

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE BODEGAS Y UN MEJORAMIENTO AL LAYOUT MEDIANTE LA METODOLOGÍA SLP PARA PRODALYSA SPA”

NOMBRE ALUMNO: MATÍAS RICHARDSON QUEZADA

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL

FECHA: 05 DE DICIEMBRE DE 2023

Resumen Ejecutivo:

Las tendencias de los consumidores por una alimentación más sana y las restricciones al consumo de azúcar de algunos mercados hacen que el mercado de los endulzantes y alternativas al azúcar se encuentren al alza. Bajo este contexto, Prodalya, productora de extracto orgánico de Stevia Rebaudiana, realizó una expansión de su capacidad productiva en un 150%, con un horizonte de producción de 6750 Kilogramos mes para 2024.

La inauguración de la expansión se llevo a cabo en Mayo de 2023, y fue acompañada de un crecimiento de las bodegas de insumos que acompañan a la producción. Estas bodegas se encuentran en un predio externo frente a la planta donde se arriendan. A las 3 bodegas existentes (Materia prima, Ingredientes y Mantenición) con 698m² se añadieron 2 bodegas multipropósito, totalizando 1159 m². Se determino un ratio entre el nivel de producción de Stevia y el área de bodega utilizado en cada mes (kg/m²), el cual era un factor estable de 4,7 kg/m², indicador que se utilizó para realizar predicciones en base al crecimiento de la producción. Se determinó un problema, en Enero de 2024 las bodegas se quedarían sin espacio y se debería añadir una bodega adicional de al menos 277m², con un costo de 29.9 UF/mes.

Se analizaron las causas y se descubrió que no existía un inventario para el área de mantención, lo que generó un sobrestock de 15% del total de bodegas, no había un plan de gestión, existía desorden en bodegas, el layout de estas no se encontraba planificado y existía una oportunidad de mejora en el aprovechamiento del volumen, que se encontraba en un 56%. Se designó como objetivo para solucionar el problema, llevar el ratio a 6,2 kg/m², valor para el cual no se requeriría añadidura de bodegas para 2024 y que representa un 70% de utilización del volumen. Se determinó que la solución más apta para el proyecto era la implementación de un plan integral de gestión de bodegas, con un mejoramiento al layout mediante la metodología “Systematic Layout Planning” (SLP). Se modeló la solución y se determinó que era factible llegar a un ratio máximo de 5,9 kg/m² (66% utilización), el cual es aún suficiente para lograr el mismo horizonte de 2024 sin bodegas adicionales.

La solución se implementó, se estableció un plan de gestión de las bodegas, para mejorar el control de inventarios, se estableció el inventario para la totalidad de productos y se determinaron los niveles requeridos a futuro. Se instalaron 6 de los 11 racks propuestos (faltantes están en compra) y se comenzó a eliminar inventario obsoleto o sin actividad. Para diciembre ya se alcanzó un ratio de 5,2 kg/m² y se generó una tendencia que si se mantiene permitirá alcanzar 5,9 kg/m² en Julio. Lo cual permitiría a Prodalya ahorrar 290 UF anuales en arriendo para 2024.

Abstract:

Consumer trends towards a healthier alimentation and restrictions on sugar consumption in some markets mean that the market for Sweeteners and sugar substitutes is on the rise. Under this context, Prodalya, who is a producer of organic extract from Stevia Rebaudiana, has expanded its production capacity to 150% from last year. With a production horizon of 6750 Kilograms/month by 2024.

The inauguration of the expansion took place in May 2023, and it was accompanied by a growth in the warehouses for production supplies. These warehouses are located at an external property, located in front of the production plant and they are rented. To these 3 existing warehouses (Raw Material, Ingredients and Maintenance) composing 698m², 2 multipurpose warehouses were added, totaling 1159m². A ratio was determined between the level of Stevia production and the warehouse surface used every month (kg/m²), which was a stable factor of 4.7 kg/m², an indicator which was later used to make forecast of surface usage based on the production growth. A problem was determined. In January 2024 the warehouse group would run out of space and an additional warehouse of at least 277m² should be added, at a cost of 29.9 UF/month.

The causes were analyzed, and it was discovered that there was no inventory for the maintenance area, which generated an overstock of 15% for the total warehouses, there was no management plan, there was disorder, and the warehouses layout wasn't planned, leaving room for improvement in volume usage which was at 56%. The objective determined to solve the problem was to bring up the ratio to 6,2kg/m², a value for which no additional warehouses would be required for 2024 and represents 70% of volume usage. It was decided that the most suitable solution for the project was the implementation of a warehouse management plan, with an improvement to the layouts through the "Systematic Layout Planning" (SLP) methodology. The solution was modeled, and it was determined that it was feasible to reach a maximum ratio of 5,9 kg/m² (66% utilization), which is still enough to achieve the goal of a 2024 without additional warehouses.

The solution was implemented, a warehouse management plan was established to improve inventory control, the inventory and the inventory required levels were established for all products. Six of the eleven racks proposed racks were installed (the rest were purchased) and both obsolete and inactive inventory began to be discarded. By December, a ratio of 5,2kg/m² was already reached and a tendency was generated that, if maintained, will allow reaching 5,9 kg/m² by July. Which will save Prodalya 290 UF in rent for 2024.

Índice:

1.Contexto.....	6
1.1 Contexto de la Empresa.....	6
1.2 Contexto del Problema.....	15
2.Problema.....	20
2.1 Declaración del Problema.....	20
2.2 Métricas del Problema.....	20
3.Objetivo y Medidas de desempeño.....	24
3.1 Objetivo General.....	24
3.2 Objetivos Específicos.....	24
3.3 Medidas de Desempeño.....	24
4.Análisis de causas.....	25
4.1 Diagrama de Ishikawa de posibles causas.....	25
4.2 Análisis y causas a atacar.....	26
5. Estado del Arte.....	30
5.1 Alternativas de solución.....	30
6.Solución.....	32
6.1 Selección de la solución.....	32
6.2 Solución elegida.....	34
7.Metodología.....	35
7.1 Pasos a seguir y modelamiento.....	35
7.2 Evaluación económica.....	49
8.Desarrollo e Implementación.....	54

8.1 Carta Gantt.....	54
8.2 Avance.....	55
9.Resultados.....	58
9.1 Mejora lograda.....	58
9.2 Impacto.....	59
10.Conclusiones.....	60
10.1 Conclusiones del proyecto.....	60
10.2 Recomendaciones Finales.....	61
11.Referencias.....	62
12.Anexos.....	63

1. Contexto

1.1 Contexto de la Empresa:

Prodalya SpA se dedica a la fabricación y comercialización de extractos de Stevia orgánica para el consumo humano, con un enfoque sustentable sin utilización de alcoholes ni enzimas, la planta productiva se encuentra en Chile, en la Comuna de Quilpué, con una planta de 2900 m² y una nómina de 50 trabajadores.

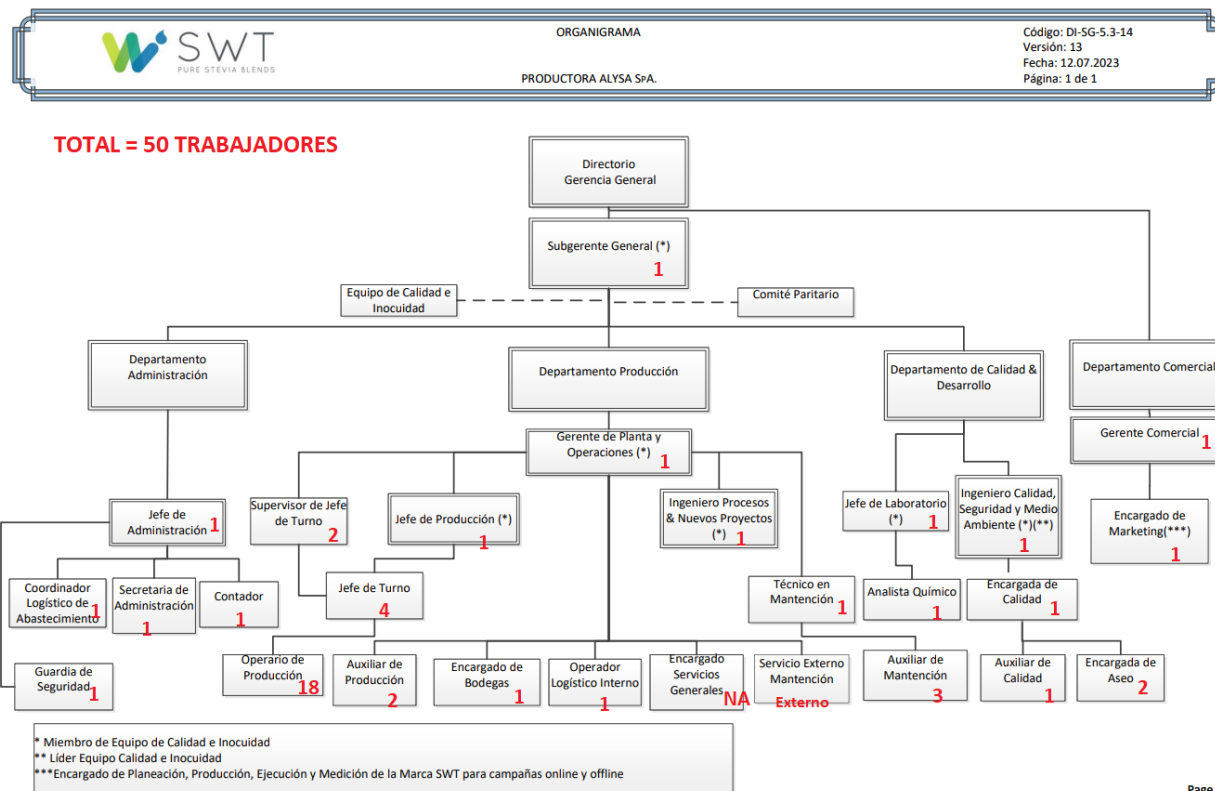
El mercado de la Stevia y los endulzantes se encuentra en un periodo de expansión globalmente. Las preocupaciones por la alimentación saludable y restricciones a los azúcares en algunos países impulsan el crecimiento anual del mercado de 10.6% globalmente, siendo Sudamérica uno de los mercados en mayor expansión, se espera que para 2028 la cuota de mercado de la Stevia crezca desde los 0.77 B USD actuales hasta 1.24 B USD ("Stevia Market - Size, Report & Manufacturers").



Ilustración 1: Stevia Market. Fuente: Mordor Intelligence.

Bajo este contexto, la empresa se encuentra en proceso de expansión, está amplificando su capacidad productiva en un 150%, ampliando además su planilla de trabajadores de 27 en 2021 a 50 actualmente. Desde abril entraron en funcionamiento las nuevas áreas productivas, que amplían la capacidad de fabricación, de los productos ya existentes. Para efectos del proyecto, este producto se denominará

“PRODUCTO TERMINADO”, que corresponde al extracto de Stevia producido en kilogramos. No se ahondará en el detalle de este por confidencialidad de la empresa y sus clientes.



Page 1

Ilustración 2, Organigrama de Prodalya SpA

Tomando en cuenta el análisis FODA de la empresa (Ilustración 3), la empresa decidió aumentar su capacidad productiva para mejorar su margen de mercado y cubrir las necesidades crecientes de sus clientes.

ANÁLISIS FODA

PRODALYSA SPA



Ilustración 3: Análisis FODA de Prodalysa SpA

Es relevante al proyecto que la producción de Stevia es intensiva en agua, a lo largo de la planta, todas las maquinarias y tanques involucrados en la producción, se encuentran conectados por tuberías, anclajes, bombas de agua y múltiples tipos de válvulas que controlan el flujo. El flujo de agua genera desgaste y cavitación en tuberías y bombas, que requieren de mantención y reemplazo periódico para mantener su funcionalidad óptima. Para cubrir las crecientes necesidades de mantención, materia prima e insumos

asociados a la producción, se añadieron 2 bodegas externas (Ilustración 6 y 10), a las 3 existentes (Ilustración 7, 8 y 9), pasando de 698m² de bodegaje externo a 1159m² en la actualidad.

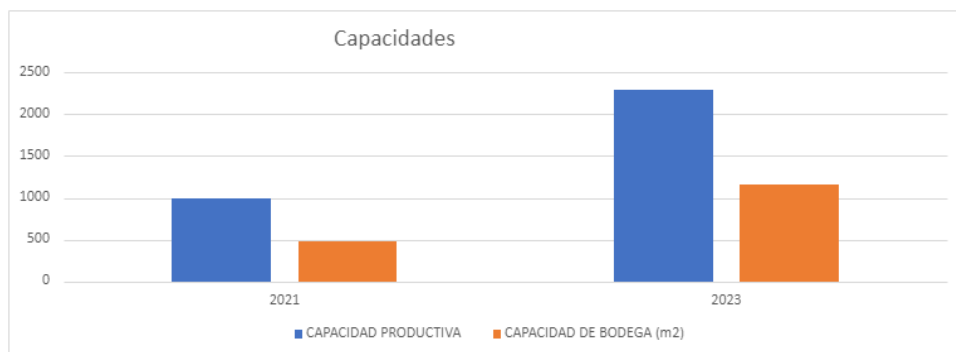


Ilustración 4: Crecimiento en la capacidad productiva y de bodega 2021 vs 2023. Elaboración propia

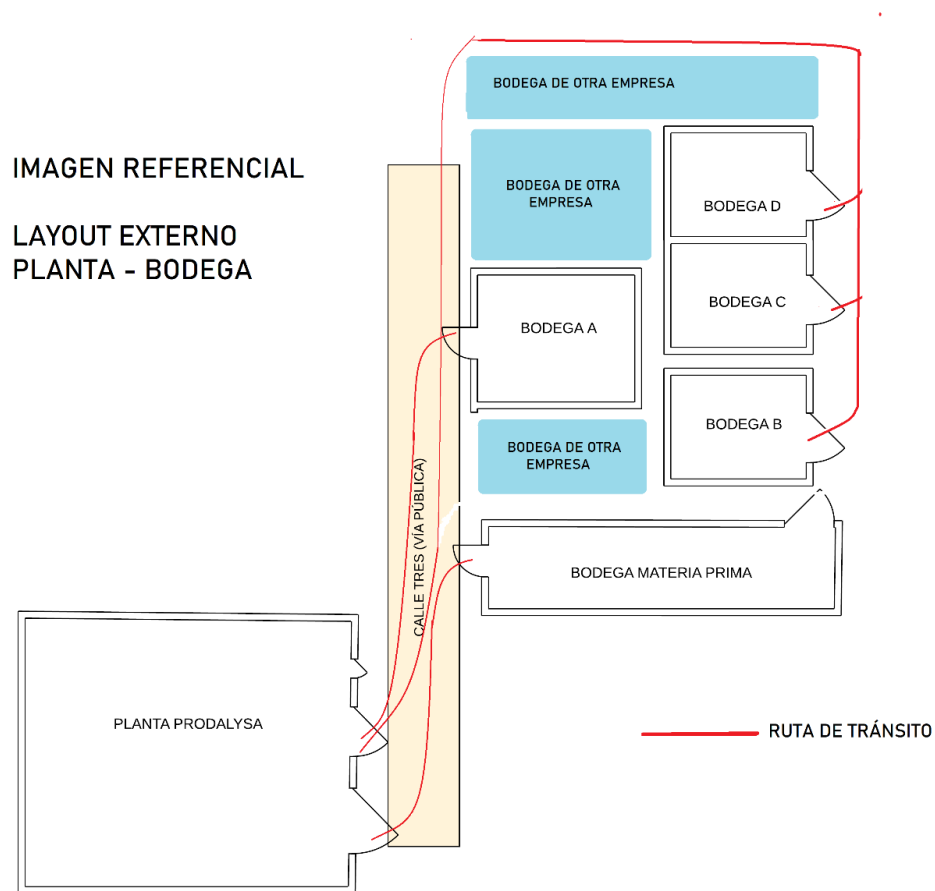


Ilustración 5, Imagen referencial, Layout externo Prodalysa, elaboración propia.

Las bodegas referentes al proyecto, bodegas 1 (A), 2 (MATERIA PRIMA), 3 (B), 4 (C) y 5(D), corresponden a bodegas de almacenaje, donde se se lleva a cabo ninguna actividad productiva. El traslado entre estas bodegas y la planta es a pie o en grúa horquilla para bultos/pallets iguales o superiores a 25 kg.

Bodega 1 (A):

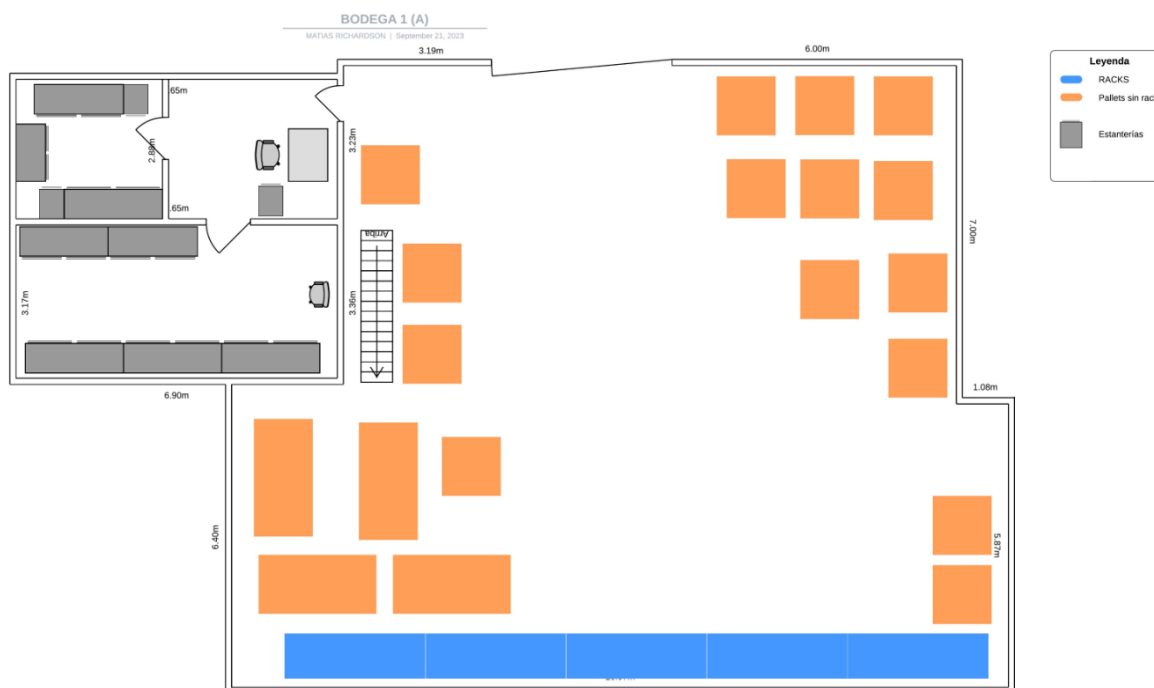


Ilustración 6, Layout Bodega 1 (A), elaboración propia

La bodega 1 (A), consta de 231m², una oficina con bodegas de almacenaje, dentro de la cual se encuentran estanterías para piezas de bajo tamaño (inferior a un pallet y 25kg), la bodega cuenta con insumos de embalaje, resinas y elementos de mantención. La bodega cuenta con racks (figura azul) (2.80x0.9x4.10m), que permiten la utilización total de volumen de la bodega.

Bodega 2 (MATERIA PRIMA):



Ilustración 7, Bodega 2 Materia Prima, elaboración propia

En esta bodega, de 320m², la más cercana a la planta, se almacena la materia prima, que son los fardos de Stevia. Esta bodega se encuentra en su máxima capacidad, ya que la Stevia tiene una mayor capacidad de apilamiento que cubre la totalidad disponible (3.8m altura en bodega), cuenta con regulación sanitaria.

Bodega 3 (B):

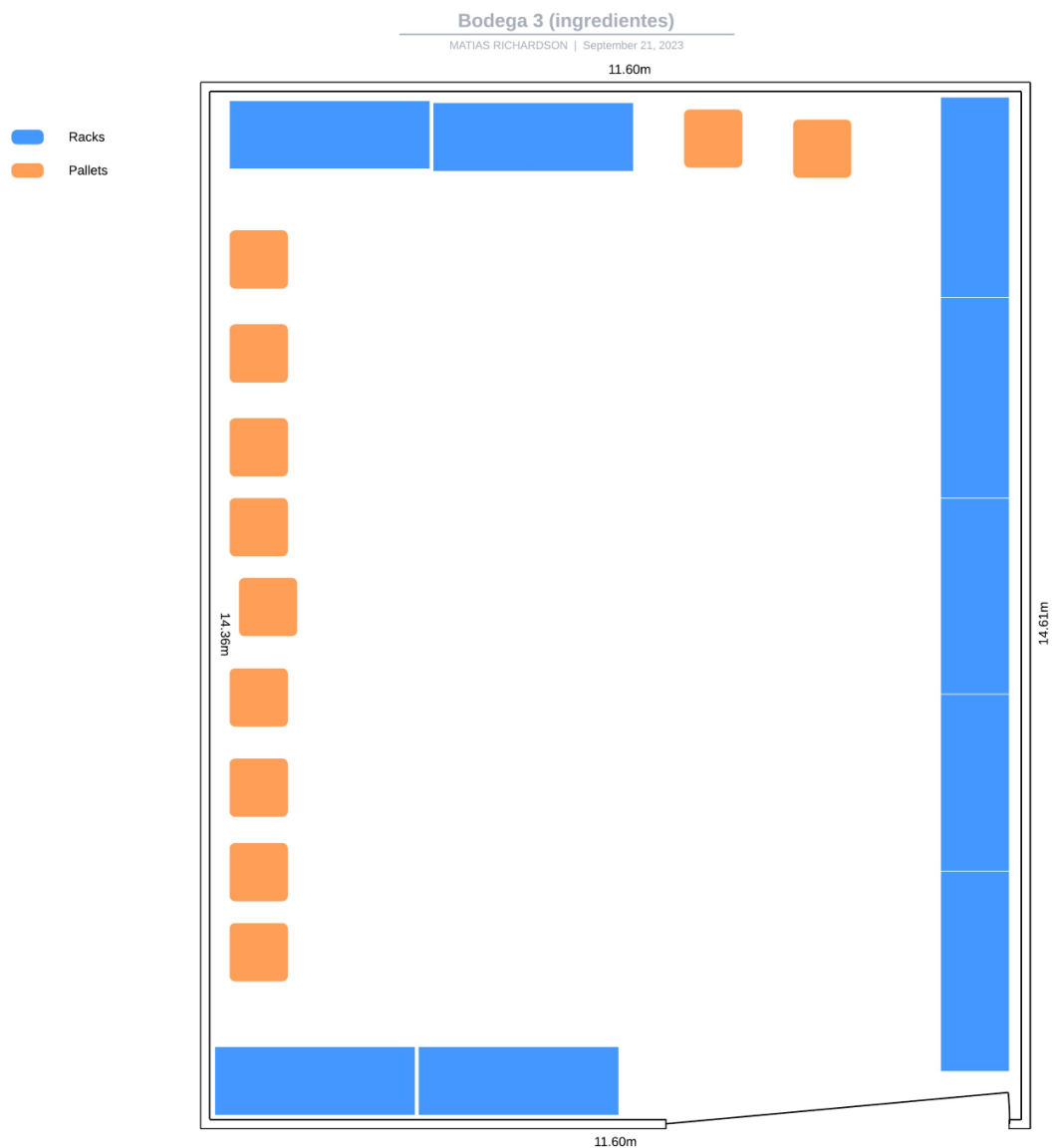


Ilustración 8, Bodega 3 (B) Ingredientes , elaboración propia

Esta bodega de 154m². Cuenta con regulación sanitaria y se encuentra destinada al almacenamiento de Ingredientes para la producción.

Bodega 4 (C):

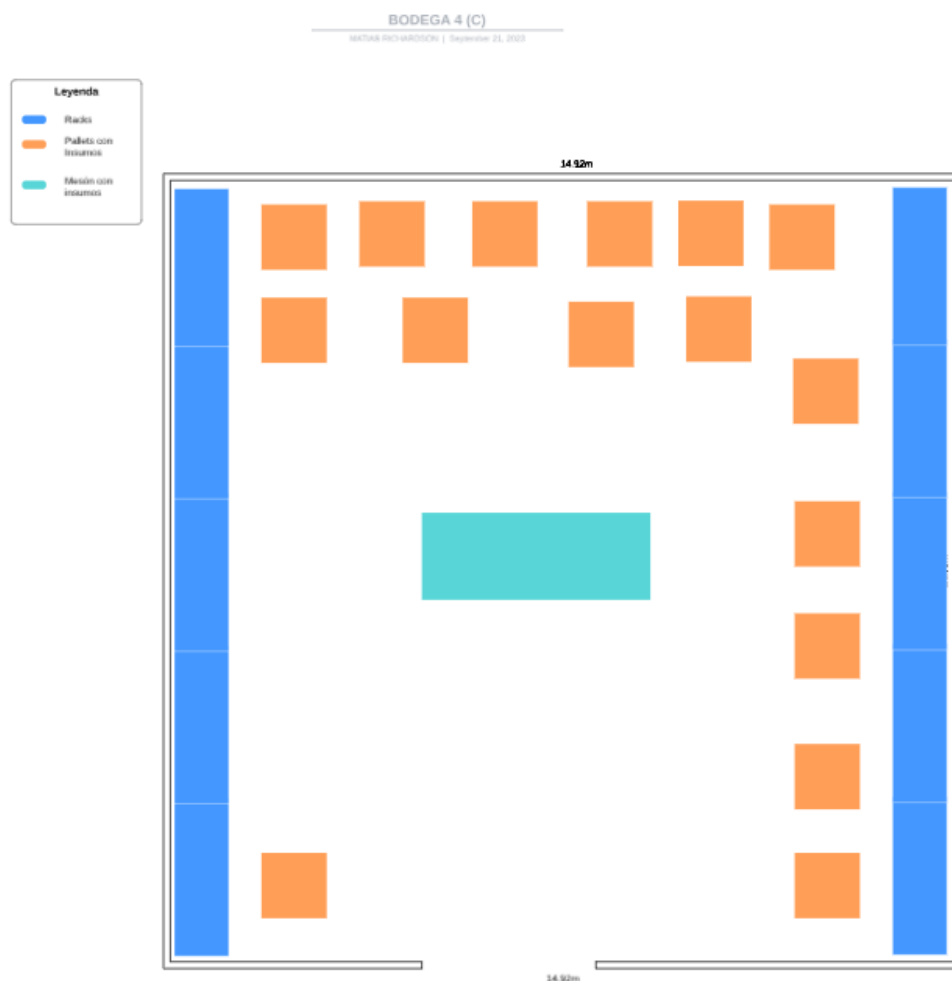


Ilustración 9, Bodega 4 Mantención (C), elaboración propia.

Esta bodega es exclusivamente para artículos de mantención, cuenta con 224m² disponibles, y un techo de 5m de alto, contando con un volumen de 1120m³. En esta se encuentran 10 racks, repartidos en los muros laterales. Aquí se almacenan artículos que han sobrado de proyectos realizados, como tuberías entre otros, además de artículos que se presumen de baja actividad. En general es la bodega menos ordenada ya que aquí se almacenaron por algún tiempo, todos los elementos que “sobraban” en planta, generando un abarrotamiento de artículos sin cuantificar.

Bodega 5 (D):

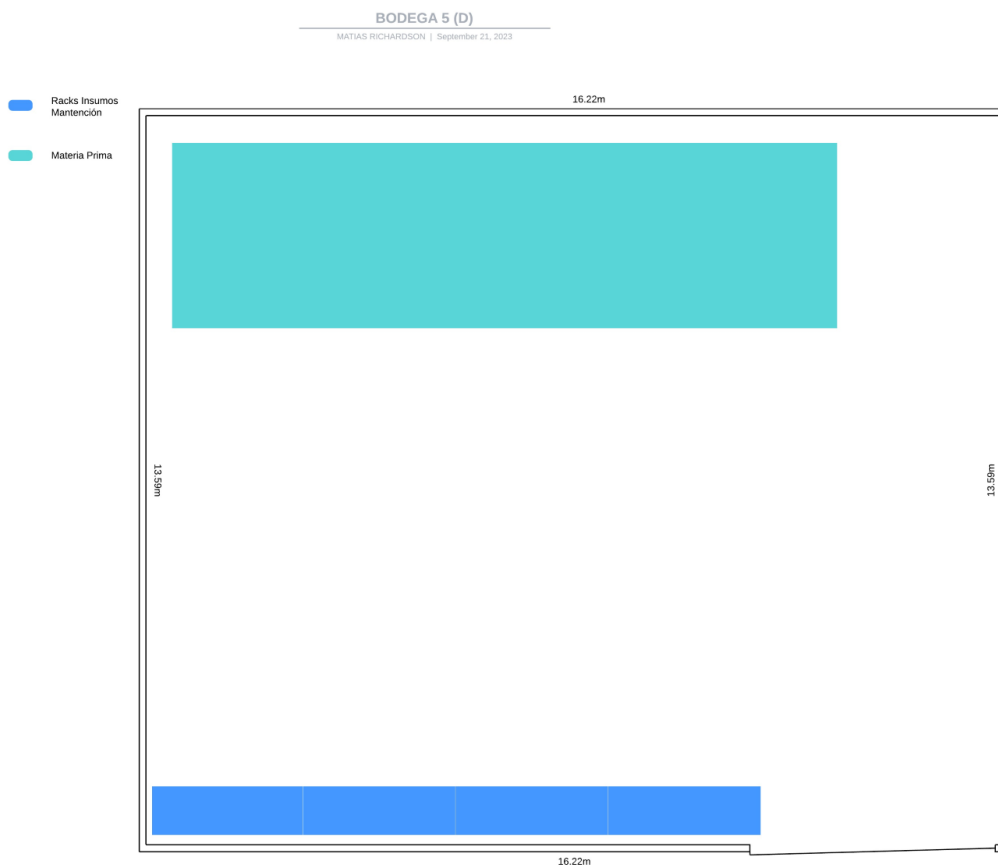


Ilustración 10, Bodega 5 (D), elaboración propia.

Esta bodega de 230 m² cuenta con almacenaje de materia prima, el cual no cabe en Bodega de Materias primas, el cual es trasladado a esta a medida que se genera rotación del stock. Asimismo, cuenta con 4 racks en la muralla frontal, donde se almacenan más elementos de la bodega 4, tuberías y conexiones de acero inoxidable principalmente, que fueron desplazadas a esta al no caber en la bodega 4. Bajo esta perspectiva, es una bodega de refuerzo donde se almacena excedente y sobre stock de otras bodegas.

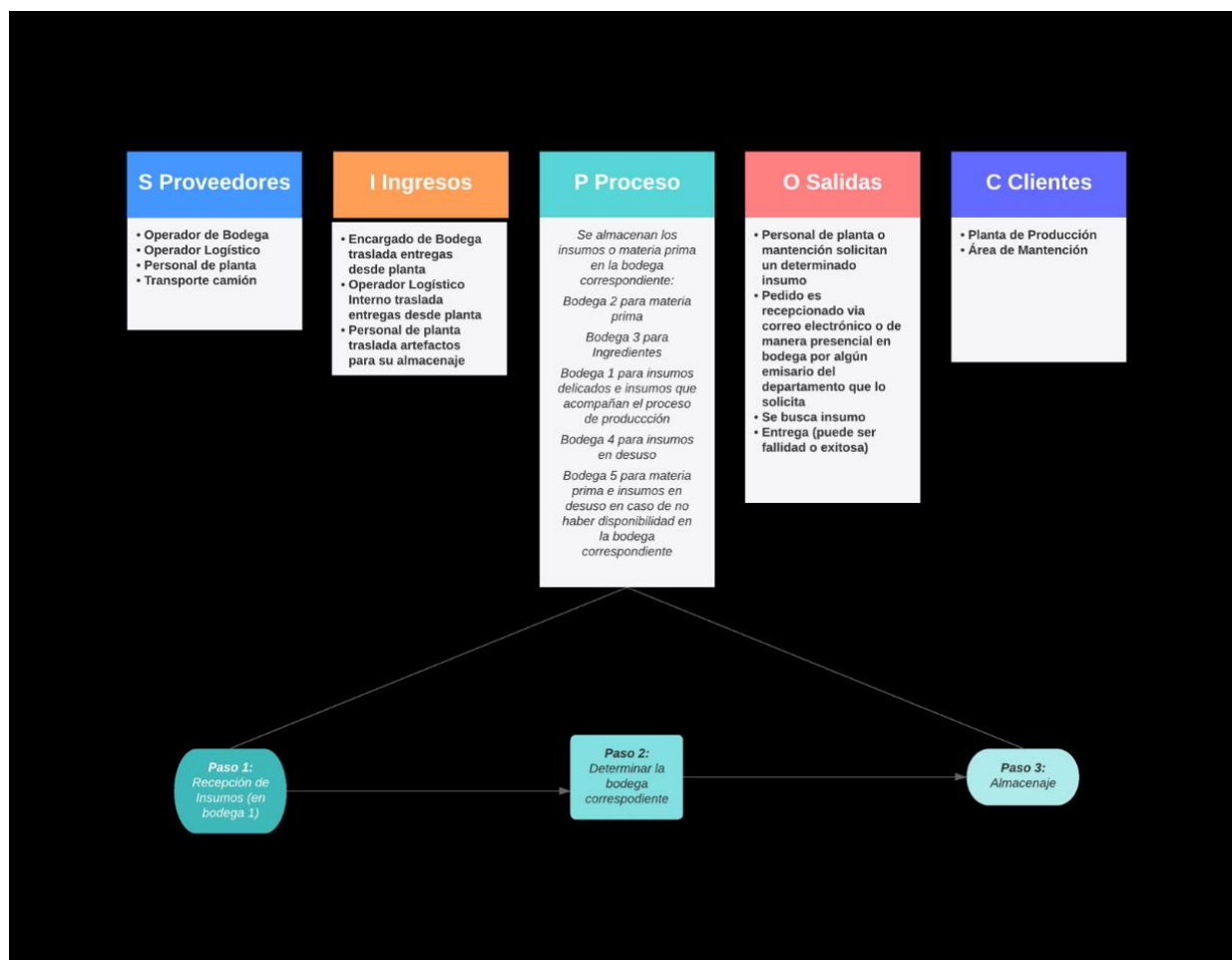


Ilustración 11, Mapa de alto nivel de los procesos referente a bodega. Elaboración propia.

Los procesos que se llevan a cabo en todas las bodegas mencionadas son de almacenaje. Como se aprecia en el SIPOC, las bodegas descritas son de uso interno, para los insumos de planta y mantención, donde estos departamentos son los clientes, y el operador logístico y el encargado de bodega, los encargados de organizarlo y la distribución del material.

1.2 Contexto del problema

El proyecto corresponde al área de bodega, abarcando las 5 bodegas descritas. Históricamente no ha existido un control de inventario (para mantención), solo para materia prima (Stevia) e ingredientes, en concordancia con la regulación sanitaria y la norma FSSC 22000, entre otras. Insumos complementarios a la producción (mantención, despacho, infraestructura) eran pedidos acordes al “buen juicio” del encargado. Se conoce existe un sobrestock el cual se desea determinar (alrededor 15%). Durante las 2 primeras semanas de la pasantía (28 ago. – 10 sep.) se compró una bomba de agua, la cual se encontraba disponible en condición ok para uso en Bodega 4, esto supuso una inversión innecesaria de \$1.500.000.

Existe precedente de casos similares, no obstante, no hay datos suficientes como para establecer una muestra significativa que pueda ser validada mediante un KPI.

El costo mensual del arriendo de las bodegas es de 124,85 UF, que se traduce en un gasto anual de 1498,2 UF anuales o \$54.200.000 al valor UF actual (1 UF = \$36.184 CLP), este valor hace meritorio un estudio al inventario y la organización de los insumos en bodega, que es una suma no menor que debe estar justificada, ya puede existir una oportunidad de mejora en eliminar una bodega y reducir costos o ampliar la capacidad existe en bodegas, asegurando disponibilidad de almacenamiento para proyectos futuros sin comprometer los costos de almacenaje actual.

Se confeccionó una tabla para relacionar el área ocupada en las 5 bodegas, en relación a la cantidad producida de Stevia, el producto terminado (kg producidos):

Tabla 1, Kilogramos de producto y área de bodega utilizada, elaboración propia

	KGS PRODUCIDOS	ÁREA DE BODEGA	% UTILIZADO	ÁREA DISPONIBLE (M2)	ÁREA UTILIZADA (M2)
ENERO	3000	698	89%	76,78	621,22
FEBRERO	2900	698	92%	55,84	642,16
MARZO	2850	698	90%	69,8	628,2
ABRIL	3100	698	91%	62,82	635,18
MAYO	3400	1159	54%	533,14	625,86
JUNIO	3800	1159	68%	370,88	788,12
JULIO	4000	1159	77%	266,57	892,43
AGOSTO	4300	1159	86%	162,26	996,74
SEPTIEMBRE	4400	1159	92%	92,72	1066,28

Considerando las 5 bodegas del proyecto, componen una superficie total de 1159m2, las cuales son consideradas desde mayo, cuando se incorporaron. Previo a esto, las bodegas disponibles, eran la bodega 2 (materia prima), bodega 3 (ingredientes) y bodega 4 (mantención), generando 698m2 disponibles. La variable Porcentaje Utilizado, corresponde a la superficie total (m2) que se encontraba utilizada en cada bodega en promedio en cada mes, este dato fue entregado por la empresa y en los meses SEPTIEMBRE Y OCTUBRE fue además calculado y validado como parte del proyecto de la pasantía. Área disponible es el área disponible en la totalidad de las bodegas que está libre y se puede ocupar. Área utilizada es el área que se encuentra actualmente en uso y a la cual ya no se le pueden añadir más ítems. Es visible, una

correlación entre el crecimiento en la producción y el aumento en los m2 de almacenaje utilizados, que se corrobora en la siguiente gráfica:

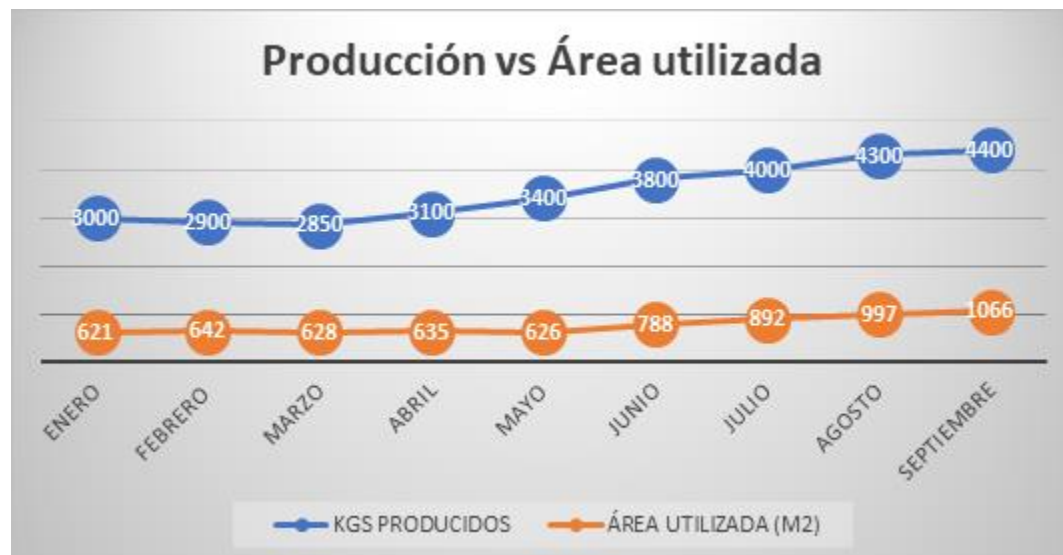


Ilustración 11, Gráfico: Producción vs Área utilizada, elaboración propia

Tomando este precedente, se calculó la variable **RATIO**, que es la razón entre Kilogramos de Stevia Producida y el metraje de bodega utilizado en el periodo (área), buscando establecer una relación entre el nivel de producción y la capacidad de almacenamiento requerida para sustentarlo, que permita pronosticar necesidades a futuro. Este será un KPI esencial para el desarrollo del proyecto.

	KGS PRODUCIDOS	ÁREA UTILIZADA (M2)	RATIO (KG/MS)
ENERO	3000	621	4,8
FEBRERO	2900	642	4,5
MARZO	2850	628	4,5
ABRIL	3100	635	4,9
MAYO	3400	626	5,4
JUNIO	3800	788	4,8
JULIO	4000	892	4,5
AGOSTO	4300	997	4,3
SEPTIEMBRE	4400	1066	4,1
			4,7

Tabla 2, RATIO KGS PRODUCIDOS/M2 UTILIZADOS

Este ratio promedia 4,7 kg/m2 para los datos históricos obtenidos. Con la herramienta Minitab, se realizó un test Anderson-Darling, recomendado para muestras pequeñas, con el objetivo de demostrar la

normalidad del indicador, para determinar si era correcto el uso del promedio de los datos como el indicador base, lo cual fue corroborado.

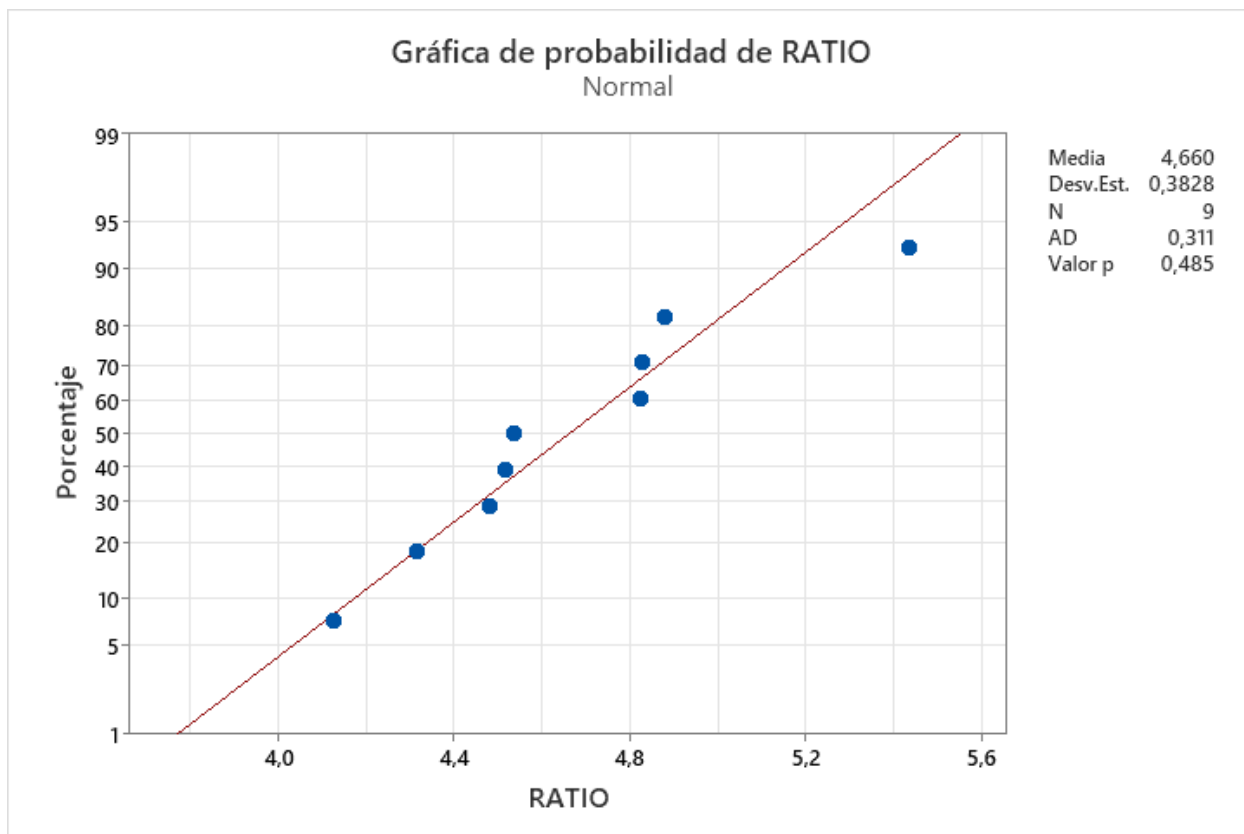


Ilustración 12, Test de Anderson-Darling, prueba de normalidad, elaboración propia.

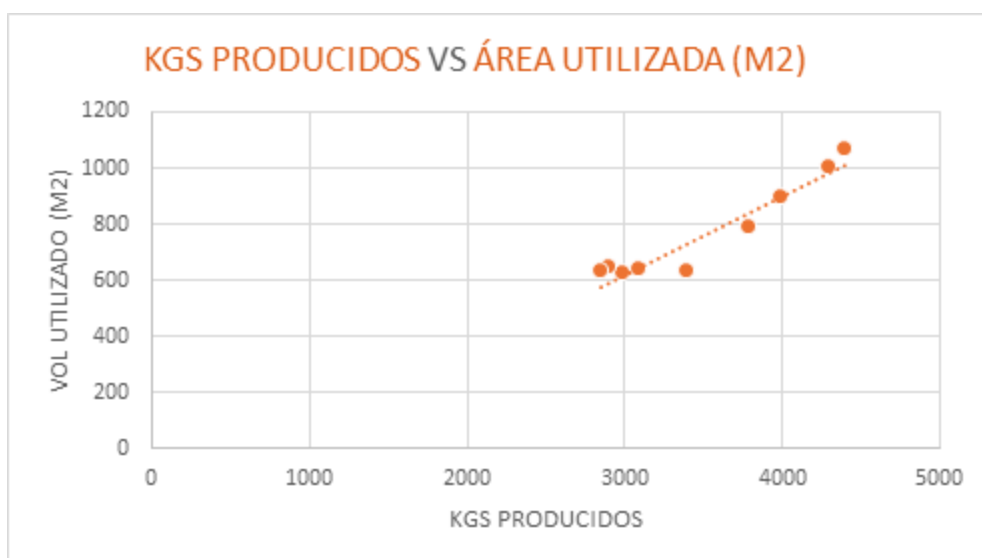


Ilustración 13, Gráfico de Dispersión, KG PRODUCCIDOS VS ÁREA UTILIZADA (ELABORACIÓN PROPIA)

Además, como se ve en Ilustración 13, existe una correlación directa, por tanto se designó como el indicador que mide las necesidades de bodega de acuerdo a la producción, con la metodología de bodega actual.

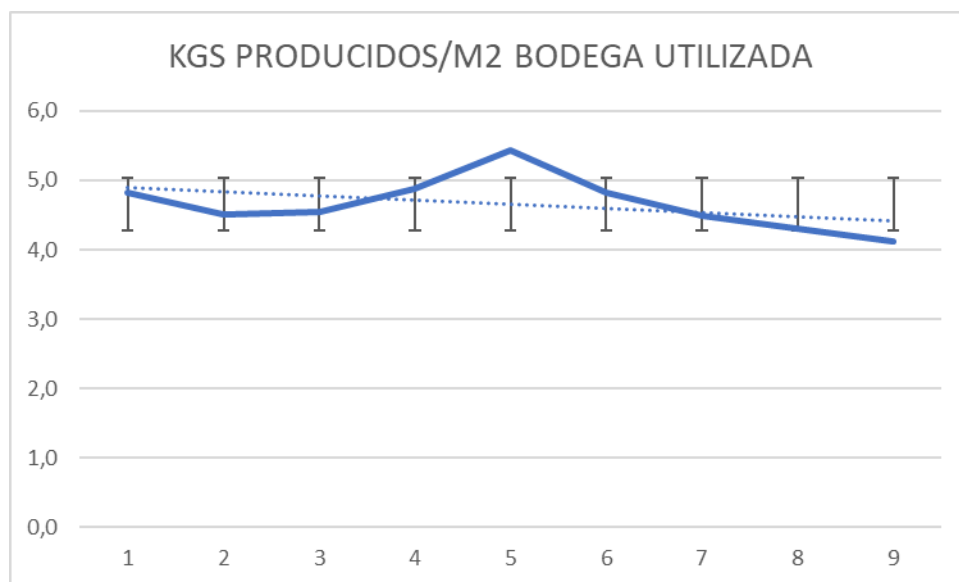


Ilustración 14, Gráfico KGS PRODUCIDOS/M2 BODEGA CON DESVIACIÓN ESTÁNDAR, Elaboración propia

De la Ilustración 14 se ve que a pesar de las variaciones, considerando el error el ratio es estable en el tiempo.

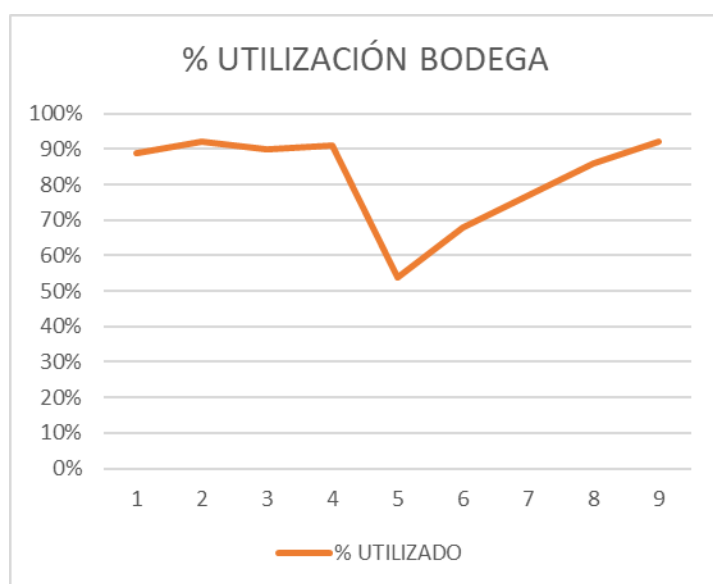


Ilustración 15, Porcentaje de Utilización de las Bodegas (En su conjunto), elaboración propia

De la Ilustración 15, se observa que, en la situación previa a la expansión de la empresa, la utilización de la bodega se encontraba en un estable en torno a un 90%. Así mismo la capacidad productiva cercana a los 3000 Kg mensuales. Tras inaugurarse el proceso de expansión en mayo, el espacio de bodega pasó de los 698m² disponibles anteriormente, a los 1159m² actuales. No obstante, la producción no aumento instantáneamente del mismo modo, ya que la implementación de un proceso productivo es paulatina, y se encuentra sujeta a correcciones, reparaciones y ajustes generales, que suponen la producción aumente gradualmente hasta alcanzar su nuevo umbral. Por este motivo, la utilización del área de bodega no aumentó al mismo ritmo que la disponibilidad de espacio de bodega, generando una caída en el % de utilización en el periodo 5 del gráfico, que corresponde al mes MAYO, caída desde la cual se ha ido aumentando cada mes la utilización, del mismo modo que la producción, alcanzando en el pasado mes de septiembre 2023 un total de 92%.

Esto representa un problema, ya que la planta aun no alcanza su máximo de productividad. La capacidad real actual de producción es de 7500 Kgs/mes, y se ha ido creciendo cada mes para alcanzar a esa cifra.

	PRODUCCION (kg/mes)	FUNCIONAMIENTO
ESTADO ANTERIOR	3000	90%
ESTADO ACTUAL	4400	58%

Tabla 3, Producción y capacidad de funcionamiento de la planta, elaboración propia

2. Problema

2.1 Declaración del problema

Es evidenciable el problema, dado que la capacidad productiva continuará creciendo, y el uso de bodega para la producción se mantiene a una razón constante de 4,7 kg/m², la empresa se quedará sin espacio de bodega en Enero de 2024 (Tabla 4), antes de completar su umbral de crecimiento, poniéndola en un problema logístico y aumentando sus costos.

2.2 Métricas del problema

Dada que la naturaleza de la ampliación, son maquinarias de la misma índole y modelos de los utilizados previamente, se espera alcanzar el mismo nivel productivo que se tenía previamente de un 90% de su capacidad. Actualmente se está produciendo un 58% de lo que la planta es capaz de producir. Llegar al 90% existente anteriormente, significaría producir 6750 kilogramos de Stevia al mes, para lo cual con el ratio de 4,7 kg/mes, significaría una capacidad de 1436 m², 277 m² adicionales a los existentes.

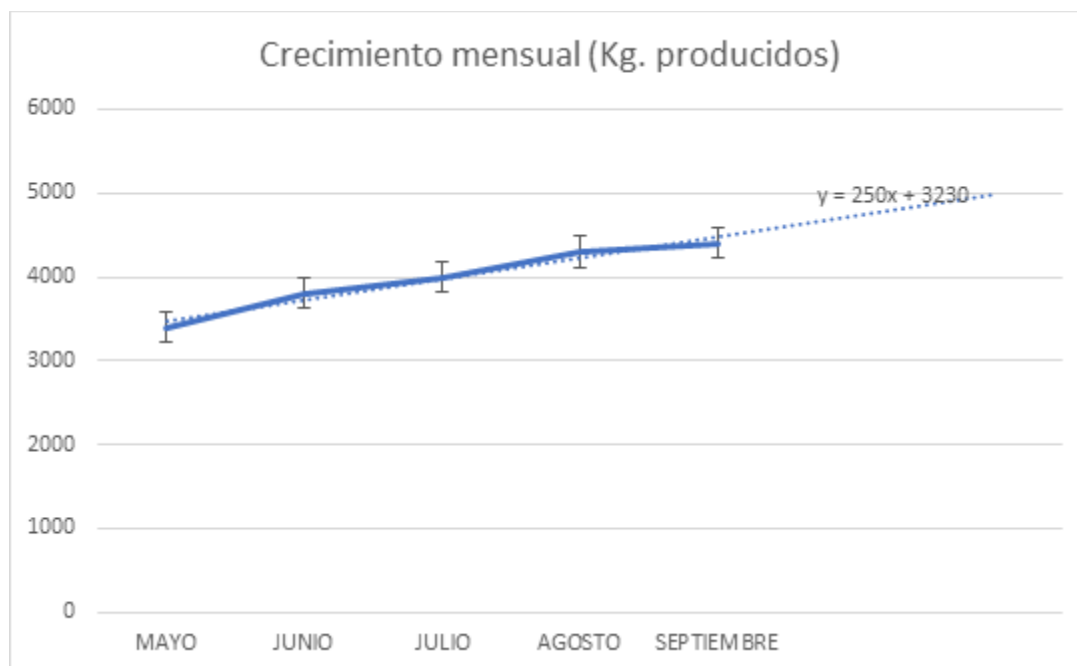


Ilustración 16: Crecimiento mensual de la producción, con ecuación de crecimiento lineal, elaboración propia

Generando una tendencia lineal de crecimiento, desde que se inauguró la ampliación, es visible comprobar que el crecimiento en sostenido en la producción pronto conllevará a que la empresa se quede sin espacio de almacenamiento disponible. Tomando como referencia la tendencia lineal de crecimiento y el ratio kg/m², se observa:

MES	PROYECCIÓN (KG/MES)	M2 REQUERIDOS
MAYO	3480	740,4
JUNIO	3730	793,6
JULIO	3980	846,8
AGOSTO	4230	900,0
SEPTIEMBRE	4480	953,2
OCTUBRE	4730	1006,4
NOVIEMBRE	4980	1059,6
DICIEMBRE	5230	1112,8
ENERO (2024)	5480	1166,0
FEBRERO (2024)	5730	1219,1
MARZO (2024)	5980	1272,3

Tabla 4, Capacidad de Bodegaje requerida para la producción de cada mes, elaboración propia

De la tabla se aprecia que, con los datos existentes, en el mes Enero 2024, la empresa debería quedarse corta de almacenamiento, lo cual impide el futuro crecimiento de esta, además de limitar la capacidad de funcionamiento de la empresa, trabajando al nivel de productividad esperado para Diciembre 2023 la producción representa un 70% de la capacidad real, 20% inferior al 90% al que se operaba previo a la ampliación.

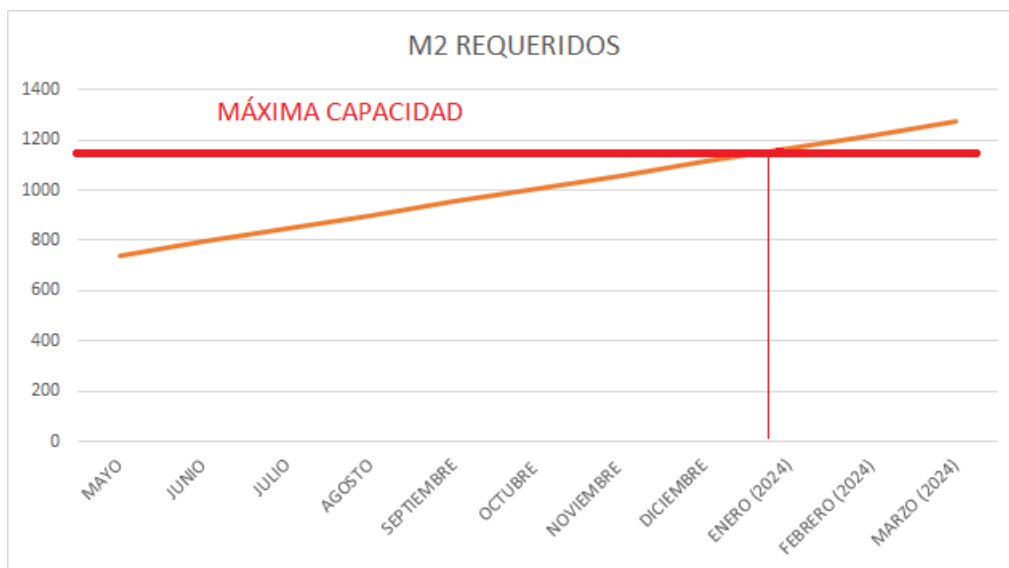


Ilustración 17, Grafica m2 requeridos en el tiempo, versus umbral máximo disponible, elaboración propia

El grafico visualiza el punto de quiebre del almacenamiento disponible, el cual viene a la baja desde la implementación de la ampliación.

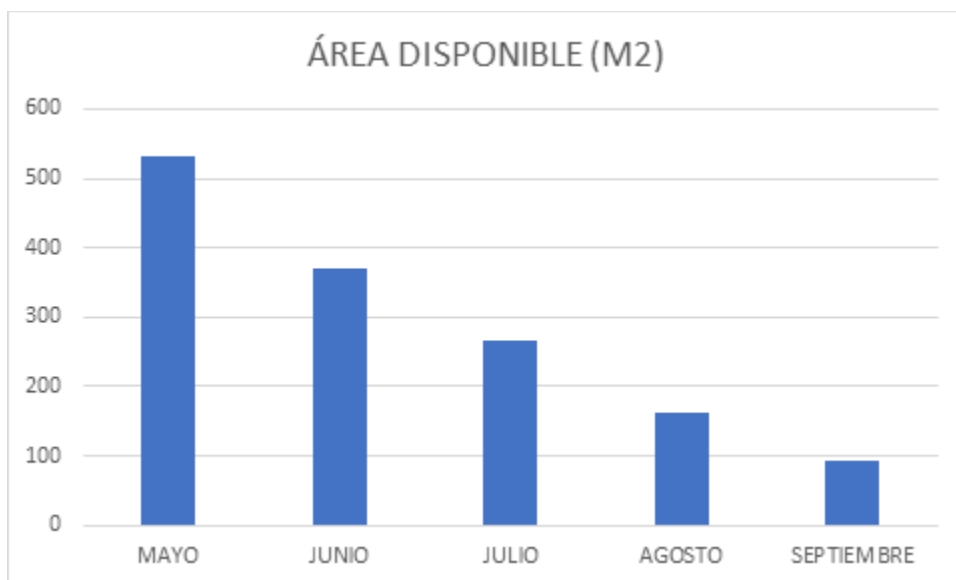


Ilustración 18, Área disponible en bodega en el tiempo, elaboración propia

Ante esta situación, la empresa enfrenta la pérdida de 1303 KG/MES, ya que la capacidad máxima productiva que puede sostener con el almacenaje actual es de 5447 KG/MES, perdiendo potencialmente un 20% de producción al mes.

Una medida de emergencia que puede tomar la empresa sería contratar más bodegas. El costo actual de las 5 bodegas es de 124,85 UF mensuales, o 0,108 UF/m² mensuales. El costo de arrendar 1437 m², que es lo mínimo necesario con la metodología actual para cubrir la producción al objetivo 90% (6750 kg/mes), aumentaría los costos de producción en 29,94 UF mensuales, que es un 24% adicional del costo actual. No obstante, en la actualidad no existen bodegas disponibles en las inmediaciones de la planta, por lo que debería frenarse el crecimiento de la producción.

Una mejora en la utilización vertical propiciaría una reducción en el indicador KGS PRODUCIDOS/M², ya que el apilamiento del material reduce la superficie necesaria para su almacenamiento. Actualmente se utiliza un volumen de 3021m³, en una superficie de 1066m², que representa una altura promedio de bodegaje de 2,8m. La altura general aprovechable de las bodegas es de 4 metros. Alcanzando este umbral máximo de eficiencia, el volumen almacenado actual se repartiría en una superficie de 755,4m². Tomando esta fórmula para los datos existentes:

	KGS PRODUCIDOS	ÁREA DISPON	ÁREA UTILIZADA (M2)	VOL ESTIMADO M3	AREA OPTIMA M2	RATIO NUEVO
ENERO	3000	76,78	621,22	1739,4	434,9	6,9
FEBRERO	2900	55,84	642,16	1798,0	449,5	6,5
MARZO	2850	69,8	628,2	1759,0	439,7	6,5
ABRIL	3100	62,82	635,18	1778,5	444,6	7,0
MAYO	3400	533,14	625,86	1752,4	438,1	7,8
JUNIO	3800	370,88	788,12	2206,7	551,7	6,9
JULIO	4000	266,57	892,43	2498,8	624,7	6,4
AGOSTO	4300	162,26	996,74	2790,9	697,7	6,2
SEPTIEMBRE	4400	92,72	1066,28	2985,6	746,4	5,9
						6,7

Tabla 5, tabla con utilización de espacio con un Ratio mejorado a 6,7. Elaboración propia

El Ratio llegaría a su valor máximo posible, sin considerar las otras mejoras que aún no son cuantificables como reducir el stock, de 6,7 kg/m²

3. Objetivos y Medidas de desempeño

3.1 Objetivo General

Generar un ordenamiento del área que permita mejorar el RATIO Kilogramos producción/m² de bodega a un valor de 6,2 (kg/m²) o superior en forma factible dadas las restricciones, dentro del periodo Octubre – Diciembre 2023.

3.2 Objetivos Específicos

- Maximizar la capacidad utilizable a un 70% en las Bodegas 1, 3, 4 y 5. Mantener la utilización de la bodega 2.
- Generar un inventario y determinar el stock crítico de seguridad para los artículos presentes en bodega, a excepción de la materia prima.
- Eliminar artículos en sobrestock o en obsolescencia
- Subir valor de RATIO a 6,2 (Kg. /m²)
- Implementar un plan de logística integral, para el control y gestión de bodegas, estandarizar los procesos de esta y vincularlos a los departamentos de producción y mantención adecuadamente.

3.3 Medidas de desempeño

El cumplimiento de los objetivos va a ser controlado por los siguientes KPI:

$$\text{RATIO} = \frac{\text{Kilogramos de Stevia (Kg)}}{\text{Área Utilizada * mes (m}^2 \text{ * mes)}}$$

Es el KPI principal y es un objetivo por si mismo. La no consecución de este objetivo compromete el éxito del proyecto.

$$\text{Capacidad Utilizada} = \frac{\text{Capacidad Utilizada (m}^3\text{)}}{\text{Capacidad total (m}^3\text{)}}$$

Porcentaje del volumen total de bodega que se está ocupando.

$$\text{Artículos Inventariados} = \frac{\text{Artículos Inventariados}}{\text{Artículos Totales}}$$

Porcentaje de artículos que fueron inventariados

$$\text{Artículos Descartados} = \frac{\text{Artículos Eliminados}}{\text{Artículos en Sobrestock}}$$

Porcentaje de artículos en sobrestock que fueron eliminados de las bodegas.

4. Análisis de Causas

4.1 Diagrama Ishikawa posibles causas

Para analizar las potenciales causas del problema “El espacio de Bodega se está acabando, lo cual afectará a la empresa en los meses venideros de Enero 2024 hacia el futuro”, se realizó un diagrama de Ishikawa:

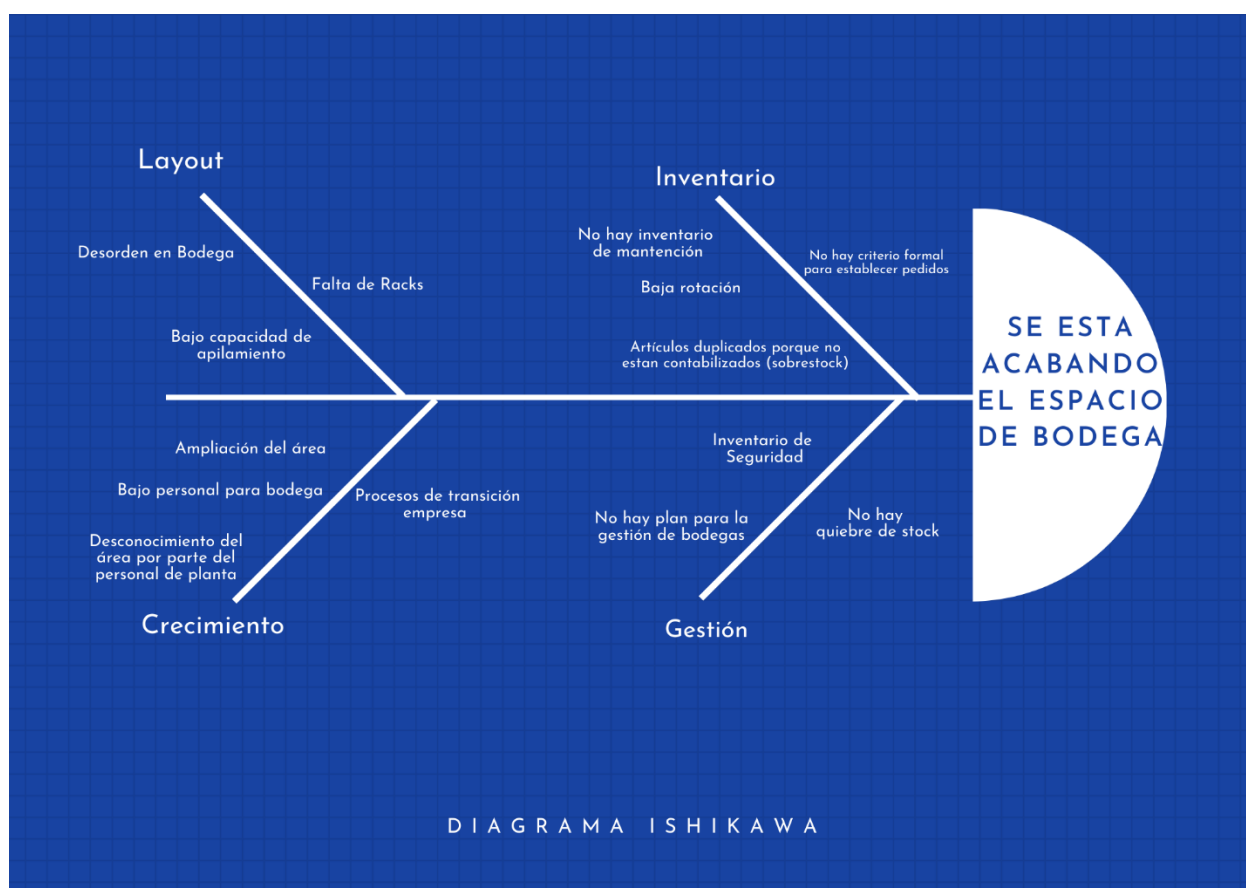


Ilustración 19: Diagrama de Ishikawa, origen de la problemática, elaboración propia

4.2 Análisis y causas a atacar

Se analizan las causas detectadas en el diagrama y la selección de estas a intervenir:

Layout deficiente: No existe en un layout establecido para las bodegas, solo la bodega 2 (materia prima), se encuentra optimizada de acuerdo con su geometría. Las demás bodegas se han llenado a medida que la mercadería ha llegado, con una cantidad de Racks (estanterías para almacenamiento vertical) limitada.

El aprovechamiento del volumen es bajo. Esto es debido a su vez a la baja capacidad de apilamiento del inventario, solo la materia prima es apilable en la totalidad de la altura de su bodega (bodega 2), los demás ítems presentes en bodega requieren racks para poder ser apilados.

	Capacidad total m3	Capacidad volumétrica actual m3	Utilización teórica	Costo Arriendo UF
Bodega 1	993,3	488,5	44%	25,41
Bodega 2	1216	1208,0	90%	35,31
Bodega 3	770	355,6	45%	16,99
Bodega 4	1120	500,5	45%	24,64
Bodega 5	1150	701,1	55%	22,5
TOTAL	5249,3	3253,676	56%	124,85

Tabla 6, Capacidad de Bodega en Volumen, costo de arriendo. Elaboración propia

Esto afecta directamente el desempeño del Ratio kg/m², ya que la utilización del m² al ser pobre, implica que se tendrá que utilizar más m² para almacenar un volumen determinado.

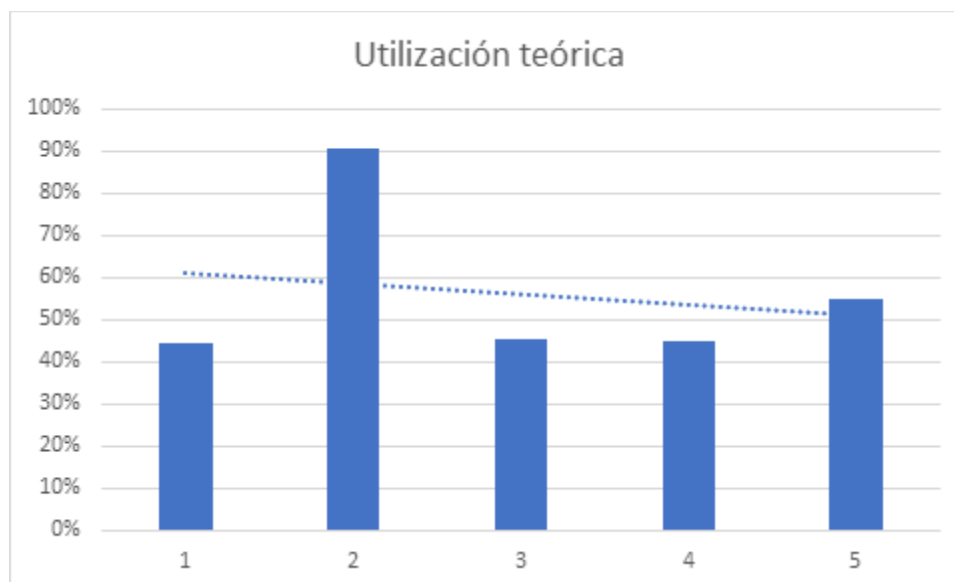


Ilustración 20, gráfico: Utilización teórica de cada bodega (% de volumen utilizado). Elaboración propia

Del gráfico y la tabla se observa, aún hay mucho volumen disponible en las bodegas, y es posible mejorar su capacidad real de albergar materiales si se mejora el aprovechamiento del espacio de esta en forma vertical. En promedio solo se está utilizando un 56% del volumen de la bodega, no obstante, el suelo disponible se está acabando por la baja capacidad de apilamiento.

Existe un desorden en las bodegas 1 y 4 principalmente, debido a que los insumos que llegan son dejados en lugares aleatorios, ya sea que se encuentran “en tránsito”, es decir, serán utilizados en la planta en un tiempo breve (días o semanas), pero la fecha exacta se desconoce o no es comunicada al personal de bodega, por lo que son dejadas donde están hasta que se retiren o deban ser movidas para sacar algún otro insumo para cuya extracción sea necesario su desplazamiento. Esto genera el bajo aprovechamiento del espacio, ya que no se maximiza la utilización del espacio bajo ningún criterio de almacenaje, y se pierde área disponible en espacios que por cuya forma, no son suficientes para albergar un pallet, en conjunto con ralentizar la velocidad de las operaciones de bodega. En otro caso, los insumos quedan momentáneamente en desorden porque el personal de bodega se encuentra ocupado en otras labores, lo que si no se corrige durante el día genera una acumulación de material. El encargado de bodega generalmente no tiene el tiempo suficiente para cubrir todas las necesidades con la metodología actual.

Crecimiento: El área de bodega aumento su capacidad en un 66%, no obstante la plantilla de trabajadores para el cargo “Encargado de Bodega” sigue siendo 1 puesto, por lo observado y descrito en entrevistas con los operarios, el encargado de bodega no tiene tiempo de realizar un ordenamiento del área por la

demanda de tareas anexas requeridas por planta, por lo que esta responsabilidad recae en el “Operador Logístico Interno”, quien ha asumido las labores referentes al mejoramiento y ordenamiento de la bodega, pero no se ha logrado generar ningún avance concreto debido a la necesidad del encargado de bodega de colaboración en labores como la carga y descarga de materia prima desde bodega, recepción de pedidos de materia prima, que requiere de dos personas, y por lo captado desde las entrevistas, se prefiere el uso del Operador Logístico Interno por su “buen manejo de la grúa horquilla”, utilizada para esta faena, factores que contribuyen a que no se haya generado ningún avance tangible en el área.

Junto a esto, existe un desconocimiento por parte del personal de planta que visita la bodega, este personal corresponde a los 4 funcionarios del área de mantención, acerca del proceso que se ejecuta en esta área, por lo cual no se genera una colaboración en el orden y las mejoras en el proceso. Además, se sabe del precedente de la existencia de mermas, por parte de esta área, debido a que no existe un inventario declarado, no se sabe con exactitud el valor ni el impacto que generan estas mermas, ya que el conocimiento de las existencias en bodega se maneja por “la buena memoria y el buen juicio de los involucrados”, esto es incompatible con el crecimiento eficiente de la empresa, no obstante se tiene precedente del año 2022, la desaparición de un “Intercambiador de Calor”, de la BODEGA 4 MANTENCIÓN, avaluado en \$7.000.000 CLP. Se especula mermas de artículos de pequeños y de inferior valor también existe, pero no es posible de evaluar en forma concreta hasta que no se elabore un inventario. Por estos motivos, los intentos de ordenamiento se han visto con desconfianza por parte de los operarios de mantención y no se ha generado sinergia al respecto entre el área de mantención y de bodega.

Inventario. La ausencia de un inventario afecta la eficiencia del área, ya que al no conocer con exactitud las existencias de bodega, se suelen pedir artículos que ya estaban en bodega. No existe un estudio prolongado por parte de la empresa de esto, pero durante la pasantía se han pedido al menos 8 artículos que ya contaban con stock en los meses de Agosto, Septiembre y Octubre respectivamente, por un valor conjunto de \$2.500.000 CLP. En base a entrevistas con los encargados, se conoce existe un sobrestock (que no es cuantificable si no hay inventario) y existencias de productos y repuestos para bombas y maquinarias de proyectos anteriores que ya no están en operación en planta, estas representan espacio de bodega que no tendrá utilización en un futuro, además de generar depreciación del inventario porque su valor como repuesto disminuye al envejecer la pieza y entrar en obsolescencia. Este tipo de inventario esta principalmente presente en BODEGA 4 MANTENCIÓN.

Política de quiebre de stock. La empresa se caracteriza por mantener siempre operabilidad 100% al contar con piezas suficientes para generar reparaciones de emergencia, esto lo hace manteniendo un sobrestock ya que la ausencia de inventario impide calcular un stock crítico que permita mantener la operabilidad de la empresa al 100% de forma eficiente, y la afortunada situación de no haber roto la 100% operabilidad en los últimos años se ha debido más a la suerte y el buen juicio y memoria de los involucrados que han contado y pedido con las piezas precisas a tiempo, que al seguimiento de una política fiable de mantención y de pedidos. Además, el no tener un seguimiento de las piezas imposibilita la capacidad de controlar las mermas.

Cabe mencionar que, respecto de la gestión, no se ha implementado ningún plan o metodología para el control y la gestión de bodegas. La gestión de la BODEGA 2 MATERIA PRIMA si se encuentra optimizada, ya que el sistema de pedidos y de la rotación de la materia prima sigue un proceso de ingeniería de calidad, que funciona de acuerdo con la normativa FSSC 22000 de inocuidad, y cuenta con resolución sanitaria, por tanto, existe un inventario de materia prima, el resto de las bodegas, se encuentran sin gestión. Esto es un impedimento para el progreso de la situación ya que no existe ningún protocolo o formulario que guíe o permita abordar o registrar las problemáticas que se viven en las bodegas 1, 3, 4 y 5, al no haber ningún reglamento se producen las situaciones como el desorden, las mermas y la confusión ya que, al no haber una norma declarada, distintas personas operan bajo distintos criterios y difieren entre sí, lo que no corresponde para un proceso clave en una empresa en desarrollo.

Estas causas se determinaron en base al análisis de la información disponible, y la toma de datos del área durante la pasantía, las entrevistas y conversación con los operarios del área de bodegas, mantención, logística y jefaturas, además de la observación, durante la jornada laboral.

Dado que el proyecto se remite al área de bodega, no es posible influir en la producción y su planeamiento, que corresponden a departamentos distintos. No obstante, es posible diseñar un layout apropiado que maximice el espacio utilizable, con algún software y siguiendo una metodología de layouts. Así mismo, es posible y necesario, generar un inventario de los ítems que se encuentran en las bodegas, en conjunto con calificar su estado y valorización. Generar un stock de seguridad puede ser posible si los encargados de compra entrega la información acerca de los pedidos y tiempos de despacho, información que debe ser entrecruzada con las necesidades de la planta. Esto, debe elaborarse dentro de un plan de gestión.

Se concluye se va a buscar una solución que intervenga las causas que corresponden a la utilización de espacio, inventario y los protocolos de operación de la bodega.

5. Estado del Arte

5.1 Alternativas de Solución:

Se realizó una indagación acerca de lo que se ha realizado en otras industrias, para la solución de problemas de espacio de bodega, y mejoramiento e implementación del área de bodegas en general, y se recopiló la siguiente información:

Un estudio de distintos modelos de bodega, consideró la asignación de ítems a un sistema AS/RS cuando tiene espacio insuficiente para almacenar el inventario (Cormier, 1992). Un AS/RS (automated storage and retrieval systems) son almacenes controlados por computadora o automatizados, en los que grúas automatizadas transportan, almacenan y clasifican automáticamente pallets cargados con materias primas, contenedores con piezas, cajas de cartón de productos y otras cargas diversas en estantes y estanterías. Además de hacer un uso eficaz del espacio vertical, los AS/RS promueven el ahorro de mano de obra y de mano de obra y mejoran la precisión del control de inventario¹ (*As/RS applications and benefits: Automated Storage & Retrieval System (AS/RS): Products: Intralogistics: Solutions. DAIFUKU*). Vemos que el AS/RS elimina la necesidad de pasillos, generando un bloque sólido de bodegaje, similar a como se vería una bodega llena con Racks, pero sin necesidad de pasillos entre sí, maximizando tanto el uso de suelo, como el almacenamiento vertical.

Un sistema de manejo de bodegas (Warehouse Management System – WMS), abarca la ejecución de múltiples procesos que ocurren en una bodega, como lo son:

- (1) Recepción; (2) Almacenamiento; (3) Procesamiento/Toma de pedidos; (4) Verificación de Salidas; (5) Carga; y (6) Toma de acciones/Nombre de la operación de acciones (Istiqomah, 2020)

El uso de un sistema de código de barras para cada uno de estos procesos, conlleva beneficios como minimizar los errores en recepción de mercancías y acelerar la recepción de mercancías, determinar automáticamente la ubicación de un artículo, minimizar errores en el almacenamiento de mercancías en el área de almacenamiento, minimizar la ubicación y los productos recogidos Los errores del recolector, acelerar el proceso de recogida de la mercancía, pueden ayudar a descubrir una falta o un exceso.

¹ (*As/RS applications and benefits: Automated Storage & Retrieval System (AS/RS): Products: Intralogistics: Solutions. DAIFUKU*)
<https://www.daifuku.com/solution/intralogistics/products/automated-warehouse/types-features/>

cantidad de mercancías, conocer la viabilidad y calidad de las mercancías a enviar, reducir los errores humanos en comprobar mercancías, minimizar el uso de papel y acelerar la emisión del manifiesto para el envío (Istiqomah, 2020).

En Mohsen (2002), se refieren los pasos adecuados para llevar a cabo la correcta elaboración de un layout apropiado, para bodegas:

- (1) Especificar el tipo y el propósito de la bodega.
- (2) Pronosticar análisis de la demanda esperada.
- (3) Establecer las políticas operativas.
- (4) Determinar niveles de inventario
- (5) Formación de clases
- (6) Departamentalización y construcción del layout general
- (7) Particionamiento del Almacenaje
- (8) Diseño del manejo del material, almacenaje y clasificación.
- (9) Diseño de los pasillos.
- (10) Determinar los requerimientos de espacio.
- (11) Determinar el número y la localización de los puntos Input/Output.
- (12) Determinar el punto y la locación de los sitios de carga/descarga.
- (13) Disposición del inventario.
- (14) Formación de zonas (Mohsen, 2002).

Una solución frecuente a problemáticas de gestión de Bodega suele ser el uso de un Software SAP, no obstante innovaciones se han generado en el uso de distintos tipos de algoritmo, como el algoritmo genético, para un SLP (Systematic Layout planning) de una bodega para E-Commerce, utilizando un algoritmo genético para resolver el modelo de programación no lineal para obtener el plan de diseño de almacén de comercio electrónico científico y razonable. Se ha demostrado que el algoritmo genético tiene una mejor convergencia que la optimización del enjambre de partículas y el recocido simulado. Después del rediseño, el costo de manejo se puede reducir considerablemente después de la optimización y la tasa de optimización de la función de aptitud es del 39,25% (Hu, 2023).

Un paper, aplicó la integración de la metodología 5s, que es una metodología lean, que propone la mejora de los procesos mediante los principios de CLASIFICACIÓN, ORGANIZACIÓN, LIMPIEZA, VISUALIZACIÓN y Disciplina² (Método de las 5s: Qué Es, cuáles son sus objetivos y por qué es importante. Rivera Limpieza Integral) a la bodega de un centro de salud. El objetivo fue comparar el impacto de implementar Hybrid 5S (integrado con la gestión de inventario técnicas y herramientas de mejora de procesos) con las 5S tradicionales para mejorar las operaciones del almacén de atención médica. Ambos enfoques resultaron en una mayor rotación de inventario (30% de aumento de las 5S híbridas y 4,0% y 43% de aumento de las dos 5S tradicionales). El híbrido El enfoque 5S tuvo mejoras adicionales, incluido un 15,7% de espacio ahorrado y la menor cantidad de no conformidades con los ideales 5S (Venkateswaran, 2013)

6. Solución

6.1 Selección de la solución:

Claramente, la instalación de un sistema AS/RS, está fuera del alcance de la empresa. Es un sistema de alto costo, que si bien es muy eficiente en utilización del espacio, el costo de compra supera el arriendo de otra bodega, además el tiempo de entrega puede ser superior a Enero 2024, dado que debe ser elaborado a medida de cada bodega. Finalmente, la rotación de las bodegas es muy baja, con una media inferior a 5 ingresos/día, por tanto un sistema de cadena de producción para bodega no será significativo en la productividad de la empresa, dado el escaso tiempo total que se gasta en bodega y la poca utilización que tiene. Los artículos al interior de la bodega son críticos y de alto costo, pero su rotación es muy baja. Finalmente, es posible rescatar los principios de este sistema, que busca maximizar la utilización vertical del espacio. Podemos alcanzar el mismo efecto utilizando Racks, que maximizan la utilización vertical, asumiendo las restricciones y pérdidas incurridas en la necesidad de pasillos con el ancho suficiente para el tránsito de la grúa horquilla de la empresa (4 metros).

Se descubrió que el SLP, es un criterio ampliamente usado para la formulación de layout, con productos con distintos niveles de uso y prioridad, por tanto, es necesario considerarlo como oportunidad de solución.

² <https://www.limpiezasrivera.com/2019/7/2/metodo-5s>

La utilización de algún software como un SAP u otro derivado es interesante, pero requiere de un costo de inversión, así mismo, la implementación de códigos de barra requerirá la adquisición de una máquina ticeadora de códigos de barra, y puede necesitar un software que lo acompañe.

La implementación de un WMS, parece crucialmente necesaria, ya que es necesario darle un orden al ingreso y egreso de elementos de bodega, mitigar el sobrestock, que es una de las causas de la creciente falta de espacio será imposible si no se cuenta con los protocolos para ello. Además, la existencia de una organización facilitará las mejoras requeridas para mejorar los indicadores.

Finalmente, cabe concluir que los principios de la metodología 5s se condicen con los objetivos del proyecto. Del paper estudiado se observó con atención, la mejora en la disponibilidad de espacio, tras la eliminación de stock no útil. Además, esta metodología pone un foco en el respeto y el compromiso, que son valores necesarios para atacar otros problemas vistos en bodega como lo son las mermas. Se cree necesario vincular esta metodología a la solución que se tome.

Con este análisis, se conversó con la empresa, y se completó la siguiente matriz de selección, utilizando una escala de Likert de valores 1 al 5, donde 1 es no cumple y 5 es cumple absolutamente. Donde las categorías son:

Prioridad: La importancia o relevancia de la solución para los intereses de la empresa y el proyecto.

Costo: El costo que significa para la empresa la solución, donde 5 implica que no hay costos adicionales asociados, y 1 el costo más elevado.

Factibilidad: Factibilidad de realizar el proyecto dentro de la duración de la pasantía.

Beneficio: El beneficio que se espera recibir de la solución.

El valor máximo alcanzable es 20 y el mínimo 4

DECISION	PRIORIDAD	COSTO	FACTIBILIDAD	BENEFICIO	SUMA
WMS	4	4	4	5	17
SLP	5	4	5	5	19
SAP	3	2	2	5	12
CODIGO DE BARRA	2	3	3	4	12
AS/RS	1	1	1	5	8
OTRO SOFTWARE	3	3	2	3	11
5S	4	5	5	4	18

Tabla 7, Matriz de decisión para la solución. Elaboración propia.

6.2 Solución elegida

Finalmente, la solución con mayor peso, que será la designada a llevar a cabo, será el SYSTEMATIC LAYOUT PLANING (SLP). Esta solución no implica costos ya que no necesita un software dedicado, sino que solo se aplicarán softwares de modelamiento para su diseño e implementación, pero para funcionamiento puede ser mantenido con Excel en línea, que será compartido por la red de la empresa. El WMS era una solución prometedora, pero la necesidad de invertir en un software lo vuelve una alternativa menos atractiva, además para aprovechar los beneficios de un WMS, se requiere de una señal de internet, u otro medio de transporte de información, en la totalidad de las bodegas, actualmente solo cuenta con acceso a internet la BODEGA 1, la cual cuenta con oficina y desde donde se dirigirán las operaciones de esta.

Así mismo, la segunda opción más valiosa la metodología 5S, no fue elegida por ser considerada menos prioritaria, ya que se considera accesorio a los procesos de mejora que se llevarán a cabo. Por este motivo, como se realizó en (Venkateswaran, 2013), aspectos de la filosofía 5S en el plan del SLP. Utilizando los principios de Limpieza y Clasificación principalmente, ya que se vinculan directamente al objetivo de limpiar y eliminar inventario no necesario, que mejorará el porcentaje de espacio libre y el Ratio kg/m². Por limitaciones del tiempo una implementación completa del 5S no alcanzará a ser completada en el periodo, pero es sugerida en forma posterior.

Es evidente que el SLP es la solución más directamente vinculada a los objetivos, ya que tener un layout óptimo nos permitirá mejorar la utilización del espacio, afectando positivamente la capacidad y el metraje a utilizar. Además, la instalación de un layout óptimo, requiere pasos previos como la caracterización y contabilización del inventario, algo que era requerido por la empresa ya además nos permitirá acceder al detalle de los elementos que están en inventario, establecer el stock crítico y eliminar los artículos que estén en sobrestock o que ya no sean requeridos por la empresa, liberando espacio de almacenaje en el proceso.

El SLP requerirá también la implementación de un plan logístico de bodega, que permitirá poner orden, y atacar otras problemáticas adyacentes, como la informalidad del proceso de ingreso y búsqueda en bodega y los riesgos que esto ha conllevado, como lo es la exposición a las mermas.

7. Metodología

7.1 Pasos a seguir y modelamiento

Se vinculan los pasos a seguir con el modelamiento, ya que el modelamiento del Layout está inserto en el paso (6), luego la etapa restante es la evaluación económica e implementación.

La metodología a seguir será la sugerida por la literatura para la implementación de layouts en el formato SLP, como se señala en el estado del arte, el proceso a seguir será el siguiente:

(0) Creación del Inventario: Como un paso previo a la decisión del layout, debe determinarse el inventario existente. Este inventario se elaboró para las bodegas 1, 3, 4 y 5 relevantes al proyecto.

(1) Especificar el tipo y el propósito de la bodega:

Se caracteriza el espacio de bodega y sus componentes. El tipo de uso que se le dará y el inventario que se almacenará en su interior, se determina el rol y jerarquía (prioridad) para cada bodega.

(2) Pronosticar análisis de la demanda esperada.

Se estableció un control de los productos demandados a bodega, concernientes a bodegas 1, 4 y 5 (excluyendo materia prima de la bodega 5), desde el 9 de Agosto al 24 de Octubre de 2023 (11 semanas). Para realizar el pronóstico, se utilizó el alisado exponencial simple, fórmula que es utilizada por la empresa para calcular la demanda de otros insumos, como la materia prima e ingredientes.

$$F_t = \underbrace{F_{t-1}}_{\text{Pronóstico del período anterior}} + \alpha \underbrace{(A_{t-1} - F_{t-1})}_{\text{Error del pronóstico del período anterior}}$$

Ilustración 21: Fórmula de alisado exponencial simple. <https://www.gestiondeoperaciones.net/proyeccion-de-demanda/pronostico-de-demanda-con-alisamiento-exponencial-para-distintos-valores-de-alfa/>

El factor utilizado para alfa fue 0.2, que es el factor utilizado por la empresa, para la materia prima e insumos (cuyo consumo como se demostró con el ratio está correlacionado). De aquí se desprende que para la demanda de la empresa no tienen tanto peso los datos históricos sino más bien la demanda reciente. Esto puede deberse a la creciente demanda y fluctuaciones fuertes en el mercado.

Se busca establecer niveles de actividad mediante el análisis ABC (Anaya, 2000) para clasificar insumos de acuerdo a su nivel de actividad:

Actividad alta (A)

Actividad media (M)

Actividad baja (B)

El universo alcanzado por este pronóstico fueron 21 artículos, los cuales fueron los únicos con demanda registrada en el periodo, los cuales representan el 17% del inventario total de las bodegas 1, 4 y 5 (sin materia prima), cercano al 20% sugerido por el modelo ABC para los artículos de alta rotación. Por tanto estos serán designados como los artículos con el código (A) de alta actividad.

Si bien, no está registrado, las bombas, en específico la bomba MOTOR BOMBA SIEMENS 1LG4186-4AA60 y la bomba WEG POLYREX, tuvieron rotación registrada durante el periodo de 1 bomba/mes, que no es significativo para ser de alta rotación, por tanto, estos modelos de designaran como rotación media (M). Por política operativa, se decidió catalogar a todas las bombas, motores y accesorios (20 artículos distintos) de esta como artículos M, dada su relevancia estratégica para la empresa y su alto valor individual (\$3.000.000 CLP), estos deben estar considerados en un lugar de almacenamiento más accesible y mejor controlado, que el resto de los artículos de baja rotación. Los demás artículos (82) recibirán la denominación B.

(3) Establecer las políticas operativas.

Se establecen las políticas operativas que regirán el funcionamiento y la normativa operacional para el área de bodegas (Anexo 1).

(4) Determinar niveles de inventario

Se establecerá el stock crítico de seguridad de los ítems, considerando un nivel de servicio del 99%. Se evaluará la venta de ítems en sobrestock y se buscará como política mantener siempre el inventario mínimo de seguridad. Para esto se utilizará la fórmula del punto de reorden de demanda variable y lead-

time fijo, ya que los proveedores han sido constantes y confiables en los periodos de entrega, que fluctúan entre 3 días a 1 mes, dependiendo del insumo y del proveedor de este. Existe un proveedor específico designado para cada insumo. El punto de reorden será calculado para mantener un nivel de servicio cercano al 100% ($Z=3$; 99,7% servicio)

$$ROP = \bar{d}L + Z_{\alpha}\sigma_d\sqrt{L}$$

Ilustración 22: Fórmula punto de reorden con demanda variable y Lead Time fijo

Se calculará además el punto de reorden para los insumos. Donde el costo de almacenamiento I ($H = I \times$ Costo unidad), esta dado por 1.32 UF/m2 anuales.

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

Ilustración 22: Formula lote óptimo EOQ

Se sugiere por parte de la empresa además mantener el stock de bombas de agua en al menos 2 para cada modelo presente en la planta actualmente (WEG y SIEMENS), modelos descontinuados se pueden vender.

Los artículos que están en sobrestock se eliminarán paulatinamente, a medida que se consumen (para los artículos de actividad A y B), y se buscará vender y desechar artículos sin actividad (actividad C), que estén en desuso u obsoletos. Se busca eliminar al menos 2 pallets de artículos obsoletos por cada mes. Con el objetivo de ayudar a reducir la ocupación de bodega y mejorar el ratio kg/m2. Esta medida va en línea con los planteamientos de la metodología 5s, que promueve la limpieza y la reducción de inventarios, como metodología lean.

(5) Formación de clases

Se genero un diagrama de nivel de producto, en donde se comparó cada insumo por su nivel de elaboración y el nivel en que forman parte en el proceso productivo, de acuerdo a lo sugerido en la literatura (Anaya, 2000):

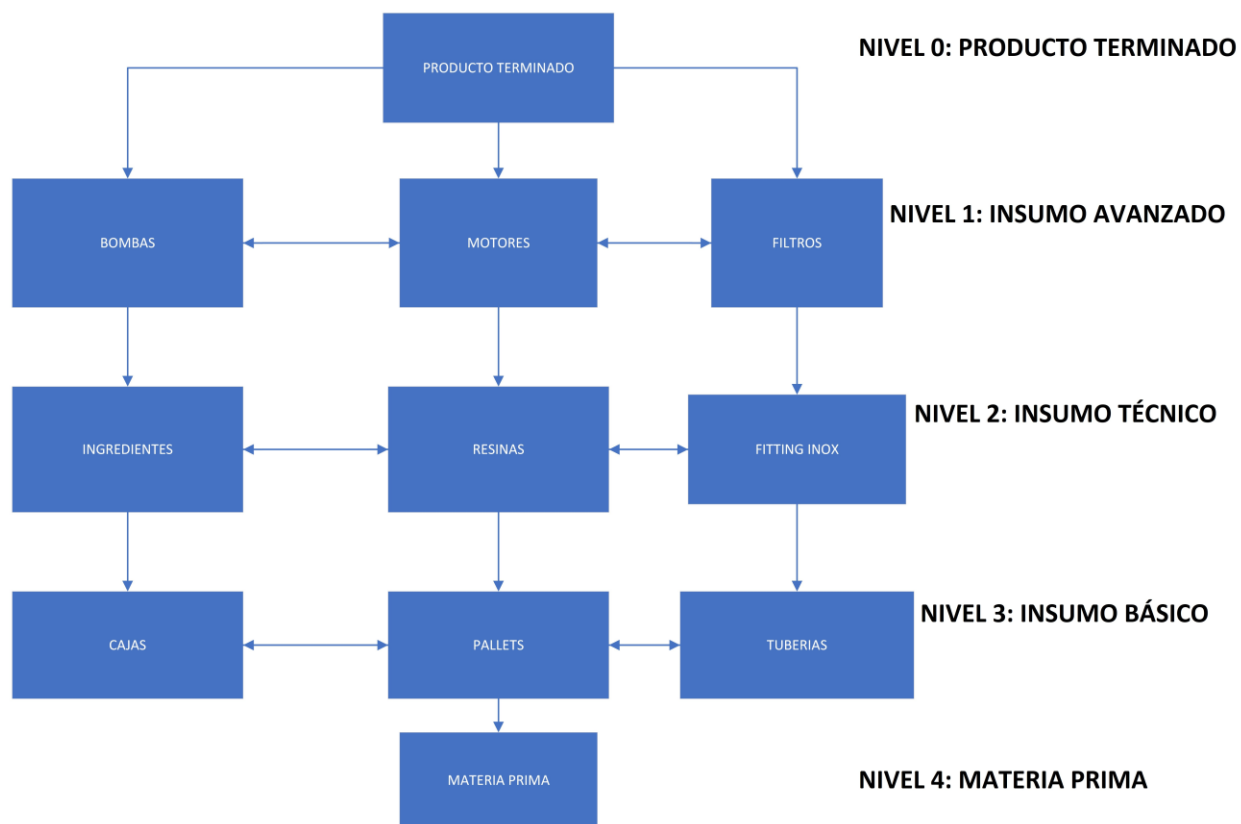


Ilustración 12, Bill of Materials, Elaboración propia

No obstante, no existen relaciones entre artículos de un mismo nivel, por el contrario, artículos como los motores son incompatibles con almacenaje de ingredientes por la presencia de aceite de motor, como se ve en la Ilustración 21, una agrupación por familias de producto es el enfoque adecuado para la naturaleza de estos insumos (Anaya, 2000). Se generaron las siguientes familias, para las cuales además se generó un acrónimo que se utilizará para la generación de un código en el etiquetado de los insumos:

1. Materias primas = MP
2. Insumos para la producción = IP
3. Insumos de mantención = IM
4. Motores = MO
5. Insumos de embalaje: IE

(6) Departamentalización y construcción del layout general

Se generó un diagrama de relación de actividades, de acuerdo con la metodología SLP, para establecer la compatibilidad y preferencia de almacenaje de los insumos en bodega:

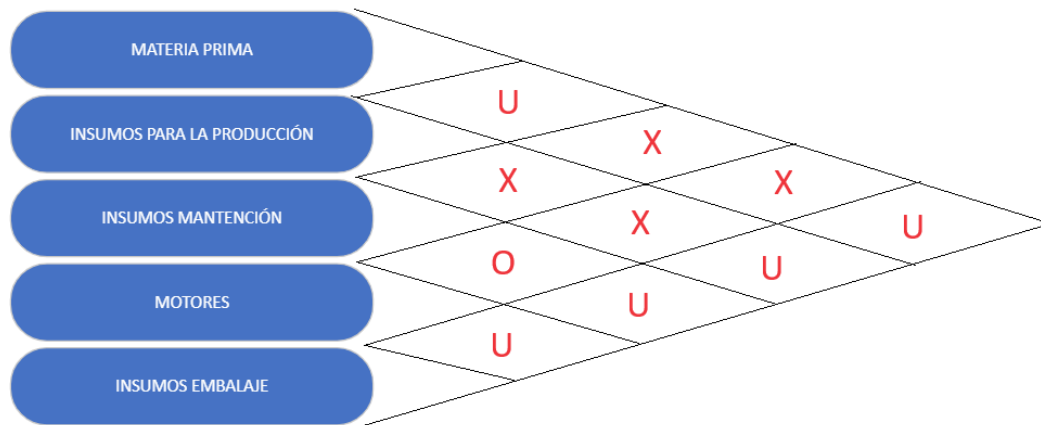


Ilustración 13, Diagrama de relación de actividades. Elaboración propia

Donde:

I = Muy importante, necesario

O = Importancia media, deseable pero prescindible

U = No es importante, irrelevante

X = No deseable, incompatible (Nahmias, 2014).

Se aprecia que la única interacción deseable es entre motores e insumos de mantención, motores son incompatibles con Materia prima e ingredientes (por la regulación sanitaria), y las otras relaciones son irrelevantes. En base a esto se mantendrá la bodega 2 y bodega 3 respecto al tipo de inventario que se almacena.

Se hizo además diagrama de-hacia como la alternativa más representativa. Ya que las distancias entre las bodegas afectan directamente el Lead Time del proceso por consiguiente la accesibilidad de los insumos. La tabla 13 refleja las distancias entre los destinos, estando en rosado las rutas entre bodega y destino que existen.

	INGRESO PLANTA	ÁREA DE MANTENCIÓN	BODEGA 1	BODEGA 2	BODEGA 3	BODEGA 4	BODEGA 5
INGRESO PLANTA							
ÁREA DE MANTENCIÓN	70						
BODEGA 1	160	110					
BODEGA 2	130	80	30				
BODEGA 3	390	340	230	260			
BODEGA 4	375	325	215	245	15		
BODEGA 5	335	285	175	205	55	40	



Tránsito entre
bodega y
destino existe

Tabla 8, Diagrama de-hacia (en metros). Elaboración propia.

A excepción de Bodega 2, que está exclusivamente destinada al almacenamiento de materia prima, la bodega más cercana a los destinos planta y mantención, es la bodega 1, luego bodega 5, 4 y 3 en ese orden. Por tanto, los artículos con mayor actividad (clase A), artículos clase M deberían estar en bodega 1 o 5, dependiendo del espacio, y artículos clase B en bodega 4. Nótese se excluye artículos de bodega 3 (Ingredientes) y de materia prima, ya que el inventario de estos se encuentra regulado con un SAP, cambiar su ubicación no es posible debido a la regulación sanitaria, lo que es factible es aumentar la capacidad de almacenamiento para la bodega 3, pero no lo es cambiar el tipo de productos que se almacenan en ella. Bodega 2 tiene buena utilización y no será modificada por el proyecto.

Las bodegas 1,3,4 y 5 son rectangulares o cuadradas, vemos que el flujo actual que ocurre en estas es un flujo en circular, donde se entra y sale por una única puerta:

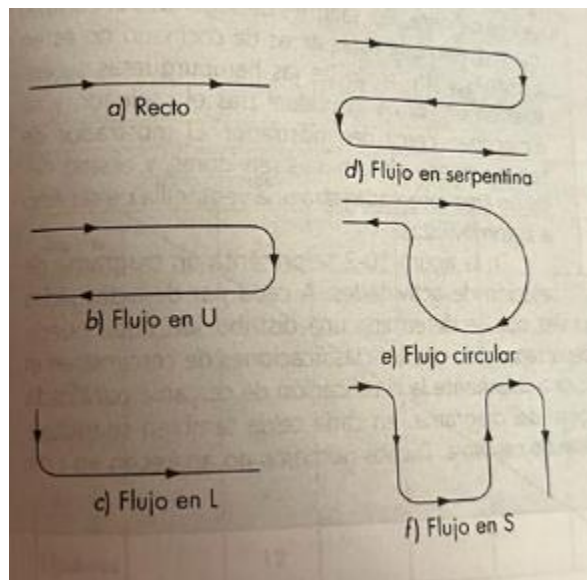


Ilustración 14: Seis patrones de flujo horizontal. Análisis de Producción de las operaciones. Steven Nahmias, 2014.

En Nahmias (2014), se sugiere que este patrón de flujo es el más simple y adecuado para este tipo de configuración. Por el uso de la grúa horquilla para la carga y descarga de los pallets, requiere que los pasillos tengan un ancho mínimo de 4m, por lo que colocar racks al medio de las bodegas, en una configuración paralela no resultaba factible. La configuración disponible para aumentar el número de racks disponibles es instalarlos en forma contigua a los muros de las bodegas, los cuales aún tienen disponibilidad para aquello, y mantener el flujo en u, el cual además facilita la operación y maniobrabilidad de la grúa horquilla. Por tanto, el layout resultante para las bodegas sería:

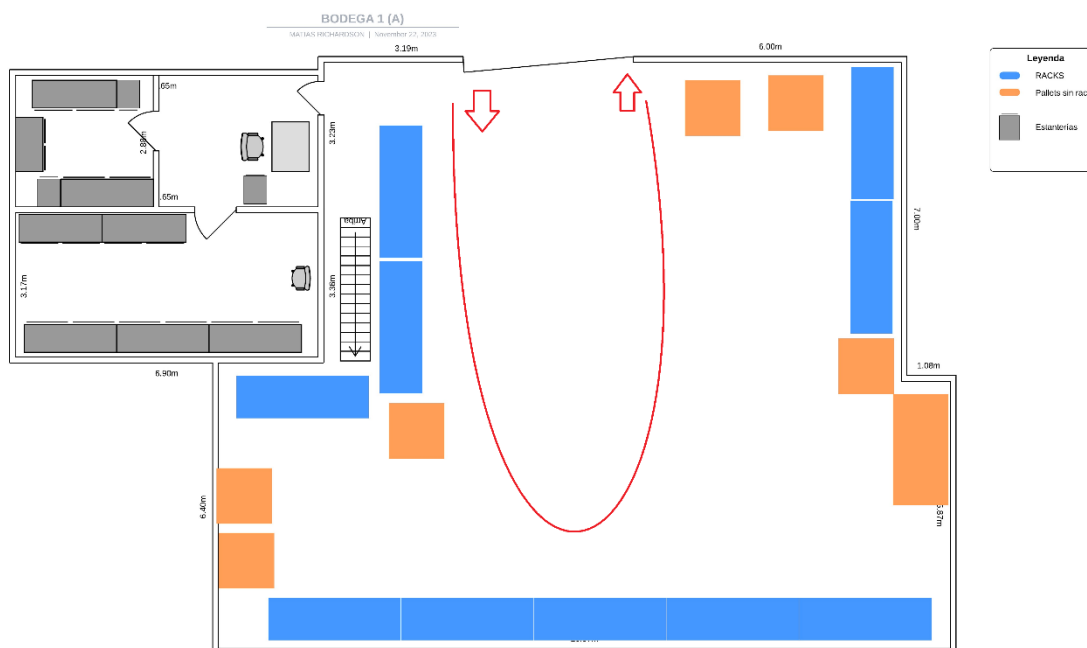


Ilustración 15, Layout final BODEGA 1, Elaboración propia

Se agregaron 5 racks al layout original, se mantuvo el resto de la configuración existente.



Ilustración 16, Layout final bodega 2. Elaboración propia

Se mantiene en su configuración original.

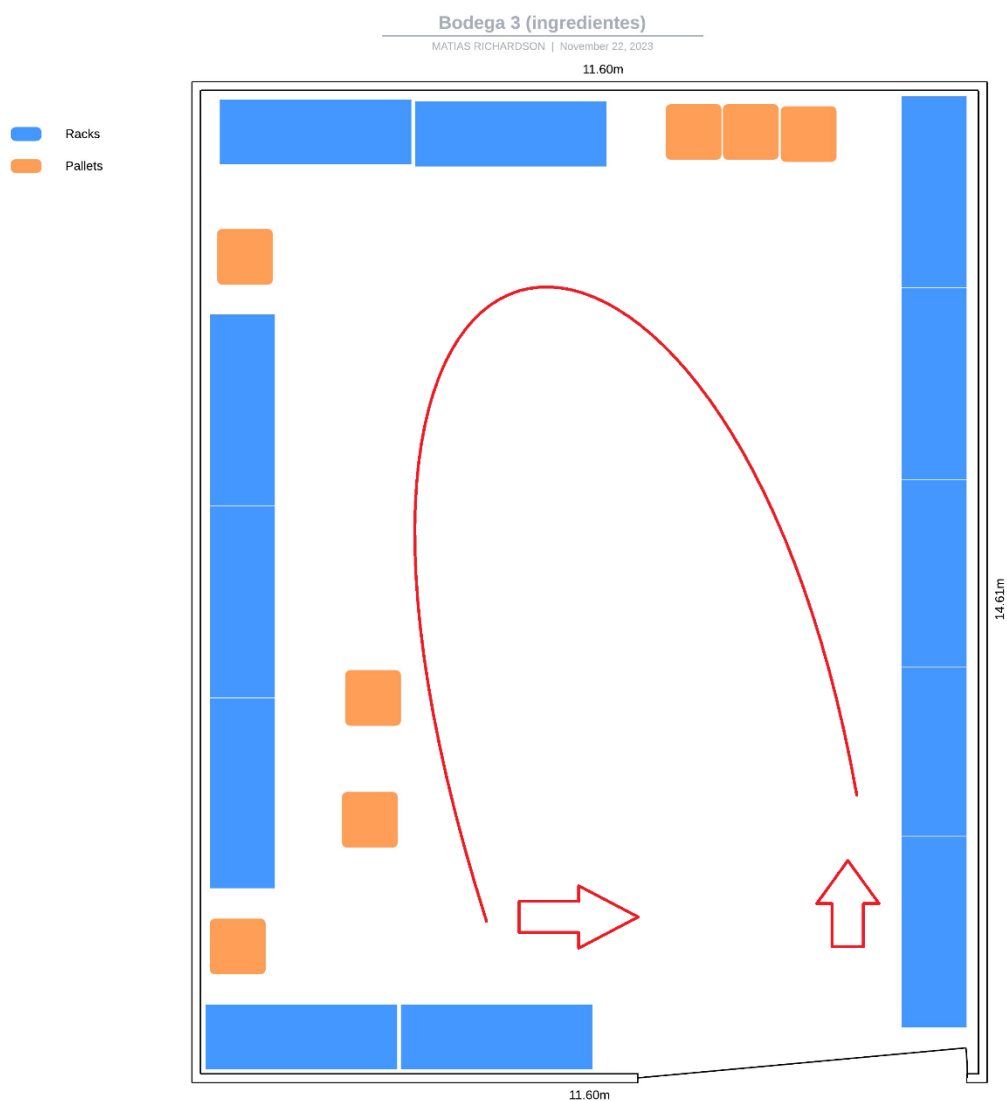


Ilustración 17, Layout Final Bodega 3. Elaboración propia

Se agregaron 3 racks por la cara interior izquierda, no se modificó el resto del layout ya no había ningún beneficio de capacidad en hacerlo.

MODIFICACIÓN BODEGA 4 (C)

MATIAS RICHARDSON | November 22, 2023

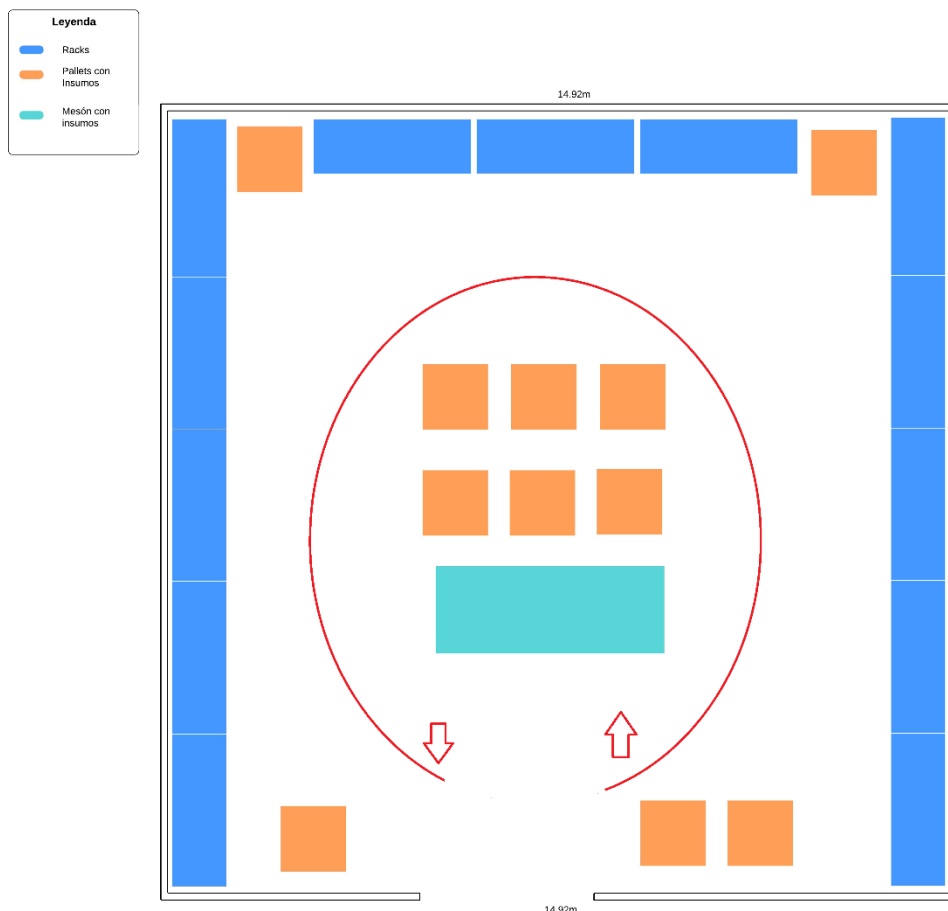


Ilustración 18, Layout Final Bodega 4. Elaboración propia

Se agregaron 3 racks en la cara posterior de la bodega, además se desplazó la repisa central 3 metros hacia adelante para dar acceso a la grúa horquilla a los racks traseros, se designó el área trasera principalmente para la colocación de pallets sin rack (en caso de requerirse), al ser una zona de baja actividad.

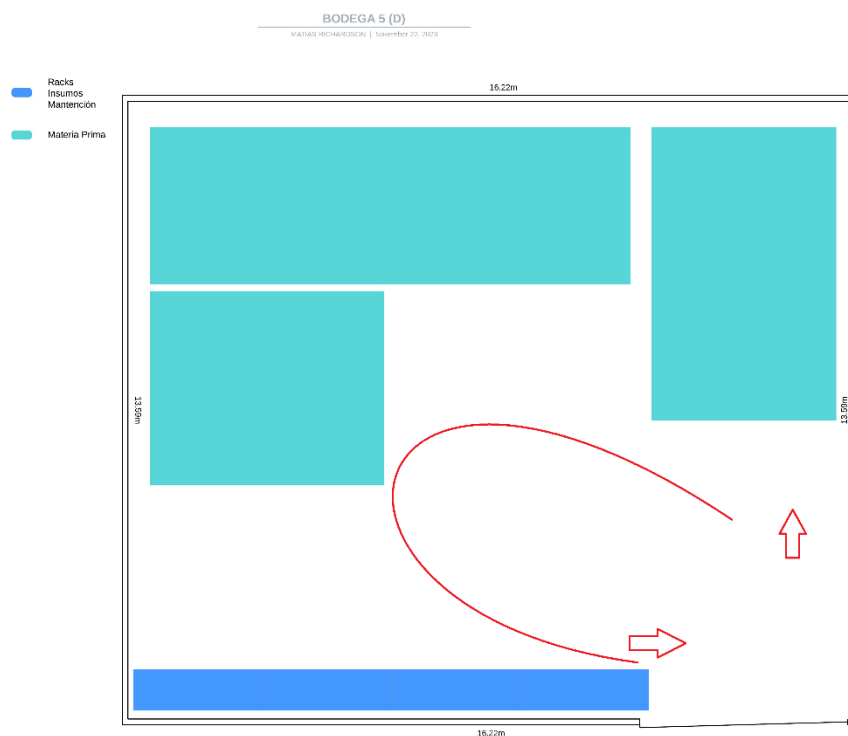


Ilustración 19, Layout final Bodega 5. Elaboración propia

A la bodega 5 no se le añadieron más racks ya que se busca aumentar la capacidad para materia prima de la misma (para mantener regulación sanitaria), el cual no requiere racks para apilamiento.

De la nueva configuración del layout, se incorporaron 11 racks nuevos, entre las bodegas 1, 3 y 4 respectivamente, añadiendo 133m2 de almacenaje.

(7) Particionamiento del Almacenaje:

Los productos deben estar situados lo mas cerca posible de las zonas de expedición (Ayana, 2000), véase de acceso más expedito. Por tanto, se clasificarán las zonas de mayor e inferior facilidad de acceso, a lo largo de las bodegas (en los puntos (12) y (13)).

(8) Diseño del manejo del material, almacenaje y clasificación.

Se elaborará un protocolo para la manipulación de los insumos en las bodegas (Anexo 2) que sigue los pasos de la Ilustración 31, buscando la simplificación, y la mantención del ordenamiento establecido. Se acordará la metodología para codificación de los productos. Se contrasta con que antes no existía diagrama del proceso y seguía los pasos descritos en el SIPOC (Ilustración 11), de manera laxa.



Ilustración 20, Diagrama del proceso TO BE. Elaboración propia.

Se genera un fichero de inventario para cada artículo (Ayana, 2000):

REGISTRO DEL ARTÍCULO			
INSUMO			002MPA00123456
FAMILIA			MATERIA PRIMA
NIVEL ACTIVIDAD			ALTA
LEAD TIME SUMINISTRO			4 SEMANAS
TIPO DE LOTE			PALLET
EXISTENCIAS			20
PEDIDO PENDIENTE			50

Ilustración 21, Registro de Productos

Donde el código representa:

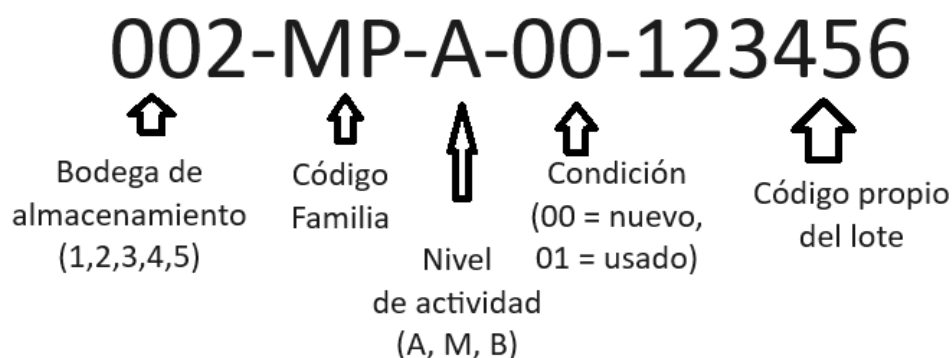


Ilustración 22, Desglose Codificación productos

(9) Diseño de los pasillos.

Se diseñarán los pasillos, manteniendo una restricción de anchura de 4 metros como mínimo, para la circulación de la grúa horquilla, como se observan en las figuras de paso (6). Dada la configuración elegida, no existen pasillos en las bodegas, sino más bien una zona de desplazamiento central, superior a 4m.

(10) Determinar los requerimientos de espacio.

Se determinará el requerimiento de espacio, en base al stock mínimo, considerando que la metodología de almacenaje será POSICIÓN FIJA, dado que este método es más compatible con la metodología análoga existente. Estadísticamente, la implementación de bodegas reduce la necesidad de inventario en un 15% (Ayana, 2000), que es un supuesto que podemos extrapolar para este plan de bodegas, pasando de la situación base sin inventario ni control de bodegas. Paulatinamente se planea eliminar los 82 artículos sin rotación del inventario que pertenecen al nivel B, manteniendo los stocks de seguridad para A y el stock mínimo (1), establecido para las bombas M.

(11) Determinar el número y la localización de los puntos Input/Output.

Se determinó un punto de carga/descarga para cada bodega, dado que existe un solo acceso y ninguna actividad productiva que requiera condiciones especiales. Este debe tener fácil acceso, cercanía al punto de entrada y salida, sin bloquear el tránsito de la bodega para las locaciones más visitadas.

(12) Determinar el punto y la locación de los sitios de carga/descarga.

Establecer los puntos de carga y descarga en las bodegas, demarcándolos en el suelo y en el diseño del layout.



Ilustración 23: Ejemplo demarcación punto I/O en layout de bodega 1. Elaboración propia

(13) Disposición del inventario.

Que distribución dentro de las particiones de la bodega tendrán los artículos, que se asignará en base a su nivel de actividad. Los artículos de mayor actividad quedarán en las zonas de mayor accesibilidad como se ve en Ilustración 33.

(14) Formación de zonas

Se formarán zonas dentro de cada bodega, las cuales se organizarán como zona de Alta, Media y Baja actividad, según su nivel de facilidad de acceso.



Ilustración 24: Ejemplo nivel de accesibilidad zonas Bodega 1. Elaboración propia.

7.3 Evaluación económica

El costo de implementación depende de la cantidad de Racks que a añadir. La implementación de los protocolos y la metodología no tiene costos de implementación por sí misma, pero la añadidura de Racks para el almacenaje vertical añadiría costo. Actualmente existen 6 racks disponibles por la empresa para su implementación. Según la modelación, el proyecto añadiría 11 racks en total, por lo que se requiere adquirir 5 racks adicionales, que con un costo de \$500.000 CLP sumarían \$2.500.000.

El impacto depende del nivel de éxito. El objetivo declarado era aumentar el RATIO a 6,2 kg/m². Lo cual permitiría continuar más sin añadir una bodega adicional, que significa un ahorro de 274,8 UF, en torno a los \$9.900.000 a precio de Octubre 2023, ese es el impacto económico del proyecto, además del impacto no visible en el mejoramiento en la forma que se ejecutan los procesos de bodega.

De acuerdo al layout propuesto, la mejora en la capacidad de almacenaje y la reducción inicial esperada de un 15% del inventario, llevarían el RATIO a un valor de 5,9 kg/m², cubriendo las necesidades, muy cerca del límite, hasta diciembre 2024.

	MES	PROYECCIÓN (KG/MES)	M2 REQUERIDOS
1	MAYO	3480	589,8
2	JUNIO	3730	632,2
3	JULIO	3980	674,6
4	AGOSTO	4230	716,9
5	SEPTIEMBRE	4480	759,3
6	OCTUBRE	4730	801,7
7	NOVIEMBRE	4980	844,1
8	DICIEMBRE	5230	886,4
9	ENERO (2024)	5480	928,8
10	FEBRERO (2024)	5730	971,2
11	MARZO (2024)	5980	1013,6
12	ABRIL (2024)	6230	1055,9
13	MAYO (2024)	6480	1098,3
14	JUNIO (2024)	6730	1140,7
15	JULIO (2024)	6750	1144,1
16	AGOSTO(2024)	6750	1144,1
17	SEPTIEMBRE (2024)	6750	1144,1
18	OCTUBRE (2024)	6750	1144,1
19	NOVIEMBRE (2024)	6750	1144,1
20	DICIEMBRE(2024)	6750	1144,1

Tabla 9, M2 REQUERIDOS CON EL RATIO RESULTANTE DEL LAYOUT MODELADO. Elaboración propia.

Los riesgos del proyecto son bajos, al no haber mayor inversión, no obstante se identificaron algunos:

MATRIZ DE RIESGOS						
		Gravedad →				
		1 Insignificante	2 Menor	3 Moderada	4 Importante	5 Catastrófica
↑ Probabilidad	5 Muy probable	5	10	15	20	25
	4 Probable	4	8	12	16	20
	3 Posible	3	6	9	12	15
	2 No es probable	2	4	6	8	10
	1 Muy improbable	1	2	3	4	5

Ilustración 25, Matriz de riesgos de la solución. Elaboración propia.

No se logre reducir el inventario: Es probable que no se logre reducir el inventario, dado que los productos almacenados son de lenta rotación, por tanto su consumo se dará a bajo nivel, y al ser productos específicos de la industria, puede que su venta no se concrete durante la duración del proyecto, el riesgo no es alto, ya que de todos modos la capacidad de almacenaje se espera aumente y ya existe un nivel de inventario designado para su eliminación (material disponible para eliminación inmediata cubre necesidades hasta Enero – 12 pallets)

Operarios no respeten las nuevas normas: Es posible que a los operarios no les gusten las nuevas normativas de control para el ingreso y salida de bodega, y que no las respeten o busquen maneras de boicotearlas. Esto tendrá un efecto negativo en la implementación de los ideales de Orden y Disciplina, y podría dificultar la implementación de los registros de entrada y salida para el control de inventario. No obstante, puede verse mitigado por medidas como la negación del servicio de bodega para funcionarios en rebeldía, conversaciones con las partes para reducir la tensión. Además, siendo este factor relevante a la parte cualitativa del proyecto, no afecta directamente los KPI como el ratio kg/m², por tanto no incide fuertemente en el rendimiento del mismo.

La capacidad no aumente en el nivel esperado: Es probable que no se logre aumentar la capacidad en el nivel esperado como meta (70% del volumen de bodega), por factores como la no compra de Racks. Este factor puede afectar el resultado económico del proyecto, pero puede ser mitigado por las medidas paralelas como la reducción del inventario propuesta, y el hecho de que 54,5% (6) de los racks requeridos (8), ya están adquiridos.

Finalmente, se elaboró un flujo de caja en UF para observar la rentabilidad del proyecto:

FLUJO CON PROYECTO (UF):							
2023-2024	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Período	0	1	2	3	4	12	13
Ingresos por ventas	\$ -	\$ 3	\$ 3	\$ 3	\$ 3	\$ 3	\$ 3
Utilidad Antes de Impuestos	\$ -	\$ 3	\$ 3	\$ 3	\$ 3	\$ 3	\$ 3
Impuestos (35%)	\$ -	\$ -1	\$ -1	\$ -1	\$ -1	\$ -1	\$ -1
Utilidad Despues Impuestos	\$ -	\$ 2	\$ 2	\$ 2	\$ 2	\$ 2	\$ 2
Depreciación	\$ -	\$ 1	\$ 1	\$ 1	\$ 1	\$ 1	\$ 1
Flujo de Caja Operacional	\$ -	\$ 3	\$ 3	\$ 3	\$ 3	\$ 3	\$ 3
Inversion Activos Fijos	\$ -68	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Valor residual	\$ -	\$ 4	\$ 4	\$ 4	\$ 4	\$ 4	\$ 4
Flujo de Caja de Capitales	\$ -68	\$ 4	\$ 4	\$ 4	\$ 4	\$ 4	\$ 4
Flujo de Caja Privado	\$ -68	\$ 7	\$ 7	\$ 7	\$ 7	\$ 7	\$ 7
VAN	\$ 136						

Tabla 10, Flujo de caja proyecto. Elaboración propia. Se ocultaron algunas columnas para dimensionar la imagen al informe.

Si bien las bodegas no generan ingresos, ya que no tienen actividad productiva, el proyecto genera un ingreso, pues tras la elaboración del inventario y la determinación de los stocks críticos, se encontró que hay alrededor de 18 UF en retazos de material Inox, que no pueden ser utilizados por planta por su pequeño tamaño, y por tanto serán paulatinamente eliminados, vendiéndose como material de chatarra (alrededor de 1 ton). Esta gestión no tiene un costo asociado ya que la empresa a un costado de Prodalysa es una recicladora que se hará cargo de la recepción. Esta venta está sujeta a impuestos, como se refleja en la tabla. Se determinó la vida útil de los racks en 5 años, luego la depreciación anual de los mismos será de 12 UF anuales (1 UF/mes). El costo de inversión de los racks es de 68 UF. Existe un retorno agregado de 4 UF mensuales, que corresponde al valor promedio de trabajo ahorrado por los operarios de mantención, que sin la implementación del protocolo, se gastan en viajes fallidos a bodega. Finalmente se llegó a un VAN positivo de 136 UF que sugiere es conveniente realizar el proyecto.

8. Desarrollo e implementación

8.1 Carta Gantt

Se elaboró una Carta Gantt con la planificación del proyecto:

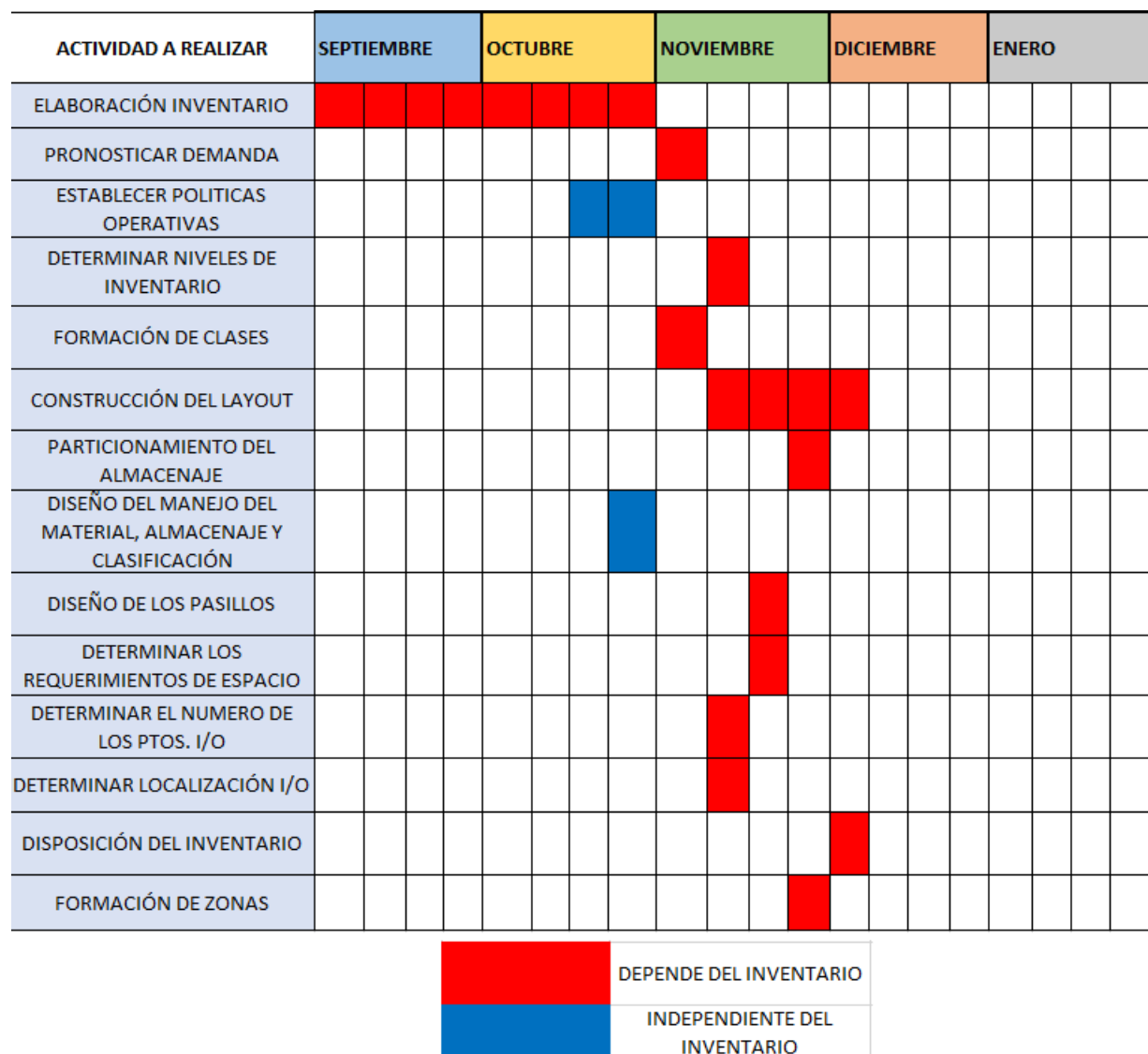


Ilustración 26, Carta Gantt del proyecto. Elaboración propia.

La carta Gantt indica la necesidad del inventario para el desarrollo del proyecto, así mismo las actividades independientes de este pudieron iniciarse paralelamente. Actividades no excluyentes se desarrollaron en paralelo como se indica. Se buscó equilibrar la carga de trabajo.

8.2 Avance

La Implementación se llevó a cabo siguiendo la carta Gantt. Las mayores dificultades se encontraron en la elaboración del inventario, que tomó dos meses en total, ya que se dificultó la labor en la bodega 4 principalmente, por la cantidad de artículos y la dificultad de acceder a estos (Ilustración 48)

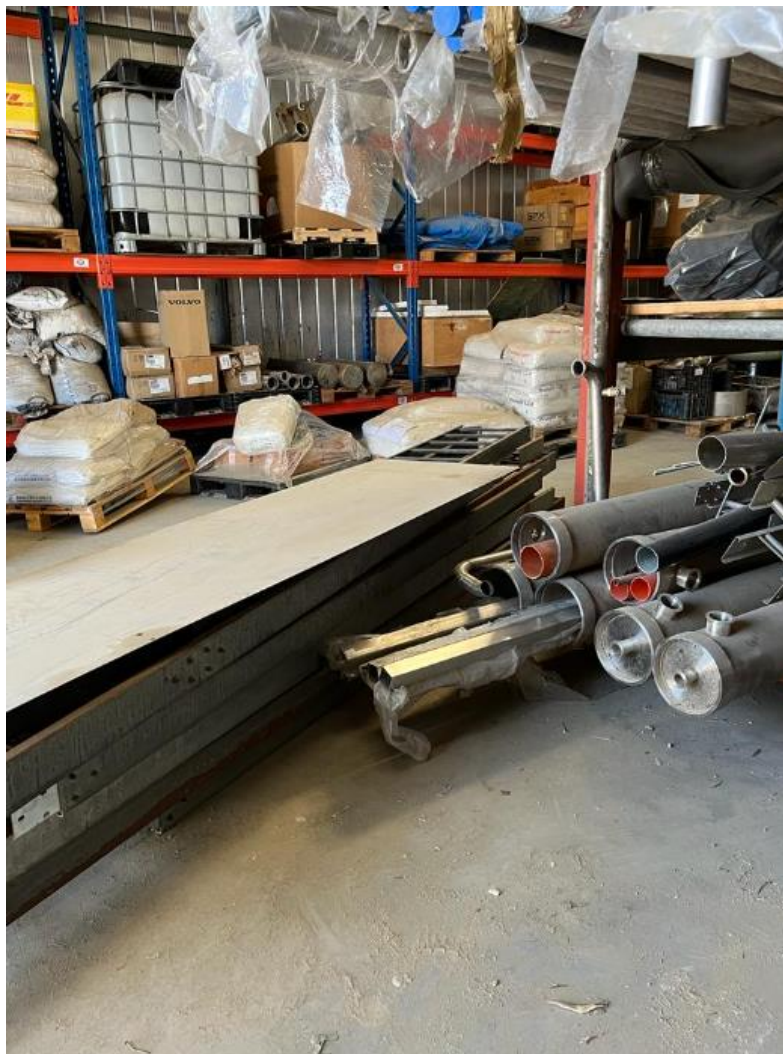


Ilustración 27; Acceso Bodega 4 (Mantenimiento)

Otra dificultad fue la búsqueda del software, no se encontró un software gratuito que computara las restricciones y entregara un resultado “Óptimo”, por esto se decidió usar la página “Lucidchart” para la confección de los planos, ya que permite realizarlos a escala, por lo que estos son consistentes con el layout real, respecto a las dimensiones de los racks, pallets y de la geometría de la bodega en general, sobre los cuales se aplicaron los criterios de la metodología SLP, de acuerdo al procedimiento de la carta Gantt, que fue detallado en metodología, y tomando referencia de Anaya (2000) y del Nahmias (2014).

A la fecha se han añadido 5 racks, que son los que se encontraban disponibles en la empresa para armar. En la bodega 3 se instalaron los correspondientes 3 racks y en la bodega 1 se agregaron 2 (Ilustración 49), esta labor fue realizada en conjunto con el Encargado de Bodega y el operador Logístico Interno. Se está a la espera de la compra de los 6 faltantes. También se procedió con la eliminación de material sin valor para la empresa (Ilustración 50) y la acumulación de los retazos de Inox para la venta programada (Ilustración 51).



Ilustración 28, 2 Rack nuevo instalado en bodega 1. Elaboración propia.



Ilustración 29: Desecho de material no utilizado. Elaboración propia.



Ilustración 30: Caja con retazos de material Inox listos para su eliminación. Elaboración propia.

9. Resultados

9.1 Mejora lograda

Se añadieron los 6 racks disponibles (2 en Bodega 1, 3 en Bodega 3, 1 en Bodega 4), los 5 racks restantes se compraron, y llegarán a la empresa durante Enero 2024.

Se han eliminado 12 pallets de material no utilizado, 8 en bodega 4 y 4 en bodega 1, correspondiente a chatarra, repuestos discontinuados, y trozos de zinc que eran parte del inventario, además se utilizaron para la producir tres estanques de bodega 5. Esto mejoró el espacio disponible que pasó de los 99 m proyectados para noviembre a 154m, lo cual recalibra la tabla para los meses siguientes.

Así mismo, los 6 racks restantes ya están en proceso de compra, se espera lleguen a la empresa a finales de Diciembre, por lo que pueden considerarse como capacidad añadida de la bodega desde el periodo de enero hacia adelante.

Existen además 6 cajas con surtido Inox que van a ser liquidadas a la brevedad, son trozos muy pequeños para ser utilizados en planta, por lo que serán vendidos al kilo a \$600/kg (valor kilo acero inoxidable), esto se espera realizar en las primeras 2 semanas de diciembre. Se espera seguir eliminando material en forma paulatina.

Se logro inventariar el 100% de los artículos (137 variedades). Se implementaron todos los puntos del plan de bodega, exceptuando la generación del código (8) que está pendiente. Se generaron los registros para establecer el control (Anexo 4), que fueron revisados, corregidos por la empresa, para su añadidura en el plan maestro partiendo en 2024.

9.2 Impacto

El Ratio alcanzó los 5,1 kg/m² en Noviembre (Anexo 3) y llegará a 5,2 kg/m² Diciembre. En Enero se espera llegue a 5,4 kg/m² con la llegada de los racks, se pronostica que siga aumentando a medida que se sigan eliminando artículos de actividad baja. Se observa que el máximo Ratio alcanzable será 5,9kg/m². Esto se debe a que la cantidad máxima de racks instalable (11), no es suficiente para alcanzar el 6,2 kg/m² propuesto, por las restricciones de los pasillos impuesta por el uso de la grúa horquilla. No obstante, el ratio 5,9 UF/m² (66% capacidad utilizada) es suficiente para cubrir todas las necesidades durante el 2024, que se determinó como el horizonte máximo del proyecto, se espera se estabilice el ratio en este valor como en Ilustración 52. Esto significaría un ahorro de 358 UF, que es el gasto en que se habría incurrido arrendando una bodega de 277m² por un año, que era la requerida en la situación base.

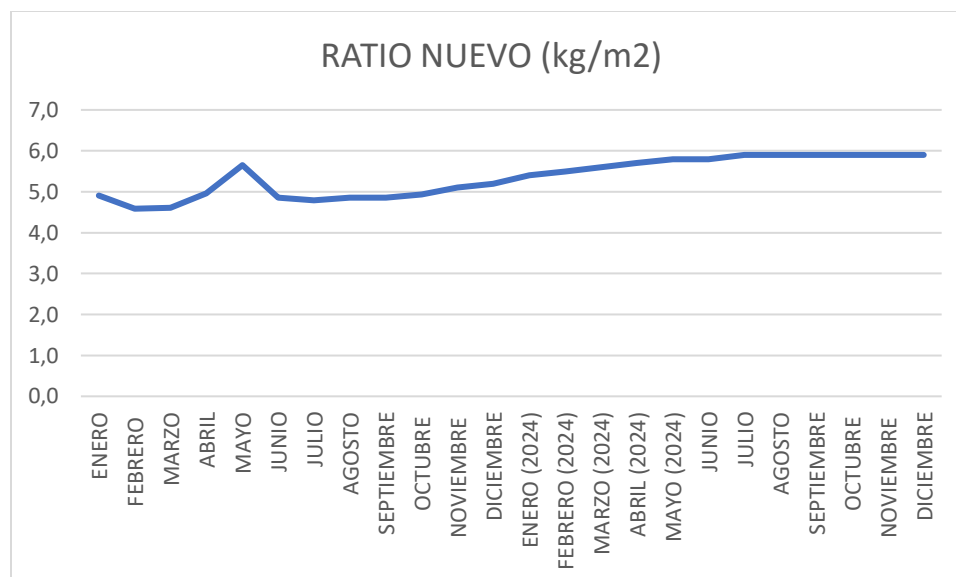


Ilustración 52: Ratio actual y proyectado 2024

Respecto a los objetivos no cuantificables, se logró realizar el ordenamiento del área, corroborable por las fotografías en el anexo, se estandarizó el proceso de funcionamiento de la bodega y se implementó el plan de gestión de esta. Durante la 3° semana de noviembre, actualmente se encuentra en etapa de prueba, pero los protocolos han funcionado adecuadamente y se ha limitado el acceso indiscriminado a bodega, que era uno de los objetivos solicitados por la empresa. Además, de forma adyacente al proyecto, la implementación del inventario solucionó un problema paralelo, que es el hecho de que la bodega tenía muchas visitas infructuosas, donde los operarios no encontraban lo que se buscaba. La “tasa de éxito” de una expedición a bodega era del 52%. Dado que ahora se accede a bodega solo si el artículo solicitado se confirma disponible y se autoriza el despacho, la tasa de éxito se vuelve 100%, y la reducción en tiempos muertos de viaje ida-vuelta a bodega, significa un beneficio de 2UF/mes (considerado en el VAN).

10. Conclusiones

10.1 Conclusiones del Proyecto

En conclusión, se logró implementar un plan de bodegas para Prodalysa SpA, basado en el mejoramiento del layout mediante la metodología SLP y generando una estandarización de los procesos. Se logró establecer el inventario, para todos artículos de las bodegas 1, 2, 3, 4 y 5. Además se estableció un stock de seguridad para los artículos con mayor actividad.

No se alcanzó a mejorar el RATIO deseado de 6,2 kg/m², pero se mejoró de un ratio de 4,7 a 5,2 kg/m², proyectándose a 5.9 kg/m² si se mantienen los procedimientos en su configuración actual, llegando a un 66% de la capacidad total de las bodegas, muy cercano al objetivo de 70%.

Esto significa para la empresa retrasar la incorporación de una 6° por la completitud de 2024, ahorrando a la empresa 358 UF, por una inversión de 68 UF, un ahorro total de 290 UF, adicionalmente, la estandarización lograda y los protocolos formales establecidos para la operación de la bodega, serán de utilidad para la empresa en horizonte más allá del presente proyecto, y son compatibles con el continuo escalamiento de las operaciones de la empresa y la bodega.

10.2 Recomendaciones Finales

Se recomienda a la empresa incorporar formalmente, la metodología 5S para ayudar en el futuro a mantener la limpieza y el ordenamiento de la bodega, esto se puede hacer agregando auditorías internas que no representan realmente un costo significativo a la empresa y la ayudarán a mantenerse en los niveles alcanzados. Se deseó hacerlo en el proyecto, pero por la calendarización de este no fue posible.

Otro elemento que sería recomendable realizar es la valorización del inventario. Al tener ya el inventario actualizado, sería útil para la empresa añadir a los artículos el costo individual de cada uno, para conocer el valor real de los activos retenidos en esta, y mejorar así la fidelidad de las tasaciones y el cálculo de la depreciación en el balance contable anual.

11. Referencias:

Anaya Tejero, J. J. (2000). *Logística integral: La gestión operativa de la empresa* (1ª edición). Madrid: ESIC editorial.

As/RS applications and benefits: Automated Storage & Retrieval System(AS/RS):Products:Intralogistics: Solutions. DAIFUKU. (n.d.).

<https://www.daifuku.com/solution/intralogistics/products/automated-warehouse/types/features/>

Cormier, G., & Gunn, E. A. (1992). *A review of warehouse models*. *European Journal of Operational Research*, 58(1), 3–13. doi:10.1016/0377-2217(92)90231-w

Mohsen. (2002). *A framework for the design of warehouse layout*. *Facilities*, 20(13/14), 432–440. doi:10.1108/02632770210454377

Hu, X., Chuang, YF. E-commerce warehouse layout optimization: systematic layout planning using a genetic algorithm. *Electron Commer Res* **23**, 97–114 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10660-021-09521-9>

Istiqomah, N. A., Sansabilla, P. F., Himawan, D., & Rifni, M. (2020, July). *IOPscience*. Journal of Physics: Conference Series. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1573/1/012038>

Limpiezas Rivera. (2022, September 27). Método de las 5s: Qué Es, cuáles son sus objetivos y por qué es importante. Rivera Limpieza Integral. <https://www.limpiezasrivera.com/2019/7/2/metodo-5s>

Nahmias, S. (2014). *Análisis de la producción y las operaciones* (Sexta edición). Mc-Graw Hill.

Tutoriales, G. (2016) Pronóstico de Demanda con alisamiento exponencial para distintos Alfa α , Gestión de Operaciones. Available at: <https://www.gestiondeoperaciones.net/proyeccion-de-demanda/pronostico-de-demanda-con-alisamiento-exponencial-para-distintos-valores-de-alfa/> (Accessed: 06 December 2023).

Venkateswaran, S., Nahmens, I., & Ikuma, L. (2013). *Improving healthcare warehouse operations through* 5S. *IIE Transactions on Healthcare Systems Engineering*, 3(4), 240–253. doi:10.1080/19488300.2013.857371

12. Anexos:

Anexo 1:

(3) METODOLOGÍA - POLITICA OPERATIVA PARA LA BODEGA

PROPUESTA POLITICA OPERARIA DE BODEGA

El área de bodegas consta de 5 bodegas cuya denominación es la siguiente:

Bodega 1: Centro de Operaciones. Bodega principal, destinada al control de la gestión de bodegas, almacenamiento de artículos de mantención de alta rotación, artículos de bajo volumen, cajas de producto, pallets, filtros, resinas y artículos en tránsito o stand-by.

Bodega 2: Bodega Materia prima: Bodega asignada exclusivamente al almacenamiento de Stevia.

Bodega 3: Bodega Ingredientes: Bodega dedicada al almacenamiento de ingredientes e insumos relativos a la producción de productos.

Bodega 4: Bodega Mantención. Bodega dedicada a los artículos de mantención de alto volumen (bombas, motores, cabezales, etc), maquinaria pesada, tuberías y artículos voluminosos en general.

Bodega 5: Bodega Materia prima y excedentes. Bodega dedicada a materia prima y artículos de mantención que no encuentran espacio en bodega 1 o 5.

Los encargados de administrar el área de Bodega son el ENCARGADO DE BODEGA y OPERADOR LOGISTICO INTERNO, bajo la tutela de sus superiores. La bodega 1 cuenta con una oficina desde donde el OPERADOR

LOGISTICO INTERNO administra el inventario y gestiona la recepción y el envío de pedidos desde el área de bodega.

El área de bodegas atiende de lunes a viernes de 8:30 a 18:00 horas, recepcionando pedidos vía correo electrónico. El acceso al área de bodegas solo está permitido para retiros autorizados u excepciones determinadas por encargados del área o sus superiores, no se puede ingresar al área de bodegas sin autorización de los anteriores y sin la presencia de alguno de los encargados.

Los pedidos de materia prima e ingredientes, que corresponden a las bodegas 2, 3 y 5, son gestionados mediante la normativa existente (R-PR-8.2-03 Solicitud y Retiro de Materias Primas o Insumos).

Pedidos de insumos de mantención e insumos varios que acompañan a la producción y no corresponden a la categoría MANTENCIÓN e INGREDIENTES, son gestionados de la siguiente forma:

MANTENCIÓN y los terceros que requieren material de bodega PUEDEN revisar el INVENTARIO actualizado que está disponible para lectura en la nube del Excel de la empresa. Luego DEBEN llenar el formulario SOLICITUD A BODEGA con los insumos requeridos, especificando el proyecto en que serán utilizados. El OPERADOR LOGISTICO INTERNO revisará la solicitud que debe ser autorizada por la autoridad competente, posterior a lo cual gestionará el pedido. En caso de no estar disponible un insumo solicitado en bodega, este deberá llenar el registro SOLICITUD DE COMPRA BODEGA, solicitando a los encargados de compra los insumos faltantes. Así mismo, el OPERADOR LOGISTICO INTERNO y el ENCARGADO DE BODEGA pueden llenar este formulario para solicitar insumos que estén en STOCK CRÍTICO el cual está determinado en el inventario y las políticas específicas que rigen a cada insumo.

Para el despacho del pedido, el OPERADOR LOGISTICO INTERNO debe llenar el registro DESPACHO DE BODEGA detallando todos los insumos que se están despachando en la instancia, este pedido puede ser entregado por el OPERADOR LOGISTICO INTERNO u el ENCARGADO DE BODEGA en la locación que lo requiere. En su defecto, los solicitantes pueden retirarlo en la bodega indicada mediante autorización del área de bodega y en su presencia. En forma posterior el OPERADOR LOGISTICO INTERNO debe actualizar el inventario con las existencias

En síntesis, el procedimiento de bodega es la siguiente serie de pasos:

Procedimiento mantención y artículos que no son materia prima o ingredientes:

- 1.Revisión del inventario en línea.
- 2.Solicitud a Bodega (registro) vía correo (con copia a la autoridad que lo autorizará de manera simple)
- 3.Fabricación del pedido (o solicitud de compra mediante registro en caso de no haber existencias)
- 4.Emisión de pedido (con registro que lo certifica)
- 5.Recepción conforme del pedido (firmada)
- 6.Actualización del inventario
- 7.Solicitud de material (compra), en caso de que se alcance el stock crítico.

Del mismo modo, cuando llegan artículos nuevos a bodega, se debe realizar el siguiente proceso.

Procedimiento de ingreso de artículos a bodega:

- 1.Ingreso del artículo con registro Ingreso a bodega.
2. Inspección visual que confirme lo que se entrega con lo que está en el registro (firma recibido conforme)
- 2.OPERADOR LOGISTICO INTERNO o ENCARGADO DE BODEGA depositan artículo en ubicación correspondiente (o designada en caso de que sea un tipo nuevo de artículo)
- 3.Actualización del inventario.

El inventario tiene una serie de parámetros que pueden ser de utilidad para quien lo lee como:

- 1.Nombre del artículo (descripción breve)
2. Marca (si corresponde)
3. Cantidad
- 4.Tipo de unidad de almacenamiento (unidad, caja, pallet)
- 5.Condición (NUEVO O USADO)
6. Descripción breve (Opcional si lo amerita)

Los encargados del área de bodega pueden ser contactados vía correo electrónico o en forma telefónica, pero cualquier solicitud de intercambio de material debe estar documentada con un respaldo del registro correspondiente vía correo electrónico, de lo contrario el artículo no podrá ser entregado.

El OPERADOR LOGISTICO INTERNO deberá disponer de una carpeta para cada registro, donde deben estar impresos y ordenados en forma correlativa, esta carpeta deberá siempre mantenerse actualizada, en conjunto con el inventario.

Sugerencias: Se sugiere la instalación de una cámara en la entrada de la bodega 1, para corroborar todos los movimientos documentados, en caso de surgir una discrepancia, y por seguridad, dado el valor de los artículos almacenados. Así mismo, se sugiere una cámara para la entrada de la bodega 4, dado el alto valor de los artículos almacenados en esta. Esta puede además asegurar cobertura para la puerta de la bodega 3 (colindante) y la puerta trasera de la bodega 2, para mejorar la utilización de esta.

Anexo 2:

(8) Diseño del manejo del material, almacenaje y clasificación.

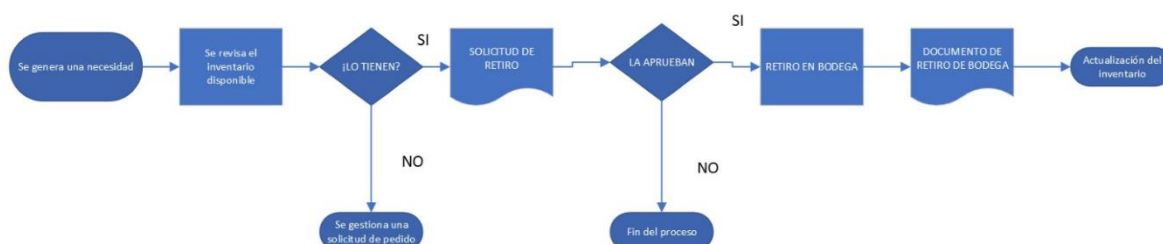


Ilustración 31, Diagrama del proceso TO BE. Elaboración propia.

El manejo del material se rige de acuerdo a la política operativa, donde:

- 1- Se genera una necesidad
- 2- Se revisa inventario (el solicitante)
- 3- Se hace una solicitud de retiro
- 4- Se aprueba (rechaza termina el proceso)
- 5- El Encargado de Bodega revisa la solicitud
- 6- La emite o emite el pedido para el ítem faltante en caso de no haber
- 7- Se gestiona despacho
- 8- Se efectúa el despacho (registro)
- 9- Se actualiza el inventario

El almacenaje se hace de acuerdo a los criterios de clasificación por zona (Actividad A, B, C designada).

El Encargado deposita el pedido/recepción en la zona designada, desde donde con la grúa horquilla se almacena en el rack correspondiente. Para elementos que van a la estantería (inferior a 1.2*1.2m e inferior a 25kg), se realiza de forma manual sin grúa horquilla en la estantería correspondiente (Solo aplica a Bodega 1, demás bodegas no tienen estanterías ni inventario de ese tipo).

El protocolo de circulación dentro de la bodega es el dispuesto por las recomendaciones del ministerio del trabajo y el IST, donde los operarios deben usar casco de seguridad en todo momento. Gafas de seguridad para la operación y deben estar capacitados para el manejo de la grúa horquilla con su licencia vigente.

Anexo 3:

Tabla de resultados, hasta Diciembre 2023 y proyección de Enero a Diciembre 2024:

	KGS PRODUCIDOS	JMEN DE BOD	% UTILIZADO	ÁREA DISPONIBLE (M2)	ÁREA UTILIZADA (M2)	AREA UTILIZADA MEJORA (M2)	RATIO NUEVO
ENERO	3000	698	87,7%	86,2	621,2	611,8	4,9
FEBRERO	2900	698	90,6%	65,5	642,2	632,5	4,6
MARZO	2850	698	88,6%	79,3	628,2	618,7	4,6
ABRIL	3100	698	89,6%	72,4	635,2	625,6	5,0
MAYO	3400	1159	51,9%	557,7	610,5	601,3	5,7
JUNIO	3800	1159	67,4%	377,4	793,6	781,6	4,9
JULIO	4000	1159	72,0%	325,0	846,8	834,0	4,8
AGOSTO	4300	1159	76,5%	272,6	900,0	886,4	4,9
SEPTIEMBRE	4400	1159	78,2%	253,0	953,2	906,0	4,9
OCTUBRE	4730	1159	82,7%	200,6	1006,4	958,4	4,9
NOVIEMBRE	4980	1159	84,3%	182,5	1059,6	976,5	5,1
DICIEMBRE	5230	1159	86,8%	153,2	1112,8	1005,8	5,2
ENERO (2024)	5480	1159	87,6%	144,2	1053,8	1014,8	5,4
FEBRERO (2024)	5730	1159	89,9%	117,2	1101,9	1041,8	5,5
MARZO (2024)	5980	1159	92,1%	91,1	1150,0	1067,9	5,6
ABRIL (2024)	6230	1159	94,3%	66,0	1198,1	1093,0	5,7
MAYO (2024)	6480	1159	96,4%	41,8	1246,2	1117,2	5,8
JUNIO	6750	1159	100,4%	-4,8	1298,1	1163,8	5,8
JULIO	6750	1159	98,7%	14,9	1298,1	1144,1	5,9
AGOSTO	6750	1159	98,7%	14,9	1298,1	1144,1	5,9
SEPTIEMBRE	6750	1159	98,7%	14,9	1298,1	1144,1	5,9
OCTUBRE	6750	1159	98,7%	14,9	1298,1	1144,1	5,9
NOVIEMBRE	6750	1159	98,7%	14,9	1298,1	1144,1	5,9
DICIEMBRE	6750	1159	98,7%	14,9	1298,1	1144,1	5,9


En esta tabla se aprecian los parámetros del área de bodega desde Enero 2023 a Diciembre 2023 que obedecen a los valores reales obtenidos de las mediciones realizadas.

En amarillo: Valores alcanzados con las modificaciones ya realizadas e implementadas. Si el progreso se estancara y se dejara de eliminar inventario, la proyección de área utilizada sería la columna amarilla y en Abril la bodega alcanzaría el límite.

En azul: Si se mantiene la tendencia y se continúa eliminando inventario en forma paulatina, se cumplirán los prospectos de la columna azul, y se logrará transcurrir el año 2024 sin necesitar una bodega adicional.

Anexo 4:

Registros de bodega.



PRODUCTORA ALYSA SpA.

SOLICITUD INSUMOS A BODEGA			
Código:	R-PR-0000000	Página:	1 de 1
Versión:	01	Fecha:	03-11-2023

SOLICITA: _____ **FECHA:** _____ **Número de Solicitud a Bodega** _____

DESTINO **PROYECTO (especificar)** _____ **URGENTE (sí/no)** _____

MATERIALES	Marca (si corresponde)	Cantidad	USO DEL MATERIAL	Fecha Entrega	Urgencia

Página 1


FIRMA SOLICITANTE _____ FIRMA V'B* _____

FIRMA ENCARGADO ENTREGA _____

OBSERVACIONES

[illegible]

[illegible]

 PRODUCTORA ALYSA SpA.		SOLICITUD COMPRA INSUMOS DESDE BODEGA			
		Código:	R-PR-0000000	Página:	1 de 1
		Versión:	01	Fecha:	09-11-2023

SOLICITA: _____
DESTINO

FECHA: _____
OTROS (especificar) _____

Número de Solicitud de Pedidos de Bodega _____
 CONSUMO INTERNO (sí/no) _____

MATERIALES	PROVEEDORES	Cantidad	USO ADQUISICIONES	Fecha Entrega

FIRMA SOLICITANTE _____
 FIRMA ENCARGADO ENTREGA _____

FIRMA V'B: _____

OBSERVACIONES