el Asistente Administrativo y sobre el Encargado de la unidad, quienes dependiendo de la situación pueden delegar dicha responsabilidad a terceros (siempre integrantes del equipo de mantenimiento).

5.5. Conclusión del Capítulo

A lo largo de la sección se abordaron temas como la descripción del aspecto organizacional de la unidad, procesos y tareas observadas dentro de las labores de la UM, el sistema de información utilizado y el lugar de disposición de repuestos disponible, con el fin de formar una imagen que represente el sistema de gestión de inventario utilizado y comenzar a generar una idea acerca del estado actual de cada uno de ellos.

El siguiente capítulo examina desde un punto de vista crítico cada aspecto descrito anteriormente, donde si bien en su mayoría se encuentran correctamente definidos y ejecutados (a excepción de algunos ámbitos), se enfatizan aspectos sustanciales que sobresalen a simple vista, tales como la notable falta de datos dentro del sistema de información de la unidad, información que es esencial en la elaboración de estrategias de abastecimiento, control y cálculo de parámetros pertinentes. Se analiza también, el formato de las planillas de dicho sistema, la falta de tareas complementarias dentro de los procesos tales como el registro y actualización de los datos utilizados y las condiciones físicas en las cuales se encuentran las bodegas de almacenamiento.

Capítulo 6

Examinación del sistema actual utilizado por la unidad de mantenimiento

Una vez comprendido el funcionamiento de los distintos puntos vitales de la gestión de inventarios, ésta parte se enfocará en evidenciar el estado actual de las operaciones dentro de la Unidad de Mantenimiento, intentando encontrar problemas actuales y posibles causas raíces que puedan estar afectándola.

Este capítulo de examinación, será de suma importancia al momento de realizar un diagnóstico.

6.1. Aspecto Organizacional

Como se vio en capítulo anterior, el equipo de la Unidad de Mantenimiento es constituido por cinco cargos distintos, y conformado por ocho integrantes en total, lo cual permite que la estructura organizacional presentada en la Figura (5.1) sea adecuada, ya que el principal defecto que suele tener esta configuración jerárquica es que la comunicación pueda ser deficiente, que a pesar de no haber evidencia de ello, dicha falta no se detectó ni tampoco fue anunciada por alguno de los integrantes.

Lo anterior puede deberse en parte a que son un grupo reducido de integrantes,

donde suele generarse un ambiente de confianza y contacto entre sí, a esto se le suma el hecho de que todos trabajan en una misma planta, lo que parece fortalecer la comunicación.

Respecto a los cargos existe uno que no se encuentra actualizado formalmente. Como se sabe, la UM no presenta un organigrama oficial, sin embargo, el organigrama de elaboración propia de la Figura (5.1), presenta el cargo de Asistente Administrativo, el cual aún se encuentra en proceso de cambio, pues el cargo que reemplaza es el de Secretaria. La persona reemplazante del cargo se encuentra operativa, sin embargo, a la fecha sigue ejerciendo sus funciones bajo el nombre de Secretaria.

Dentro de la definición de cargos de cada integrante de la Unidad de Mantenimiento, se encuentran todas las funciones necesarias para desempeñar una adecuada gestión de inventarios, y aquellas que no aparecen de manera explícita, son inherentes a sus propios cargos, sin embargo, se da cuenta de que no todas las funciones son ejercidas. Entre ellas se encuentran:

- La falta de orden y limpieza (en recintos de almacenamiento, Figura (6.2)).
- Existe la gestión con el pañol por los materiales requeridos, a pesar de que no existe uno.
- Aunque que existe la tarea de registrar el inventario y mantener dicho registro, y a pesar de que no se puede evidenciar, los registros de inventario y stock no se encuentran actualizados y no reflejan la realidad de aquello almacenado en bodegas.

Por último, se da cuenta mediante la observación que el encargado de la unidad suele ejercer funciones que no necesariamente se adhieren a su cargo, obteniendo como resultado una carga laboral adicional. Algunas de éstas tareas son: Corroborar fondos presupuestarios de solicitantes (al menos dos veces por cada requisito completado), cotizaciones varias, revisión de licitaciones, actividades relacionadas a la sustentabilidad dentro del campus, entre otras.

6.2. Procesos y Tareas Observadas

Durante la observación y descripción de los procesos se detectaron actividades o tareas que a pesar de ser propias del control y gestión de inventarios no se encontraban dentro de las operaciones típicas de la unidad.

Durante el Proceso de Ejecución del Trabajo (Figura (5.5)), si el requerimiento es ejecutado de manera interna, llega el momento en que se deben localizar los materiales necesarios para ello, entonces, el responsable del requerimiento se dirige a la bodega de almacenamiento. Según lo observado, primeramente la búsqueda comienza en la bodega donde se cree que puedan encontrarse los materiales o repuestos necesarios, lo cual generalmente es así, de lo contrario se debe entrar a otra de las bodegas y así sucesivamente o hasta tener certeza de su disponibilidad. Una vez abierta la bodega, se debe buscar en su interior, ya que éstas no cuentan con espacios definidos para sus existencias.

En el caso de encontrar el repuesto, no existen actividades asociadas al registro relacionado a su sustracción.

Respecto al Proceso de Almacenamiento, sólo destacar que al no existir espacios designados para cada artículo, al ingresar elementos en bodegas no se realiza de manera organizada.

Finalmente, se observa que a diferencia del asistente administrativo y encargado de la unidad, por lo general los mantenedores constan de varias horas al día de tiempo no productivo.

6.3. Sistema de Información

El sistema de información utilizado, según las planillas y archivos que fueron enseñados en el capítulo anterior (sección 5.3) evidencia múltiples faltas.

En primer lugar, la notable falta de datos, lo cual se puede ver reflejado a continuación:

Tabla 6.1: Tabla que exhibe la cantidad de registros sin datos en tres distintas categorías de los archivos “Control de Requerimientos”, para los años 2018 y 2019

	“Total Requisitos”	“Fecha de Inicio”	“Materiales”	“Fecha de Término”
2018	640	14	373	441
Porcentaje	-	2,2[%]	58,3[%]	68,9[%]
2019	299	3	138	157
Porcentaje	-	1,0[%]	46,2[%]	52,5[%]

La tabla anterior, presenta la cantidad de celdas sin datos del archivo “Control de Requerimientos”, para los años 2018 y 2019¹, en donde se puede ver que durante el año 2018, de un total de 640 requisitos, 14 de ellos se encuentran sin una fecha de inicio, 373 sin datos acerca de los materiales utilizados y 441 sin el registro de la fecha de entrega del trabajo, y de manera recíproca se lee para el año 2019.

Se hace hincapié en la información faltante en el registro de materiales utilizados y fechas de término, ya que representan alrededor de la mitad de los requisitos registrados, siendo datos importantes dentro del cálculo de parámetros que permiten elaborar estrategias de abastecimiento y controlar procesos.

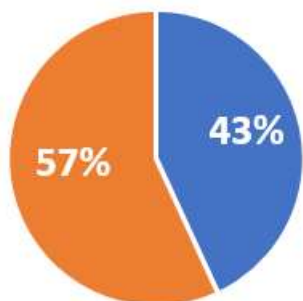
Tabla 6.2: Tabla que muestra el conteo de celdas totales de registros sin datos en las categorías “Fecha de Inicio”, “Materiales” y “Fecha de Término” de los archivos “Control de Requerimientos”, para los años 2018 y 2019

	Total Requisitos	Celdas Totales	Celdas sin Datos
2018	640	1920	828
2019	299	897	298

¹Los registros de requerimientos incluyen los meses de enero a junio del 2019

CONTROL DE REQUERIMIENTOS 2018

■ CELDAS SIN DATOS ■ CELDAS CON DATOS



CONTROL DE REQUERIMIENTOS 2019

■ CELDAS SIN DATOS ■ CELDAS CON DATOS

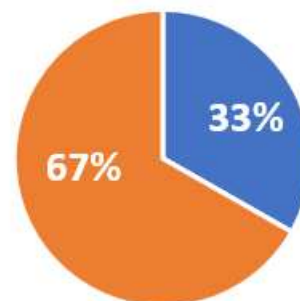


Figura 6.1: Gráficos circulares que muestran la proporción de celdas sin datos versus las celdas que sí contienen datos de las categorías “Fecha de Inicio”, “Materiales” y “Fecha de Término” de los archivos “Control de Requerimientos”, para los años 2018 y 2019. Gráficos de elaboración propia.

El propósito de la Tabla (6.2) y los gráficos circulares de la Figura (6.1) es representar la proporción de datos faltantes en los registros de las categorías antes mencionadas, donde se ve claramente que ambos casos, el número de celdas vacías se acercan a la mitad de la información evaluada.

Además, dentro de los registros restantes del mismo archivo, suelen cometerse errores de ingresos tales como: Ingresar una fecha errónea, con diferentes formatos e incluso texto perteneciente a otra celda, así como también existen registros bajo la categoría Materiales donde hay veces que se deja pendiente el ingreso de materiales y no se completa, puede que un mismo material de iguales especificaciones técnicas tenga diferentes nomenclaturas (incluso una falta ortográfica puede causar una duplicación de datos) y es posible observar ingresos, que a pesar de representar lo mismo, se escriben de distinta manera como por ejemplo: “Sin Materiales”, “Sin Material”, “Reparación sin Material”.

También es importante señalar que el formato en que se registran los datos no es el adecuado, ya que obtener datos como por ejemplo la demanda, no es trivial. Lo anterior se debe a que la lista de materiales utilizados en cada requisito se encuentran registrados dentro de una misma celda, lo que dificulta innecesariamente la posibi-

lidad de contabilizar cada artículo por separado.

Continuando con la Lista de Precios 2018 y Cotrol de Gestión 2019 (Figura (5.13) y Figura (5.14) respectivamente), si bien los valores registrados no varían frecuentemente, el problema se encuentra en el encabezado “cantidad”, que a pesar de no contar con evidencia, se reconoce que al no ser actualizado con frecuencia, y que por lo general sólo se modifica cuando existe un ingreso de stock, éste no representa de manera fidedigna la realidad del inventario almacenado, sin mencionar que existen materiales y repuestos que no se encuentran registradas en este archivo.

6.4. Lugar de Disposición de Repuestos

Respecto a los lugares de disposición de materiales y repuestos, se cuenta con un total de $51,5[m^2]$ de superficie entre las seis bodegas utilizadas (ver Tabla (5.2)) y como se vio anteriormente, durante el 2019 se registra un total de 61 artículos en inventario, obteniéndose un total de $0,8[m^2]$ de espacio para almacenar el stock de cada uno. Teniendo en cuenta que la gran mayoría son elementos pequeños (tales como ampolletas, ballast, brochas, etc) y que se cuenta con algunas estructuras para disponer dichos artículos (aumentando el espacio disponible dentro de las bodegas) se esperaría que hubiese espacio suficiente para almacenar el inventario sin presentar un sobre stock, sin embargo, debido a problemas relacionados con su capacidad de almacenamiento mencionados por la Unidad de Mantenimiento, es importante conocer el estado en que éstas se encuentran en su interior.



Figura 6.2: Imágenes del exterior e interior de dos de las bodegas de almacenamiento utilizadas por la UM, campus San Joaquín.

Las imágenes de la Figura (6.2) son fotos de dos de las bodegas actualmente en uso. Evidentemente muestran falta de orden, limpieza y además el hecho de no poder

circular en el interior de varias de ellas, demuestra un evidente sobre stock.

Además de lo anterior, existen en su interior artículos y materiales que no pertenecen a la UM (aquellos más frecuentes son muebles en proceso de baja²). Como observación, y como ya se mencionó, dentro de las bodegas es posible encontrar algunas estructuras como repisas o mueblería, utilizadas para almacenar materiales. Cabe destacar que no se observan espacios rotulados o espacios dedicados a materiales en específico.

Por último, a pesar de no ser algo frecuente, se observaron momentos en los que se han tenido problemas en la ubicación de las llaves de bodega.

6.5. Planificación de Inventario

Al examinar con mayor detalle el sistema de gestión de inventarios empleado por la UM, se da cuenta que la planificación de materiales no se encuentra establecida de manera formal. Ésto se debe a que hasta ahora, el método que han utilizado ha sido en base a su propio criterio y con base en la basta experiencia colectiva.

Además de lo anterior, se nota que no existen políticas de inventario, vale decir, no cuentan con estrategias que definan qué mantener almacenado o cuánto mantener almacenado de cada uno. Tampoco se cuenta con periodos fijos para revisar si es necesario un reabastecimiento, o un sistema que alerte o colabore con encontrar elementos almacenados con bajo stock ni registros que indiquen cuánto es tener bajo stock.

En resumen, se extraña la definición de un sistema de inventario, es decir, un conjunto de políticas y controles que velen por ámbitos como el stock, aprovisionamiento, cantidad de pedido y momento adecuado para ordenar, con fundamentos basados en análisis técnico-económicos.

²Cuando un artículo es dado de baja por el campus, atraviesa por un extenso proceso, en el cual el activo es removido de su ubicación regular y es trasladado a bodegas para ser almacenado mientras dure su proceso de baja

6.6. Control de Inventarios

Dentro del servicio que otorga la Unidad de Mantenimiento, el tiempo de respuesta es uno de los índices claves que pueden medir el desempeño del proceso que lo hace posible, el cual se ve directamente afectado por la cadena de suministros de la cual la gestión de inventarios forma parte.

A pesar de que no existe el control por la UM de éste KPI, es posible obtener sus valores gracias a los registros anteriormente vistos en la sección 5.3, obteniendo como resultado la elaboración de la siguiente tabla (Figura (6.3)):

MESES		TIEMPO DE RESPUESTA (REQ. COMPLETOS)			
		1, 2 o 3 DÍAS	ENTRE 4 Y 10 DÍAS	ENTRE 11 Y 15 DÍAS	MÁS DE 15 DÍAS
ENERO	2018	FALTAN FECHAS DE TÉRMINO			
FEBRERO					
MARZO					
ABRIL					
MAYO		22	8	1	0
JUNIO		30	11	5	1
JULIO		27	4	3	0
AGOSTO		18	5	1	1
SEPTIEMBRE		5	0	0	2
OCTUBRE		16	12	4	7
NOVIEMBRE		0	1	0	0
DICIEMBRE		5	0	0	0
Totales:		123	41	14	11
TOTALES [%]:		65%	22%	7%	6%
TOTAL REQUISITOS COMPLETOS (CON FECHAS): 189					
MESES		TIEMPO DE RESPUESTA			
		1, 2 o 3 DÍAS	ENTRE 4 Y 10 DÍAS	ENTRE 11 Y 15 DÍAS	MÁS DE 15 DÍAS
ENERO	2019	16	10	0	14
FEBRERO		20	3	1	4
MARZO		16	6	0	3
ABRIL		19	1	0	0
MAYO		12	0	1	1
JUNIO		22	0	0	0
JULIO		4	0	1	0
AGOSTO		7	2	0	0
SEPTIEMBRE		1	0	0	0
OCTUBRE					
NOVIEMBRE					
DICIEMBRE					
totales:		117	22	3	22
TOTALES[%]		71%	13%	2%	13%
TOTAL REQUISITOS COMPLETOS (CON FECHAS): 164					

Figura 6.3: Resumen de los tiempos de respuesta de las solicitudes durante el año 2018 y 2019 respectivamente, obtenidos gracias a los datos dispuestos por la unidad de mantenimiento. Elaboración propia.

Se comienza por mencionar que los datos registrados, se subdividieron en cuatro categorías distintas, lo que se traduciría como un “periodo corto” para la primera categoría y como “periodo muy extenso” para la última:

- 1, 2 o 3 DÍAS: Aquellos requisitos finalizados en su plenitud durante los primeros tres días desde que la solicitud es aceptada por la UM.
- ENTRE 4 Y 10 DÍAS: Requisitos exitosos finalizados entre cuatro y diez días luego de la aprobación de la solicitud de trabajo.
- ENTRE 11 Y 15 DÍAS: De manera recíproca a las categorías anteriores, trabajos realizados de manera completa entre once y quince días.
- MÁS DE 15 DÍAS: Requisitos finalizados luego de más de quince días desde que se aceptó la solicitud.

Como observación, se debe tener en cuenta que entre enero y abril del 2018 no se registraron las fechas de término de los trabajos, éste dato fue incluido desde mayo en adelante, así como en el 2019 el último dato fue registrado durante el mes de septiembre.

Dicho lo anterior, se puede observar que la mayoría de los requisitos caen dentro de la primera categoría, pues durante el año 2018 un 65 [%] de los requisitos se completaron dentro de los primeros tres días versus un 6 [%] finalizados en más de quince días. Por otro lado, se observa que al igual que el 2018, durante el 2019 predomina un tiempo de respuesta entre uno y tres días, con un 71 [%] del total de los requisitos concluidos, sin embargo, la tasa de requisitos finalizados en más de quince días aumentó a un 13 [%].

De manera gráfica, se observan las proporciones de los distintos tiempos de respuestas registrados durante el 2018 y durante el 2019 de enero a septiembre:

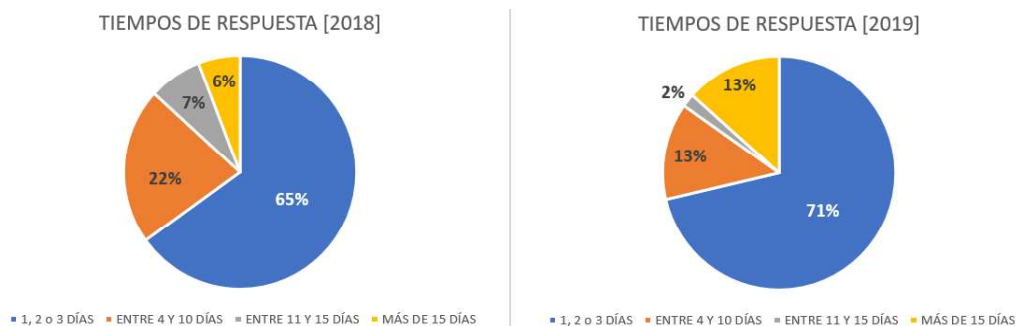


Figura 6.4: Gráficos de torta de los tiempos de respuesta de los años 2018 y 2019 (hasta septiembre), gracias a los datos dispuestos por la unidad de mantenimiento. Gráficos de elaboración propia.

Se puede observar gracias a la Figura (6.4) las proporciones de cada categoría para los tiempos de respuesta durante este periodo, donde a simple vista se logra apreciar que en ambos años ha predominado un tiempo de respuesta de hasta tres días. En sentido horario se tiene:

- Color azul: 1, 2 O 3 DÍAS
- Color naranja: ENTRE 4 Y 10 DÍAS
- Color gris: ENTRE 11 Y 15 DÍAS
- Color amarillo: MÁS DE 15 DÍAS

En otro ámbito, uno de los pilares base dentro de la gestión de inventarios es el control sobre actividades y estados de existencias.

Éste control, actualmente no forma parte de las operaciones de la unidad, y es por ello que no es posible anticipar acontecimientos como no contar con suficiente espacio disponible de almacenamiento debido a un sobre stock en bodega, ya que no existen los registros necesarios para medir dichos parámetros.

Aludiendo al mismo problema anterior, otro factor que aporta al sobre stock es no contar con registros de existencias en proceso de discontinuación, que, a pesar de que la Unidad de Mantenimiento evita realizar ordenes de compra de dichos artículos o utilizarlos en la medida de lo posible, con un registro sería una tarea mas sencilla y se evitarían errores durante dicho proceso.

6.7. Conclusión del Capítulo

Luego de revelar los distintos estados en cada uno de los aspectos analizados durante el capítulo, se puede notar que la gestión de inventario dentro de la unidad no es perfecta, y más importante aun, fue posible encontrar evidencia en gran parte de los problemas detectados.

Teniendo en cuenta lo anterior, es posible realizar un diagnóstico completo con el propósito de localizar aquellas causas raíces que se encuentren afectando las operaciones de la unidad, el cual se desarrollará a continuación.

Capítulo 7

Diagnóstico del funcionamiento actual del sistema utilizado por la UM

En este capítulo, se desarrolla un diagnóstico con con foco en el control y gestión de inventarios de la Unidad de Mantenimiento, el cual es posible gracias a la previa descripción y examinación de puntos vitales que se realizaron en torno al sistema utilizado.

El diagnóstico de la unidad se presenta segmentado en varios puntos, sin un orden en particular, abarcando con plenitud su estado actual:

- A pesar de no ser frecuente, se han experimentado compras innecesarias debido a la poca visibilidad dentro de las bodegas de almacenamiento, en conjunto a lo poco confiable de los registros de inventario y stock.
- Aunque no se cuenta con datos, existe una sensación de demora durante el proceso de ejecución del trabajo: Al momento de retirar los materiales de almacenamiento. Lo anterior se puede evidenciar con el estado físico en que se encuentran las bodegas (Figura (6.2)) y con la falta de datos y exactitud de la información respecto al registro de inventario. También es posible que se deba a la falta de planeamiento en el reabastecimiento o políticas de inventario y la ausencia de los datos necesarios para ello.
- Se evidencia la falta de espacio de almacenamiento para futuras adquisiciones que puede deberse a múltiples factores, entre ellos, verse afectado debido al li-

bre acceso a la bodegas por miembros de la UM, almacenamiento de artículos ajenos a la unidad, a la falta de protocolos de orden, limpieza y mantenimiento de las bodegas, además de no contar con el control de índices tales como la rotación de inventarios o el nivel de stock promedio para determinar la evidente acumulación de bienes en bodega, no definir políticas de inventarios que formalice qué mantener en almacenamiento y cuánto y además evitar así consecuencias que puedan pasar desapercibidas como el capital congelado.

- Se advierte que el encargado de la unidad opera posiblemente bajo una sobrecarga laboral, provocando una falta de tiempo para ejercer la totalidad de sus funciones, entre las cuales se tiene la el control y supervisión de actividades, puesto a que se observa descuido en el estado de los lugares de disposición de materiales y repuestos a pesar de existir las obligaciones de orden y limpieza bajo los cargos de los trabajadores. Además se observa tiempo libre suficiente para realizar dichas actividades.
- La falta de formalización de los nombres de los repuestos y materiales utilizados provoca duplicación en los registros gracias a las múltiples nomenclaturas, lo que puede afectar en ámbitos de abastecimiento e inducir errores en la extracción de información, tales como en su demanda, rotación, nivel de stock o provocar órdenes de compra erróneas.
- No hay seguridad de que las existencias que ingresan a bodega se encuentren disponibles debido a que no existen registros de movimiento de artículos almacenados (entradas y salidas de bodega), siendo imposible mantener el registro de inventario real almacenado, que, por lo general es complementado con un recuento de bienes (para asegurar cierto nivel de exactitud, aumentando la confiabilidad de los datos), actividad que tampoco forma parte de las operaciones normales de la UM. Mencionar además que sin dichos registros es imposible calcular índices tales como la rotación de inventario o stock muerto, que velan por la acumulación de bienes.
- El formato utilizado en la planilla de registro de la utilización de materiales, provoca una dificultad innecesaria al momento de obtener su demanda.
- Debido a la falta de planeamiento durante el reabastecimiento, se ingresan órdenes de compra tardías, afectando de manera directa el tiempo de respuesta

de la unidad ante solicitudes de trabajo.

- Se desconocen técnicas de aprovisionamiento, tales como “Stock de Seguridad”, “Punto de Pedido” o “Cantidad de Pedido Económica” (EOQ), herramientas que ayudan a elevar la disponibilidad de materiales, que velan por los costos y ayudan a evitar quiebres de stock, compras sobre dimensionadas (o subdimensionadas), y que brindan protección ante la incertidumbre trayendo mayor seguridad en la cadena de suministros.

El diagnóstico anterior, motiva a analizar con mayor profundidad y dar certeza de los problemas más generales que incluyan todas las dificultades anteriormente vistas, siendo resumidas en ocho problemáticas a resolver:

Tabla 7.1: Tabla que enseña los problemas observados durante el diagnóstico de la Unidad de Mantenimiento, junto con sus causas raíces

Problemas Observados	Causa Raíz
Compras innecesarias	Falta generar planillas adecuadas, rotular espacios de almacenamiento y formalizar tareas de mantenimiento de bodegas y registros de inventario, stock y ubicación en procesos.
Demoras en el Proceso ejecución de trabajo	Falta formalizar tareas de registros de inventario y stock en procesos y generar planillas adecuadas.
	Falta formalizar tareas de registros de demanda y lead-time en procesos y generar planillas adecuadas
	Falta formalizar tareas de registros de ubicación, mantenimiento de bodegas y generar planillas adecuadas y espacios rotulados en bodega
Falta de espacio en bodegas	No se cuentan con métodos técnico-económicos establecidos para el abastecimiento.
	Falta de tareas de registros de ingreso y salida de materiales en procesos, control de rotación y generación de planillas adecuadas
	No existen políticas que definan qué mantener en almacenamiento y cuánto stock.
	No se cuenta con espacios de almacenamiento definidos y no se controla el estado de las bodegas..

Tabla 7.2: Continuación de Tabla (7.1) que enseña los problemas observados durante el diagnóstico de la Unidad de Mantenimiento, junto con sus causas raíces

Problemas Observados	Causa Raíz
Se nota tiempo libre y tareas inherentes a los cargos de mantenedores que no se están efectuando	Se nota que el supervisor ejerce actividades que no son propias del cargo (sobrecarga laboral) - RRHH no ha designado un responsable?
Duplicación de datos y errores de ingreso de información en registros.	Falta formalización de nomenclaturas, rigurosidad con el tipeo y control del cumplimiento de los registros.
No hay seguridad de que las existencias que ingresen a bodega se encuentren disponibles	Falta formalización de tareas de registros de inventario, stock y ubicación en procesos y generación de planillas adecuadas
	Falta designar un responsable o un grupo de responsables que se encuentren a cargo del acceso a las bodegas de almacenamiento
Existe una dificultad innecesaria en la obtención de parámetros como la demanda	El formato de la planilla utilizada para el registro de materiales utilizados no es el adecuado.
Ubicación de llaves	Falta designar un responsable o un grupo de responsables que se encuentren a cargo del acceso a las bodegas de almacenamiento

Gracias al análisis realizado, se puede afirmar con certeza que la gestión de materiales no es la adecuada. Como se pudo observar, en la Tabla (7.1) y Tabla (7.2), junto a los problemas evidenciados, se encuentran sus causas raíces. Para ello se realizó un análisis utilizando la herramienta de los “5 Por qué”, o también conocida como “5W” (ver Marco Teórico, sección 4.5). Debido a su extensión, dicho análisis se encuentra a disposición en el Anexo de este trabajo, sección C, Tabla (C.1), Tabla (C.2), Tabla (C.3) y Tabla (C.4)

Una vez obtenidas las causas raíces, se identifican los objetivos de mejora. Debido a que existen problemas que tienen un mismo origen y que están fundados sobre las mismas causas, se elaboran metas u objetivos dirigidos a erradicarlas atacando aspectos claves, evitando resolver los problemas uno por uno:

Objetivos de Mejora

- Generar nuevas plantillas que contengan:
 - Información de la ubicación de existencias almacenadas
 - Demanda de materiales
 - Registro de lead-time para el aprovisionamiento
 - Registro de entrada y salida de materiales
- Formalizar nomenclaturas de materiales.
- Elaborar métodos, con justificación técnico-económicas para abastecimiento.
- Elaborar políticas de inventario, teniendo seguridad de qué mantener en almacenamiento y cuánto stock.
- Designación de uno o más responsables a cargo del acceso de las bodegas de almacenamiento.
- Investigar acerca de las funciones adicionales observadas.
- Formalizar procesos y tareas como:
 - Mantenimiento de bodegas de almacenamiento
 - Registro de inventario, stock, ubicación, entrada de materiales, salida de materiales y lead-time.
 - Recuento de existencias
- Definir y rotular espacios de almacenamiento.
- Controlar:
 - Rotación (o acumulación) de inventario
 - Cumplimiento de registro de información en planillas.
 - Orden y limpieza en bodegas de almacenamiento

Finalmente, se reúnen aquellas metas con orígenes similares y se traducen en las siguientes áreas de mejora, según los objetivos planteados:

- Sistema de Información
- Planificación
- Organización
- Procesos y Tareas
- Control

Cabe destacar que aquellas áreas que necesitan mayores alteraciones son el sistema de información y la planificación de materiales.

A continuación, se desarrolla un análisis del inventario de la unidad, para conocer con más detalle los efectos de un quiebre de stock, y así más adelante desarrollar una planificación de materiales efectiva.

7.1. Análisis de Inventario

En esta sección se analiza el inventario de la unidad de mantenimiento, cuyo propósito será determinar cuáles son los repuestos críticos según el funcionamiento de la unidad. Para ello es necesario contar con algún tipo de criterio, el cual en este caso se ha decidido utilizar las directrices para la gestión del riesgo [5], pertenecientes a la norma ISO 31000.

Se decide utilizar éstas directrices debido a que la gestión del riesgo se puede utilizar en los diferentes niveles y etapas de una organización, y en vista de que la unidad no cuenta con información fidedigna acerca del inventario que sostienen, ésto significa un riesgo sobre los objetivos de la unidad de mantenimiento, en otras palabras: el efecto de la incertidumbre.

Al distinguir el nivel de criticidad de los distintos componentes y repuestos almacenados (y no almacenados) será posible dirigir o controlar el riesgo que ello implica, contribuyendo al logro de los objetivos de la UM y protegiendo su valor.

Debido a que la gestión del riesgo se puede aplicar en distintos niveles, es importante definir su alcance, el cual para este caso se limita exclusivamente al inventario almacenado en bodega.

Respecto a la definición de los criterios de riesgo, “La organización debería precisar la cantidad y el tipo de riesgo que puede o no puede tomar, con relación a los objetivos. También debería definir los criterios para valorar la importancia del riesgo y para apoyar los procesos de toma de decisiones.” [5]

Por lo tanto, se reconocen tres tipos de riesgos principales que puedan estar ligados a los objetivos de la unidad de mantenimiento del campus San Joaquín:

- Riesgo de responsabilidad civil.
- Riesgo de intervenir con la misión que sostiene la universidad.
- Riesgo de no cumplir con la misión propia de la UM de mantener.

Entonces, para valorar la importancia del riesgo, se utiliza el siguiente orden de prioridades:

1. ¿Afecta la seguridad de las personas?
2. ¿Impide la apertura del campus?
3. ¿Provoca demoras e incumplimientos en los requisitos?

Para obtener una visión más completa de aquellos artículos que representan distintos tipos de riesgos según su naturaleza, se extrajo de los archivos otorgados por la UM, todos los materiales utilizados durante los requisitos del 2018 y 2019, con el propósito de realizar una clasificación resultando finalmente:

- 32 repuestos críticos que pueden afectar la seguridad de las personas.
- 4 artículos que podrían impedir la apertura del campus debido a que afectan los servicios básicos.
- 57 materiales que podrían provocar demoras e incumplimiento de no contar con stock.

Cabe destacar que el análisis realizado se basó en los registros entregados de los requisitos ejecutados durante los años 2018 y 2019, y no sobre las existencias almacenadas debido a que de esta manera se abarca un abanico mayor de materiales relacionados al inventario, el cual como ya se vio, no presenta un sistema de planificación formal.

Es importante mencionar que la razón de que los repuestos influyentes en el cierre del campus representen un 4%, es debido a que para servicios tales como el agua, alcantarillado, electricidad y gas, la UM cuenta con contratistas que se encargan de mantener y de solucionar emergencias, mientras que en bodega se suelen mantener algunos sellos y llaves de paso entre otros.

Aquellos repuestos críticos, representan el 34 %, mientras que el resto un 61 %. Los 32 repuestos que afectan a la seguridad, en su gran mayoría están relacionados a la iluminaria del campus.¹

Finalmente, se debe tener en cuenta que “Aunque los criterios del riesgo se deberían establecer al principio del proceso de la evaluación del riesgo, éstos son dinámicos, y deberían revisarse continuamente y si fuese necesario, modificarse.” [5]

El siguiente capítulo se encarga de desarrollar un plan de mejora el cual incluirá actividades que buscan erradicar los problemas analizados durante el diagnóstico, incluyendo políticas de inventario adecuadas según el análisis visto anteriormente, recomendando distintas herramientas según sea el caso.

¹Para revisar con mayor detalle cada material utilizado durante los periodos 2018 y 2019, revisar Figura (D.1) y Figura (D.1), en la sección Anexo D

Capítulo 8

Propuesta Plan de Mejoramiento

Durante el diagnóstico, se dio a conocer que la gestión de inventarios dentro de la Unidad de Mantenimiento no es la adecuada. Ordenado de manera sistemática, el plan de mejoramiento propuesto en base a las áreas de mejora estipuladas en el diagnóstico constituye el siguiente orden: Sistema de información, planificación de materiales, organización, procesos y tareas y control.

Principalmente se desea mejorar la calidad de la información contenida en los registros, la planificación en torno al almacenamiento y reabastecimiento, funciones en el aspecto organizacional y procesos involucrados en la gestión. A continuación, se describen de manera detallada cada una de las oportunidades de mejora mencionadas.

8.1. Ordenamiento y Validación de la Información

El sistema de información utilizado por la Unidad de mantenimiento, como se vio en capítulos anteriores, se encuentra basado en planillas de Excel. De esta manera se realizan registros pertinentes de distintas índoles.

Se concluyó en base al diagnóstico, que dicha información presentaba problemas de calidad, entre ellos: falta de datos e ingresos incorrectos.

8.1.1. Reestructuración de planillas Excel para registros

Las planillas utilizadas por la unidad, como se mencionó anteriormente en la sección 6.3, se encuentran incompletas y además, el formato de registro de algunos datos es poco conveniente al momento de realizar un análisis sobre ellos. Es debido a lo anterior, y teniendo en cuenta mejoras, tales como el uso de estrategias técnico-económicas que pueda implementar la unidad, es que se debe adicionar categorías y modificar algunas de las existentes en lo que respecta al registro tanto de información como de actividades, es decir:

Se recomienda que la unidad maneje un único archivo que abarque información relacionada a la gestión de inventarios que contenga:

- **Base de Datos:** Información particular de cada material, que sirva para identificar dicho artículo con mayor rapidez, para conocer valor monetario, su importancia (o clase a la que pertenece), su ubicación, quién lo provee, tiempo de aprovisionamiento (Lead-Time), entre otros datos.
- **Inventario:** Que incluya principalmente valores relacionados a las existencias almacenadas, como por ejemplo: Cantidad de Stock disponible, valor total almacenado, entre otros.
- **Entradas y Salidas:** Donde se registre las entradas y salidas propias de las bodegas de almacenamiento, conteniendo información como: Fecha del movimiento, nombre del artículo involucrado, cantidad y valor monetario principalmente.

De esta manera, a diferencia de los archivos actualmente utilizados, como son: Control de Requerimientos (Figura (5.12)), Lista de Precios 2018 (Figura (5.13)) y Control de Gestión 2019 (Figura (5.14)), se desea mantener toda la información centralizada en un solo archivo y además se incluyen categorías útiles en el cálculo de aspectos analíticos que se verán a continuación en la sección 8.2, esenciales para la planificación de materiales, tales como: SS, EOQ y PP, distinguir importancia entre materiales según su clase, sustraerlos de bodega de manera eficiente, conocer el capital invertido, entre otros aspectos .

En cuanto al registro de solicitudes del archivo Control de Requerimientos, se recomienda extraer la categoría Materiales Usados, ya que estaría siendo reemplazada

por el registro de salida de materiales.

Ya que no existe un encargado específico para la tarea de mantener o elaborar sistemas informáticos, sería el memorista quién se responsabilice por la generación de estos archivos. Se establece el periodo restante del 2019, con el propósito de comenzar una prueba piloto el año 2020.

8.1.2. Materiales Replicados en los Registros y Homologación

Dentro del sistema de información es común que, al no encontrarse los nombres regulados, los materiales presenten más de una nomenclatura, lo que provoca errores al momento de reabastecer y registrar acciones, o bien, utilizar dichos datos para analizarlos, ya que es posible que sólo se estén contemplando una fracción de ellos.

Anteriormente, se propuso un plan de ejecución para aplicar las 5S, instancia que puede ser aprovechada para eliminar cualquier duplicidad en los registros y a la vez normar el nombre de todas las existencias almacenadas.

El responsable de llevar a cabo éstos cambios si se deciden efectuar, es el Asistente Administrativo, quién tiene la obligación de mantener el registro del inventario.

Finalmente, se sugiere homologar aquellos materiales equivalentes, es decir, aquellos materiales que a pesar de ser de distinta procedencia, marca, modelo o valor, cumplen una misma función y se utilizan con el mismo fin. De esta manera se evita la duplicación de datos. Este caso podría tratarse de una responsabilidad compartida entre el asistente administrativo y los mantenedores, quienes tienen la obligación de ser responsables por los materiales bajo su cargo, y sobre todo, por su conocimiento técnico acerca de los repuestos utilizados.

Se recomienda planificar esta actividad a contar del primero de enero del 2020, fecha en que se espera que las nuevas planillas estén listas.

8.2. Planificación de Materiales

Como su nombre lo indica, en ésta área corresponde determinar qué materiales o repuestos comprar, cuándo y cuánto ordenar, así como también definir qué mantener en bodegas y cuánto stock almacenar.

Respecto al reabastecimiento, actualmente dentro de la unidad no existe una planificación basada en métodos técnico-económicos, mas bien se basan en la experiencia y criterio del personal, es por ello que se busca establecer una estrategia adecuada a las operaciones de la unidad.

8.2.1. Modelo de Inventario

Primeramente, se debe realizar un análisis donde se establezca qué modelo de inventario es el adecuado para la Unidad de Mantenimiento, teniendo en cuenta la información disponible según los registros de la propia unidad. En base a ello, se podrá definir la cantidad correcta a ordenar, el momento indicado para generar la orden y conocer si contar con un stock de seguridad es recomendable o no.

Una vez que se ha realizado dicho estudio, se tendrá el conocimiento necesario para poder utilizar los distintos parámetros según se estime conveniente, siendo capaz de aconsejar bajo fundamentos técnicos, referencias bibliográficas y según el cálculo de los distintos costos involucrados, siendo también consciente tanto de sus ventajas como de las desventajas.

Será el memorista quién vele por el reconocimiento de las características de las operaciones de la UM, junto con proponer una estrategia de abastecimiento que brinde el mayor número de beneficios. El plazo para ello será durante el mes de noviembre del 2019.

8.2.2. Establecer Políticas de Inventario

Las políticas de inventario son estrategias utilizadas para evitar distintos tipos de pérdidas, aumentar la disponibilidad de aquellos artículos de prioridad para las operaciones, satisfacer con la demanda al menor costo posible, es decir, administrar de

manera eficiente los recursos disponibles. Para ello, se deben aplicar distintas estrategias a los distintos materiales, pues no todos los artículos almacenados son igual de importantes bajo el punto de vista de la UM.

Dichas políticas son únicas para cada organismo debido a que deben estar basadas en su propio funcionamiento, ya que al definir prioridades dentro de los materiales y repuestos, éstos puedan ser tratados según su importancia. Dichas políticas deben tener el cuenta y estar alineadas con los objetivos y misión de la Unidad de Mantenimiento.

Necesariamente el primer paso es definir cómo se deben dividir los artículos utilizados por la UM en base a su importancia, naturalmente existen materiales o repuestos que poseen prioridad por sobre otros. Se aconseja que se dividan las existencias en tres clasificaciones, manteniendo el proceso de clasificación simple y pudiendo identificar qué nivel de importancia tiene cada artículo con facilidad al tener sólo tres grados de prioridad. En otras palabras, se sugiere que el primer paso sea fijar cuáles serán los límites que separen cada una de las clasificaciones acordadas, labor que se trabajará en conjunto con el Encargado del Departamento el Asistente Administrativo y el memorista a cargo.

El segundo paso es elaborar un sistema metódico que se pueda utilizar como una herramienta de trabajo para catalogar cada artículo bajo la clasificación correcta. Ésta tarea será responsabilidad del memorista, quién deberá presentar dicho sistema ante la jefatura de la unidad y ser aprobada para su implementación.

Como tercera acción, será elaborar diferentes regulaciones para cada conjunto de materiales dependiendo de su clase, imponiendo decisiones para responder interrogantes como qué conservar en inventario y cuánto stock almacenar. En primera instancia, el memorista deberá presentar una propuesta, la cual estará sujeta a cambios que la jefatura estime conveniente, para finalmente ser aprobada.

El plazo recomendado para establecer y formalizar las políticas de inventario será el primero de enero del 2020, con el fin de comenzar a clasificar los artículos a contar de esa fecha.

8.3. Sugerencias para Mejoras Organizacionales

Dentro de la examinación de las operaciones de la unidad, se detectó el no cumplimiento, o cumplimiento parcial de algunas actividades como orden y limpieza, coordinación con un pañol encargado de almacenamiento inexistente y mantener un registro de inventario, que si bien se observó periodos de tiempo suficiente para cumplir dichas funciones, y aunque éstos problemas podrían deberse a una situación de supervisión y no a una cuestión organizacional, su potencial causa raíz encontrada en el diagnóstico indica que podría deberse a una sobrecarga laboral de parte del supervisor.

La inspección del cumplimiento de dichas actividades recae dentro de las obligaciones del encargado de la unidad, quién debe velar por el cumplimiento de las tareas del equipo.

A pesar de lo anterior, se notó que durante las operaciones de la unidad, se realizan tareas como corroborar fondos presupuestarios de solicitantes (al menos dos veces por cada requisito completado), cotizaciones varias, revisión de licitaciones, actividades relacionadas a la sustentabilidad dentro del campus, entre otras, las cuales no se constatan bajo su cargo. Se sugiere reevaluar dichas responsabilidades a nivel organizacional, con el fin de remover aquellas que no cumplan con la definición de las funciones principales, permitiendo disminuir la carga laboral para así cumplir a cabalidad con la supervisión del cumplimiento de tareas en este caso.

Por último, un aspecto importante a tener en cuenta es la accesibilidad a las bodegas de almacenamiento, que como ya se explicó, todos los integrantes del equipo suelen tener acceso a ellas. Se sugiere evaluar la posibilidad de designar a una persona, o grupo de personas que se responsabilicen del acceso a bodega de forma permanente, erradicando así el libre ingreso. Además, la literatura recomienda que quienes tengan acceso al almacenamiento a su vez no cuenten con acceso a los registros de inventario por temas de prevención y seguridad.

A pesar de no haber evidencia, lo anterior ha causado problemas con la ubicación de las llaves en múltiples ocasiones y además, movimiento y uso de herramientas y materiales no autorizados.

La entidad encargada de velar por las definiciones de los cargos y sus funciones y responsabilidades, es el departamento de recursos humanos. Debido a que cambios de esta naturaleza generalmente son de largo plazo, se sugiere a la jefatura (si así se desea), comenzar las tramitaciones necesarias a la brevedad.

8.3.1. Gestión del cambio organizacional

Específicamente enfocado al cambio cultural dentro de una organización, el cual es necesario cuando se trata del aprendizaje de nuevos comportamientos y habilidades de los trabajadores, pero que al mismo tiempo puede incurrir en un gran beneficio tanto para la empresa como para ellos mismos.

La gestión del cambio organizacional suele ser por lo general un gran desafío debido a que no sólo son hábitos que se quieren integrar a todos los niveles dentro de una organización, si no que además se busca que estos tengan un ámbito permanente en el tiempo y esto requiere del compromiso de todo el personal, compromiso que no es fácil de obtener debido a que esto implica salirse de la zona de confort, generando incluso el desagrado de algunos involucrados.

De manera metódica y estructurada, se puede implementar de la siguiente manera:

1. **Diagnóstico:** Con el propósito de conocer qué tan lista se encuentra la empresa para implementar nuevas prácticas. Para ello es vital conocer con certeza que nivel de desgaste energético se le atribuye a ejecutar estas nuevas prácticas, también se deben tener en cuenta los recursos a utilizar (incluyendo el recurso humano), comprender una buena comunicación (es muy importante considerar el feedback o retroalimentación). Otro factor a considerar es la velocidad con que se vayan a implementar los cambios, teniendo en cuenta la velocidad de aprendizaje de los colaboradores según sus competencias. Con todo lo anterior en cuenta, el siguiente paso es poder estructurar un plan de acción adecuado al diagnóstico.
2. **Planificación:** Generar un plan para involucrar a los trabajadores, el cual muchas veces puede incluir alguna remuneración. Nuevamente se recalca el he-

cho de tener en cuenta tanto el nivel de competencia y aprendizaje de los colaboradores e incluso su manejo de la inteligencia emocional si es necesario, ya que no todos los planes de acción pueden ser implementados en cualquier organismo. Otro punto importante es adjudicarle a los nuevos cambios el sentido profesional de lo que se quiere implementar e idealmente un sentido personal para los colaboradores.

Así como es de suma importancia tener en cuenta cada ámbito del personal involucrado, es necesario que quién dirija la gestión del cambio tenga aptitudes de líder e inspire respeto, alguien que transmita correctamente los beneficios de estas nuevas tareas o maneras de actuar, quién además deberá destacar el importante rol protagónico que cumplen ellos mismos como colaboradores en estos nuevos cambios, para lo cual como se mencionó anteriormente, es clave la comunicación.

3. Ejecución: Una adecuada ejecución del plan de acción probablemente tendrá un cronograma a seguir, para poder concretar todas aquellas ideas o cambios a realizar de manera progresiva y paulatina, al cual se le debe hacer un seguimiento para cerciorarse de que todos los ámbitos están siendo abordados, o de lo contrario, corregir la dirección de acción que se esté tomando.
4. Mantenimiento: Éste punto se refiere al seguimiento de los resultados que se esperan lograr, ya que al asegurar la efectividad de estos nuevos cambios, se verá reflejado en el entusiasmo de los colaboradores al ver los frutos de su esfuerzo, es por ello que el canal comunicativo debe siempre estar abierto para poder recibir una apropiada retroalimentación de su parte: Dudas, quejas, inquietudes, requerimientos, etc.

Lo anterior no asegura el éxito en la gestión del cambio organizacional, cabe la posibilidad de que los resultados obtenidos no estén siquiera cerca a los esperados, por lo tanto, se debe estar abierto a la posibilidad de retroceder y retomar las acciones desde un punto previo e incluso desde cero y reevaluar y analizar lo acontecido.

Dicho lo anterior, pueden existir consecuencias ligadas a una gestión del cambio inapropiada, las cuales podría incluir:

- Frustración de parte del personal involucrado

- Elevados costos de implementación
- Demoras y trabajos mal hechos
- Falta de tiempo para las labores comunes
- Motivación reducida de manera abrupta
- Confusión e incluso caos provocado por la pérdida de confianza
- Resistencia al cambio.

Ya que el responsable en coordinar y supervisar las distintas tareas de los integrantes, se propone al Encargado de Unidad a cargo del proceso de enseñanza, con el apoyo del Asistente Administrativo. Se recomienda iniciar una programación de gestión del cambio durante el mes de enero.

8.4. Propuestas de Mejoras para aspectos de Procesos

La Unidad de Mantenimiento ha cumplido con su labor a lo largo del tiempo sin verse mayormente involucrado en la gestión de inventarios, manteniendo ciertos niveles de incertidumbre en cuanto a información relacionada a pedidos, almacenamiento y manejo de existencias.

Se proponen cambios sustanciales mediante la formalización de procesos, lo que ayudará a establecer protocolos definidos para diferentes actividades que se ejecuten regularmente, eliminando dichas incertidumbres, promoviendo las buenas prácticas y manteniendo los cambios en el tiempo.

8.4.1. Plan de ejecución de las 5S en bodegas

Es crucial que el orden y limpieza en el área de almacenamiento sean los protagonistas en una organización que continuamente utiliza dichos establecimientos, razón por la cual es necesario implementar herramientas claves que soporten esta idea.

En esta ocasión, es ideal que en el corto plazo, la unidad sea capaz de realizar un cambio drástico en el interior de las bodegas, pudiendo eliminar aquello que no sea

necesario, limpiar y ordenar de manera que se visualicen los elementos con facilidad para tareas de búsqueda y de recuento.

Adicionalmente, se sugiere aprovechar la instancia para realizar un catastro completo de aquello que prevalecerá en bodega, con el fin de tener certeza de aquello con lo que se cuenta en almacenamiento.

A continuación, se plantea la propuesta para la ejecución de las 5S junto al registro de un catastro completo de las existencias almacenadas en seis pasos:

1. SEIRI - Clasificación y Descarte

- Extracción de todos los elementos almacenados
- Analizar aquello que sigue siendo útil, de lo que no. Eliminar lo que se encuentre obsoleto y discriminar los bienes que no pertenezcan a la UM.
- Evaluar daños y pérdidas

2. SEISO - Limpieza

- Limpieza profunda del área de almacenamiento y de los artículos remanentes.

3. SEITON - Organización

- Ingresar y acomodar de manera ordenada los artículos al interior de la bodega, según criterio a convenir

4. - Catastro

- Crear un catastro de todos los elementos en ella.

5. SIEKETSU - Higiene y Visualización

- Designar zonas permanentes para artículos de similares o iguales características según criterio convenido en SEITON, donde se implementarán rótulos para su fácil y rápida localización
- Crear un plan de mantenimiento periódico

6. SHIUSUKE - Disciplina y Compromiso

- Disciplina y compromiso de todo el personal que tenga acceso a dichas áreas, respetando cada una de las “S”, con el objetivo de mantener los cambios en el tiempo.

Una vez implementada la propuesta anterior, será posible volver a circular en el interior de las bodegas, buscar y encontrar los materiales y repuestos necesarios será una tarea trivial y expedita, disminuyendo el esfuerzo y tiempo de búsqueda de manera considerable.

Quien se encuentra a cargo actualmente de la custodia y mantención del inventario (sección 5.1.2) es el Encargado de la Unidad y es quién debería responsabilizarse de implementar las medidas propuestas. Se recomienda el apoyo del Asistente Administrativo y de los mantenedores, quienes a su vez deben encargarse de mantener limpios y ordenados sus materiales de trabajo y realizar tareas inherentes a sus cargos solicitadas por su jefatura.

Teniendo en cuenta que la reestructuración de planillas se encontraría disponible a comienzos del 2020, se recomienda ejercer las 5S durante el mes de enero, teniendo en consideración la disminución de requisitos debido al inicio de periodo de vacaciones.

8.4.2. Formalización de Procesos

Se busca oficializar todos los procesos relacionados a la gestión de inventarios, que, a pesar de que algunos no tengan variaciones dentro de las tareas que los conforman, el objetivo final es tener un flujo en el cual apoyarse si se desea, ya sea porque existe alguna duda o bien, por un cambio en la administración, de esta manera, el proceso correcto podrá estar al alcance de quién lo necesite.

Si bien en su mayoría corresponden a los procesos previamente observados (sección 5.2), en algunos se requiere incorporar actividades que serán necesarias para los nuevos cambios que comenzarán a implementarse.

Entre las nuevas actividades a integrar se tienen:

- Registro de entrada y salida de Materiales
- Modificación del registro de inventario y stock
- Registro de Lead-Time
- Registro de ubicación en almacenamiento

Además, se deben integrar procesos como el recuento de existencias, que vele por la exactitud de los registros, y junto con ello, un proceso que registre de manera estructurada los ajustes que se realicen (con el fin de un posterior análisis).

En vista de la directa relación entre los procesos y las nuevas implementaciones, se busca que éstos estén disponibles una vez que las nuevas planillas de registros estén listas, es decir, enero del 2020, labor que deberá ser realizada por el memorista a cargo, para luego ser aprobada por el encargado de la unidad.

8.5. Propuestas de Control

Como se vio durante el diagnóstico, el control necesario a implementar debe ser enfocado en tres aspectos: la rotación y/o acumulación de inventario, el orden y limpieza al interior de las bodegas de almacenamiento y sobre el cumplimiento del ingreso de datos en las planillas.

Para lograr hacer efectivo un control de cualquier índole, es necesario integrar tanto actividades de control como índices a controlar. Las tareas relacionadas al control deben ser periódicas para que sean efectivas. Respecto a los índices, éstos deben ser acompañados de metas, niveles establecidos como “aceptables” o tener algún punto de comparación.

- Rotación o Acumulación de Inventario:

Para ello, se crearán dos índices:

- Nivel de Stock Promedio:

El primero será para el control de la cantidad promedio almacenada, el

cual se generará en base a la información de inventario en los registros de bodega, es decir:

$$\text{Nivel de Stock Promedio} = \frac{\text{Valor Monetario Total del Inventario}}{\text{Cant. de Inventario Almacenada}}$$

De esta manera será sencillo advertir los meses que el nivel de stock aumente o disminuya. Sin embargo, se espera un comportamiento constante.

- Grado de Rotación:

El segundo, será obtener el grado de rotación de inventario, cuyo objetivo debe ser vigilar aquellos artículos con baja rotación.

El grado de rotación para un periodo de tiempo determinado se mide como:

$$\text{Rotación de Inventario} = \frac{\text{Cant. de Stock Utilizado}}{\text{Cant. de Stock Promedio}}$$

Es común encontrar valores entre 0 y 2, siendo el óptimo cantidades mayores a 1. Valores cercanos a 0 indican sobrestock, y por el contrario, cercanos a 2 podrían involucrar quiebres de stock.

Con ello, ambos indicadores velarán por la acumulación de inventario en bodega. Finalmente, se sugiere una revisión mes a mes de dichos índices una vez incorporados. Debido a la naturaleza del control, el cual vigila el sobre stock, será el Encargado del Departamento quién deba mantener dichos niveles dentro de su rango aceptable.

- Orden y Limpieza:

A diferencia del ítem anterior, este control es del tipo cualitativo, y se basa en revisiones visuales. Una vez se haya implementado la propuesta de ejecución de las 5S (sección 8.4.1), se tendrá una noción del estado ideal en que se deben

encontrar las bodegas, siendo éste su punto comparativo (Figura (9.11)).

Éste control tiene connotaciones principalmente de supervisión y sirve para notar si quién se encuentra a cargo de realizar movimientos en bodega está cumpliendo con sus tareas de orden y limpieza, y con ello, tomar las acciones que sean necesarias. Se recomienda vigilar su estado todos los meses. Quién tiene la función de ser responsable por la custodia y mantención de inventario es el Encargado del Departamento, sin embargo, aquellos que cuentan con las tareas de mantener limpio y ordenados los materiales de trabajo son los mantenedores.

- Ingreso de Datos a Planillas:

Su propósito final es cerciorarse de que se cuente con una buena calidad de datos en los registros, ya que de esto dependerá qué tan precisos puedan ser los análisis y cálculos que se obtengan de ellos, eliminando dicha incertidumbre. Su cálculo para un periodo determinado se obtendrá de la siguiente manera:

$$\text{Tasa de Integridad de la Información} = \frac{\text{Cant. de Celdas con Datos}}{\text{Cant. de Celdas Totales}}$$

Al igual que en los ítems anteriores, se recomienda revisar su ingreso de forma mensual. Quién deberá responsabilizarse por esta actividad es el Encargado del Departamento, quién debe supervisar que el Asistente Administrativo mantenga completos los registros.

- Control de Reajustes:

En vista de que se propone incorporar tareas de recuento de inventario, es natural cuestionarse qué tan efectivas están siendo las actividades de registro de inventario, por ende, se propone utilizar un índice que mida la precisión de estos registros: *IRA*

$$IRA = \frac{Cant. \text{ Items con Reajustes}}{Cant. \text{ de Items contabilizados}} \cdot 100$$

Se destaca que éste índice mide cantidad de reajustes hechos durante un periodo determinado y no qué tan grande fueron éstos. Quién debe vigilar este KPI, será el Asistente Administrativo.

- Tiempo de Respuesta

A pesar de que el tiempo de respuesta no forma parte de los objetivos de memoria, debido a que no se encontró involucrado en los problemas observados durante la examinación de la unidad, se recomienda comparar los resultados obtenidos durante los años 2018 y 2019 versus 2020 en adelante con la implementación de los nuevos cambios en la gestión de inventarios. *TiempodeRespuesta =*

$$\frac{Fecha \text{ de Aprobación de Requisito} - Fecha \text{ de Entrega Conforme}}{\dots}$$

A cargo de vigilar su comportamiento será el Encargado de Unidad.

Por último, se recomienda el inicio del control de éstos índices sea a partir del segundo semestre del presente año 2020, o una vez que los nuevos cambios sugeridos en el plan se hayan integrado de manera exitosa y todos los colaboradores se hayan adaptado a ellos.

8.6. Conclusión del Capítulo

La intención de las propuestas anteriormente vistas, es eliminar las causas raíces obtenidas durante el diagnóstico en el capítulo 7, Tabla (7.1) y Tabla (7.2). Así, aplicando cambios y utilizando distintas herramientas, se espera que mejore la gestión de inventario de la UM, lo cual inevitablemente afectará tanto la eficiencia como la eficacia dentro de las operaciones de la unidad. Durante la siguiente sección, se pondrán en marcha algunas de las propuestas sugeridas.

Capítulo 9

Plan Piloto y Resultados

Durante este capítulo se mostrarán los resultados de algunas de las propuestas establecidas anteriormente, con el fin de erradicar algunos de los problemas raíces ya mencionados. El enfoque de este plan piloto estará dirigido a la mejora de tres áreas en particular: El sistema de información, los procesos y tareas y la planificación de materiales.

Si bien, no necesariamente se realizarán la totalidad de las propuestas para cada área, el objetivo del plan piloto es, mediante un sistema paso a paso, cumplir los objetivos de mejora propuestos, implementando aquello que lógicamente deba implementarse a la brevedad, para posteriormente continuar de manera progresiva. En otras palabras, para lograr un sistema de información efectivo, primero se debe elaborar una planilla que cuente con las categorías y espacios dedicados a dicha información, luego incorporar tareas de registros, para así ir acumulando datos históricos que, en un futuro podrán ser convertidos en KPI's, para finalmente realizar un posterior análisis.

Es importante señalar que se han generado archivos Excel exclusivamente para el uso de la Unidad de Mantenimiento del campus San Joaquín, los cuales serán detallados conforme el desarrollo de este capítulo. Éstos son:

- “Ejecutables”
- “Calendario Unidad Mantenimiento”
- “INVENTARIO Unidad Mantenimiento”

- “Planes de Acción”
- “Planilla Recuento”

9.1. Ordenamiento y Validación de la Información

Durante la examinación se detectó que gran parte de las causas de los problemas encontrados provenían de la falta de orden y veracidad de la información registrada, es por ello, que es relevante mejorar ambos aspectos.

9.1.1. Reestructuración de planillas Excel para registros

En el capítulo anterior, se recomienda crear una base de datos, registro de inventario y un registro del movimiento de existencias en un sólo documento, manteniendo la información relacionada a la gestión de inventarios centralizada en un sólo archivo, llamado “INVENTARIO Unidad de Mantenimiento”. A continuación, se describen las hojas que componen al archivo.

AGREGAR ARTÍCULO NUEVO		ARTÍCULOS SIN INFO.: ACTUALIZAR				SS	2	EQ	2	PP	10		
ARTÍCULO	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO		CATEGORÍA	CLASE	BODE	DESCRIPCIÓN	PROVEEDOR	LEAD-TIME	CONTACTO	STOCK DE SEGURIDAD	CANTIDAD A PEDIR (EOQ)	PUNTO DE PEDIDO
		NETC	C/IV										
AMPOLLETA ESPIRAL #24 LUZ CÁLIDA	U	\$ 1.295	\$ 1.541	ELECTRICO									
AMPOLLETA ESPIRAL #24 LUZ FRÍA	U	\$ 1.295	\$ 1.541	ELECTRICO									
AMPOLLETA LED ENERGY 220V	U	\$ 6.854	\$ 8.156	ELECTRICO									
AMPOLLETA OSRAM DULUX 26W/84C	U	\$ 1.096	\$ 1.304	ELECTRICO									
BALLAST CORRIENTE 18X20W	U	\$ 1.645	\$ 1.958	ELECTRICO									
BALLAST CORRIENTE 36X40W	U	\$ 1.856	\$ 2.209	ELECTRICO									
BANDEJA PARA PINTAR	U	\$ 952	\$ 1.133	PINTOR									
BARRAS ANTIPANICO SCAVINI	U	\$ 69.990	\$ 83.288	CARPINTERIA									
BRAZO HIDRAULICO	U	\$ 22.779	\$ 27.107	CARPINTERIA									
BROCHA 2"	U	\$ 575	\$ 684	PINTOR									
BROCHA 3"	U	\$ 980	\$ 1.166	PINTOR									

Figura 9.1: Encabezados hoja "Base de Datos", planilla de registro de elaboración propia para gestión de inventario.

Como se observa en la figura Figura (9.1), parte de la información o base de datos de cada artículo contendrá los siguientes datos:

- Artículo: Nombre del material o repuesto.
- Unidad de Medida: Unidad bajo la cual se rige el conteo de material. Ej: *U* para unidades, *M* para medición en metros, *L* para artículos que se medirán en volumen y así sucesivamente.
- Precio Unitario: Valor monetario de cada artículo separando los valores que tengan o no el *IVA* incluido.
- Categoría: Contiene la clasificación a la cual pertenece el material por su naturaleza. En ella se encuentran: Eléctrico, Pintor, Carpintería, Gasfitería, Otro.
- Clase: Registro de Clase de cada artículo según políticas de la UM. Éstas pueden ser: Clase A, Clase B y Clase C.
- Bodega: Indicando la ubicación del material en cuestión. Actualmente se han definido las bodegas A, B, C, D, Transición y Pinturas.
- Descripción: Espacio para agregar alguna característica propia del material que ayude a identificarlo, una descripción de su utilización dentro del campus o cualquier detalle particular que se estime conveniente anotar.
- Proveedor: Registro del nombre de una o más empresas proveedoras del artículo.
- Lead-Time: Tiempo de aprovisionamiento promedio.
- Contacto: Contacto de las empresas proveedoras. Correo electrónico, número telefónico, dirección u otro medio.
- Stock de Seguridad: Cantidad calculada de Stock de Seguridad de ser el caso.
- Cantidad a Pedir: Cantidad de stock (según unidad de medida fijada) a pedir en caso de un reabastecimiento.

La siguiente hoja dentro del archivo, se llama “Inventario” y tiene que ver con el manejo de stock de las existencias almacenadas, junto con información básica de cada elemento.

						CAPITAL ALMACENADO TOTAL		
						\$	\$	
						[NETO]	[C/ IVA]	
						PRECIO TOTAL EN STOCK		
ARTÍCULO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD EN STOCK	CATEGORÍA	BODEGA	CLASE	NETO	C/ IVA	REABASTECER
AMPOLLETA ESPIRAL #24 LUZ CÁLIDA	U		ELECTRICO					
AMPOLLETA ESPIRAL #24 LUZ FRIA	U		ELECTRICO					
AMPOLLETA LED ENERGY 220V	U		ELECTRICO					
AMPOLLETA OSRAM DULLUX 26W/840	U		ELECTRICO					
BALLAST CORRIENTE 18X20W	U		ELECTRICO					
BALLAST CORRIENTE 36X40W	U		ELECTRICO					
BANDEJA PARA PINTAR	U		PINTOR					
BARRAS ANTIPANICO SCAVINI	U		CARPINTERIA					
BRAZO HIDRAULICO	U		CARPINTERIA					
BROCHA 2"	U		PINTOR					
BROCHA 3"	U		PINTOR					

Figura 9.2: Encabezados hoja “Inventario”, planilla de registro de elaboración propia para gestión de inventario.

El contenido dentro de la hoja presentada en la Figura (9.2) dispone de los siguientes encabezados:

- Artículo
- Unidad de Medida: Asignada automáticamente según información registrada en la hoja Base de Datos.
- Cantidad en Stock: Registra el número de unidades almacenadas en bodega.
- Categoría: Asignada automáticamente según información registrada en la hoja Base de Datos.
- Clase: Asignada automáticamente según información registrada en la hoja Base de Datos.
- Precio Total en Stock: Calcula automáticamente el valor monetario del total de stock almacenado del artículo en cuestión. Valores con y sin IVA incluido.
- Cantidad Disponible: Informa de manera automática según información en la base de datos acerca de un bajo stock o del uso del stock de seguridad de ser el caso.

Le proceden las hojas “Entradas” y “Salidas”, cuyo fin es registrar los movimientos de existencias. Su formato es el siguiente:

ACCIÓN	FECHA	ARTÍCULO	CANTIDAD	VALOR TOTAL ENTRADA		RESPONSABLE	OBSERVACION / DESCRIPCIÓN
				NETO	C/ IVA		
ENTRADA	21-12-2019	AMPOLLETA ESPIRAL #24 LUZ CÁLIDA		\$	- \$	-	
ENTRADA	22-12-2019	AMPOLLETA ESPIRAL #24 LUZ FRÍA		\$	- \$	-	
ENTRADA	23-12-2019	AMPOLLETA LED ENERGY 220V		\$	- \$	-	
ENTRADA	24-12-2019	AMPOLLETA OSRAM DULLUX 26W/840		\$	- \$	-	
ENTRADA	25-12-2019	BALLAST CORRIENTE 18X20W		\$	- \$	-	
ENTRADA	26-12-2019	BALLAST CORRIENTE 36X40W		\$	- \$	-	
ENTRADA	27-12-2019	BANDEJA PARA PINTAR		\$	- \$	-	
ENTRADA	28-12-2019	BARRAS ANTIPANICO SCAVINI		\$	- \$	-	
ENTRADA	29-12-2019	BRAZO HIDRAULICO		\$	- \$	-	
ENTRADA	30-12-2019	BROCHA 2"		\$	- \$	-	
ENTRADA	31-12-2019	BROCHA 3"		\$	- \$	-	
ENTRADA				#N/D	#N/D		

ACCIÓN	FECHA	ARTÍCULO	CANTIDAD	VALOR TOTAL SALIDA		RESPONSABLE	OBSERVACION / DESCRIPCIÓN
				NETO	C/ IVA		
SALIDA	21-12-2019	AMPOLLETA ESPIRAL #24 LUZ CÁLIDA		\$	- \$	-	
SALIDA	22-12-2019	AMPOLLETA ESPIRAL #24 LUZ FRÍA		\$	- \$	-	
SALIDA	23-12-2019	AMPOLLETA LED ENERGY 220V		\$	- \$	-	
SALIDA	24-12-2019	AMPOLLETA OSRAM DULLUX 26W/840		\$	- \$	-	
SALIDA	25-12-2019	BALLAST CORRIENTE 18X20W		\$	- \$	-	
SALIDA	26-12-2019	BALLAST CORRIENTE 36X40W		\$	- \$	-	
SALIDA	27-12-2019	BANDEJA PARA PINTAR		\$	- \$	-	
SALIDA	28-12-2019	BARRAS ANTIPANICO SCAVINI		\$	- \$	-	
SALIDA	29-12-2019	BRAZO HIDRAULICO		\$	- \$	-	
SALIDA	30-12-2019	BROCHA 2"		\$	- \$	-	
SALIDA	31-12-2019	BROCHA 3"		\$	- \$	-	

Figura 9.3: Encabezados hojas “Entradas” y “Salidas”, planilla de registro de elaboración propia para gestión y control de inventario.

Ambas hojas presentan la misma estructura, pero diferentes acciones (Entradas vs Salidas) con el fin de facilitar su utilización y lectura. En ella se encuentra:

- Acción: Muestra si el registro se trata de una entrada o salida de material desde la bodega de almacenamiento
- Fecha: Como su nombre lo dice, registra la fecha del momento en que se realizó el depósito o retiro de material según sea el caso.
- Artículo: Nombre del artículo en cuestión.
- Cantidad: Registro de la cantidad extraída o introducida en bodega según corresponda.
- Valor Total Entrada/Salida: Valor monetario total de la cantidad sustraída o adicionada, según valor unitario registrado en la Base de Datos.
- Observación/Descripción: Añade al registro una observación o descripción pertinente, tanto del artículo como del movimiento según se estime conveniente.

Para facilitar y automatizar el uso del archivo “INVENTARIO Unidad de Mantenimiento”, mediante el uso de macros, se han implementado formularios y botones

que servirán de apoyo para crear registros, añadir y modificar información dentro de las distintas hojas.

The image shows a web form titled "INGRESO ARTÍCULO A LA BASE DE DATOS". The form is organized into two main columns. The left column contains the following fields: "ARTÍCULO:" (text input), "CANTIDAD:" (text input), "UNIDAD DE MEDIDA" (text input), "PRECIO UNITARIO NETO" (text input with a "\$" symbol), "PROVEEDOR:" (text input), "CONTACTO:" (text input), and "LEAD-TIME:" (text input with a "[DIA]" symbol). The right column contains: "CATEGORÍA:" (text input), "CLASE" (text input), "BODEGA:" (text input), and "RESPONSABLE:" (text input). At the bottom right of the form is a button labeled "GUARDAR ARTÍCULO NUEVO". At the bottom left, there is a section for "DESCRIPCIÓN" with a text area.

Figura 9.4: Formulario del archivo “INVENTARIO Unidad de Mantenimiento” de elaboración propia que sirve para añadir un artículo sin precedentes.

Como se puede observar, la Figura (9.4) muestra el formulario llamado “Ingreso Artículo a la Base de Datos” , cuya función, como se mencionó anteriormente es ingresar la información pertinente de algún artículo sin antecedentes al momento de ingresar, por ejemplo, una nueva adquisición. Debido a lo anterior, el formulario al guardar la información, deberá crear un nuevo registro en la hoja “Base de Datos”, “Inventario” y “Entradas”.

En otras palabras, al tratarse del ingreso de un material nuevo, se crea una base de datos propia del artículo, se añade como otro elemento a la lista existente en inventario, junto con el stock pertinente de ingreso y por último, se crea un registro de entrada del artículo con la fecha del día del ingreso a bodega.

Una vez conforme con la información escrita en el formulario, para hacer efectivo el ingreso, se debe presionar el botón “Guardar Artículo Nuevo”, el cual además borrará el contenido de las casillas y guardará el archivo para asegurarse de que no se pierda la información en caso de un cierre inesperado. Cabe destacar que algunas

de las casillas se completan en base a una lista desplegable, para así evitar errores de ingreso.

Independientemente si la información escrita se encuentra en minúscula, con el propósito de normar los registros, por defecto éstos serán convertidos a mayúsculas. Por último, si hubiesen celdas que no se conoce la información solicitada, como por ejemplo, su clase, se puede dejar en blanco sin problemas, pudiendo editarse cualquiera de estos puntos de forma manual en los registros.

Para el movimiento de stock, se tiene un segundo formulario:

FORMULARIO MOVIMIENTO DE MATERIALES

ARTÍCULO:

CANTIDAD: FECHA: 18 de agosto de 2020

RESPONSABLE:

OBSERVACIÓN:

INGRESO AGREGAR ARTÍCULO NUEVO A LA BASE DE DATOS SALIDA

Figura 9.5: Formulario del archivo “INVENTARIO Unidad de Mantenimiento” de elaboración propia que sirve para registrar el movimiento de stock.

El formulario que se ve en la Figura (9.5) es simple en comparación al de la Figura (9.4), ya que la información básica y propia del artículo se registra una sola vez, permitiendo que el registro de movimiento de stock, sea eficiente mediante cuatro casillas a completar. Los requisitos son: Artículo, Cantidad, Responsable y Observación, siendo los dos primeros campos obligatorios para un registro exitoso.

Si se observa con atención, existen tres botones en la parte inferior del formulario, el botón “Ingreso” por el costado izquierdo y de color celeste, el botón “Salida” en el costado derecho y de color naranja y en medio el botón “Agregar Artículo Nuevo a la Base de Datos”. Los dos primeros son los que modificarán la cantidad de stock de

dicho artículo en la pestaña “Inventario”, aumentando o disminuyendo según sea el caso, para lo cual (desde el punto de vista de las bodegas de almacenamiento) si se retira cierto stock de cierto artículo, se debe utilizar el botón “Salida”, de lo contrario, si es un ingreso debido a reabastecimiento, por ejemplo, se debe presionar el botón “Ingreso”. El tercer botón mencionado es únicamente para trasladarse al formulario visto en la Figura (9.4) en caso de tratarse de un artículo sin precedentes.

Se espera que, el formulario “Formulario Movimiento de Materiales”, sea utilizado con mayor frecuencia a diferencia del de “Ingreso Artículo a la Base de Datos” debido a su naturaleza. Varias de sus características se repiten en comparación al funcionamiento del formulario de la Figura (9.4).

Finalmente destacar, respecto al diseño del archivo, que en numerosos puntos estratégicos, se encuentran notas o comentarios con información de apoyo respecto a los significados de las diferentes categorías, o instrucciones de uso para una mayor comprensión del usuario, además de ciertos indicadores claves tales como:

- “Artículos Sin Info.”: (Figura (9.1)) Advierte de la cantidad de artículos que no cuentan con información respecto a su Stock de Seguridad, EOQ o Punto de Pedido.
- “Se Requiere Abastecer”: (Figura (9.2)) Cuenta la cantidad de artículos cuyo stock se encuentra por debajo de la cantidad mínima definida según la Base de Datos.
- “Capital Almacenado total”: (Figura (9.2)) Calcula la inversión total almacenada en bodegas, según valores estipulados en la Base de Datos.

En el diagnóstico se advirtieron distintas oportunidades de mejora o problemáticas, cuyas causas raíces presentaban sus orígenes en la información relacionada al inventario manejada por la UM. La estructura de la base de datos y registros presentada en esta sección permite facilitar ámbitos como el recuento sugerido en el plan de acción, tener acceso rápido a los valores de cada material y cotizar trabajos internos de manera eficiente, discriminar los elementos almacenados y practicar en ellos diferentes políticas según las prioridades de la UM, mejorar la efectividad de las búsquedas en bodega al conocer su ubicación, estar familiarizado con sus características y/o funciones principales, contar con información respecto a proveedores

de artículos específicos sugeridos ahorrando tiempo de búsqueda, se cuenta con nuevos parámetros tales como SS, EOQ o PP que ayudarán en la gestión y control de inventarios, conocer el grado de rotación de artículos y cantidad promedio para vigilar el sobre stock, demanda, contar un un registro histórico, es posible valorizar el total invertido en existencias almacenadas y poseer flujos monetarios tanto de ingresos como de salida de material, útiles para el control de gastos.

9.2. Planificación de Materiales

En esta sección, se define de manera implícita qué repuestos y artículos comprar, cuándo y en qué cantidad ordenar, con base a políticas de inventario bien definidas y fundamentadas en el modelo de inventario que la UM utilice. Además, se establece según las prioridades de la unidad qué conservar con stock y cuánto según su importancia.

9.2.1. Modelo de Inventario

Los modelos de inventarios, por lo general se rigen según dos aspectos: Tipo de demanda y tiempo de aprovisionamiento. Según los registros obtenidos por la Unidad de Mantenimiento, es seguro decir:

- Tipo de Demanda: Independiente y variable
- Tiempo de Aprovisionamiento: Desconocido

Las características mencionadas calzan con los modelos probabilísticos de demanda variable. Debido a que estos modelos necesitan un registro de los tiempos de aprovisionamiento¹, los cálculos se fundamentarán sobre una base de tiempo de entrega promedio constante de cuatro semanas para cada artículo, tiempo promedio en que toman completarse las ordenes de compra según la experiencia del equipo de mantenimiento.

¹El tiempo de aprovisionamiento o Lead-Time será una nueva variable que se empiece a registrar conforme los nuevos cambios implementados en la UM.

Dicho lo anterior, vale decir que el modelo que se utilizará será el de demanda variable y tiempo de aprovisionamiento constante. Los modelos previamente mencionados compiten por obtener el parámetro de Punto de Pedido más acertado, el cual mantiene cierta base probabilística (basada en la demanda para este caso).

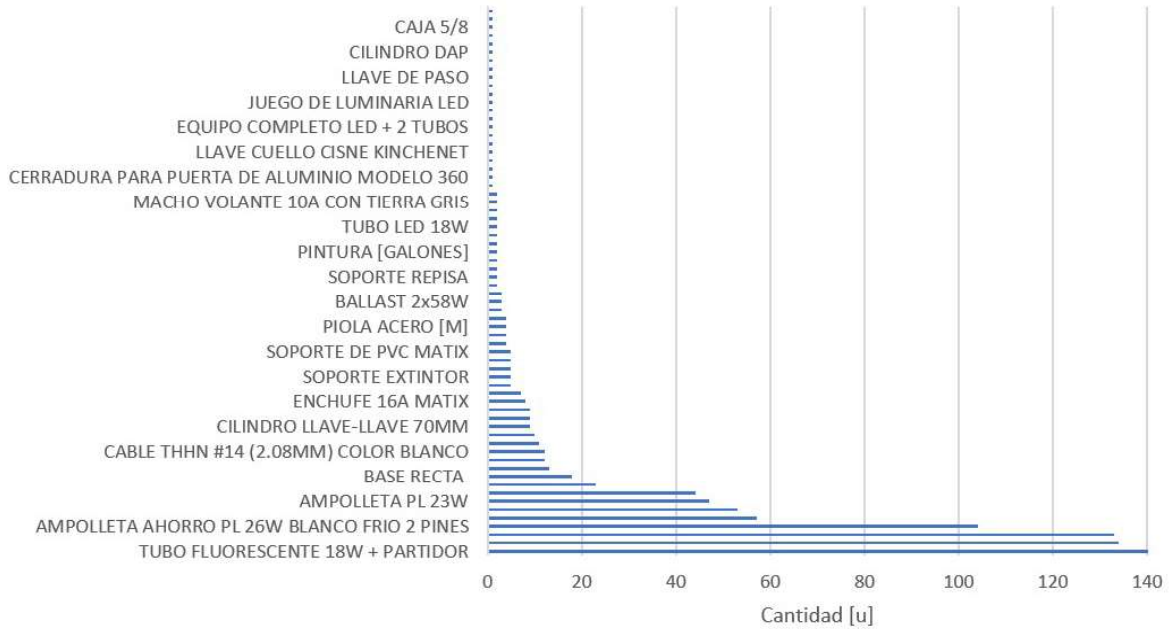
Respecto a la cantidad de pedido, se ocupará el modelo *EOQ*, que, a pesar de que no se cumplen la mayoría de los supuestos (sección 4.1.1), se decide trabajar con el concepto que éste representa. *EOQ*, como ya se estudió, mediante el cálculo de los costos que significa realizar una compra, obtiene el mínimo entre ellos y calcula la cantidad más conveniente a ordenar económicamente hablando. Por lo tanto:

9.2.2. Tamaño de Orden (*EOQ*)

La metodología *EOQ* requiere calcular parámetros como la demanda anual del artículos, los costos de almacenamiento y los costos de lanzamiento en este caso.

Es posible obtener la demanda de los materiales si en cada requisito registrado (Figura (5.12)) se separan los materiales utilizados, formando una nueva tabla que muestre la cantidad de ellos utilizada durante algún periodo. A continuación se muestra el resultado de forma gráfica:

Demanda anual 2018



Demanda anual 2019 (ene-ago)

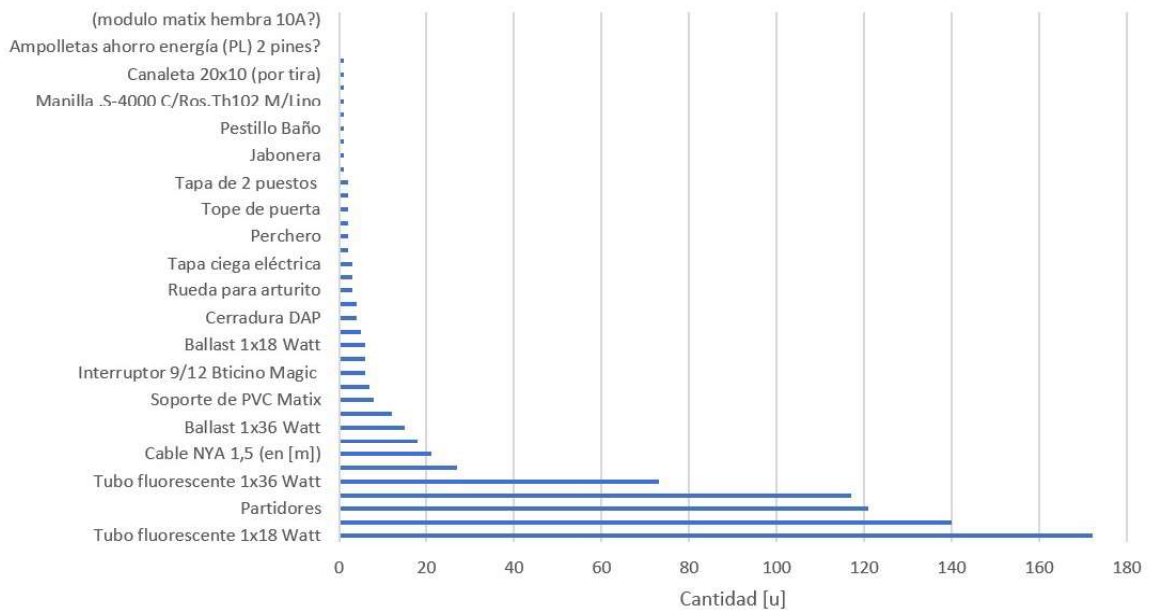


Figura 9.6: Gráficos de barra que representan un extracto de la demanda de artículos durante los periodos 2018 y 2019¹ respectivamente. Gráficos de elaboración propia.

La imagen de la Figura (9.6) representa la demanda de artículos utilizados en las

solicitudes de trabajo, durante los años 2018 y 2019² respectivamente y debe usarse exclusivamente como referencia, debido a que su reducido tamaño no permite visualizar la totalidad de los materiales utilizados (para ver los gráficos completos, dirigirse a Anexo, sección D, Figura (D.1) y Figura (D.2)).

Cabe destacar que la calidad de los datos, como se mencionó anteriormente, puede influir de manera negativa, representando un comportamiento distinto de la realidad, a pesar de ello, se utilizará de todas maneras para poder obtener un valor EOQ de prueba y que permanecerá bajo evaluación, pues se cree que usando éstos datos se puede alcanzar una proyección lo suficientemente acertada como para comenzar.

Además de la demanda anual, se necesita conocer los costos de almacenamiento y de lanzamiento. Dichos valores son aquellos costos implicados tanto en el almacenamiento como aquellos costos asociados al procesamiento de pedido (también se encuentra en la literatura el costo de preparación, pero está dirigido principalmente a aquellas empresas manufactureras). A grandes rasgos, lo que se busca es encontrar el valor mínimo entre ambos costos y así poder calcular la cantidad de unidades más conveniente a pedir (económicamente hablando).

- Costo de Lanzamiento por Pedido

Como ya se mencionó, éste tiene en cuenta gastos tales como impresiones en papel, suministros de oficina, soporte administrativo, entre otros. Debido a que éstos gastos son bajos, se ha decidido llevar a cabo las siguientes suposiciones bajo la supervisión y experiencia del encargado de la unidad de mantenimiento:

En promedio para una orden de compra, se utiliza solamente una hoja de papel, además dicho proceso no debiese tomar más allá de aproximadamente 15 minutos, es decir, 15 minutos en realizar de principio a fin una orden de compra hasta su impresión. Para valorizar dichos insumos y el tiempo invertido en la OC, se supone el uso de una resma de papel de 500 hojas, a un valor de

²Incluye registros entre enero y agosto

mercado de \$3700 pesos la resma. Además, como se sabe la unidad de adquisiciones y la unidad de mantenimiento son organismos distintos, por ende, no se cuenta con las liquidaciones de sueldos de sus empleados, no obstante, se cuenta con la fórmula que se utiliza para calcular el valor de la hora extra de los empleados en base a su sueldo, que se cree una buena aproximación para valorizar el tiempo invertido, por lo tanto, se utiliza en ella un sueldo base de \$1000000 bruto y se obtienen los siguientes resultados:

Papel y otros suministros: \$ 17 por orden de compra

Valor del tiempo invertido: \$1577 por orden de compra

Por ende,

Costo de Lanzamiento Unitario: \$1595

- Costo de Almacenamiento por Unidad

Ahora se debe valorizar el espacio dedicado al ítem en bodega, y éste se realiza como un costo fijo, el cual se pudo obtener gracias a la colaboración de la Dirección de Infraestructura de la universidad, quienes entregaron el valor del metro cuadrado promedio del edificio donde se encuentran todas las bodegas³. Además, se midieron dichas bodegas y se cuenta con un espacio total disponible de $61,6[m^2]$ (ver Tabla (5.2)). Finalmente, teniendo en cuenta que no existen seguros asociados, ni otros cargos extras contratados, se obtiene un valor total de:

Costo de Almacenamiento Unitario: \$707750 por $[m^2]$

Es necesario destacar que para calcular el costo de almacenamiento de cualquier material que vaya a ser depositado en bodega, es necesario contar con su área basal, de otra forma no se le podrá adjudicar un valor, y por ende, no se podrá obtener su EOQ.

³Este valor es genérico, y no refleja con exactitud el valor del metro cuadrado en las bodegas, ya que existe un mayor nivel de detalle en lo que se podría desglosar su costo, lo cual queda fuera del alcance de este trabajo

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, existirá una cantidad económicamente óptima de pedido en base a la demanda anual que tenga el repuesto, su costo de lanzamiento por pedido y el costo de almacenamiento por unidad por año, que como se vio en el Marco Teórico, sección 4.1.1 , se calcula según la Ecuación (4.4):

$$Q = Q^* = \sqrt{\frac{2D \cdot S}{H}}$$

Que además abre paso al cálculo de la cantidad aproximada de pedidos al año, junto con el tiempo estimado entre pedidos (Ecuación (4.5) y Ecuación (4.6)).

Para facilitarle las tareas de cálculo a los miembros de la Unidad de mantenimiento, se elabora una herramienta en Excel, presentada a continuación:

COSTE ALMACENAMIENTO UNITARIO \$ 139	
ÁREA BASAL ARTÍCULO	0,000196 [m ²]
VALOR M ² ALMACENAMIENTO	\$ 707.750
COSTE LANZAMIENTO POR O.C. \$ 1.595	
VALOR HH POR OC	\$ 1.578 (15 MIN)
INSUMOS POR ORDEN DE COMPRA	
PAPEL UTILIZADO POR OC	\$ 7 (1 HOJA)
TINTA	\$ 10

DEMANDA ANUAL	151
COSTE TOTAL UNITARIO	\$ 1.733
EOQ [u]	59
Nº ESTIMADO DE PEDIDOS AL AÑO	3
TIEMPO ESTIMADO ENTRE PEDIDOS [DÍA]	94

Figura 9.7: Ejemplo de cálculo *EOQ*, según herramienta Excel de elaboración propia.

La imagen de la Figura (9.7) corresponde a un ejemplo realizado para obtener la cantidad *EOQ* según los registros de algún artículo. Para obtener el valor *EOQ* de un artículo en específico, se deben completar las dos celdas de color negro que se pueden apreciar en la Figura (9.7), donde se encuentra: “Área Basal Artículo”, que sirve para calcular el costo de almacenamiento unitario y “Demanda Anual”. Junto al valor generado *EOQ*, se encuentra el “Nº estimado de pedidos al año” y “Tiempo estimado entre pedidos”.

El resto de los valores que aparecen en el recuadro son supuestos y valores fijos previamente calculados.

En caso que se desee ordenar un artículo relativamente nuevo (que no cuente con un registro de demanda anual), se recomienda suponer la demanda del primer mes como constante, para un primer acercamiento y a medida que transcurra el tiempo se pueda acceder a este valor de manera más acertada.

Esta herramienta se podrá ubicar en el archivo “Ejecutables”, en la pestaña “EOQ” del material entregado a la Unidad de Mantenimiento.

9.2.3. Punto de Pedido

El Punto de Pedido según el modelo de inventario a utilizar se calcula según la Ecuación (4.11):

$$PP_{SS} = (Demanda\ media\ diaria) \cdot (Plazo\ aprovisionamiento)\ [día] + Z \cdot \sigma_{dl t}$$

Lo cual es equivalente a calcular el Punto de Pedido según una demanda y tiempo de aprovisionamientos conocidos y sumarle un stock de seguridad debido a la incertidumbre de la variabilidad de la demanda. Es debido a lo anterior que se realizarán los cálculos a parte:

El Punto de Pedido o de Reorden se calcula según la Ecuación (4.7) para una demanda y tiempo de aprovisionamiento conocidos:

$$PP = (Demanda\ Diaria)[u] \cdot (Plazo\ de\ entrega\ de\ un\ pedido)[día]$$

$$PP = d \cdot L$$

Como la demanda de los artículos no es constante, se sugiere promediar los valores de las demandas mensuales de 21 meses (registro histórico existente), adjudicando este valor como la demanda promedio mensual y que junto el tiempo de entrega del artículo, se calcule el punto de pedido.

Como se mencionó, la equivalencia anterior, es válida cuando no se trabaja con stock de seguridad, pues el PP se ve afectado según la Ecuación (4.8):

$$PP_{SS} = d \cdot L + SS$$

Es importante reiterar que debido a que no existe una demanda constante para ningún artículo en particular, es posible predecir de manera estadística la cantidad más probable a ser requerida durante cierto plazo de tiempo determinado, que además tiene en cuenta su variabilidad. Se debe tener en cuenta que al ser una aproximación estadística, el resultado conlleva cierto nivel de incertidumbre el cual puede verse incrementado por la calidad de los datos utilizados. Es debido a lo anterior que se recomienda operar con dichos resultados durante un periodo de prueba para posteriormente ir corrigiendo dichos valores.

Establecer e implementar un Punto de Pedido adecuado reducirá la probabilidad de quiebre de stock en dicho artículo mediante la generación de una OC en el momento adecuado

Respecto al stock de seguridad, se calcula mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$SS = Z \cdot \sigma_{dlt}$$

Con:

Z : N° de desviaciones estándar.

σ_{dlt} : Desviación estándar de la demanda en el plazo de aprovisionamiento.

Básicamente, dichos parámetros que deben ser calculados según la demanda de cada artículo, al igual que para calcular la cantidad EOQ , se ha dispuesto a la UM una herramienta dentro del mismo archivo, útil para calcular tanto el Stock de Seguridad, como el Punto de Pedido.

ROTURA DE STOCK [%]	5%											
DEMANDA MEDIA DURANTE APROVISIONAMIENTO:	16	<table border="1"> <tr> <td>STOCK DE SEGURIDAD</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>PUNTO DE PEDIDO</td> <td>39</td> </tr> <tr> <td>PUNTO DE PEDIDO (Sin SS)</td> <td>16</td> </tr> </table>					STOCK DE SEGURIDAD	23	PUNTO DE PEDIDO	39	PUNTO DE PEDIDO (Sin SS)	16
STOCK DE SEGURIDAD	23											
PUNTO DE PEDIDO	39											
PUNTO DE PEDIDO (Sin SS)	16											
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	14,07											
N° DE DESV. EST. (Z)	1,65											
(Z, Según tabla distribución normal para un 5%)												
RESUMEN DEMANDA												
MES	2018	2019	2020	2021	2022	2023						
ENERO	26	23										
FEBRERO	4	33										
MARZO	21	16										
ABRIL	3	9										
MAYO	6	13										
JUNIO	16	56										
JULIO	24	13										
AGOSTO	1	6										
SEPTIEMBRE	0	0										
OCTUBRE	28	0										
NOVIEMBRE	3	0										
DICIEMBRE	0	0										

Figura 9.8: Ejemplo de cálculo SS y PP, según herramienta Excel de elaboración propia.

La Figura (9.8) es un ejemplo de la utilización de dicha herramienta, en donde los datos necesarios para el cálculo son las celdas de color negro, es decir, la demanda mensual (histórica) y el número de desviaciones estándar.

Como se puede observar, en la parte superior se trabaja con un 5% como valor de rotura de stock⁴ fijo (para un periodo de prueba), lo cual fue acordado con la jefatura de la unidad. Dicho valor entrega el número de desviaciones estándar según una distribución normal, es por ello que también se ha dispuesto una tabla y un ejemplo de cómo calcular Z dentro del mismo archivo, con el propósito de adaptar esta herramienta a futuros cambios.

⁴Éste valor indica el porcentaje de roturas de stock que se está dispuesto a incurrir en un periodo de tiempo indeterminado [6]

9.2.4. Establecer Políticas de Inventario

Anteriormente, se sugirió establecer distintas categorías con el propósito de conocer y discriminar aquellos materiales que sean de mayor importancia para los trabajos de la unidad (sección 8.2.2), y así poder aplicar distintas políticas. A continuación, y como se sugiere en el Plan de Mejora, se establecen para tres categorías, los límites que las definen:

- Clase A
Artículos esenciales para el funcionamiento de cátedras y laboratorios, apertura del campus y elementos que involucren la seguridad de las personas. Dentro de esta categoría se encuentra aquello relacionado al correcto funcionamiento de servicios básicos como agua, gas, alcantarillado, electricidad, iluminación, entre otros.
- Clase B
Incluyen aquellos elementos de alta demanda según registros históricos, que no se encuentren dentro de la Clase A. Se define como alta demanda en este caso a aquellos que tengan una salida mayor a seis unidades por año.

Se decide utilizar una demanda anual mayor a seis unidades⁵ ya que según los registros entregados por la UM, dicha cantidad representa cerca de un tercio de los artículos utilizados (30[%] para el 2018 y 31[%] para el 2019, dirigirse a Anexo, sección D, Figura (D.1) y Figura (D.2) como referencia) y se busca que las proporciones entre clases no sean distantes.

- Clase C
En esta categoría caen los artículos que no sean esenciales, es decir, que no se encuentren dentro de la Clase A y que presenten una demanda anual igual o menor a seis unidades por año. Además, se incluirán todos aquellos artículos en proceso de ser discontinuados.

Ya que la Unidad de Mantenimiento es un organismo que ofrece un servicio sin fines de lucro, se propone clasificar las existencias según lo estipulado, orientando

⁵este valor debe ser evaluado luego de un periodo de prueba, con el objetivo de ser modificado si se cree conveniente.

los esfuerzos a cumplir en cabalidad con los lineamientos estratégicos definidos por la universidad: “Formación académica de excelencia, pertinente y efectiva en la docencia” [7].

Para facilitar la clasificación, se ha dispuesto a la Unidad de Mantenimiento un árbol de decisiones, cumpliendo con el segundo paso propuesto del plan, cuya configuración es la siguiente:

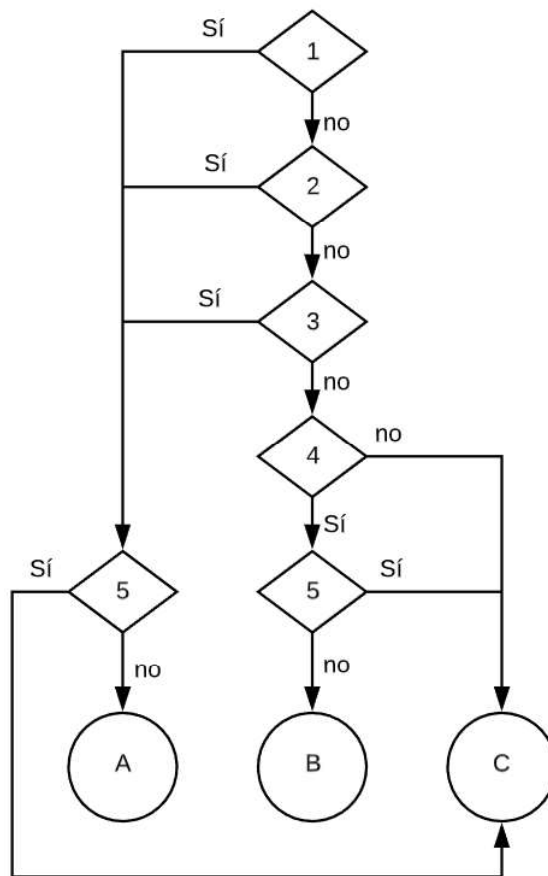


Figura 9.9: Árbol de decisión de elaboración propia, para establecer la clasificación de un artículo según sus características.

Donde para evaluar un artículo se tiene:

1. ¿Es fundamental para el funcionamiento de un equipo que involucre algún servicio básico? (Ej: Agua, Gas, Electricidad, Alcantarillado)

2. ¿Afecta en algún aspecto a la seguridad de las personas? (Ej: Iluminación, riego de caídas, indicaciones en caso de emergencia, etc)
3. ¿Afecta de manera directa o indirecta la ejecución de cátedras o laboratorios? (Ej: Pizarras, Proyector)
4. Se considera como un artículo de alta demanda? (Mayor a seis unidades al año, o según acordado)
5. ¿Es un artículo en proceso de discontinuación?

Por último, el tercer paso busca elaborar diferentes regulaciones para cada conjunto de materiales dependiendo de su clase:

- Clase A

Debido a su alta prioridad dentro de las operaciones del campus, y por ende de la UM, se propone lo siguiente:

- Recuento: Mensual

Debido a la alta prioridad de éste conjunto de artículos, se recomienda conservar registros exactos mediante una verificación mensual según lo acordado con el Encargado del Departamento.

- Stock de Seguridad: Si

Se sugiere conservar stock en almacenamiento de manera permanente en la medida de lo posible, teniendo en cuenta que puedan existir momentos de incertidumbres tanto en la demanda como en el reabastecimiento a causa de problemas que estén fuera del alcance de la unidad.

- Método de Reabastecimiento: Punto de Pedido

Si se quiere evitar quiebres de stock, una buena medida es establecer un punto de orden fundado en información histórica, de manera tal que se intente prever la demanda futura.

- Clase B

Debido a que estos artículos caen dentro de esta categoría principalmente por su alta demanda, se sugiere:

- Recuento: Bimestral
Según lo conversado, se establece un periodo bimestral para el recuento total de esta clase, debido a la importancia de contar con registros precisos, para un reabastecimiento a tiempo.
 - Stock de Seguridad: No
No se precisa SS teniendo en cuenta que el quiebre de stock no impactaría en el cierre del campus, seguridad o realización de clases, sin mencionar que se evitan gastos adicionales manteniendo en bodega “lo justo y necesario”.
 - Método de Reabastecimiento: Punto de Pedido
Se establece la utilización de un punto de pedido, previendo estadísticamente un reabastecimiento a tiempo, evitando quiebres de stock y manteniendo los gastos al mínimo.
- Clase C En vista de que aquí se encuentran aquellos artículos de menor rotación y aquellos en proceso de discontinuación:
 - Recuento: Trimestral
Se acuerda mantener un periodo de recuento cada tres meses para artículos de esta clase, siendo los de menor prioridad, no estando la necesidad de verificar su stock de manera frecuente.
 - Stock de Seguridad: No
No se necesita incurrir en gastos adicionales que aseguren stock en todo momento ya que las consecuencias de un quiebre de stock no serán graves al tratarse de artículos no fundamentales, sin provocar mayor impacto en las operaciones tanto de la UM, como en el funcionamiento del campus.
 - Método de Reabastecimiento: Stock Mínimo
Se establecerá un mínimo de stock para cada ítem, el cual puede variar entre cero y siete unidades (límite entre la Clase B y Clase C), ahorrando capital significativo y evitando de esta manera mantener stock muerto o con baja rotación, liberando espacio en bodegas. Dicho mínimo quedará a criterio del asistente administrativo como responsable del reabastecimiento.

Se nota que el recuento es obligatorio para cada categoría, sin embargo, el periodo de recuento es el que cambia dependiendo de la prioridad de los materiales. Mayor detalle en la sección 9.3.2.

Como se estudió en la sección 9.2.3 el punto de pedido para el modelo seleccionado es simplemente agregarle un stock de seguridad en base a la desviación estándar de la demanda durante el periodo de aprovisionamiento, y como ya se sabe, mantener un stock de seguridad incurre en gastos adicionales, es por ello que se ha decidido aplicar diferentes metodologías y herramientas dependiendo la importancia del artículo del que se trate.

Respecto a la cantidad de pedido, se recomienda utilizar el método *EOQ*, tanto para la Clase A, como para la Clase B. Por otro lado, para la Clase C, se sugiere evaluar la cantidad de unidades calculadas con el método *EOQ*, versus la demanda anual del artículo, ya que si ésta es menor, no se recomienda sobrepasar dicha cantidad, manteniendo el capital congelado al mínimo.

9.3. Propuestas de Mejora para aspectos de Procesos

Como se comprobó anteriormente, si bien los procesos llevados a cabo dentro de la unidad cumplen su objetivo, a continuación se enseñan los resultados de mejoras tales como la ejecución de las 5S en el área de almacenamiento y la formalización de sus procesos.

9.3.1. Plan de Ejecución de las 5S en Bodegas de Almacenamiento

El estado físico de las bodegas de almacenamiento, como se pudo observar en las imágenes de la Figura (6.2), no es ideal, trayendo consecuencias tales como el aumento de los tiempos de respuesta de la unidad si se requiere del uso de algún artículo almacenado, posibles compras innecesarias debido a que no se encuentran repuestos que sí tienen stock, entre otros problemas. Es debido a lo anterior que se ha propuesto un plan de ejecución de las 5S, que consta principalmente de seis pasos.

1. SEIRI - Clasificación y Descarte

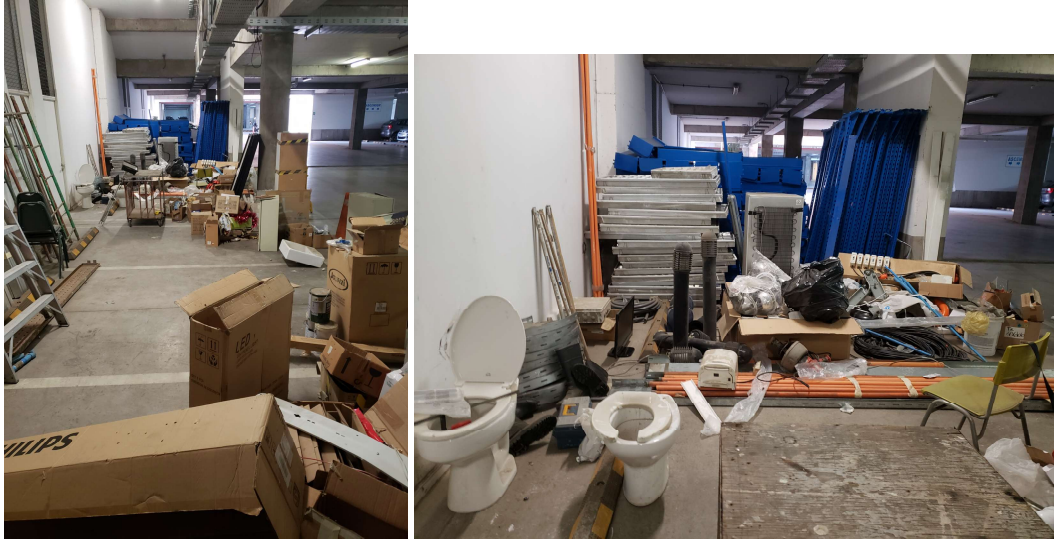


Figura 9.10: Extracción de todos los elementos almacenados de dos de las bodegas utilizadas por la Unidad de Mantenimiento.

La Figura (9.10) muestra imágenes durante el proceso de Clasificación y Descarte, donde se puede observar que varios de los artículos visibles se encuentran en mal estado. Respecto al punto donde se evalúan daños y pérdidas, se decidió contabilizar aquello que se extrajo como material sin valor disponiendo de él.

La ventaja de extraer todos los elementos contenidos en las bodegas, es que se pueden revisar de manera cómoda y minuciosa, aprovechando el espacio disponible en el exterior, como se puede apreciar en la imagen. Ésta etapa consta de verificar aquello que se puede utilizar y aquellos que no, al igual que el descarte de todo repuesto obsoleto, caducado o que simplemente la UM ha discontinuado su utilización o que no pertenece a la unidad.

2. SEISO - Limpieza

Aprovechando la instancia de haber desocupado el interior de las bodegas, se barre y se limpian las superficies en el interior, así como de los artículos seleccionados que se han decidido conservar. Esta tarea permite conservar en buen estado aquello que aun es útil para la unidad y evita que el polvo introducido en algunos repuestos pueda ocasionar malfuncionamientos.

3. SEITON - Organización



Figura 9.11: Extracción de todos los elementos almacenados de dos de las bodegas utilizadas por la Unidad de Mantenimiento.

Al introducir cada elemento de manera ordenada, se logra un uso adecuado del espacio disponible, estableciendo una distribución conveniente según criterio del Asistente Administrativo, en este caso. Es posible observar en la Figura (9.11) la disminución en la cantidad de existencias que se conservaron del paso Clasificación y Descarte, permitiendo despejar el acceso de las bodegas. Por último, las tareas realizadas hasta este punto, permiten que sea posible reconocer aquello almacenado sin mayor esfuerzo.

4. - Catastro

Durante el ingreso de los artículos seleccionados a las bodegas, se recomendó realizar un catastro completo con el fin de crear un registro fidedigno de aquello almacenado, se muestra un fragmento del resultado del catastro obtenido de la bodega C como ejemplo.

Bodega C						
Detalle	Unidad de Medida	Cantidad en Stock	Precio Neto	Precio con Iva	Categoría	Observación
Wc/retrete	un	16			Gásfiter	5 nuevos
Asientos wc	un	6			Gásfiter	
Lavamanos	un	12			Gásfiter	
Ceramicas 60x60 (edif A)	un	57			Carpintero	usadas en buen es
Ceramicas baño-casino 25x40	un	5			Carpintero	usadas en buen es
Secadores de mano	un	5			Eléctrico	
Ampolletas ahorro energia glovo 16W	un	7			Eléctrico	
Paneles LED circular 6500K	un	3			Eléctrico	
Foco LED color blanco	un	4			Eléctrico	
Pestillos baño (dorado)	un	23			Carpintero	dorado
Pestillos puerta (a piso) 15cm	un	7			Carpintero	dorado
Pestillo portón	un	2			Carpintero	Plateados.
Pestillo ventana 18cm	un	28			Carpintero	Plateados. Vienen
Caja transparente (medidor de luz?)	un	4			Carpintero	trae sus propios tc
Porta papel acrilico	un	30			Carpintero	se ancla a la pared
Ballast lamparas 2xTL5 28W	un	3			Eléctrico	

Figura 9.12: Fragmento de planilla de elaboración propia del catastro de los elementos de la bodega C, según plan de ejecución de las 5S.

5. SIEKETSU - Higiene y Visualización

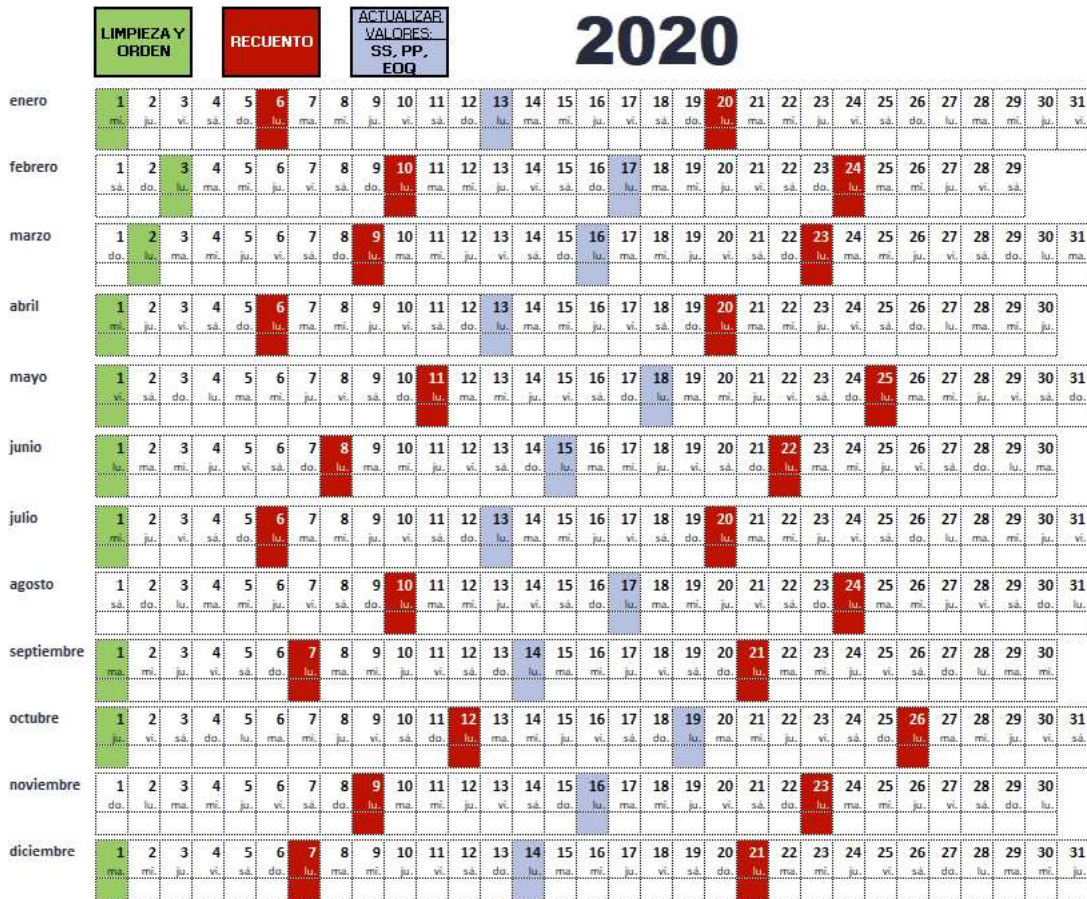


Figura 9.13: Calendario 2020 de elaboración propia para la Unidad de Mantenimiento, el cual contiene la programación de actividades de orden y limpieza, recuento y actualización de parámetros tales como *SS*, *PP* y *EOQ* según sea el caso, acordado con la jefatura de la unidad

Se presenta en la Figura (9.13) el calendario establecido con la programación de actividades de mantenimiento de bodegas, entre otros aspectos para el 2020, ubicado en el archivo Excel “Calendario Unidad Mantenimiento”.

6. SHIUSUKE - Disciplina y Compromiso

El propósito de este paso es que los cambios sean duraderos, objetivo que se busca alcanzar con la propuesta de cambio organizacional descrita en el capítulo anterior (sección 8.3.1).

La ejecución del plan propuesto tuvo resultados positivos, lo cuales se pudieron apreciar especialmente en las imágenes de la Figura (9.11), donde se nota con claridad, que a diferencia del estado anterior en que se encontraban las bodegas, es posible ubicar materiales con un menor esfuerzo, ya que además de ser posible la circulación al interior de las bodegas, los artículos se encuentran a la vista, sin ser ocultados por otros.

Se espera también que estos nuevos cambios repercutan de manera directa en el tiempo de respuesta de la unidad, pues a pesar de no haber evidencias que avalen demoras considerables en la búsqueda de artículos en bodega, se mencionó la sensación existente de ello, cuyas causas podrían deberse a la falta de un catastro y a la falta de orden encontrados en bodega.

Por último, gracias al estado actual del almacenamiento, se espera que tareas como el recuento de inventario, sean expeditas y no tengan mayores complicaciones.

9.3.2. Formalización de Procesos

Durante el capítulo 5, sección 5.2 se elaboraron flujos de procesos con el propósito de representar el conjunto de tareas y actividades dentro de las operaciones de la UM, según lo observado. Con el propósito de llevar a cabo la formalización de aquellos procesos que afecten la gestión de inventarios, se presenta ante la jefatura las siguientes propuestas:

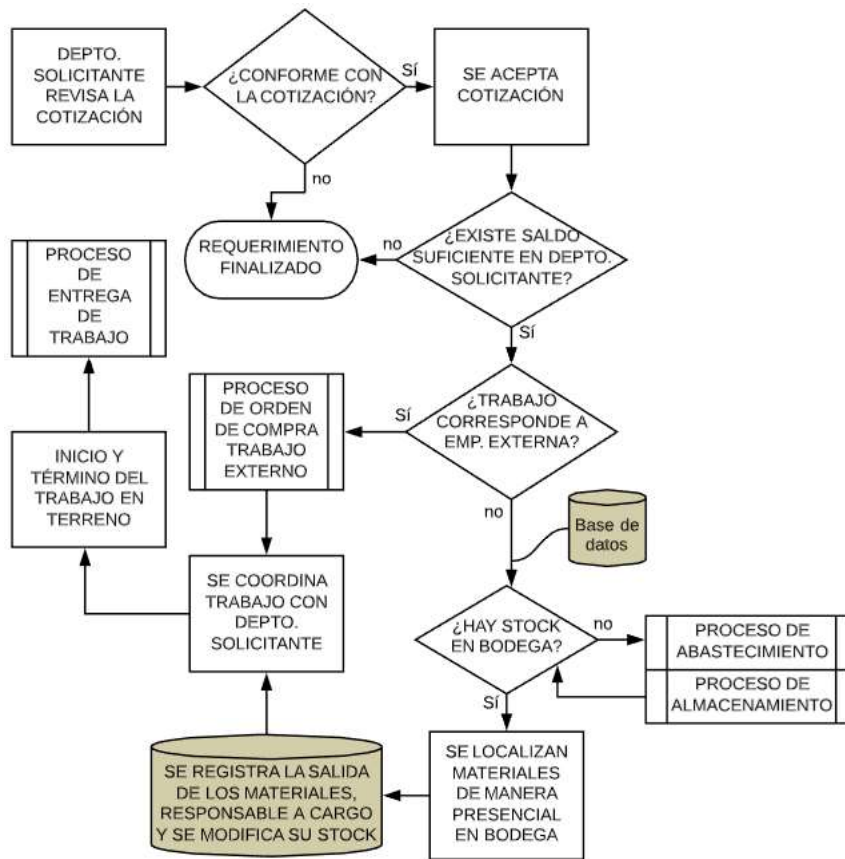


Figura 9.14: Propuesta de elaboración propia de proceso de ejecución del trabajo, con tareas de registro y uso de base de datos incluida.

Durante el proceso de ejecución del trabajo, se añaden actividades como verificar en la base de datos el stock disponible y posteriormente registrar tanto el movimiento de salida como alterar el stock correspondiente, dejando un registro del responsable a cargo de dicho movimiento.

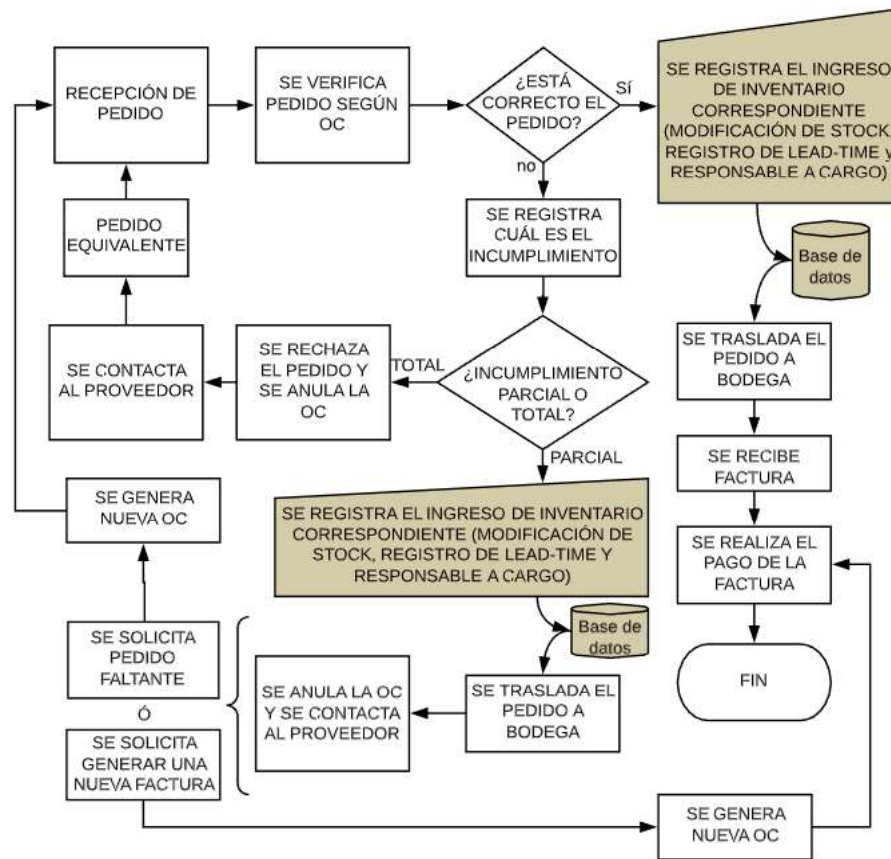


Figura 9.15: Propuesta de elaboración propia de proceso de almacenamiento, con tareas de registro y uso de base de datos incluida.

Si bien el proceso general enseñado en el diagrama de flujos de la Figura (5.9) muestra los pasos correctos y necesarios para lograr su objetivo, se aconseja que también se añadan actividades de registro como la entrada de materiales a las bodegas de almacenamiento, responsable, modificación del stock disponible y registro del tiempo de aprovisionamiento, como se muestra en la Figura (9.15).

El propósito de anotar el nombre del responsable que lleve a cabo movimiento de existencias, es decir, ingresos y retiros de bodega, tiene como propósito de que cada miembro tome responsabilidad de sus materiales.

A pesar de presentar variaciones sutiles en los procesos, se integran actividades que serán fundamentales en los registros, para tareas relacionadas a la gestión de inventarios que se han destacado de color naranja para distinguirlas con facilidad. Éstas

tareas hacen uso y alimentan al sistema de información incorporado, logrando que la recolección de materiales en bodega sea más efectiva y eficiente, de la misma manera, en caso de no contar con stock, será posible solicitar una OC a la brevedad.

A continuación, se propone la integración de las tareas de recuento y (por ende) reajustes.

Recuento y Reajustes de Inventario

Otro ámbito de suma importancia es poder mantener registros lo más exactos posible, ya que podrían afectar de manera directa al desempeño de las operaciones. Tareas tales como el recuento no son ejercidas dentro de la unidad. Durante la Definición de Cargos (sección 5.1.2), el recuento no es mencionado como una obligación bajo algún cargo, sin embargo, mantener el registro de inventario sí, y el recuento resulta ser una herramienta para ello.

Sin el recuento periódico de existencias no es posible realizar los reajustes pertinentes en los registros, siendo imposible medir qué tan exactos se mantienen éstos. Es importante mencionar que si los reajustes presentan diferencias más grandes de lo esperadas, es necesario tomar medidas para corregir su posible causa raíz, de lo contrario, éstas permanecen inadvertidas.

En el marco teórico se estudiaron dos tipos de recuentos: Recuento Cíclico y Recuento Periódico (sección 4.4). Brevemente se describirá el recuento cíclico como aquel que tiene en consideración la clasificación realizada según importancia otorgada a cada artículo utilizado por la UM y tendrá en cuenta distintos tipos de políticas de recuento según dicha prioridad donde además, los recuentos se efectúan diariamente. Por otra parte, el recuento periódico se fundamenta en que el reabastecimiento de stock ocurre bajo periodos fijos de tiempo, en los cuales se aprovecha la instancia de corroborar el stock una vez llegado el pedido.

En esta oportunidad, con la aceptación del Asistente Administrativo (encargado de velar por el registro de inventario), con las aprobaciones del Encargado del Departamento y teniendo en cuenta la manera de operar de la UM, se ha optado por realizar un recuento que combina ambas estrategias, como se describe a continuación:

De manera global, lo que se busca es que durante el año el recuento de los materiales almacenados sea proporcional al nivel de importancia que se les ha adjudicado a cada uno, sin embargo, la variación con el recuento cíclico estudiado es simplemente que en vez de contar una cierta cantidad de artículos por día (de las distintas clases) como se sugiere en el marco teórico, se decreta un periodo de tiempo fijo en el cual se realice este recuento:

Tabla 9.1: Ejemplo del método de recuento propuesto para la Unidad de Mantenimiento del campus San Joaquín

Recuento de artículos en bodega			
Cantidad de artículos según clasificación		Periodo establecido	Días hábiles [día]
<i>A</i>	26	Mensual	20
<i>B</i>	23	Bimestral	40
<i>C</i>	36	Trimestral	60
Periodo para recuento:		Bimensual	10
Resultados			
Recuento de artículos de clase <i>A</i> :		13 artículos cada dos semanas	
Recuento de artículos de clase <i>B</i> :		6 artículos cada dos semanas	
Recuento de artículos de clase <i>C</i> :		6 artículos cada dos semanas	
Total recuento de artículos:		25 artículos cada dos semanas	

Se debe tener en consideración que sólo los días hábiles serán efectivos para el recuento. Dicho lo anterior, en el ejemplo de la Tabla (9.1), en el caso de los artículos de clase Clase A, se tienen 26 repuestos diferentes, que según políticas de la unidad, se realizarán recuentos mensuales, es decir, cada veinte días hábiles, por lo tanto, se obtiene el cociente entre la cantidad de artículos de dicha clase y los días disponibles para realizar el recuento. Lo anterior entrega como resultado el recuento de 1,3 artículos diarios, pero como en este caso se estableció un periodo de recuento bimensual, es decir, cada diez días hábiles, se multiplicarán esta cantidad de días por el recuento diario a realizar, obteniendo como resultado que se deben contabilizar 13 artículos del inventario cada dos semanas, para que luego de un mes todos aquellos artículos pertenecientes a la Clase A sean contabilizados.

De la misma manera se realizan los cálculos para los artículos de Clase B y Clase C, donde para el caso del ejemplo de la Tabla (9.1) se obtienen 6 artículos en ambos casos, resultando un total de recuento de 25 diferentes ítems cada dos semanas entre las distintas clases, logrando de esta manera los objetivos de recuento propuestos al distribuir de manera equitativa la cantidad de artículos a contabilizar, evitando de esta manera días con excesiva cantidad de recuento y manteniendo una prioridad adecuada según cada clasificación.

Como ya es costumbre, se elaboró una herramienta en Excel, permitiendo que el cálculo de recuento de inventario sea automático dependiendo de las variables que se ingresen.

RECuento DE ARTÍCULOS EN BODEGA:				
CANTIDAD DE ARTÍCULOS SEGÚN CLASIFICACIÓN [u]		PERIODO ESTABLECIDO	DÍAS HÁBILES [día]	RECuento DIARIO
A	26	MENSUAL	20	1,3
B	23	BIMESTRAL	40	0,6
C	36	TRIMESTRAL	60	0,6

RECuento ESTABLECIDO:	CADA 2 SEMANAS
10 DÍAS HÁBILES	
13	Artículos de clase "A"
6	Artículos de clase "B"
6	Artículos de clase "C"
TOTAL RECuento CADA 2 SEMANAS [u]	25 ARTÍCULOS

Figura 9.16: Ejemplo de cálculo de cantidad de artículos a contar según políticas predefinidas por la UM, con herramienta Excel de elaboración propia.

Al igual que en los otros archivos, los campos a completar son aquellos de color negro. Para entender de mejor manera cómo se utiliza esta herramienta se comienza describiendo ésta de izquierda a derecha, donde la primera columna representa la clase, la segunda columna la cantidad de artículos que pertenecen a dicha clase, la tercer columna o “Periodo establecido” se debe anotar el periodo en que se desea que una de las clasificaciones de contabilice por completo, y en la columna “Días Hábiles” la cantidad de días hábiles que contiene este periodo. Por ejemplo, si se observa la primer fila, ocurre que dentro de la Clase A, que contiene 26 artículos, se requiere que mensualmente, es decir, cada 20 días hábiles, se contabilicen todos sus elementos.

Así, se entrega un cálculo de la cantidad diaria de artículos a contabilizar para alcanzar esta meta. Dentro del recuadro verde, se debe anotar el “Periodo Establecido”, junto a la cantidad de días hábiles que éste representa, proporcionando la periodicidad.

dad de conteo de inventario. En el caso de la Figura (9.16), se establece un periodo de recuento cada dos semanas, es decir, cada 10 días hábiles. Así, se obtiene finalmente que 13 artículos de Clase A, más 6 artículos de Clase B, más 6 artículos de clase C, obteniendo un total de 25 artículos cada dos semanas (según el ejemplo) se deben contar para alcanzar cada una de las metas de conteo establecidas.

Teniendo en cuenta que deban realizarse reajustes, éstos también serán registrados con el propósito de ser analizados más adelante. Para ello se entrega la siguiente hoja de registros.

RECuento Y REAJUSTE PARA ARTÍCULOS DE CLASE A													
ARTÍCULO	STOCK	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
ARTÍCULO 1	INVENTARIO	1	3	1	4	4	1	2	3	3	1	2	0
	REAL	2	2	1	3	1	3	2	3	2	1	0	0
	REAJUSTE	1	-1	0	-1	-3	2	0	0	-1	0	-2	0
ARTÍCULO 2	INVENTARIO												
	REAL												
	REAJUSTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTÍCULO 3	INVENTARIO												
	REAL												
	REAJUSTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTÍCULO 4	INVENTARIO												
	REAL												
	REAJUSTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 9.17: Ejemplo de registro de reajustes en archivo Excel a lo largo del tiempo. Archivo de elaboración propia.

Como se puede observar, la hoja cuenta con un listado de artículos (Artículo 1, Artículo 2, etc), el cual se espera que cuente con todos los elementos en inventario separados según Clase, ya que cumplirá un segundo propósito (además de registrar los reajustes) de ordenar aquellos artículos que ya se hayan contado versus los que no, facilitando la tarea del recuento.

Volviendo al propósito principal, su utilización es simple y consta en registrar en la fila de color azul que dice “Inventario”, el valor que se tenía registrado en el archivo digital (sección 9.1.1) al momento del recuento, a diferencia de la fila de color naranja que dice “Real”, donde se ingresará el valor contabilizado en bodega. Así, en la tercer fila de manera automática se podrá conocer el reajuste realizado, conociendo si el registro contaba con unidades extras o si se encontraban bajo lo esperado.

El fin de contar con este registro, es poder analizar reducir los reajustes realizados con el paso del tiempo, detectando patrones o eventos que valgan la pena inspeccio-

nar y tomar medidas para así ir mitigando éstas diferencias, mejorando las prácticas del movimiento y registro de inventario.

Por último, aquellos flujos de procesos que no fueron mencionados durante esta sección, vale decir, los procesos observados y plasmados en la sección 5.2, se recomienda que sean formalizados de manera tal que se encuentren disponibles para apoyarse en ellos ya sea en caso de alguna duda o en caso de algún cambio en el equipo de la Unidad de Mantenimiento.

Capítulo 10

Conclusiones

Este trabajo inicia con el propósito de evaluar y proponer un plan para mejorar la gestión de inventario dentro de la Unidad de Mantenimiento de la UTFSM, campus San Joaquín. Para ello se genera una serie de objetivos, que, de manera resumida abarcan un diagnóstico, determinar áreas de mejora, realizar un análisis de componentes críticos, definir un plan de acciones e implementar a modo plan piloto un conjunto de ellas.

Para lograr dichos objetivos se elabora un plan de trabajo cuya estructura define las acciones que darán curso a resolver el problema propuesto mediante un marco teórico, una descripción del funcionamiento del sistema de gestión utilizado, su examinación para conocer sus puntos críticos, y con esa evidencia realizar un diagnóstico que indique el estado actual de funcionamiento y con ello encontrar oportunidades de mejora a trabajar en una propuesta de plan de acción y una posterior ejecución de un conjunto de actividades mediante el plan piloto.

El plan de trabajo propuesto cumple con su propósito de incluir los objetivos de trabajo de título, además resulta en una manera efectiva de conocer de manera detallada el funcionamiento real de la Unidad de Mantenimiento. Gracias a este plan se elabora un diagnóstico acertado, vital para lograr cambios importantes en la gestión de inventario al estudiar de manera metódica las operaciones de la UM.

Como se mencionó, el primer acercamiento se realiza mediante la descripción de todos los aspectos que se encuentren involucrados en la gestión de inventario, seguido

de una examinación con foco en la gestión de inventario: Organigrama, Procesos y Tareas, Sistema de Información y el Lugar de Disposición de Repuestos.

Ambas tareas fueron elementales para lograr el diagnóstico presentado, ya que se presentan las bases de cómo funciona la unidad y además se presenta evidencia de ello, pudiendo relacionar problemas de un área con otra, destacando finalmente dónde se encontraban sus causas raíces, resultando ser un método muy efectivo y directo en el descubrimiento de las oportunidades de mejora a sugerir dentro de la propuesta del plan.

Con el fin de indagar un poco más, se concluye con mayor detalle el estado y resultado de los cambios propuestos y áreas involucradas:

Comenzando con el sistema de información que se utiliza dentro de la unidad, se demostró que con un promedio aproximado del 60% de los datos faltantes por año, sin mencionar el formato inadecuado de registro de materiales, es evidente que no representa la realidad, siendo una base de información poco fidedigna y se recuerda que los cálculos obtenidos probablemente no reflejen la realidad, por ende es posible que se puedan tomar decisiones poco acertadas al utilizarlos.

Mediante la investigación, es posible advertir que la mala calidad de los datos tiene raíz tanto en tareas de registro (estandarización de procesos), como en la estructura del mismo documento, y a la vez es causal de numerosos problemas dentro de la UM relacionados con la planificación, tanto en el reabastecimiento, como en la planificación de gastos. Además, contar con una base de datos precisa repercute en el desempeño de la UM, disminuyendo los tiempos de respuesta mediante el conocimiento acertado de inventario, reducción de costos al tener una planificación con datos fieles, cálculo de parámetros de abastecimiento y obtención de indicadores claves.

El nuevo formato de planillas entregadas a la unidad permiten el cálculo de todos los parámetros necesarios para solucionar gran cantidad de los problemas evidenciados durante el diagnóstico. Dichas planillas además actúan de guía, disminuyendo la probabilidad del error humano, facilitando además las tareas de registro y ayudando con la alimentación correcta de datos a la nueva base de datos sin necesidad

de estar modificando más de un archivo para ello.

A pesar de que se trabajaron cinco áreas de mejora, se destacan el sistema de información y la planificación como las áreas base para una apropiada gestión de inventarios, debido a que la planificación vela por evitar los quiebres de stock y busca disminuir los costos, lo cual no es posible sin una debida base de datos a la cual recurrir.

Dentro de la planificación se establecen métodos y herramientas a utilizar para justificar todo aquello que se resguarde en almacenamiento, junto con órdenes de compras fundamentadas en comportamientos históricos y análisis técnico-económicos. Con ello se espera que la rotación de existencias sea alta, disminuyendo al mínimo el capital congelado, aumentando la disponibilidad de aquellos artículos esenciales para la UM y disminuyendo los tiempos de entrega de los requisitos.

Aunque el sistema de información y la planificación son fundamentales, no es posible su funcionamiento adecuado si no se trabaja con procesos y tareas correctos. Es seguro decir que los procesos observados de la unidad cumplían a cabalidad con sus propósitos, es por ello que los cambios sugeridos no fueron más que su formalización y añadir tareas de registros.

En pos de mantener los registros de inventario y stock exactos, se proponen tareas de recuento periódicas, que junto a las políticas de inventario acordadas sean capaces de preservar un registro fiable.

Dentro del aspecto organizacional, se detectan problemas que pueden intervenir con los resultados esperados en la ejecución de distintas tareas, si no se soluciona la falta de supervisión evidenciada, cuya causa raíz deberá ser tratada con el departamento de Recursos Humanos.

Como última área de mejora, se propone controlar seis ámbitos distintos: Nivel de stock promedio, grado de rotación, estado de las bodegas de almacenamiento (el cual se establece mediante un calendario de tareas), la inspección de las hojas de registros, control de reajustes y tiempo de respuesta de los requisitos.

El propósito de las programaciones de los controles es intervenir lo mínimo posible las operaciones de la unidad, pero que a la vez, siendo rigurosos y constantes, se controle de manera efectiva y se mantengan niveles aceptables según lo planificado (posibilitando la toma de acciones a tiempo de no ser así, completando el ciclo PD-CA.).

Bajo un control periódico se podrá dar cuenta de los distintos efectos que tienen las diferentes decisiones (positivos o negativos), simplificando decisiones futuras.

Gran parte de los cambios efectuados se planearon de manera que requieran poco tiempo de ejecución y sean sencillos de realizar, para así intervenir lo menos posible en las labores diarias de quienes sean responsables de llevarlas a cabo y evitar ser consideradas como “Trabajo Extra”. Para ello se propone un plan de gestión del cambio organizacional, por lo que se espera que la transición a las nuevas prácticas sea efectiva.

En resumen, se determina la existencia de problemas de gestión de inventario, cuyas principales causas son la calidad de datos contenida en el sistema de información, la falta de tareas formales de ingreso de información y de orden y limpieza en almacenamiento, lo que además se potencia por problemas organizacionales encontrados. Los principales beneficios en la erradicación de dichos problemas se espera que sean la reducción de costos, la disminución de los tiempos de respuesta y la mejora en el servicio al cliente.

Una vez concluido el desarrollo del plan de mejora, se espera que el desempeño global de la UM del campus mejore, creando un mayor nivel de competitividad a nivel universidad, donde se espera que el modelo de trabajo y buenas prácticas adquiridos por la Unidad de Mantenimiento del Campus San Joaquín, sea motivo de imitación para otros campus.

Más allá de contar con cambios permanentes, se espera un ciclo de mejora continua, *PDCA*. En este caso se seleccionó un ámbito a mejorar (la gestión de inventario), se midió el estado actual del sistema utilizado y se planificó su cambio y se actuó, por lo tanto se espera que se vuelva a medir y se reinicie el ciclo.

10.1. Propuestas

Existen pocas actividades orientadas al control y gestión de inventarios, las cuales son cruciales para obtener buenos resultados, sin embargo, dichas actividades no siempre son fáciles de llevar, o mantener, es por eso que lo ideal es contar con una persona que tenga como obligación dentro de sus tareas diarias realizar algunas de ellas, labor que comúnmente es realizada por un “bodeguero”, persona encargada principalmente de elaborar un registro fidedigno, controlar la entrada y salida de materiales con el objetivo de restringir los permisos de ingreso y retiro de materiales, realizar conteos cíclicos y además poder mantener un orden y limpieza vitales para el buen funcionamiento de la bodega.

Es importante destacar que parte del proceso diario de trabajo de la unidad, depende de ciertas labores ejercidas por la Unidad de Adquisiciones como se vio previamente, que, a pesar de no ser mencionado con anterioridad debido a la falta de datos concretos, existe una sensación de demora en la generación de documentos típicos como cotizaciones u órdenes de compras. Debido a que éstas acciones forman parte de la cadena de suministros se recomienda medir sus tiempos de respuesta y realizar una evaluación interna de la gestión dentro de la Unidad de Adquisiciones para ver si es factible su disminución.

Es importante además, establecer límites acerca del uso compartido de bodegas, que como ya se mencionó, cuando existen bienes bajo un proceso de baja (u otro), a pesar de que éstos son almacenados en bodegas específicas para ello, cuando no hay espacio disponible, se usan las bodegas de la unidad de mantenimiento. Lo anterior debe ser evitado ya que colabora con el desorden y utiliza espacios de almacenamiento disponibles. Se propone evaluar la opción de invertir en un nuevo espacio para el depósito de bienes de baja idealmente. En el caso de que esto no sea posible, definir y restringir el espacio dentro de una bodega compartida para así no comprometer el orden y organización ya establecidos, que influyen en las labores diarias de la unidad.

Finalmente, se recomienda estudiar la posibilidad de incorporar un sistema ERP. Sus siglas en inglés significan “Planificación de Recursos Empresariales” y su propósito es optimizar los procesos de gestión, logrando así llevar un mayor control y traza-

bilidad en los movimientos de los materiales, asegurar la información almacenada, tanto en la base de datos como en los registros de inventario, automatizar tareas tales como el proceso de almacenamiento o recuento cíclico de materiales, entre otras características. Idealmente, éste sistema podría verse integrado a nivel corporativo, es decir, que exista la comunicación en múltiples sedes bajo un mismo software, permitiendo obtener beneficios adicionales, tales como la disminución de costos. Por ejemplo, será posible acceder a descuentos por cantidad si se compra en volúmenes suficientes y compartir repuestos y materiales entre sedes de ser necesario.

Bibliografía

- [1] Yanery D. Metodología 5s de gestión de la calidad. 2014. Sitio web <https://www.eoi.es>.
- [2] Director Gral. de Administración y Finanzas. Procedimientos de compras de stock. 1994. DGAF-358/94, Anexo nº3, páginas 48 y 49.
- [3] Jiju Antony & S. Vinodh & E. U. Gijo. Lean Six sigma for small and medium sized enterprises, volume A practical guide. 2016.
- [4] Gregorio M. Las 7 mudas: ¿sabes cuáles son los 7 desperdicios de las empresas? <https://www.prevenblog.com>, 2014.
- [5] Norma ISO. Gestión del riesgo - Directrices. Sitio web <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:31000:ed-2:v1:es>.
- [6] Jay Hezer & Barry Render. Dirección de la producción y de operaciones, volume Decisiones tácticas. 2008.
- [7] Universidad Técnica Federico Santa María. Presentación Plan Estratégico. Sitio web <https://www.usm.cl/universidad/plan-estrategico/> administrado por Dirección de Tecnologías de Información.
- [8] Universidad Técnica Federico Santa María. USM Transparente, Organigrama UTFSM. Sitio web <https://usmtransparente.usm.cl/> administrado por Dirección de Tecnologías de Información.

Anexo A

Organigramas UTFSM

**ORGANIGRAMA
ADMINISTRACIÓN
RECTORÍA**

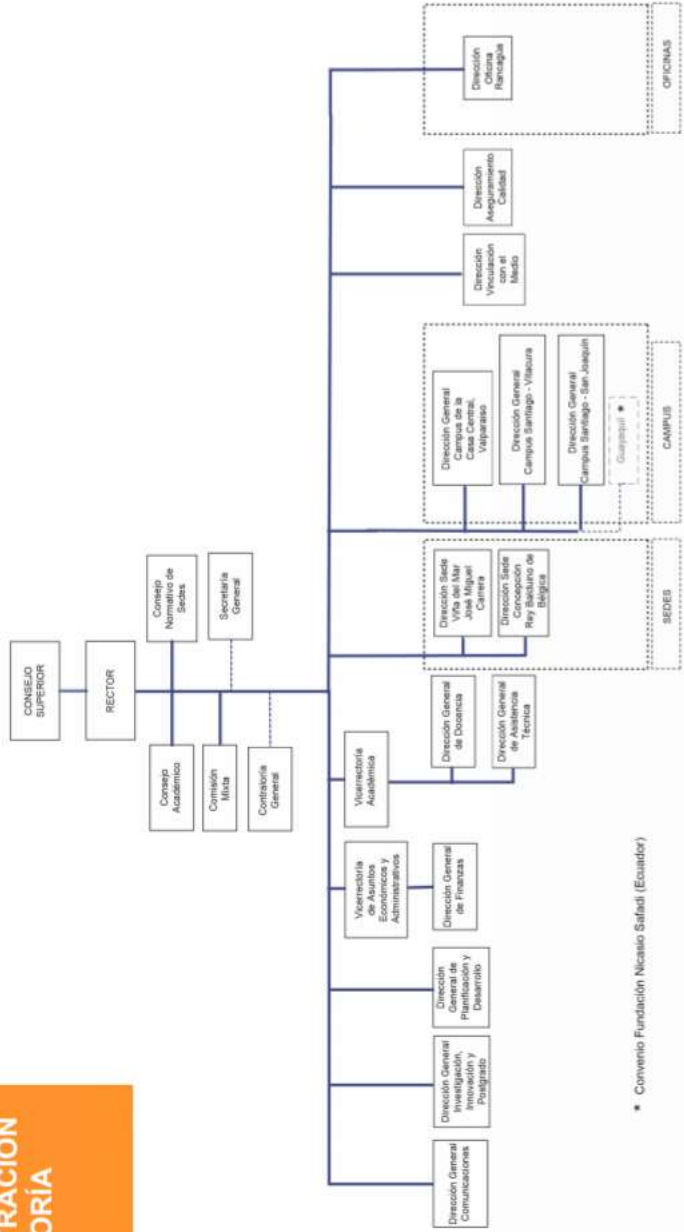


Figura A.1: Organigrama oficial de la UTFSM que muestra la estructura administrativa de rectoría. Fuente: USM Transparente [8]

ORGANIGRAMA CAMPUS

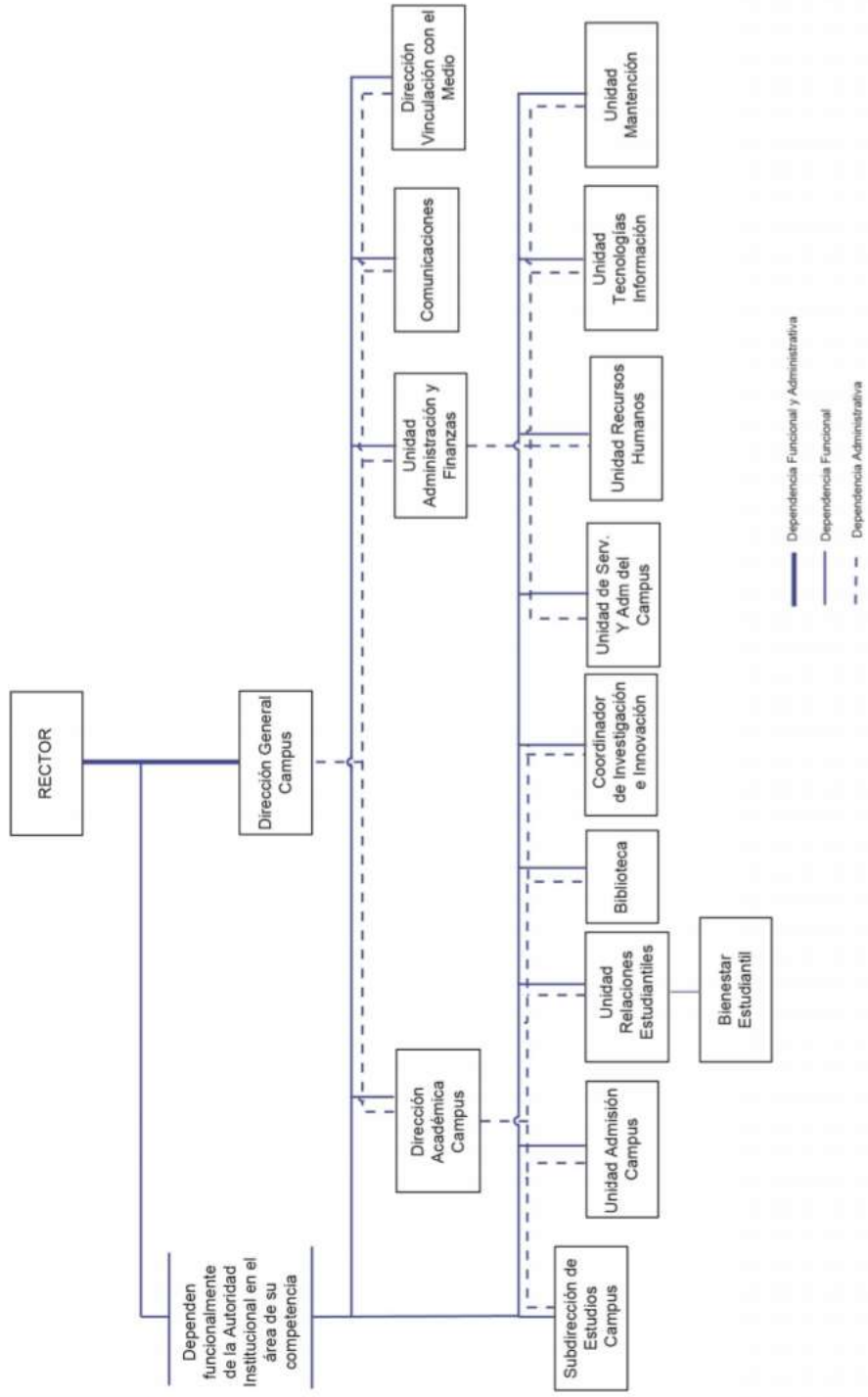


Figura A.2: Organigrama oficial de la UTFSM que muestra la estructura general de cada campus. Fuente: USM Transparente [8]

Anexo B

Circular DGAF-358/94

DIRECCION GENERAL DE ADMINISTRACION
Y FINANZAS

DGAF-358/94

VALPARAISO, 20 de julio de 1994

A : SEÑOR LUIS ROSALES R.
SECCION COMPRAS

DE : DIRECTOR GRAL. DE ADMINISTRACION Y FINANZAS

REF.: VRBA - 202.92 Y 312.92.

10

Ante la necesidad de actualizar las instrucciones impartidas en los documentos señalados en la referencia, informo a usted que estas han quedado refundidas en el siguiente texto:

A. Procedimientos de compras de stock.

1. Compras inferiores a 3 U.F.
Se debe efectuar una (1) cotización telefónica a distribuidor o proveedor habitual.
2. Compras iguales a 3 U.F., pero inferiores a 6 U.F.
Efectuar tres (3) cotizaciones telefónicas a distribuidores o proveedores habituales.
3. Compras superiores a 6 U.F.
Efectuar tres (3) cotizaciones escritas.

B. Procedimientos compras por solicitud del Usuario.

1. Compras inferiores a 3 U.F.
Si hay proveedor sugerido, no se requiere de cotización telefónica a distribuidor habitual; en caso contrario sí.

Anexo N° 3
Página 49

2. Compras inferiores a ⁶3 U.F., pero mayores a ³3 U.F.
Si hay proveedor sugerido, obtener dos (2) cotizaciones telefónicas adicionales. En caso contrario, obtener tres (3) cotizaciones telefónicas en proveedores habituales.
3. Compras superiores a 6 U.F.
Completar tres (3) cotizaciones escritas.

NOTA: Se entienda que el número de cotizaciones está limitado en aquellos casos de distribuidor único.

Conjuntamente con lo anterior, informo a usted que a contar de esta fecha, las Solicitudes de Adquisición de las Unidades deberán contar con su Vº Bº, en lugar del de esta Dirección General.

Asimismo, las Solicitudes de Adquisición emanadas de Control de Existencia deberán seguir teniendo el Vº Bº de esta Dirección General.

Por su parte las Órdenes de Compra inferiores a 10 U.F. y que digan relación con las Cuentas para gastos de operación y cuyo código comience con los dígitos: 30-31-32-33-34-35-40-41-42-43-44-45, sólo llevarán su firma.

No obstante lo anterior, toda Orden de Compra que sea completada, modificada, corregida, anulada o contemple cualquiera otra excepción, deberá llevar Vº Bº de esta Dirección General.

Por último, las Órdenes de Compra deberán ser acompañadas por la respectiva Solicitud de Adquisición para que sean firmadas por el suscrito.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

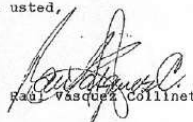

Raúl Vázquez Collinet

Figura B.1: Circular Procedimientos de compras de stock entregada por la dirección general de administración y finanzas. Fuente: Circular [2].

Anexo C

Causa Raíz, Problemas Observados

Tabla C.1: Tabla 1/4 para análisis de causa raíz de los problemas evidenciados en el diagnóstico a la Unidad de Mantenimiento

Problemas Observados	¿Por Qué? (1W)	¿Por Qué? (2W)	¿Por Qué? (3W)	¿Por Qué? (4W)	¿Por Qué? (5W)
Compras innecesarias	No fue posible ubicar existencias almacenadas	Existe desorden en las bodegas de almacenamiento y se desconoce dónde se encuentran los materiales y cuanto stock hay.	Sistema de información no posee los datos de ubicación, stock, los estantes no están rotulados y no existe mantenimiento de bodegas	Falta generar planillas adecuadas, rotular espacios de almacenamiento y formalizar tareas de mantenimiento de bodegas y registros de stock y ubicación en procesos.	[-]
Demoras en el P. ejecución del trabajo	Tiempo perdido debido a OC tardías	No es posible anticipar un quiebre de stock	Se desconoce la cantidad de stock en almacenamiento	Sistema de información no posee los datos de inventario y stock	Falta formalizar tareas de registros de inventario y stock en procesos y generar planillas adecuadas
	Se deben buscar principalmente los materiales en bodega	Se desconoce dónde se encuentran los materiales y se dificulta la tarea de buscarlos debido al desorden.	Sistema de información no posee datos de ubicación de los materiales, bodegas no poseen una rotulación de espacios y existe desorden en su interior.	Sistema de información no posee registros históricos de demanda y lead-time	Falta formalizar tareas de registros de demanda y lead-time en procesos y generar planillas adecuadas

Tabla C.2: Tabla 2/4 para análisis de causa raíz de los problemas evidenciados en el diagnóstico a la Unidad de Mantenimiento

Problemas Observados	¿Por Qué? (1W)	¿Por Qué? (2W)	¿Por Qué? (3W)	¿Por Qué? (4W)	¿Por Qué? (5W)
Falta de espacio en bodegas	Hay un sobre stock (acumulacion)	Hay materiales con stock muerto y con baja rotacion que no son esenciales de almacenar	Se piden más unidades de las necesarias	No se cuentan con metodos tecnicos economicos para el abastecimiento (falta planeamiento)	[-]
			Se desconoce la rotación de inventario	Sistema de información no posee los registros de ingreso y salida de los materiales	Falta de tareas de registros de ingreso y salida de materiales en procesos, control de rotación y generacion de planillas adecuadas
		No existen políticas que definan qué mantener en almacenamiento y cuánto stock.	Faltan protocolos para tratar materiales discontinuados y con baja rotación	[-]	[-]
	Se ingresan nuevas órdenes de manera desorganizada reduciendo la eficiencia de almacenamiento	No se cuenta con espacios de almacenamiento definidos y no se controla el estado de las bodegas.	[-]	[-]	[-]

Tabla C.3: Tabla 3/4 para análisis de causa raíz de los problemas evidenciados en el diagnóstico a la Unidad de Mantenimiento

Problemas observados	¿Por Qué? (1W)	¿Por Qué? (2W)	¿Por Qué? (3W)	¿Por Qué? (4W)	¿Por Qué? (5W)
Se nota tiempo libre y tareas inherentes a los cargos de mantenedores que no se están efectuando	No se supervisan algunas tareas	Se nota falta de tiempo del supervisor	Se nota que el supervisor ejerce actividades que no son propias del cargo (sobrecarga laboral)	RRHH no ha designado un responsable?	-
Duplicación de datos y errores de ingreso de información en registros.	Falta formalización de nomenclaturas, rigurosidad con el tipeo y control del cumplimiento de los registros.	-	-	-	-
No hay seguridad de que las existencias que ingresen a bodega se encuentren disponibles	Sistema de información no posee datos de inventario y stock fidedignos ni su ubicación	Falta formalización de tareas de registros de inventario, stock y ubicación en procesos y generación de planillas adecuadas	-	-	-
	El acceso a bodega no se encuentra restringido	Falta designar un responsable o un grupo de responsables que se encuentren a cargo del acceso a las bodegas de almacenamiento	-	-	-

Tabla C.4: Tabla 2/4 para análisis de causa raíz de los problemas evidenciados en el diagnóstico a la Unidad de Mantenimiento

Problemas servados	¿Por Qué? (1W)	¿Por Qué? (2W)	¿Por Qué? (3W)	¿Por Qué? (4W)	¿Por Qué? (5W)	¿Qué?
Existe una dificultad en la obtención de parámetros como la demanda	El formato de registro de materiales utilizados es inadecuado	El formato de la planilla utilizada para el registro de materiales utilizados no es el adecuado.	-	-	-	
Ubicación de llaves de las bodegas de almacenamiento	El acceso a bodega es poco restringido	Falta designar un responsable o un grupo de responsables que se encuentren a cargo del acceso a las bodegas de almacenamiento	-	-	-	

Anexo D

Demanda Anual de Materiales

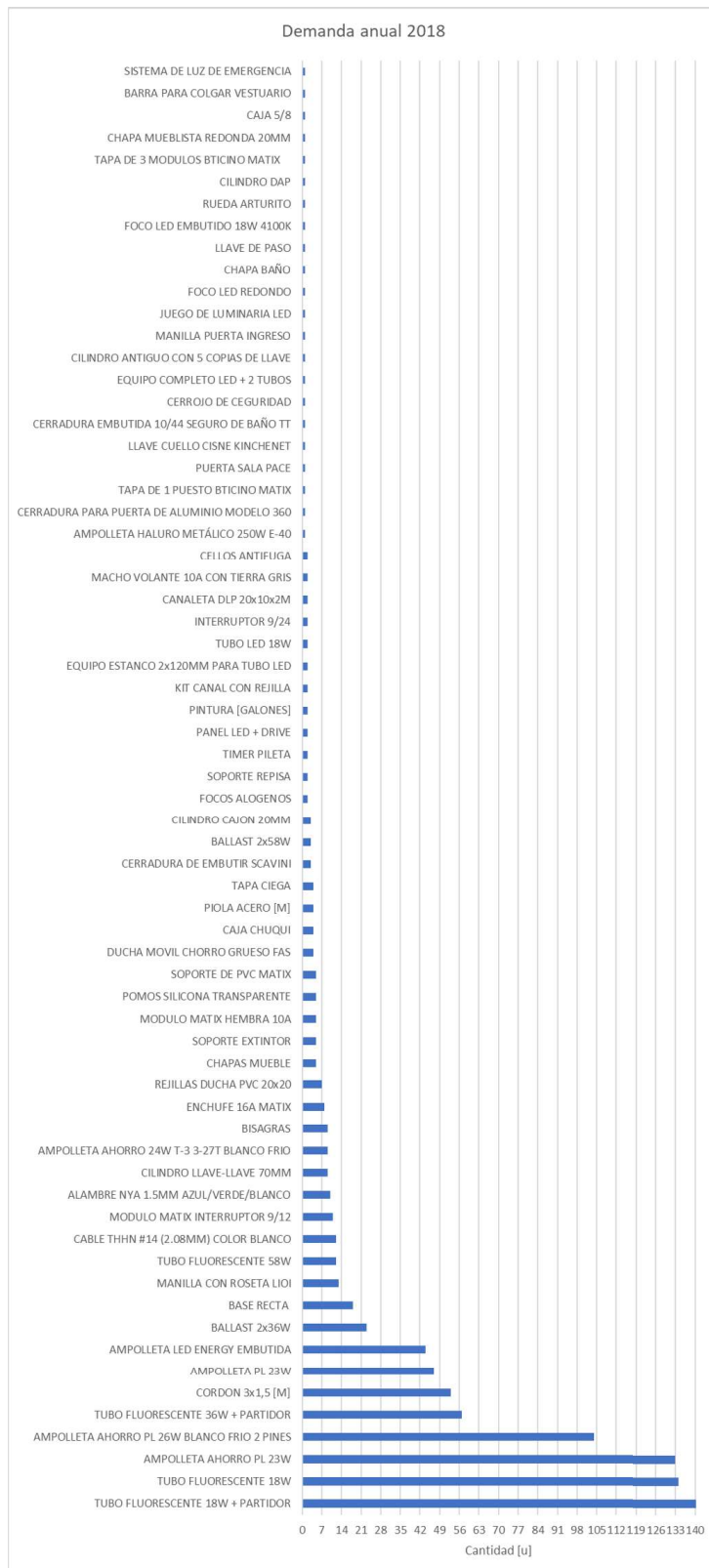


Figura D.1: Gráfico de barras de elaboración propia que muestra la demanda anual durante los requisitos del año 2018 de la Unidad de Mantenimiento según sus propios registros.

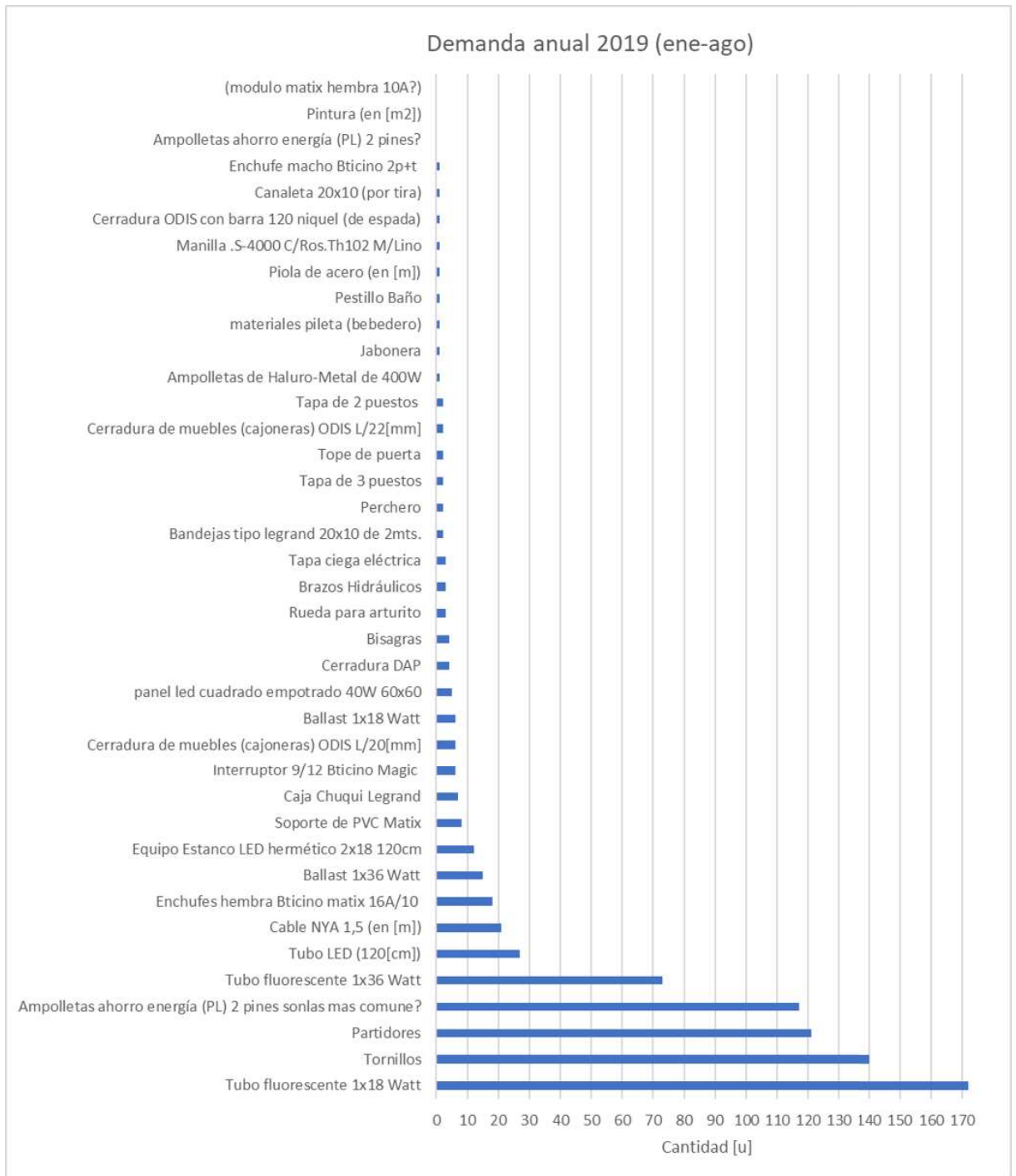


Figura D.2: Gráfico de barras de elaboración propia que muestra la demanda anual durante los requisitos del año 2019 de la Unidad de Mantenimiento según sus propios registros.