

ARTÍCULO ORIGINAL

Inteligencia de negocio basada en árboles heterogéneos, para procesos de almacenamiento y distribución de activos

Business intelligence based on heterogeneous trees for asset storage and distribution processes

Maicol Almarales Tamayo
maicol.almarales@uic.cu • <https://orcid.org/0000-0003-0857-5928>

MINFAR

Recibido: 2024-09-09 • Aceptado: 2024-12-29

RESUMEN

En una de las entidades del Sistema Empresarial Militar (SEM) se llevan a cabo procesos de almacenamiento y distribución de activos, procesos que se realizan a través de sistemas automatizados que poseen bases de datos relacionales independientes. Realizar la comprobación de estos procesos a nivel de datos reviste especial importancia para determinar irregularidades y constituye el objetivo principal de este artículo. Para dar solución a la problemática planteada se acudió a conceptos de la Inteligencia de Negocio, basada en una metodología no específica o empírica de tres capas, que toma características de otras metodologías establecidas y las adapta al entorno donde se aplican. Se introdujo el uso de árboles heterogéneos, como estructura de datos, para realizar la comprobación y minimizar la cantidad de iteraciones sobre los ficheros que almacenan los datos de los activos. Se implementó una aplicación de escritorio sencilla, para visualizar los resultados de la comprobación, capaz de ejecutarse con pocos recursos de hardware y de procesar miles de registros almacenados en ficheros .CSV en apenas dos segundos. Finalmente, se adoptaron decisiones basadas en el análisis de los datos procesados y no en archivos documentales impresos. Este trabajo permitió reducir el tiempo de comprobación de faltantes y sobrantes de activos en 66 %.

Palabras clave: activos, árboles heterogéneos, bases de datos, Inteligencia de Negocio.

ABSTRACT

In one of the entities of the Military Enterprise System, asset storage and distribution processes are carried out. These processes are carried out through automated systems that have independent relational databases. Checking these processes at the data level is especially important to determine irregularities and constitutes the main objective of this work. To solve the problem raised, Business Intelligence concepts were used, based on a non-specific or

empirical three-layer methodology, which takes characteristics from other established methodologies and adapts them to the environment where they are applied. The use of heterogeneous trees was introduced as a data structure to carry out the check, and to minimize the number of iterations on the files that store the asset data. A simple desktop application was implemented to view the results of the check. Finally, decisions were made based on the analysis of the processed data and not on printed document files.

Keywords: assets, Business Intelligence, Databases, heterogeneous trees.

INTRODUCCIÓN

En una de las entidades pertenecientes al Sistema Empresarial Militar (SEM), se llevan a cabo procesos asociados al almacenamiento y la distribución de activos. Dos de estos procesos son la gestión de las rebajas de las existencias de activos en el almacén y la gestión del proceso de inventario de activos en los departamentos del edificio.

La gestión de las rebajas de las existencias de activos en el almacén se realiza a través del Sistema de Gestión de Almacenes, GestAl 2.0, sistema automatizado con disímiles funcionalidades, aunque la principal es procesar los activos, incrementando o rebajando las existencias.

La gestión del proceso de inventario de activos en los departamentos del edificio se realiza a través del Sistema de Gestión de Inventarios, GestIn 3.0, sistema automatizado con disímiles funcionalidades, aunque la principal es inventariar cada activo, es decir, asignarle una identidad única.

Al rebajarse algún activo del almacén, este debe distribuirse hacia algún departamento del edificio e inventariarse. Los activos que se rebajan del almacén están refrendados en una factura de salida que consigna sus datos y las cantidades, y que sirve de base para realizar después el inventario. De esta forma, se garantiza que los activos que se rebajaron del almacén lleguen a los departamentos del edificio. La factura de salida sirve como documento de contrapartida en este proceso. La figura 1 muestra los documentos que intervienen en estos procesos y la relación que existe entre los datos que almacenan.

Documento de Control de Existencias						
No.	Código	Descripción	Inicio	Fin	Medida	Ubicación
23	52368	Monitor-marca AOC-modelo TFT22	20/02/21		Unidad	Estante 2
Operaciones						
Factura	Tipo		Cantidad			
156	Entrada		5			
160	Rebaja		2			
Existencia						3
Factura de Salida						
No.	Fecha	Procedencia	Destino		Moneda	
160	06/05/23	Almacén de Activos Informáticos	Departamento de Economía		USD	
Recursos						
Código	Descripción	Medida	Cantidad	Precio	Importe	
52368	Monitor-marca AOC-modelo TFT22	Unidad	2	320.00	640.00	
74521	Procesador-marca DELL-modelo 20353	Unidad	3	15.000	450.00	
25886	Laptop-marca mco-modelo WM36	Unidad	10	200.00	2000.00	
Importe Total					3050.00	
Libro de Control de Inventarios						
Código	Descripción	Entidad				
52368	Monitor-marca AOC-modelo TFT22	Departamento de Economía				
Recursos						
Factura de Entrada			Inventario		Factura de Salida	
No.	Fecha	Serie	Inventario	Ubicación	No.	Fecha
160	06/05/23	00000A	CPA-010001	Local de impresión		
160	06/05/23	00000B	CPA-010002	Local de planificación	300	20/08/24

Fig. 1 Documentos impresos que intervienen en la rebaja de activos en las existencias del almacén y distribución (inventariado) hacia un departamento (Fuente: documentación archivada del almacén y los departamentos de la institución).

Si se analizan las bases de datos de los sistemas, debe existir relación entre los datos de ambos: por cada registro de rebaja de activos en el almacén, debe existir tantos registros de inventarios como se indique en el campo «cantidad». En la figura 2 se evidencia que las entidades que almacenan las tablas no presentan relación física (ambos sistemas almacenan sus registros en bases de datos independientes), pero sí presentan relación lógica.

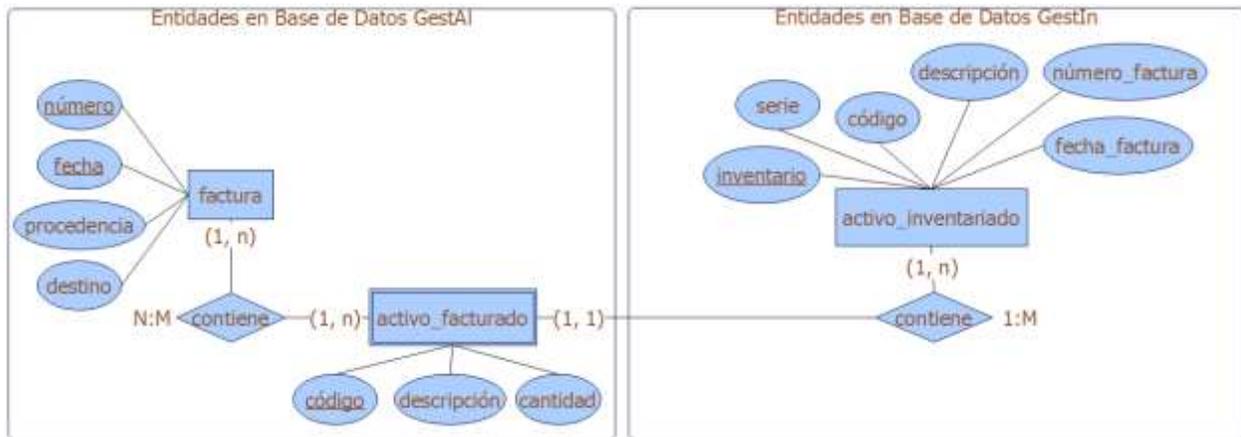


Fig. 2 Relación lógica entre las entidades de las bases de datos de los sistemas GestAl y GestIn (Fuente: documentación archivada de proyectos presentados al Consejo Científico-Tecnológico de la institución).

Corroborar estas relaciones a nivel de datos permite determinar si existen sobrantes o faltantes, tanto en el almacén como en los departamentos del edificio, lo que permite determinar además algunas causas de esas irregularidades: falsificación de facturas y errores humanos o tecnológicos, por una inadecuada consignación o revisión de los datos presentes en las facturas de salida, por las partes que intervienen en los procesos.

El proceso contable es clave para la toma de decisiones y el control organizacional (Barón, García, & Sánchez, 2021, p. 42). Dar valor al procesamiento e interpretación de las bases de datos es un punto fundamental en el camino a generar ventaja, a través de decisiones estratégicas (Treviño, Rivera, & Garza, 2020, p. 4).

El proceso de comprobación de sobrantes y faltantes se realizaba antes de forma manual, por lo que permanecían fisuras en su realización, ya que se tenían en cuenta las facturas de salida archivadas en formato duro, pero no los datos almacenados en los sistemas GestAI y GestIn.

En un intento por resolver la problemática, inicialmente se propuso realizar la comprobación del proceso utilizando Elasticsearch, Kibana y Logstash (ELK); pero dentro de los inconvenientes encontrados en su adopción estaba que esta multiherramienta es privativa, o sea, de pago; esta misma característica imposibilitó la creación de reportes resumiendo el estado de la comprobación de los procesos. Además, la confección de paneles de visualización no permitía discriminar los casos en que el proceso de comprobación de faltantes y sobrantes no tenía problemas, y se mostraban largas listas de datos en formato tabular. Cabe destacar que la implementación utilizando ELK necesitó el uso de altos recursos de hardware, debido a la cantidad de datos para procesar en tiempo real.

La herramienta propuesta para dar solución a la problemática en cuestión, no presenta valor comercial, sino una interfaz sencilla, por lo que no fue necesario crear paneles complejos de visualización de datos; muestra solo los casos de interés para la dirección de la institución (cuando existen sobrantes o faltantes) y permite crear resúmenes sencillos que se pueden visualizar en hojas de cálculo tradicionales. Se comprobó, además, que podía ejecutarse en sistemas operativos basados en Windows versión XP o superior, y Linux distribución Nova 8 o superior, con un mínimo de recursos de 4GB de RAM y un microprocesador Intel Core i5 de 5ta generación. Al trabajar con los datos sin una conexión activa a las BD, ello permitió disminuir el tiempo empleado en su procesamiento.

Para llevar a cabo este trabajo, se acudió a conceptos relacionados con la Inteligencia de Negocio, que se define como un conjunto de herramientas y aplicaciones para la ayuda a la toma de decisiones, las cuales aportan un conocimiento valioso sobre la información operativa identificando problemas. El resultado perseguido y deseado es la continua mejora de la organización (Méndez, 2007, pp. 23-24).

Implementar Inteligencia de Negocio en la solución del problema permitió obtener información útil para la dirección de la institución, es decir, la existencia de sobrantes y faltantes de activos fijos, tanto en el almacén como en los departamentos donde se utilizan, sin tener que realizar el conteo físico manual de estos.

La Inteligencia de Negocio aportó valor a la protección de activos físicos al optimizar la identificación de los problemas en el proceso de comprobación, y mejorar el análisis y la gestión de riesgos. Tener identificado dónde, cómo y cuándo surgieron los faltantes y sobrantes, permitió tomar decisiones incluso a nivel de idoneidad en el colectivo laboral. Todo lo anterior redundó en la optimización y el uso eficiente de los recursos humanos y materiales.

Han aparecido numerosos métodos, técnicas y tecnologías que buscan ayudar a las organizaciones a tomar mejores decisiones a partir de los datos (Curto, 2017). Cada implementación es única para cada proceso empresarial (Barón et al., 2021, p. 42). La metodología empírica es la más utilizada, lo que permite que cada estudio establece su forma de abordar e implementar una solución de negocios con analítica de datos en procesos empresariales, por tanto, todavía no se ha establecido en la literatura el desarrollo de una metodología única en todos los sectores (Barón et al., 2021, p. 47).

La adopción de un método propio para realizar las comprobaciones en los procesos contables asociados a los activos, constituye el principal aporte práctico de este trabajo, destacando que no hace uso de almacenes de datos

(datawarehouses), como se plantea en varias visiones de trabajo (Morales & Carrión, 2020; Pérez, 2020; Varona et al., 2021).

METODOLOGÍA

Para realizar las comprobaciones a los procesos asociados al almacenamiento y la distribución de activos se siguió el siguiente método:

- Determinar los activos que se rebajaron de las existencias del almacén.
- Determinar los activos que se inventariaron en los departamentos del edificio.
- Comparar las cantidades de activos que salieron del almacén y que se inventariaron en los departamentos del edificio.

Extracción de los datos

En las arquitecturas de Inteligencia de Negocio, el primer proceso consiste en recoger los datos de las transacciones realizadas de productos y servicios (López, Guerrero, & Bedoya, 2022, p. 46). Este proceso de extracción es necesario para mover los datos de la aplicación a la base de datos provisional (Haro, Carranza, Pico, Naranjo, & Nuela, 2023, p. 49). Este proceso está asociado a la capa de fuente de datos (Joyanes, 2019, p. 9).

El método en cuestión tiene la peculiaridad de que los datos extraídos de las bases de datos de los sistemas GestAl y GestIn no son almacenados en Data Marts o Data Warehouses, sino que son volcados a ficheros con extensión .CSV (figura 3).

```

codigo,descripcion,destino,no_factura,fecha_factura,cantidad
35340,Backup-marca HP-HP-modelo TS-650,Departamento de Alimentación,253,20/11/2023,1
46426,Bocinas-marca Verbatim-modelo RB8,Departamento de Alimentación,253,20/11/2023,1
72118,HD Externo-marca Seagate-modelo Barra,Departamento de Transportación,306,26/12/2023,3
52368,Monitor-marca AOC-modelo T1722,Departamento de Economía,100,6/5/2023,2
74521,Procesador-marca DELL-modelo 20353,Departamento de Economía,100,6/5/2023,3
25886,Laptop-marca ACC-modelo WP10,Departamento de Economía,100,6/5/2023,10
43322,Mouse-marca Logitech-modelo B100,Departamento de Planificación,201,10/8/2023,6
16705,Teclado-marca Imovo-modelo LXI,Departamento de Planificación,201,10/8/2023,5

codigo,descripcion,departamento,no_factura,fecha_factura,inventario,serie
35340,Backup-marca HP-HP-modelo TS-650,Departamento de Alimentación,253,20/11/2023,ALI-0100032,BRGR564GF6B
46426,Bocinas-marca Verbatim-modelo RB8,Departamento de Alimentación,253,20/11/2023,ALI-0300050,BRGR564GF6C
72118,HD Externo-marca Seagate-modelo Barra,Departamento de Transportación,306,26/12/2023,TRA-1000021,BDGB
72118,HD Externo-marca Seagate-modelo Barra,Departamento de Transportación,306,26/12/2023,TRA-1000022,BDGB
72118,HD Externo-marca Seagate-modelo Barra,Departamento de Transportación,306,26/12/2023,TRA-1000023,BDGB
52368,Monitor-marca AOC-modelo T1722,Departamento de Economía,100,6/5/2023,ECO-0900013,5G4G5141E1354GF
52368,Monitor-marca AOC-modelo T1722,Departamento de Economía,100,6/5/2023,ECO-0900034,5G4G5141E1354GF
74521,Procesador-marca DELL-modelo 20353,Departamento de Economía,100,6/5/2023,ECO-0200010,5BTG5
74521,Procesador-marca DELL-modelo 20353,Departamento de Economía,100,6/5/2023,ECO-0200011,5BTG6
74521,Procesador-marca DELL-modelo 20353,Departamento de Economía,100,6/5/2023,ECO-0200012,5BTG7
25886,Laptop-marca ACC-modelo WP10,Departamento de Economía,100,6/5/2023,ECO-0300041,F56G4HRG56H4
25886,Laptop-marca ACC-modelo WP10,Departamento de Economía,100,6/5/2023,ECO-0300042,F56G4HRG56H5
25886,Laptop-marca ACC-modelo WP10,Departamento de Economía,100,6/5/2023,ECO-0300043,F56G4HRG56H6
25886,Laptop-marca ACC-modelo WP10,Departamento de Economía,100,6/5/2023,ECO-0300044,F56G4HRG56H7
25886,Laptop-marca ACC-modelo WP10,Departamento de Economía,100,6/5/2023,ECO-0300045,F56G4HRG56H8
    
```

Fig. 3 Relación lógica entre las entidades de las bases de datos de los sistemas GestAl y GestIn, vista a través de los .CSV (Fuente: ficheros obtenidos de las consultas SQL a las BD de los sistemas).

Un fichero CSV (Comma-Separated Values) es un archivo de texto plano que contiene datos tabulares. Cada línea del archivo representa un registro y los valores en ese registro están separados por un carácter, generalmente

coma. Este formato es ampliamente utilizado para el intercambio de datos entre diferentes aplicaciones, ya que es sencillo y compatible con muchos programas, como hojas de cálculo y BD.

Las BD de los sistemas GestAl y GestIn son del tipo relacional. El modelo de datos relacional representa la BD como un conjunto de tablas (Osorio, 2008, p. 43). El lenguaje de consulta para obtener los datos necesarios es SQL (Structured Query Language), creado por IMB a principios de los años 1970 (Christine & Godoc, 2018, p. 12).

Transformación y análisis de los datos

A priori, una posible solución es recorrer ambos ficheros y comparar sus datos. La cantidad total de iteraciones (CTI) donde se analizan las posibles irregularidades está dada por la fórmula:

$$CTI = CRF1 * CRF2 \quad (1)$$

Donde CRF1 es la cantidad de registros almacenados en el fichero extraído de GestAl y CRF2 es la cantidad de registros almacenados en el fichero extraído de GestIn.

El siguiente proceso luego de obtener los datos pertenece a la capa de ETL (Extract, Transform, Load), la cual se encarga de integrar y unificar los datos de las fuentes internas (Joyanes, 2019, p. 12). En el caso que se analiza, las fuentes de datos son los ficheros .CSV, que almacenan las operaciones con los activos almacenados y rebajados de las existencias, y distribuidos e inventariados. El método en cuestión tiene la peculiaridad de que la carga de los datos no se realiza hacia Data Marts o Data Wherehouses, sino que los mantiene en una estructura de memoria intermedia. La estructura seleccionada es un árbol heterogéneo.

Un árbol es un grafo simple que recorre un camino, utilizando un vector. Posee ramificaciones y constituye un orden dentro de los elementos que posee (Zambrano, Alay, Polanco, Zambrano, & Castro, 2022, p. 35). Los árboles heterogéneos tienen la peculiaridad de que el dominio de sus nodos intermedios y hojas son distintos. De esta forma, los nodos hojas del árbol guardan información relativa a las cantidades de activos por cada operación, y los nodos intermedios guardan información asociada al código y la descripción de los activos, el departamento al que fueron distribuidos y los datos de la factura, como el número y la fecha en que se formalizaron las operaciones.

Inicialmente, se cargan en el árbol las operaciones almacenadas en el fichero .CSV correspondiente a la distribución de activos, es decir, a las rebajas en existencias del almacén. Las operaciones de distribución consignadas en las facturas de salida siempre tienen asociadas cantidades, por tanto, el nodo Departamento debe tener un nodo hoja asociado al sistema GestAl, que guarda la cantidad de activos que se distribuyeron y se rebajaron de las existencias.

Luego se procede a cargar en el árbol las operaciones almacenadas en el fichero .CSV correspondiente a la distribución de activos. Por cada registro, se incrementa en uno la cantidad almacenada en el nodo hoja correspondiente al sistema GestIn.

En este caso, la cantidad total de iteraciones (CTI) donde se analizan las posibles irregularidades está dada por la fórmula:

$$CTI = CAF1 + CAF2 \quad (2)$$

Donde CAF1 es la cantidad de tipos de activos almacenados en el fichero extraído de GestAl y CAF2 es la cantidad de tipos de activos almacenados en el fichero extraído de GestIn.

Como se puede observar, en (1) la CTI depende de las cantidades de registros almacenados en ambos ficheros y se implementa recorriendo dos ciclos anidados. Sin embargo, la CTI en (2), no depende de las cantidades de los registros almacenados en los ficheros extraídos de GestAl y GestIn, sino de la cantidad de tipos de activos, es decir, de códigos almacenados en estos, y se implementa recorriendo un árbol heterogéneo una única vez. La cantidad máxima de iteraciones para el caso extremo e improbable, se alcanza solo si los tipos de activos almacenados en GestAl difieren en 100 % de los activos almacenados en GestIn.

El árbol heterogéneo simplifica el proceso, pues se carga en memoria una única vez, y los ficheros .CSV son cerrados. Esta simple característica deja claro que el acceso a disco es mucho más costoso en tiempo que el acceso a la Memoria de Acceso Aleatorio (RAM, por sus siglas en inglés). Existe el inconveniente de que los ficheros .CSV no están organizados. Para paliar esta situación, los datos almacenados en esos ficheros podrían organizarse atendiendo a los códigos, los datos de las facturas y los departamentos, desde la consulta SQL, que se realiza para obtener los datos de las BD, pero el problema de acceso a los datos persistiría, porque sobre los ficheros no existe la indexación. En términos prácticos, esto significa que los activos salidos de una factura del almacén y que se inventariaron en los departamentos, hay que obtenerlos necesariamente recorriendo el fichero .CSV línea a línea hasta encontrarlos.

Una vez llenado el árbol, el proceso de comprobación se realiza comparando las cantidades de activos en los nodos hojas del árbol. Esta comprobación permite determinar faltantes y sobrantes de activos, tanto en el almacén como en los departamentos del edificio.

Consulta de datos

Por último, existe una capa superior que es la más cercana al usuario, el front-end, en la que se encuentran las aplicaciones de Inteligencia de Negocio utilizadas para la consulta de datos (Monge, 2019, p. 23). La capa de usuario final se compone de una serie de herramientas que visualiza la información (Fierro & Ávila, 2019, p. 26). Esta capa permite a los usuarios acceder a través de una interfaz gráfica sencilla a la información más relevante (Monge, 2019, p. 23).

Para mostrar los resultados de la comprobación de los procesos de almacenamiento y la distribución de activos, se previó la implementación de una aplicación de escritorio sencilla, que permitiera cubrir los siguientes requisitos funcionales:

1. Seleccionar las BD de GestAl y GestIn, respectivamente.
2. Extraer los datos que interesan de las BD.
3. Visualizar los datos extraídos de las BD.
4. Realizar la comprobación de los procesos de almacenamiento y distribución.
5. Mostrar el resultado de la comprobación de los procesos de almacenamiento y distribución.

La decisión

El análisis de grandes cantidades de información sirve como base para la toma de decisiones y favorece la mejora continua (Solana, 2021, p. 14). La decisión es el proceso de transformación de la información en acción (Castro, 2013, p. 89). Las transformaciones implican profundos ajustes en los procesos referidos (Mirabal, 2009, p.

267). El proceso referido a la toma de decisiones puede considerarse como uno de los desafíos más comunes y a la vez más difíciles a los que se enfrenta el ser humano (Nariño, 2021, p. 37).

Tomar decisiones basada en datos, en lugar de confiar únicamente en la intuición o la experiencia, permite minimizar los riesgos y optimizar los recursos, identificar lo que funciona y lo que no, es decir, abordar los problemas de forma sistemática, mitigar la incertidumbre y el riesgo de decisiones sesgadas o erróneas.

Las decisiones tomadas como parte del análisis de los datos arrojados durante la comprobación de los procesos de almacenamiento y distribución de activos, están mencionadas en la sección de resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación

Se implementó una aplicación de escritorio que utiliza lenguaje Pascal a través del Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) Embarcadero Delphi 11, versión 28.0.45591.0253. Este IDE permite el compilado de paquetes ejecutables para varios sistemas operativos. La implementación de clases y demás componentes estuvo orientada a objetos y sus pilares de herencia, encapsulamiento y polimorfismo. Como patrón de diseño se siguió el clásico Modelo-Vista-Controlador. Se cubrieron los cinco requisitos funcionales planteados en la sección anterior de metodología. En la figura 4 se muestra la interfaz de la aplicación durante la carga de los datos en un árbol y la comprobación de la correspondencia entre las cantidades.

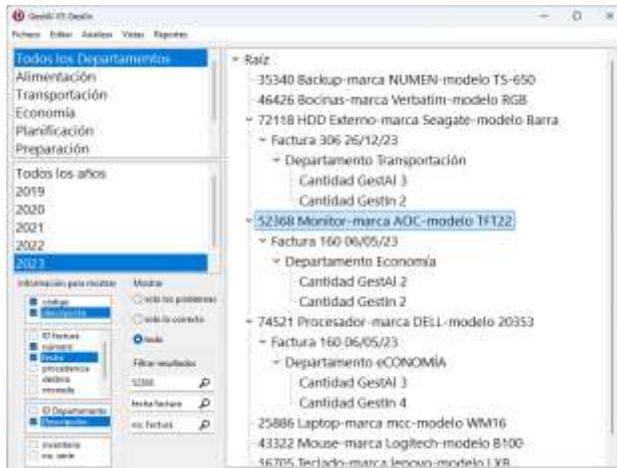


Fig. 4 Interfaz de la aplicación.

Desde el menú «Fichero» de la herramienta, se pueden cargar a través de una interfaz visual, los datos almacenados en los .CSV correspondientes a los sistemas GestAl y GestIn. Estos ficheros se obtienen previamente, ejecutando de forma programada un script que realiza consultas SQL hacia las BD de esos sistemas. Esta característica de la herramienta, aunque se considera no favorable, pues los datos que se van a procesar están desfasados en tiempo, también resulta una ventaja, pues evita consultas reiteradas a las BD que están en constante servicio.

Desde el menú «Analizar» de la herramienta se puede ejecutar la comprobación de faltantes y sobrantes, y de esta manera procesar los datos cargados con anterioridad. Luego de terminada la ejecución se pueden visualizar a

demanda, los faltantes, sobrantes e incluso las operaciones satisfactorias, seleccionando ese comportamiento a través del grupo de opciones «Mostrar».

Sin dudas, la parte más importante a nivel de implementación de la herramienta es la correspondiente al modelo. Para formalizar la estructura del árbol heterogéneo se implementó la clase abstracta «CNodo». Todos los nodos del árbol heredan de esta clase, pero en su implantación cambian los atributos referentes a los datos que almacenan y ahí reside la heterogeneidad del árbol.

Los nodos del tipo «Activo», están asociados a la clase CActivo y tienen un campo denominado código del tipo cadena de caracteres y longitud cinco, que presentan además un arreglo de punteros a los nodos del tipo «Factura».

Los nodos del tipo «Factura», están asociados a la clase «CFactura» y tienen un campo denominado «no» del tipo entero corto, y un campo denominado «fecha» del tipo fecha. Además, presentan un arreglo de punteros a los nodos del tipo «Departamento». La decisión de adoptar como tipo de dato un arreglo y no una única instancia de un puntero, está dada por la necesidad de determinar los activos que salieron del almacén y se distribuyeron erróneamente hacia varios departamentos. Para los casos favorables, este arreglo tendría un tamaño de uno.

Los nodos del tipo «Departamento» están asociados a la clase «CDepartamento» y tienen dos campos de tipo entero corto, denominados cant_gestal y cant_gestin, respectivamente. En estos campos se almacenan las cantidades de activos salidos del almacén e inventariados en los departamentos, y constituyen el núcleo de la comprobación de sobrantes y faltantes de activos. Para los casos favorables, ambas cantidades deberían ser iguales.

Durante la utilización de la herramienta, se pudo comprobar que tras la obtención del fichero .CSV que almacena las salidas del almacén, con una cantidad de registros igual a 28.365, tras la obtención del fichero .CSV que almacena los inventarios de los departamentos, con una cantidad de registros igual a 39.054, y con una referencia entre ambos ficheros a 4968 códigos y 160 departamentos. La herramienta demoró 2.003 segundos en procesar todos los datos y realizar 1010 informes, satisfactorios o arrojando los faltantes o sobrantes.

Los datos en cuestión representan la totalidad de las operaciones, que comprende desde enero de 2012 hasta agosto de 2024. Este mismo escenario se intentó reproducir utilizando la multiherramienta ELK, lo que fue imposible, debido a que el sistema Kibana se detuvo durante la carga de los datos almacenados en los índices de Elasticsearch.

Cabe resaltar que el proceso para determinar sobrantes y faltantes, amparado por el conteo físico de los activos de forma manual, pasó de durar 9 días aproximadamente para departamentos con entre 150 y 200 activos fijos, a solo 3 días, lo que representa una disminución del tiempo empleado en 66 % aproximadamente.

Irregularidades identificadas

Durante la comprobación de los procesos de almacenamiento y distribución de activos, se pudieron determinar los siguientes tipos de irregularidades:

1. Activos que se rebajaron de las existencias del almacén y no se inventariaron al llegar a los departamentos (figura 5a y 5c). Se tomó la decisión de realizar la comprobación física de existencia de los activos con esta condición e inventariarlos en GestIn.
2. Activos que se inventariaron en los departamentos y su procedencia no fue el almacén (figura 5b y 5d). Se tomó la decisión de realizar la comprobación física de existencia de los activos con esta condición, entregarlos al almacén y luego volverlos a distribuir.

3. Activos que se rebajaron de las existencias y su destino no fue el departamento previsto en la factura de salida (figura 5e). Se tomó la decisión de retirar los activos del departamento donde se encontraban y destinarlos al departamento que por factura les correspondía.
4. Activos que durante su inventario no se verificaron de forma correcta los datos consignados en la factura (figura 5f). Se tomó la decisión de enmendar los datos erróneos y además incrementar el requisito funcional al sistema GestIn de validación de campos.

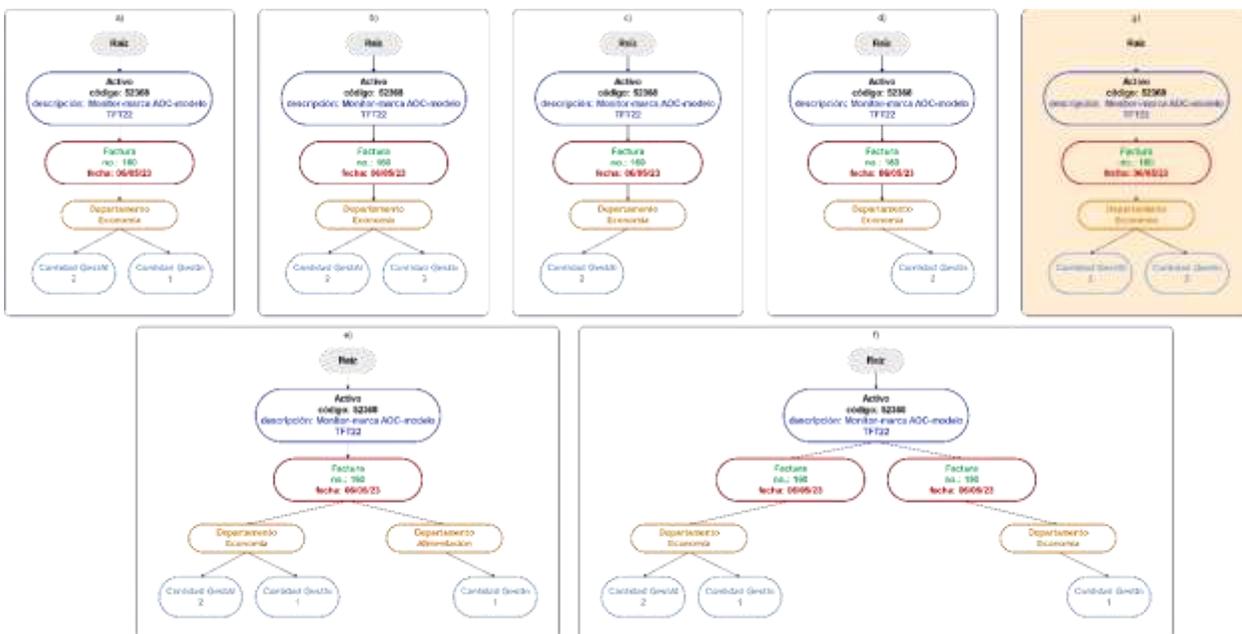


Fig. 5 Comprobación del proceso a través del árbol heterogéneo.

Otras decisiones

Luego de obtener los resultados, se tomaron las decisiones de establecer la comprobación automatizada y basada en datos, de los procesos de almacenamiento y distribución, con una periodicidad semanal, y seguir el desarrollo de la herramienta para que pueda realizarse la comprobación en tiempo real.

Esto implicaría interrelacionar los sistemas a través de interfaces de programación de aplicaciones y microservicios para permitir que, por cada tipo de activo en una factura de salida creada en GestAI, se generen de forma automática tantos registros de inventario en GestIn como se indique en el campo «cantidad», eliminando así el error humano de no inventariar los activos (figura 5c), y validar los datos utilizados durante el registro de inventario, para que exista correspondencia entre el número de la factura, la fecha, el código de los activos y su descripción, eliminando así el error humano de inventariar incorrectamente los activos (figura 5f).

Se decidió además modificar el proceso de inventariado de activos en los departamentos, estableciendo que todos los activos destinados para los departamentos no pueden llegar a estos sin haber pasado antes por el almacén. Esta decisión está encaminada a impedir que a los departamentos lleguen activos no controlados o de procedencia sesgada, por tanto, el documento que avale el inventario siempre será una factura de salida generada por GestAI.

Por último, se decidió modificar el proceso de conteo físico periódico de los activos en los departamentos, estableciendo que los activos sobrantes, deben devolverse al almacén, para luego ser distribuidos nuevamente bajo un proceso correcto.

CONCLUSIONES

Se realizó la comprobación de los procesos de almacenamiento y distribución de activos en la entidad, según el análisis de datos almacenados en BD relacionales y no en archivos documentales impresos. La comprobación mostró como resultados las irregularidades fundamentales en los procesos de almacenamiento y distribución. Para mitigar estos problemas se pusieron a consideración varias decisiones para adoptar de manera operativa.

Cabe mencionar como limitaciones de la comprobación, que esta no se realizó en tiempo real (no existen Data Warehouses o Data Marts), sino de forma periódica, por tanto, la identificación de las irregularidades pasó por la ruta crítica del tiempo. Para determinar las irregularidades oportunamente, se debe ejecutar la herramienta de forma periódica, con intervalos de tiempo reducidos.

Durante la utilización de la herramienta, se pudo comprobar que se pueden procesar ficheros .CSV con cantidades de registros superiores a los 25 000, demorando apenas 2 segundos y mostrando una cantidad de reportes superiores a los 1 000. Esta rapidez permite sin dudas, disminuir el tiempo empleado en la realización del conteo físico de activos en 66 %.

Este tipo de comprobación, adoptando una estructura intermedia en forma de árbol heterogéneo, puede aplicarse además a la comprobación de otros procesos donde intervienen activos, como es el proceso de reparación de activos con piezas e insumos rebajados de las existencias del almacén, y el proceso de devolución de activos al almacén, que contempla la baja del inventario e incremento en existencias del almacén, lo cual es posible, porque existen registros en BD que almacenan el movimiento inicial de un activo, ya sea para ser utilizado en la reparación o para ser devuelto al almacén; y finalmente también existen registros en BD que almacenan el estado final de los activos, ya sea el uso de estos como insumos de la reparación o el depósito final en el almacén.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer a todos los profesores que impartieron clases, como parte de la Maestría en Informática Aplicada (sexta edición), en la Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, especialmente a los que impartieron el posgrado de Inteligencia de Negocio y Bases de Datos. Un agradecimiento especial a la Dra. C. Raisa Socorro Llanes, por su certera guía y su vocación de servicio.

REFERENCIAS

- Barón Ramírez, E., García Estrella, C. W., & Sánchez Gárate, S. K. (2021, julio 19). La inteligencia de negocios y la analítica de datos en los procesos empresariales. *Revista científica de sistemas e informática*, 1(2): 37-53.
- Castro Rozo, F. E. (2013). Indicators for making decisions based on Business Intelligence. *Tecnología Investigación y Academia*, 1(2). Recuperado de <https://geox.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/4639>
- Christine Bisson, A., & Godoc, E. (2018). *SQL: Los fundamentos del lenguaje: con ejercicios corregidos*, Ediciones ENI.

-
- Curto Díaz, J. (2017). Organizaciones orientadas al dato: Transformando las organizaciones hacia una cultura analítica, Editorial UOC.
- Fierro Ovalle, J. R., & José Ávila, R. (2019). Propuesta de un modelo de inteligencia de negocio para optimizar el desempeño de los factores que influyen en la productividad de las Palas de la Mina Pribbenow. Recuperado de <https://alejandria.poligran.edu.co/handle/10823/1834>
- Haro Sarango, A. F., Carranza Guerrero, M. N., Pico Lescano, J. C., Naranjo Lozada, S. G., & Nuela Sevilla, R. M. (2023). Inteligencia de negocios en las Pymes, Casa Editora Del Polo.
- Joyanes Aguilar, L. (2019). Inteligencia de negocios y analítica de datos: Una visión global de Business Intelligence & Analytics. Alpha Editorial.
- López Trujillo, M., Guerrero Mendieta, L. E., & Bedoya Herrera, O. M. (2022). Un modelo de inteligencia de negocios para una institución universitaria, Editorial Universidad de Caldas.
- Méndez del Río, L. (2007). Más allá del Business Intelligence: 16 experiencias de éxito, Grupo Planeta (GBS).
- Mirabal, W. (2009). Estrategias claves para tomar decisiones en los negocios. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 11(2): 266-268.
- Monge Sainz, A. (2019). Herramientas de Inteligencia de Negocio para la explotación y análisis de fuentes Open Data. Recuperado de <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/16108>
- Morales, M. F., & Carrión, R. B. (2020). Bibliominería, datos y el proceso de toma de decisiones. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 43(2): e18/1-e18/12.
- Nariño Herrera, N. A. (2021). Characterization of strategic decision-making processes in SMEs in the commercial sector of Villavicencio (Trabajo de grado-Maestría, Universidad Nacional de Colombia). Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80134>
- Osorio Rivera, F. L. (2008). Base de datos relacionales. ITM.
- Pérez, A. M. G. (2020). Aplicación de técnicas de inteligencia de negocios y análisis de datos en el entorno empresarial cubano: Retos y perspectivas. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 14(4): 191-209.
- Solana Nogales, B. (2021). Implantación de un sistema de diseño y gestión integral de instalaciones eléctricas en el marco de la industria 4.0. Recuperado de <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/21753>
- Treviño Reyes, R., Rivera Rodríguez, F. S., & Garza-Alonso, J. A. (2020). La analítica de datos como ventaja competitiva en las organizaciones. *Vinculatégica EFAN*, 6(2): 1063-1074. <https://doi.org/10.29105/vtga6.2-520>
- Varona Taborda, M. A., Mosquera Ramírez, J. C., Medina Moreno, C. A., Lemus Muñoz, D. F., Muñoz Hernández, C. J., & Arias Irigorri, C. G. (2021). Business Intelligence for the Programs of the Secretaries of Health, Education and Planning in a Territorial Entity. *Facultad de Ingeniería*, 30(58). Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413969810006>

Zambrano, K. C. C., Alay, D. D. L., Polanco, L. A. V., Zambrano, J. M. V., & Castro, V. F. R. (2022). Importancia de árboles binarios en la programación. *Journal TechInnovation*, 1(2): 33-42. <https://doi.org/10.47230/Journal.TechInnovation.v1.n2.2022.33-42>

Copyright © 2024, Autores: Almarales Tamayo, Maicol



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional