Escuela Superior Politécnica del Litoral

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Kevin Lascano
kslascan@espol.edu.ec

Jordan España
jespana@espol.edu.ec

La ESPOL promueve los Objetivos de Desarrollo Sostenible

DISEÑO DE ASIGNACIÓN DE UBICACIONES EN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE UNA EMPRESA DE ALIMENTOS

PROBLEMA

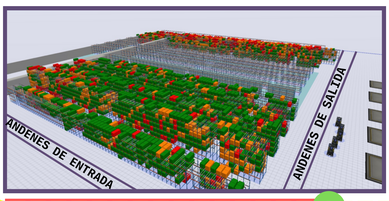
Un Centro de Distribución alimentario requiere un modelo matemático que permita asignar ubicaciones óptimas a sus SKU's, debido a los problemas actuales de retrabajo y los costos operativos elevados.

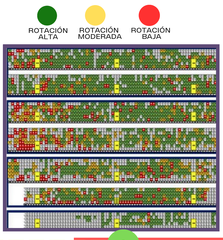
OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo de asignación de ubicaciones, con el propósito de mejorar la eficiencia en la gestión de productos, reducir errores en la preparación de pedidos, minimizar los tiempos y recorridos de picking, garantizar la seguridad y optimizar la operación global de la organización.

SITUACIÓN ACTUAL

1 HALLAZGOS





- Almacenamiento caótico
- Altos desplazamientos
- Retrabajo
- Altos tiempos de recolección
- Alto Tráfico de montacargas

2 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

Disminuir el recorrido promedio

Asignar 80% de SKU a racks

Evitar errores de recolección

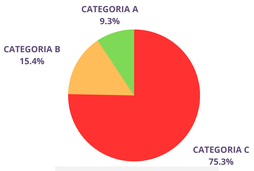
Disminuir tiempos de desplazamiento

3 RESTRICCIONES

- Bajo impacto económico
- Evitar rediseño de almacén
- Áreas no consideradas
- Respetar dimensiones de racks
- Evitar el cruce de material

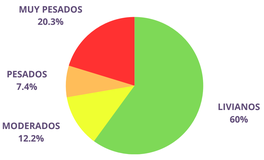
PROPUESTA

1 CLASIFICACIÓN ABC POR CANTIDAD DE VENTAS



EL 9.3% DE SKU RERESENTA EL 70% DE LAS VENTAS ANUALES

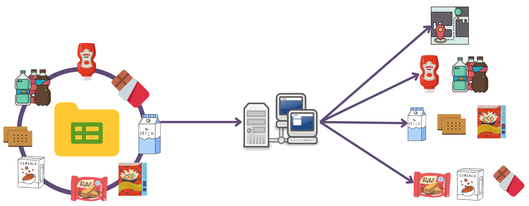
2 SEGMENTACIÓN POR PESOS



EL 60% DE SKU'S SON LIVIANOS

3 MINERIA DE DATOS

ANALIZA INFORMACIÓN DE VENTAS COLOCANDO PRODUCTOS EN UBICACIONES OPTIMAS

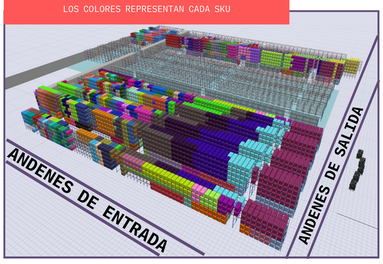


DATA DEL ALMACEN — SERVIDOR — RESULTADOS

RESULTADOS

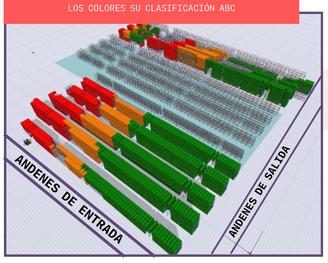
UBICACIONES ÓPTIMAS DE LOS SKU'S

LOS COLORES REPRESENTAN CADA SKU



UBICACIONES ÓPTIMAS DE LOS SKU'S

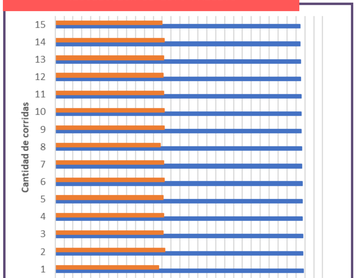
LOS COLORES SU CLASIFICACIÓN ABC



AREAS NO CONSIDERADAS

DISTANCIA PROMEDIO DE MONTACARGAS

RECOLECCIÓN DE 1570 PALLETS

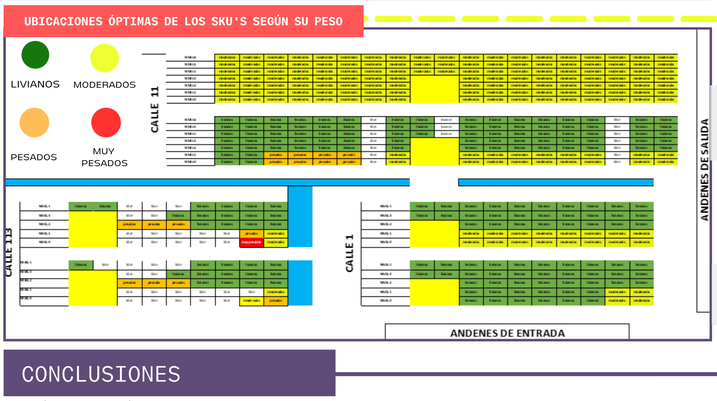


PALLETS TRANSPORTADOS

REDUCCIÓN DE DISTANCIAS RECORRIDAS

REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE RECOLECCIÓN

UBICACIONES ÓPTIMAS DE LOS SKU'S SEGÚN SU PESO



MÁS DEL 80% DE SKU'S CON UBICACIÓN FIJA

ESTO EVITA ERRORES DE RECOLECCIÓN

4 MODELO DE OPTIMIZACIÓN

CONJUNTOS:

- I: [001, 002, 003, ..., 114] - Conjunto de pasillos (i).
- J: [001, 002, 003... 174] - Conjunto de ubicaciones (j).
- H: [00, 01, 02, ..., 06] - Conjunto de niveles de estantes (h).
- K: Conjunto de productos a ser almacenados (k).
- U: Conjunto de productos ya almacenados (u).
- U_am, U_cli, U_cnr: Conjunto de ubicaciones disponibles en áreas de ambiente, climatizado y culinario respectivamente.
- U_A, U_B, U_C: Conjunto de ubicaciones pertenecientes a categoría A, B o C respectivamente, según la clasificación ABC.
- Umpes, Upes, Umod, Uliv: Conjunto de ubicaciones preferenciales para productos (muy pesados, pesados, moderados, livianos) respectivamente.

PARÁMETROS:

- a_prod_k: Área donde el producto "k" debería ser almacenado.
- $a_prodABC_k$: Clasificación ABC del producto "k."
- $CaProdPeso_k$: Clasificación de productos k por peso (muy pesados, pesados, moderados, livianos).
- $disp_{(i,j,h)}$: Número de disponibles lotes en la localización (i, j, h).
- $prodk_k$: Cantidad de unidades de producto "k" que deberían ser almacenadas.
- T_k: Rotación índice del producto "k."
- $D_{(i,j)}$: Distancia desde la localización (i, j) hasta el almacén de salida.
- A_k: Altura del pallet para producto "k."
- $Ha_{(i,j,h)}$: Máximo alto permisible en rack (i, j, h).
- $Wp_{(i,j,h)}$:Máximo peso tolerable en rack (i, j, h) según soporte.
- P_k: Peso del pallet para producto "k."
- $Spp_{(k,u)}$: Soporte ponderado entre producto "k" y "u."
- $Wspp_{(i,k)}$: Suma del recuento de soporte ponderado entre el producto "k" y todos los lotes en el pasillo (i).
- $RCorrect = 1000$; $PIncorrect = -500$

$$\boxed{AIXparcial[(i,k)] = \sum_{u \in U[i]} supportValues[(k,u)]}$$

AIXparcial es un diccionario que contiene la suma de valores de soporte entre los productos k y los productos u para cada pasillo i y producto k.

VARIABLE DE DECISIÓN:

$$X_{(i,j,h,k)} = \begin{cases} 1 \text{ si el producto está asignado a ubicacion } (i,j,h) \\ 0 \text{ si es otro caso} \end{cases}$$

FUNCIÓN OBJETIVO

$$\max z = \sum_{i,j,h \in disp} \sum_k \left[(AIX_{ijk} * X_{ijhk}) + \begin{matrix} RCorrect * X_{ijhk}: & (i,j,h) \in U_A \text{ y } a_prodABC[k] = \text{"A"} \\ RCorrect * X_{ijhk}: & (i,j,h) \in U_B \text{ y } a_prodABC[k] = \text{"B"} \\ RCorrect * X_{ijhk}: & (i,j,h) \in U_C \text{ y } a_prodABC[k] = \text{"C"} \end{matrix} + \right.$$

$$+ \begin{matrix} RCorrect * X_{ijhk}: (i,j,h) \in Umpes \text{ y } CaProdPeso[k] = \text{"muy pesado"} \\ RCorrect * X_{ijhk}: (i,j,h) \in Upes \text{ y } CaProdPeso[k] = \text{"pesado"} \\ PIncorrect * X_{ijhk}: (i,j,h) \in Uliv \text{ y } CaProdPeso[k] = \text{"muy pesado"} \\ PIncorrect * X_{ijhk}: (i,j,h) \in Umod \text{ y } CaProdPeso[k] = \text{"muy pesado} \\ PIncorrect * X_{ijhk}: (i,j,h) \in Umpes \text{ y } CaProdPeso[k] = \text{"liviano"} \\ PIncorrect * X_{ijhk}: (i,j,h) \in Uliv \text{ y } CaProdPeso[k] = \text{"pesado"} \end{matrix}$$

RESTRICCIONES:

$$\sum_i \sum_j \sum_h X_{ijhk} \leq disp_{ijh} \quad ; \quad \forall k \ (1)$$

$$\sum_k X_{ijhk} \leq prodk_k \quad ; \quad \forall ijh \in disp \ (2)$$

$$(A_k + 13) * X_{ijhk} \leq Ha_{(ijh)} \quad ; por\ cada\ (i,j,h) \in disp \wedge k \in K \ (3)$$

$$P_k * X_{ijhk} \leq Wp_{ijh} \quad ; por\ cada\ (i,j,h) \in disp\ and\ k \in K \ (4)$$

$$X_{[i,j,h,k]} \leq X_{[i,j,h,k]} * (a_prod_k = Ambiente)\ ; \quad para\ (i,j,h) \in U_am \wedge k \in K$$

$$X_{[i,j,h,k]} \leq X_{[i,j,h,k]} * (a_prod_k = Climatizado)\ ; \quad para\ (i,j,h) \in U_cli \wedge k \in K$$

$$X_{[i,j,h,k]} \leq X_{[i,j,h,k]} * (a_prod_k = Culinarios)\ ; \quad para\ (i,j,h) \in U_cnr \wedge k \in K$$

1. Restricción para garantizar que el número de productos k almacenados en una ubicación es menor o igual que el número de ranuras disponibles
2. Restricción de cantidad de producto (para cada tipo de producto)
3. Restricción de altura
4. restricción de peso
5. Restricción para asignar el producto k sólo a las ubicaciones "Ambiente" o "Climatizado" o "Culinarios

CONCLUSIONES

- SE LOGRÓ UNA REDUCCIÓN DEL 9% EN LA DISTANCIA DE VIAJE DE LOS OPERADORES, LO QUE SE TRADUCE EN UNA NOTABLE DISMINUCIÓN EN LOS TIEMPOS DE PICKING. ESTA EFICIENCIA CONDUJO A UN AUMENTO APROXIMADO DEL 9% EN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS OPERADORES, MEJORANDO SIGNIFICATIVAMENTE LA EFICACIA DE LAS OPERACIONES LOGÍSTICAS.
- SE IMPLEMENTÓ UN SISTEMA DE ASIGNACIÓN DE PRODUCTOS A UBICACIONES DE FORMA UNIFORME, ELIMINANDO LA CONGESTIÓN EN LOS PASILLOS Y MEJORANDO LA SEGURIDAD Y EL FLUJO DE MATERIALES EN EL ALMACÉN.
- ADEMÁS, EL MODELO DE ASIGNACIÓN GARANTIZA QUE LOS PALLETS MÁS PESADOS ESTÉN EN LOS NIVELES MÁS BAJOS DE LOS RACKS, AUMENTANDO LA SEGURIDAD GENERAL EN EL ALMACÉN. EN TODO MOMENTO, HEMOS RESPETADO Y CUMPLIDO CON TODAS LAS ESPECIFICACIONES Y RESTRICCIONES ESTABLECIDAS POR EL CLIENTE, ASEGURANDO UNA SOLUCIÓN QUE SE ADAPTA A SUS NECESIDADES Y EXPECTATIVAS. EN RESUMEN, NUESTRO DISEÑO HA GENERADO MEJORAS SUSTANCIALES EN LA EFICIENCIA, SEGURIDAD Y PRECISIÓN DE LAS OPERACIONES LOGÍSTICAS, CONTRIBUYENDO SIGNIFICATIVAMENTE A LA OPTIMIZACIÓN DE SU ALMACÉN.

PILARES DE SOSTENIBILIDAD

ECONÓMICO

31 Pallets/hora

DE 28 Pallets/hora.

AMBIENTAL

38 Kg/Hora

34.5 Kg/Hora

SOCIAL

Disminuyeron en 9% los accidentes

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

3 SALUD Y BIENESTAR · 9 INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA · 12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES