

Trabajo de Fin de Grado

Grado en Ingeniería de Organización Industrial

Diseño y desarrollo de una aplicación para gestión de armario rotativo

Autor: Rafael Márquez Bueno

Tutor: Antonio Plácido Moreno Beltrán

**Dep. de Organización Industrial y Gestión de
Empresas I**

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Sevilla, 2017



Trabajo de Fin de Grado
Grado en Ingeniería de Organización Industrial

Diseño y desarrollo de una aplicación para gestión de armario rotativo

Autor:
Rafael Márquez Bueno

Tutor:
Antonio Plácido Moreno Beltrán
Profesor ayudante doctor

Dep. de Organización Industrial y Gestión de Empresas I
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2017

Proyecto Fin de Carrera: Diseño y desarrollo de una aplicación para gestión de armario rotativo

Autor: Rafael Márquez Bueno

Tutor: Antonio Plácido Moreno Beltrán

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2017

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mis maestros

Agradecimientos

A los profesores que he tenido a lo largo de estos años, por la dedicación y por todo lo que he podido aprender gracias a ellos.

A mi familia por apoyarme incondicionalmente en todo momento. En especial a mi madre por su esfuerzo y lucha diaria.

Resumen

En el presente trabajo se aborda la gestión de inventarios en una empresa del sector aeronáutico mediante el diseño e implementación de una aplicación informática en Excel.

Esta empresa realiza diariamente numerosos envíos de materiales a distintas localizaciones de trabajo. Para poder abastecer todas estas necesidades de materiales se dispone de un armario rotativo. En él se almacenan los materiales que se pretenden gestionar. Sin embargo, actualmente existe una gran cantidad de peticiones de materiales que se deben suministrar sin estar en inventario.

Por tanto, se precisa de una aplicación informática capaz de gestionar el inventario y la entrada y salida de materiales, con el objetivo de llegar a lograr tener un inventario ajustado que satisfaga eficazmente los requerimientos de materiales.

El proceso de desarrollo de la aplicación se afronta recopilando los requisitos que debe satisfacer la aplicación, para posteriormente reflejarlo en el diseño de la interfaz mediante los casos de uso y los diagramas de actividades. Esto se complementa con el diseño de la base de datos que recopilará toda la información.

Abstract

In the present work, the management of inventories in a company of the aeronautical sector is addressed by the design and implementation of a computer application in Excel.

This company carries out numerous shipments of materials daily to different work locations. In order to supply all these material, it is needed that a rotary cabinet is available. It stores the materials that are intended to be managed. However, there are currently a large number of requests for materials that must be supplied without being in inventory.

Therefore, it is necessary an application capable of managing the inventory and the input and output of materials, with the aim of achieving an adjusted inventory that efficiently meets the material requirements.

The application development process is addressed by gathering the requirements that the application must satisfy, and then reflect it in the design of the interface through use cases and activity diagrams. This is complemented by the design of the database that will collect all the information.

Agradecimientos	ix
Resumen	xi
Abstract	xiii
Índice	xv
Índice de Tablas	xvii
Índice de Figuras	xix
Índice de Diagramas	xxi
1 Introducción	1
1.1. Justificación	1
1.2. Objetivos	3
2 Marco teórico	5
2.1. Introducción a los inventarios	5
2.2. Elementos para la gestión y el control de inventarios	7
2.2.1. Políticas de aprovisionamiento	7
2.2.2. Análisis ABC	9
2.2.3. Codificación e identificación de inventarios	10
2.3. Valoración de inventarios	11
3 Requisitos del sistema	15
3.1. Situación de partida	15
3.2. Objetivos del Sistema	17
3.3. Desglose de requisitos	19
3.3.1. Requisitos funcionales	19
3.3.2. Requisitos no funcionales	22
3.3.3. Requisitos de información	23
4 Diseño e implementación	25
4.1. Soporte informático	25
4.1.1. Entorno tecnológico	25
4.1.2. Herramientas informáticas	28
4.2. Modelo de casos de uso	29
4.3. Diagramas de actividades	34
4.3.1. Diagrama general	35
4.3.2. Diagrama de Entrada al Sistema	36
4.3.3. Diagrama de Nueva compra	38
4.3.4. Diagrama de Agregar referencias a la compra	40
4.3.5. Diagrama de Confirmar recepciones	42
4.3.6. Diagrama de Agregar referencias a recepciones	44
4.3.7. Diagrama de Devolución de envío	46
4.3.8. Diagrama de Nueva petición	48
4.3.9. Diagrama de Agregar referencias a las peticiones	50
4.3.10. Diagrama de Crear nueva referencia	52

4.3.11. Diagrama de Confirmar envíos	54
4.3.12. Diagrama de Agregar referencias a envíos	56
4.3.13. Diagrama de Devolución de compra	58
4.3.14. Diagrama de Alta de referencia inventariable	60
4.3.15. Diagrama de Mostrar libro	62
4.4. <i>Diseño y descripción de la base de datos</i>	63
4.4.1. Excel como base de datos	63
4.4.2. Diseño de la base de datos	64
4.5. <i>Descripción de la aplicación</i>	72
4.5.1. Ingreso de peticiones	73
4.5.2. Confirmaciones de envíos	77
4.5.3. Devoluciones de compras	80
4.5.4. Ingreso de compras	82
4.5.5. Confirmaciones de recepciones	85
4.5.6. Ingreso de devoluciones de envíos	87
4.5.7. Altas de nuevas referencias inventariables	88
4.5.8. Acceso a la Base de Datos	89
5 Conclusiones y líneas futuras	93
6 Bibliografía	97

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 4.1. Tabla Referencias de la base de datos</i>	67
<i>Tabla 4.2. Tabla Existencias de la base de datos</i>	68
<i>Tabla 4.3. Tabla Entradas de la base de datos</i>	69
<i>Tabla 4.4. Tabla Salidas de la base de datos</i>	70
<i>Tabla 4.5. Tabla Carro_Compra de la base de datos</i>	71

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 4.1. Microsoft Access. Fuente: https://products.office.com/es-es/access</i>	26
<i>Figura 4.2. Visual Studio. Fuente: www.visualstudio.com</i>	27
<i>Figura 4.3. NetBeans. Fuente: https://netbeans.org/</i>	28
<i>Figura 4.4. Pantalla inicial de la aplicación</i>	72
<i>Figura 4.5. Formulario Nueva petición</i>	73
<i>Figura 4.6. Formulario Agregar referencia a la petición</i>	75
<i>Figura 4.7. Formulario Crear nueva referencia</i>	76
<i>Figura 4.8. Formulario Confirmar envíos</i>	77
<i>Figura 4.9. Formulario Agregar referencia a envíos a lanzar</i>	78
<i>Figura 4.10. Formulario Devolución de compra</i>	80
<i>Figura 4.11. Ventana de selección de referencia para devolución</i>	81
<i>Figura 4.12. Formulario Nueva compra</i>	82
<i>Figura 4.13. Formulario Agregar referencia a la compra</i>	83
<i>Figura 4.14. Formulario Confirmar recepciones</i>	85
<i>Figura 4.15. Formulario Agregar referencia a recepcionadas</i>	86
<i>Figura 4.16. Formulario Devolución de envío</i>	87
<i>Figura 4.17. Formulario Alta de nueva referencia inventariable</i>	88
<i>Figura 4.18. Ventana de acceso restringido a la base de datos</i>	89
<i>Figura 4.19. Hoja Existencias en libro Excel</i>	90
<i>Figura 4.20. Hoja designaciones en libro Excel</i>	92

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

<i>Diagrama 4.1. Caso de uso general</i>	33
<i>Diagrama 4.2. Caso de uso de Gestión de entradas</i>	33
<i>Diagrama 4.3. Caso de uso de Gestión de salidas</i>	34
<i>Diagrama 4.4. Diagrama General de actividades</i>	35
<i>Diagrama 4.5. Entrada al Sistema</i>	37
<i>Diagrama 4.6. Nueva compra</i>	39
<i>Diagrama 4.7. Agregar referencias a la compra</i>	41
<i>Diagrama 4.8. Confirmar recepciones</i>	43
<i>Diagrama 4.9. Agregar referencias a recepciones</i>	45
<i>Diagrama 4.10. Devolución de envío</i>	47
<i>Diagrama 4.11. Nueva petición</i>	49
<i>Diagrama 4.12. Agregar referencias a las peticiones</i>	51
<i>Diagrama 4.13. Crear nueva referencia</i>	53
<i>Diagrama 4.14. Confirmar envíos</i>	55
<i>Diagrama 4.15. Agregar referencias a envíos</i>	57
<i>Diagrama 4.16. Devolución de compra</i>	59
<i>Diagrama 4.17. Alta de referencia inventariable</i>	61
<i>Diagrama 4.18. Mostrar libro</i>	62
<i>Diagrama 4.19. Diagrama Entidad-Relación de la base de datos</i>	66

1 INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación

La empresa en la que se basa el trabajo está dedicada al sector aeronáutico. Los materiales objeto de gestión son proporcionados para una serie de servicios de mantenimiento y verificación en los que la calidad y los tiempos son clave para despuntar y ser competitivos.

El principal cliente es Airbus, esto implica que las localizaciones donde se desarrollan los trabajos están distribuidas por todo el mundo. Los proveedores capaces de abastecer los materiales necesarios, están certificados y siguen los requisitos del propio cliente. Actualmente, no existe una gran competencia en el terreno de suministros aeronáuticos y solo se cuenta con un proveedor, con la confianza del propio cliente, que abastece a la empresa de los materiales necesarios.

La mayoría de los contratos de trabajo vigentes están asignados a unas gradas de utillaje para la puesta a punto. La carga de trabajo y, por tanto, el requerimiento de materiales sufre de una alta variabilidad, por lo que hay temporadas críticas en las que se necesitan abastecer de materiales a los empleados para poder desempeñar su trabajo en un plazo de tiempo muy ajustado. A esto se suma los desplazamientos a otros países, en los que se preparan lotes para proveer a los empleados de los materiales suficientes en su estancia fuera.

Supervisado por el departamento de logística y compras, se dispone de un armario rotativo para el almacenamiento del inventario de los materiales necesarios para estos trabajos. El armario rotativo es un sistema de almacenamiento automático que equivale a un sistema de carrusel en vertical, ya que consiste en un conjunto de bandejas dispuestas verticalmente en el que por medio de una botonera se solicita la muestra o almacenamiento de la bandeja seleccionada. Existen unas 20 bandejas programadas y tienen unas dimensiones tales que por cada bandeja caben en torno a 100 cajetines o posiciones para ubicar materiales.

Se aproxima que se está usando alrededor del 70 por ciento de la capacidad disponible, lo que implica un volumen considerable que se traduce en una alta complejidad para gestionar y controlar dicho inventario.

Hasta hace poco tiempo que se realizó el último recuento de inventario, los empleados tenían acceso al armario rotativo para autoabastecerse de los materiales que precisaban.

Toda la fuente de problemas mencionados ha influido para que se haya desembocado a una situación en la que actualmente existen grandes stocks de materiales sin rotación, a la par de materiales con gran demanda, pero con pocas existencias.

La empresa pretende retomar el control del armario rotativo a través de una gestión automatizada mediante una aplicación informática, en la que solo el personal autorizado tome registro y haga efectiva las entradas y salidas de materiales.

Los retrasos por búsquedas de materiales in situ o por roturas de stock, las compras de reposición de materiales no ajustadas al ritmo de consumo, los materiales obsoletos y deteriorados encontrados, son ejemplos de la necesidad de implantar un sistema informático capaz de atajar estos problemas, aportando capacidad de administración, control y fiabilidad al inventario.

Actualmente, la oferta de aplicaciones informáticas para la gestión es enorme. Esto ha provocado que las empresas que comercializan con este tipo de software se especialicen y ofrezcan productos cada vez más flexibles y orientados a entornos específicos. Esto puede hacer pensar que en el mercado existen soluciones para cualquier organización.

Sin embargo, la realidad no es del todo así. Las empresas pueden precisar soluciones que atiendan ciertas particularidades o requisitos a un nivel que no llegan los productos en el mercado. Por ejemplo, en este caso, aunque la opción más atractiva en primera instancia es una aplicación web, la empresa no cree conveniente ese tipo de plataforma ya que su potencial de

explotación se ve limitado al trabajar en instalaciones del cliente, donde su uso está restringido.

1.2. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo consiste en obtener un sistema de inventario permanente con el que se conozca a tiempo real desde un equipo, qué materiales se tienen en stock, la cantidad y dónde está ubicado dentro del armario rotativo. Para ello, se debe desarrollar una aplicación para la gestión y control del inventario.

Al estar integrado en el mismo departamento logística y compras, es interesante disponer de una utilidad para realizar las compras de reposición de inventario.

Para lograr todo esto, la aplicación debe sustentar su diseño mediante UML, con los casos de uso y diagramas de actividades, de forma que se logre satisfacer todas las necesidades y requisitos impuestos por la empresa a la hora de su implantación. A su vez, se debe hacer lo propio con la base de datos, para que pueda recoger toda información que sea de utilidad para los objetivos marcados.

2 MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción a los inventarios

Para muchas empresas, los inventarios son un activo con un alto coste de inversión, pero aportan una ventaja competitiva que hace evidente la necesidad de mantenerlos y establecer estrategias para lograr una eficiente gestión y control de estos. En general, los inventarios o existencias de las empresas permiten compatibilizar mejor los ritmos de compras, producción y ventas, suavizando las diferencias. De esta forma se puede aprovechar mejor las oportunidades de negocio y reducir el efecto negativo de las amenazas como por ejemplo la inflación, el incremento inesperado de la demanda o el incumplimiento en el plazo de entrega.

Pero, en la realidad, marcar unos niveles adecuados de inventarios es una decisión realmente compleja. Por un lado, escatimar en la inversión de inventarios puede implicar un ahorro económico, pero a costa de un bajo nivel de servicio y roturas de stock que provocan aún más daño a la organización. Por otro lado, un exceso de inventarios conlleva un despilfarro económico y además puede ocultar problemas de ineficiencias en los procesos que pasan desapercibidos por el colchón que supone un inventario excesivo.

A nivel contable, para muchas empresas los inventarios suponen un alto porcentaje del activo circulante. El activo circulante se caracteriza por estar compuesto por elementos que pueden ser convertidos en dinero sin pérdida significativa de valor en un plazo inferior a un año, a diferencia del activo inmovilizado cuya conversión plena en liquidez requiere normalmente más de un año.

Una buena gestión del activo circulante y gestión de inventarios es importante teniendo en cuenta la definición de Rentabilidad económica como cociente entre el B.A.I. o Beneficio Antes de Impuestos y el activo total de la empresa, que está compuesto de la suma del activo circulante y el inmovilizado. Por tanto, una buena gestión de inventarios obtiene una mejora en la rentabilidad económica.

A nivel logístico, los inventarios juegan un papel de vital importancia en la cadena de suministro. Aunque el objetivo sea permitir el flujo continuo de materiales de modo que evite retrasos en los procesos, la realidad no siempre es así. No solo no lo evita, sino que además es una de las principales causas de los problemas típicos que surgen en toda cadena de suministro como puede ser el efecto látigo.

De no decidir los inventarios correctamente, se puede dar el común desequilibrio de inventarios que consiste en que se tiene demasiado de lo que no se vende o consume y agotado lo que sí se vende o consume. Esto hace inútil la ventaja de tener inventarios, genera desorganización y pérdidas económicas.

Pero, ¿qué aporta trabajar con inventarios sabiendo los problemas que pueden surgir? Heizer y Render (2009) definen cuatro funciones que cumplen los inventarios. Estas son:

1. “Desacoplar” o separar diferentes partes del proceso productivo. Por ejemplo, si los suministros de una empresa fluctúan, puede ser necesario inventario extra para separar al proceso productivo de los proveedores.
2. Aislar a la empresa de las fluctuaciones de la demanda y proporcionar un stock de mercancías que permita al cliente elegir entre ellas. Este tipo de inventarios son típicos en los establecimientos minoristas.
3. Aprovechar los descuentos por cantidad, porque la compra de grandes cantidades puede reducir el coste de las mercancías o su plazo de aprovisionamiento.
4. Protegerse contra la inflación y el aumento de precios.

Conviene distinguir diferentes tipos de inventarios según su proceso productivo. Estos son los inventarios de materias primas, inventarios de trabajos en curso o semielaborado, inventarios de suministros de mantenimientos, reparación y operación e inventarios de productos acabados, Bañegil Palacios et al (2004).

- **Inventario de materias primas.** Con este inventario se asume la variabilidad de los proveedores en cuanto a calidad, cantidad o plazo de aprovisionamiento.
- **Inventario de trabajos en curso o semielaborado (Work in Process).** Se trata de materiales sobre el que ha comenzado el proceso productivo y están en espera para continuar. Se forman lotes con el fin de garantizar una producción continua. Estos lotes son en parte función del tiempo de fabricación de un producto (tiempo de ciclo).
- **Inventario de suministros de mantenimientos, reparación y operación (MRO).** Este tipo es el objeto principal de gestión y control por parte de la aplicación desarrollada. Se encarga de permitir el mantenimiento y reparación de los equipos cuando sea necesario.
- **Inventario de productos acabados.** Tiene el fin de paliar la incertidumbre en la demanda futura del cliente.

Por coste, el inventario de materias primas siempre será preferible mantener más cantidades en stock que el inventario de productos acabados, ya que este ha sufrido transformaciones y agregado valor sobre él. En cuanto al inventario de trabajos en curso, como ya se ha mencionado, la cantidad vendrá influida por el tiempo de ciclo y reduciendo este tiempo se podrá bajar el nivel de inventario. Para las cantidades de los inventarios de MRO, se tiene en cuenta la criticidad que supone no disponer de los repuestos y materiales necesarios, y del propio coste de los mismos repuestos y materiales.

2.2. Elementos para la gestión y el control de inventarios

2.2.1. Políticas de aprovisionamiento

Como se ha mencionado anteriormente, de poco sirve tener inventarios si no se establece un sistema apropiado para gestionarlos. Una mala gestión implica incurrir en una serie de costes. La gestión de inventarios trata de minimizar estos costes, pero sin dejar de asegurar la disposición de los materiales. Para ello se debe tratar de responder a las siguientes cuestiones, Chopra y Meindl (2013):

1. ¿Cuándo debe lanzarse una orden de pedido de dicho artículo?
2. ¿Qué cantidad del artículo debe pedirse en cada una de estas órdenes de pedido?

La respuesta a estas preguntas conforma la política de aprovisionamiento y viene influenciada principalmente al tipo de demanda existente. Podemos distinguir:

- **Demanda dependiente.** En este caso se pide la cantidad necesaria en el momento que se necesita. Se aplican metodologías como Material Requirements Planning (MRP) o Just In Time (JIT).
- **Demanda independiente.** La cantidad y la frecuencia de pedido se ajustará a lo que resulte más económico, evitando perjudicar el proceso de producción. En este tipo de aprovisionamiento existe una variedad de casuísticas en función a distintos factores que se comentan a continuación.

Para establecer una política de aprovisionamiento, hay que tener en cuenta los costes que suponen. El primero que se puede pensar es el coste de adquisición del material, pero este no es relevante a la hora de comparar dos políticas. Los costes influyentes en la elección de una política son los siguientes:

- **Costes de lanzamiento.** Incluye los costes de los suministros, impresos, procesamiento del pedido, soporte administrativo, etc. Pueden ser constantes, escalonados o proporcionales al tamaño del lote.
- **Costes de mantenimiento.** Este coste se relaciona con el coste de mantener las unidades almacenadas, riesgo de obsolescencia, de deterioro, seguros, impuestos, etc.
- **Costes de ruptura de stock.** Se produce por la variación y desconocimiento de la demanda. El coste asociado es difícil determinar. Repercute en retrasos, imagen de empresa dañada, etc. Para subsanar este coste, se debe establecer un stock de seguridad que sirva de colchón ante posibles picos de demanda.

Teniendo esto en cuenta, podemos citar la siguiente casuística de modelos que buscan minimizar el coste del inventario, Gutiérrez y Vidal (2007):

- Técnicas de lotificación. Entre ellas se incluye el lote a lote (LFL), lote económico (EOQ) o aprovisionamiento periódico (POQ).
- Modelos básicos de gestión de inventarios. Incluye los modelos simples de revisión

continua, periódica, con BaseStock o híbrida.

- Modelos avanzados con demanda determinista. En es caso se diferencian los modelos de revisión continua con distintos plazos o tasas de aprovisionamiento, y los modelos de revisión periódica con demanda variable (algoritmo de Wagner-Whitin).
- Modelos avanzados con demanda o plazo de aprovisionamiento estocásticos.

2.2.2. Análisis ABC

El análisis ABC es un método de clasificación de los inventarios en función de la importancia que tienen en cuanto a costes anuales. Estos costes son el resultado de considerar el coste unitario de cada artículo y multiplicarlo por la demanda de ese año. Ya que no todos los artículos son igual de relevantes, es lógico pensar en aplicar políticas de gestión ajustadas a lo que le supone a la empresa dichos artículos. Para la diferenciación de las categorías se aplica el principio de Pareto. Se proponen tres categorías distintas:

- **Artículos de clase A.** Son los artículos más importantes para la gestión de inventarios, forman aproximadamente el 15 por ciento de los artículos del almacén y, en conjunto, pueden sumar del 70 al 80 por ciento del valor total de las existencias (Domínguez-Machuca et al (2009)). Estas existencias hay que controlarlas y analizarlas estricta y detalladamente, dado que tienen el valor económico más relevante.
- **Artículos de clase B.** Sigue a los de clase A. Aunque son menos importantes, hay que prestarle su debida atención. Pueden representar alrededor de un 30 por ciento de todos los artículos en inventario y entre un 15 y un 25 por ciento del valor total.
- **Artículos de clase C.** Los artículos de esta clase apenas son relevantes para la empresa, por lo que basta con aplicar la gestión más básica y simplificada. Incurrir en una gestión mayor supone un gasto de recursos que no reportan los suficientes beneficios. Su aportación puede rondar el 5 por ciento e involucrar al 55 por ciento de todos los artículos en inventario.

Pero esta forma de clasificación es susceptible de adaptar a otros criterios que, por su modelo de negocio, la empresa considere que sean más relevantes en lugar del volumen anual en coste,

Domínguez Machuca et al (2005). Esto deja vía libre de clasificación en distintos criterios según sea necesario, por ejemplo, por artículos críticos en el proceso productivo, por artículos perecederos o por problemas de entrega.

Una vez realizada la clasificación se pueden establecer distintas políticas para cada clase. Estas pueden implicar distintos recursos de compra, políticas de aprovisionamiento específicas, sistema de inventario periódico y permanente, zonas de almacenamiento y control especiales, entre otros.

2.2.3. Codificación e identificación de inventarios

Cuando se trata de establecer una organización de los inventarios, es necesario determinar el método que sea preciso adoptar para identificar y poder seguir, paso a paso, cada existencia de material almacenado. Por tanto, se necesita establecer una nomenclatura que sirva para identificar y clasificar el tipo de existencia, indicando el material que la componen y sus características particulares.

Para la codificación de los materiales debe examinarse la naturaleza de estos y establecer una clasificación que permita una segregación acorde a la empresa. La clasificación debe hacerse de tal modo que cada familia de material ocupe un lugar específico, que facilite su identificación y localización en el almacén.

La codificación es clave pero no es suficiente para mantener controlados los inventarios. También es importante realizar una correcta identificación de estos. Un registro erróneo en los movimientos de entradas o salidas desvirtúa el inventario e impide saber de lo que se dispone en cada momento.

Para la identificación de los materiales existen tecnologías de identificación y captura de datos automática que aportan precisión, reducción de tiempo o costes de mano de obra al evitar los errores humanos en el reconocimiento y tratamiento de los materiales. Esta es una parte muy importante para mantener el control de los inventarios y unos registros fiables. Dentro de las tecnologías de identificación automática, las más importantes y extendidas para la implantación en la gestión de inventarios son:

- **Códigos de barras lineales.** Es el más común y económico. Los datos codificados se leen utilizando un barrido lineal de un escáner. Consta de un lector o pistola, inalámbrico o no, que es el encargado de leer el código y transferirlo ya decodificado al equipo.
- **Códigos de barras bidimensionales.** Utiliza un lector similar al anterior caso, pero los datos codificados se deben leer en ambas direcciones. Supone un coste de inversión intermedio y permite obtener más datos. Los tres tipos básicos son los códigos de barras apiladas, los matriciales y los QR (de respuesta rápida).
- **Identificación por Radio-Frecuencia (RFID).** Es un sistema de identificación de objetos utilizando ondas de radio, que permite tener información en tiempo real de los productos dentro de la cadena de suministro. El sistema se basa en adherir al objeto a identificar un chip mediante una etiqueta (tag), que puede almacenar y transmitir información por radiofrecuencia hacia un lector sin necesidad de contacto visual. Es más potente que el resto de tecnologías expuestas, pero supone una inversión económica mayor.

Finalmente, además de lo mencionado, es vital para el control y eficiencia en la gestión del inventario disponer de un almacén organizado, seguro y bien administrado. Aplicar la metodología de las 5's, los recuentos cíclicos, restringir el acceso al almacén o los sistemas de almacenamiento automatizados son formas de mejorar en estos aspectos de la gestión de inventarios.

2.3. Valoración de inventarios

La valoración es otro aspecto importante de los inventarios y se aborda fundamentalmente en la contabilidad de costes y en la contabilidad financiera.

Desde el punto de vista de la contabilidad de costes, esta actividad está orientada en la obtención de unos costes imputables al producto final, en tanto que al mantener los materiales en stock se incurre en unos costes del proceso de producción que no deben ser ignorados. Esto aplicado en nuestro caso es de utilidad a la hora de asignar el coste de los materiales utilizados al presupuesto de un determinado trabajo.

En cuanto a la contabilidad financiera, forma parte de la regularización de existencias en la que debe quedar constancia en el resultado del ejercicio contable.

Este análisis del valor considera dos variables que atienden al funcionamiento en la organización: el precio de adquisición y el coste de producción (Mallo y Jiménez (2014)).

Cuando el tratamiento de los materiales no es individual y se dan variaciones en el precio de adquisición o coste de producción, debemos de escoger un criterio para identificar el valor los materiales implicados en el producto final, Bastos y Míguez (2006). Esto, por tanto, afecta a todos los almacenados en inventario.

En cada una de las reposiciones de existencias que son necesarias realizar, es posible que el precio de adquisición no sea siempre el mismo.

Ejemplos de estas variaciones pueden ser debidas por compras a distintos proveedores, fluctuaciones del mercado, efectos de la inflación, fluctuaciones de precios por temporada, o los descuentos. Este último es uno de los factores muy comunes a tener en cuenta en el cálculo del lote económico de pedido al proveedor, ya que existen distintos tipos de descuentos por volúmenes de compra que según cual se proponga, el lote a pedir puede variar en cierta medida. Estos descuentos pueden ser proporcionales o incrementales al tamaño del lote.

Volviendo a la valoración de las existencias, podemos encontrarnos con distintos métodos, a escoger libremente según el criterio que quiera adoptar la empresa, estos son:

- **Método del coste medio ponderado.** Es un método muy extendido. Consiste en valorar unitariamente las existencias como resultado de la división entre el total de coste de las entradas y sus cantidades. Tres vertientes de aplicación de este método son el precio medio ponderado continuo, que valora las existencias en cada entrada; el precio medio ponderado simple, que valora al finalizar el período; y el coste medio de las entradas, el cual solo considera las entradas y no el stock existente. Al contrario de la mayoría de los métodos que se ven a continuación, la conveniencia o no de aplicarlo es independiente a la situación de la inflación. En la aplicación se aplicará el método del coste medio ponderado continuo.
- **Método FIFO (First In First Out).** Este método se basa en que las primeras unidades en entrar son las primeras en salir. Esto implica que habrá distintas partidas con precios de adquisición distintos y que la valoración que toman las existencias dispuestas a salir

se corresponde con el precio de adquisición en el orden que se han ido incorporando.

- **Método LIFO (Last In First Out).** Supone que las últimas unidades que entran son las primeras en salir, es decir, siguen una valoración inversa al método anterior. De esta forma se asignan valores a los materiales a su precio de adquisición en la realidad, ya que se corresponde con su última entrada.
- **Método HIFO (Hight In First Out).** Las unidades que se consumen primero son aquellas que se valoran a precios más elevados.
- **Método NIFO (Next In First Out).** La valoración de las salidas se corresponde con el precio que costaría una reposición en el momento de la salida.
- **Método del precio estándar.** Supone valorar tanto las entradas como las salidas al mismo precio teórico o estándar por la empresa. Las desviaciones existentes se deben determinar e imputar al resultado del período.

Cabe hacer una diferenciación entre la valoración de las entradas en el almacén y el de las salidas. El caso expuesto es el que se ha tomado en consideración en el desarrollo de la aplicación y es el relativo a las salidas. El de entradas esta referido a diferentes componentes en la compra del material que no tienen aplicación en este caso.

3 REQUISITOS DEL SISTEMA

En este apartado se expone el punto de partida de la empresa en cuanto al sistema informático con el que gestionaban el inventario, lo que lleva a la elección de la aplicación informática y los requisitos que debe cumplir esta.

3.1. Situación de partida

El punto de partida de la empresa en cuanto a la información recogida sobre el inventario que poseen consiste en un archivo Excel en el cual todo registro se hace manualmente, lo cual está abocado a la insostenibilidad y la dedicación de recursos de personal y tiempo que no aporta ningún valor. Dicho registro no mantiene evidencia de los movimientos de materiales, solo contempla el resultado de las existencias restantes tras las entradas y salidas. Esta falta de datos a tener en cuenta impide el estudio y análisis de los inventarios y, con ello, la falta de criterios objetivos para la toma de las decisiones necesarias para una buena gestión de inventarios.

La nomenclatura de la mayoría de las referencias está basada en un documento desarrollado y proporcionado por el cliente, que especifica una designación compartida con los proveedores que deben suministrar los materiales. Estas designaciones incluyen una serie de medidas estándar que completa la definición de la referencia, pero no es menor el número de casos en los que se requieren medidas no estándar. Sin embargo, debido a esto último y a los errores de registro que se producen en el ingreso manual, se cuenta con duplicidades y registros no precisos que dificulta el correcto funcionamiento y control del inventario.

Por tanto, el conocimiento real que se tiene sobre el inventario que se trata está basado en la experiencia.

Las posibilidades de mejora que ofrece recoger más información objetiva y fiable hacen necesario el uso de una aplicación informática. El tratamiento de más información, a la vez que se agiliza dicho proceso mediante el uso de una aplicación, permite dar un importante paso para la optimización de los inventarios.

Actualmente, en el mercado existen una gran cantidad de opciones para la gestión de inventarios. Existen software de gestión integral con paquetes o módulos para la gestión de almacenes con múltiples funcionalidades y adaptables a otros ERP. Por otro lado, también existen programas dedicados a la gestión de almacenes o de stock.

Estos programas pueden estar orientados a distintos sectores y tamaño de la empresa e incluso pueden ofrecer personalización, implementación y mantenimiento por parte de las empresas que comercializan el producto. Según el alojamiento de los datos, también se ofrecen implantaciones en local o en la nube. En cuanto al pago, se ofrece la compra de la licencia para su explotación o bien una suscripción de pagos periódicos para su uso.

Aun teniendo en cuenta la gran variedad de posibilidades que existen actualmente, pocas veces se puede garantizar que exista un producto adaptado a las necesidades reales y del día a día.

Dando un repaso de las aplicaciones más importantes en el mercado actual podemos encontrar las aplicaciones inFlow, ABC Inventory, Openbravo o los gestores de almacenes de SAP, de Microsoft Dynamics NAV, de SIGA, Odoo, y un largo etcétera.

La mayoría hacen un tratamiento de datos excesivo, de los cuales muchos no aplican en nuestro caso. Esto aumenta a su vez la complejidad en el uso.

Finalmente, dadas las opciones disponibles, se opta por el desarrollo de una aplicación personalizada a las necesidades concretas, que trabaje con los datos suficientes y que suponga una baja inversión económica, tanto inicial como de mantenimiento. El coste que supone la adquisición y/o parametrización de aplicaciones externas supera el presupuesto disponible, mientras que las aplicaciones gratuitas no cumplen con las necesidades ni requisitos impuestos por la empresa.

3.2. Objetivos del Sistema

Con lo mencionado anteriormente, los objetivos que se piensan prioritarios y principales que debe cumplir la aplicación son los siguientes:

1. **Registro de materiales.** El sistema debe permitir dar de alta nuevos materiales, sean de tránsito o permanezcan inventariados. En cuanto a la eliminación o edición se considera secundario, por lo que se permiten estas acciones, pero ingresando en la base de datos y manualmente.
2. **Estandarización de materiales.** A fin de evitar duplicados y otros errores de registro, se precisa que se definan una serie de características que detallen los materiales y que permitan un registro unívoco. Esto incluye una clasificación de estos en familias y subfamilias (basadas principalmente en el Manual de Normales de Utillaje, desarrollado y proporcionado por el cliente) de modo que ayude a la identificación de los mismos.
3. **Registro de familias y subfamilias.** Se debe permitir la creación de nuevas familias y subfamilias y, por tanto, las características que la definen.
4. **Muestra de imágenes de los materiales.** Se debe tener un catálogo de imágenes que identifiquen a los materiales existentes y que sean visibles en las búsquedas y selecciones de estos.
5. **Registro de E/S.** Es objetivo fundamental que se deba permitir un registro de los movimientos de materiales de entradas y salidas para mantener el control de las existencias.
6. **Registro de movimientos parcialmente completados o descartados.** Se debe permitir que se registre que no siempre se reciba o envíe todo lo previsto en un primer momento.
7. **Búsqueda de materiales.** La aplicación debe facilitar la búsqueda de las referencias que se precisan para el ingreso de datos de los movimientos o consultas, de manera que obtener la referencia necesaria sea un proceso rápido y sencillo.
8. **Cálculo de reaprovisionamiento.** La aplicación debe lanzar una orden de compra cuando se llegue al límite de existencias establecido.
9. **Registro de devoluciones.** Se debe contemplar el registro de devoluciones, tanto por compras como por envíos.

- 10. Conocimiento de movimientos en curso.** Poder saber fácilmente el estado de las entradas, salidas y necesidades de compra, si se han realizado ordenes de pedido o programado salidas que no se han ejecutado o completado.
- 11. Comunicación con proveedores.** Se debe permitir agilizar los abastecimientos necesarios mediante la posibilidad de realizar las compras contactando con el proveedor.
- 12. Comunicación con empleados.** Se debe facilitar la comunicación con los empleados para que conozcan el estado de sus peticiones de materiales.
- 13. Exportación de peticiones.** A la hora de extraer los materiales que se solicitan, tener una copia impresa del registro de las peticiones agilizaría el proceso.
- 14. Generación de notas de entrega.** Poder generar, guardar e imprimir las notas de entrega de los materiales que salen del almacén es un paso más a la integración de actividades del proceso logístico.
- 15. Registro de empleados.** El sistema debe permitir dar de alta empleados, incluyendo sus correos. En cuanto a la eliminación o edición se considera secundario, por lo que se permiten estas acciones, pero ingresando en la base de datos y manualmente.
- 16. Registro de localizaciones.** El sistema debe permitir dar de alta localizaciones de trabajo. En cuanto a la eliminación o edición se considera secundario, por lo que se permiten estas acciones, pero ingresando en la base de datos y manualmente.
- 17. Registro de gradas.** El sistema debe permitir dar de alta gradas. En cuanto a la eliminación o edición se considera secundario, por lo que se permiten estas acciones, pero ingresando en la base de datos y manualmente.
- 18. Registro de proveedores.** El sistema debe permitir dar de alta proveedores, incluyendo sus correos. En cuanto a la eliminación o edición se considera secundario, por lo que se permiten estas acciones, pero ingresando en la base de datos y manualmente.
- 19. Registro de responsables.** El sistema debe permitir mantener guardados los responsables encargados de registrar los movimientos de materiales. En cuanto a la eliminación o edición se considera secundario, por lo que se permiten estas acciones, pero ingresando en la base de datos y manualmente.
- 20. Acceso y manipulación controlada de la base de datos.** Se debe permitir el acceso y posible manipulación de los datos para corregir manualmente errores puntuales. Esto debe restringirse a los responsables capaces de dicha tarea.

- 21. Manejo intuitivo.** Se debe mostrar una interfaz amigable, con un funcionamiento comprensible y adaptado al modo de trabajo para facilitar su entendimiento.
- 22. Seguro.** La información debe permanecer segura en todo momento.
- 23. Eficiente.** El sistema debe funcionar correctamente en cuanto a velocidad y fluidez.

3.3. Desglose de requisitos

A continuación, se exponen los requisitos que cumple la aplicación de modo que satisface los objetivos mencionados. Los requisitos del sistema están escritos desde la perspectiva del sistema y no en la interacción del usuario. Se han desglosado en requisitos funcionales, no funcionales y de información.

3.3.1. Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales corresponden a aquellos a los que el sistema debe hacer o cómo debe reaccionar a las diferentes entradas.

- 1. Ingresar compras.** El usuario puede registrar compras, incluyendo una o más referencias en la misma operación.
- 2. Generar correo de compras al proveedor.** El usuario puede generar correos con la compra ingresada, de modo que presente un formato válido para que el proveedor asuma dicha orden y proceda con el pedido.
- 3. Ingresar recepciones completas.** El usuario puede registrar las recepciones de todos los materiales comprados.
- 4. Ingresar recepciones parciales.** El usuario puede registrar las recepciones de algunos materiales comprados, dejando en espera la llegada del resto de cantidades o referencias. Para el caso de no recepcionar la totalidad de una cierta referencia, se permite la posibilidad de fraccionar la compra abriendo otro movimiento de entrada, manteniendo su trazabilidad.

5. **Ingresar recepciones descartadas.** El usuario puede registrar el descarte de una compra, es decir, que se anule, por motivos de exceso retraso o que el proveedor no sea capaz de suministrar la referencia comprada.
6. **Ingresar peticiones.** El usuario puede registrar peticiones de materiales por parte de los empleados, incluyendo una o más referencias en la misma operación.
7. **Generar correo de estado del envío al empleado.** El usuario puede enviar correos informativos a los empleados que han solicitado el envío de materiales sobre el estado del envío. Se permite en el momento de ingreso de la petición, como acuso de recibo y puesta en marcha de la petición; y en el momento de lanzamiento del envío como notificación de que el material está en camino.
8. **Ingresar envíos completos.** El usuario puede registrar el envío de todos los materiales solicitados.
9. **Ingresar envíos parciales.** El usuario puede registrar el envío de algunos materiales pedidos, dejando en espera el envío del resto de cantidades o referencias. Para el caso de no enviar la totalidad de una cierta referencia, se permite la posibilidad de fraccionar el envío abriendo otro movimiento de salida, manteniendo su trazabilidad.
10. **Ingresar envíos descartados.** El usuario puede registrar el descarte de un envío, es decir, que se anule, por motivos de exceso retraso o que la empresa no sea capaz de suministrar la referencia pedida.
11. **Ingresar devoluciones de compra.** El usuario puede registrar devoluciones de compras realizadas al proveedor.
12. **Ingresar devoluciones de envío.** El usuario puede devoluciones de envío de materiales a los empleados.
13. **Ver entradas y salidas en curso.** El usuario puede ver en todo momento qué movimientos están activos o abiertos.
14. **Estandarizar nomenclatura de materiales.** El usuario al dar de alta nuevas referencias, estas se incluirán con un formato estándar que impida duplicidades o ambigüedades.
15. **Buscar materiales.** El usuario puede buscar los materiales, acotando por familia y subfamilia, o bien mediante un filtro por nombre de la referencia.
16. **Añadir imágenes de materiales.** El usuario puede añadir imágenes en la carpeta donde se alojan las imágenes que se cargan en la búsqueda de materiales.

- 17. Eliminar imágenes de materiales.** El usuario puede eliminar imágenes de la carpeta donde se alojan las imágenes que se cargan en la búsqueda de materiales.
- 18. Ver existencias restantes.** El usuario puede ver, antes de confirmar o proceder a alguna operación, las existencias virtuales que quedarían en stock.
- 19. Ver unidades de materiales en curso de entrada o salida.** El usuario puede ver las unidades pendientes de recepcionar o enviar de una referencia determinada.
- 20. Valorar existencias.** Las entradas y salidas de materiales están sujetas al criterio de valoración de existencias Precio Medio Ponderado. Con esto, se asigna un valor unitario a los materiales en existencia.
- 21. Calcular necesidades de aprovisionamiento.** Para los materiales en existencias en los que sea necesario, se determina y prepara la necesidad de aprovisionamiento.
- 22. Ver necesidades de compra en un carro de compra.** El usuario puede ver los materiales que provienen del cálculo de necesidades de aprovisionamiento antes de confirmar su compra, de forma que pueda rechazar o no la compra prevista.
- 23. Dar de alta nuevos materiales no inventariados.** El usuario puede dar de alta materiales de tránsito que se suministren puntualmente.
- 24. Dar de alta nuevos materiales en inventario.** El usuario puede dar de alta materiales nuevos en existencias.
- 25. Dar de alta empleados.** El usuario puede dar de alta nuevos empleados disponibles para seleccionar.
- 26. Dar de alta localizaciones.** El usuario puede dar de alta nuevas localizaciones disponibles para seleccionar.
- 27. Dar de alta gradas.** El usuario puede dar de alta nuevas gradas disponibles para seleccionar.
- 28. Dar de alta proveedores.** El usuario puede dar de alta nuevos proveedores disponibles para seleccionar.
- 29. Dar de alta responsables.** El usuario puede dar de alta nuevos responsables de los movimientos disponibles para seleccionar.
- 30. Dar de alta familias y subfamilias.** El usuario puede dar de alta nuevas familias y subfamilias disponibles para seleccionar. Las subfamilias se corresponden con una referencia y una serie de características que la definen.

- 31. Acceder a la base de datos.** El usuario puede acceder al libro Excel donde se encuentra los datos para determinadas consultas y modificación puntuales. Está adecuadamente protegido para impedir modificaciones indeseadas.

3.3.2. Requisitos no funcionales

Estos requisitos son los relacionados con la calidad del software que el sistema debe satisfacer.

- 1. Fiabilidad.** La aplicación debe estar a disposición de los usuarios y garantizar el correcto funcionamiento. Ante posibles conflictos, la aplicación impide el uso simultáneo con otros libros Excel; al inicio, mediante la comprobación de la aplicación y durante el uso, mediante la vista de formularios que impiden de por sí abrir otros archivos Excel.
- 2. Seguridad.** La aplicación debe almacenar la información de forma segura. Debe impedir la posibilidad de acceso y alteración por terceros. Se logra implantando protecciones con contraseña y guardados automáticos ante salidas inesperadas.
- 3. Compatibilidad.** La aplicación debe ser compatible con versiones de Excel de 2010 en adelante, debido a que en la empresa se dispone de terminales con paquete Office con distintas versiones. Con el desarrollo se han realizado pruebas de compatibilidad previas a la implantación.
- 4. Rendimiento.** La aplicación debe tener en cuenta que las funciones que desempeña las desarrolle de forma fluida siempre, teniendo en cuenta el uso en terminales de menor potencia. Para ello, se ha puesto esfuerzo en la optimización del código fuente y se han realizado pruebas en terminales de gama baja.
- 5. Usabilidad.** La aplicación debe trabajar con una interfaz amigable, intuitiva a la vista. Debe evitar que plantee dudas de conceptos. El uso de formularios con un diseño sencillo, el autocompletado de campos y las funcionalidades organizadas en bloques facilita la comprensión.
- 6. Escalabilidad.** La aplicación debe permitir el almacenamiento de una gran cantidad de datos y posibilidades de implantar mejoras. Las limitaciones de desarrollar una aplicación en Excel impiden mejoras de gran envergadura, pero si permite ciertas mejoras que aporten nuevas funcionalidades como el uso de códigos de barras.

3.3.3. Requisitos de información

Estos requisitos hacen referencia a la información a gestionar por el sistema.

1. **Histórico de materiales.** Se debe tener almacenado todos los materiales que se solicitan y suministran. Está enfocado a los materiales de tránsito, que no se tienen en consideración de mantener en stock actualmente. Los datos que se almacenan para estos materiales son: referencia, característica específica, familia, subfamilia, coste unitario y observaciones.
2. **Imágenes de materiales.** Se debe permitir el almacenamiento de imágenes descriptivas de los materiales.
3. **Materiales en existencias.** Se tiene que almacenar todos los materiales en existencia en cada momento. Los datos que se almacenan para estos materiales son: referencia, característica específica, bandeja y posición (ubicación en almacén), existencias, stock de seguridad, stock máximo y coste unitario promedio.
4. **Valoración de existencias.** Se debe contabilizar los materiales y realizar el criterio de valoración de existencias de Precio Medio Ponderado. Esto hace inmediato obtener el valor total en inventarios en cada momento.
5. **Compras/recepciones.** La aplicación debe almacenar los registros de las compras, así como sus correspondientes recepciones. Los datos de estos movimientos de entrada son: referencia, cantidad comprada, cantidad recibida, coste unitario, fecha de compra, fecha de recepción, albarán, proveedor, prioridad, responsable de compra, responsable de recepción y comentarios.
6. **Peticiones/envíos.** La aplicación debe almacenar los registros de las peticiones, así como sus correspondientes envíos. Los datos de estos movimientos de salida son: referencia, cantidad demandada, cantidad enviada, valor unitario, fecha de petición, fecha de envío, nota de entrega, empleado, localización, grada, prioridad, responsable de petición, responsable de envío y comentarios.
7. **Devoluciones de compras.** Se debe almacenar las devoluciones de compras. Los datos a ingresar son similares al movimiento de envío.
8. **Devoluciones de envíos.** Se debe almacenar las devoluciones de envíos. Los datos a ingresar son similares al movimiento de compra.

9. **Empleados.** Se debe almacenar los empleados involucrados en los movimientos de materiales, así como sus correos.
10. **Localizaciones.** Se debe almacenar las localizaciones de trabajo donde se envían los materiales que solicitan los empleados.
11. **Gradas.** Se debe almacenar las gradas en las que se precisan los materiales que se envían.
12. **Proveedores.** Se debe almacenar los proveedores involucrados en los movimientos de materiales, así como sus correos.
13. **Responsables.** Se debe almacenar los responsables que ejecutan cada operación de movimientos de materiales en la aplicación.
14. **Catálogo de familias y subfamilias.** El cliente nos ha proporcionado un catálogo de materiales normalizado que debemos asumir como nuestro. Se precisa adaptar la nomenclatura de las existencias actuales y por haber a ese catálogo, especificando aquellas que no formen parte de dicha clasificación. Esto no debe impedir la creación de nuevas familias y subfamilias ajenas a este catálogo.
15. **Definición de características de las subfamilias.** Una vez definidas una serie de características generales que pueden tener los materiales, se debe establecer, para cada subfamilia, las características que aplican o pueden aplicar a dichos materiales.

4 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

4.1. Soporte informático

A continuación, se exponen los requisitos que cumple la aplicación de modo que satisfice los objetivos mencionados. Los requisitos del sistema están escritos desde la perspectiva del sistema y no en la interacción del usuario. Se han desglosado en requisitos funcionales, no funcionales y de información.

4.1.1. Entorno tecnológico

La empresa que requiere la aplicación desde sus inicios ha establecido una arraigada cultura por el conocimiento y el desarrollo de las aplicaciones de Microsoft Office, más en concreto sobre Excel y Outlook. Es por esto que, para el proyecto que se abarca, la empresa ha centrado el interés en la aplicación Microsoft Excel. A pesar de ello, se han estudiado y tenido en cuenta diversos entornos de desarrollo integrados (IDE o Integrated Development Environment) para tener un trasfondo orientativo para futuras alternativas.

Un entorno de desarrollo integrado no es más que una aplicación que reúne varios programas necesarios para facilitar el desarrollo software, incluyendo: editor, compilador, depurador, herramientas para la construcción de interfaces de usuario, etc.

Dentro de la gran variedad existente, podemos destacar los siguientes:

- **Microsoft Office Access.** Es una de las herramientas del paquete Office y está orientada a la creación de aplicaciones de bases de datos. Está dirigido a bases de datos relativamente pequeñas pero suficientes para satisfacer las necesidades actuales. Access dispone del lenguaje de programación Visual Basic para aplicaciones (VBA o Visual Basic for Applications) que le permite extender su funcionalidad y mejorar su rendimiento. VBA no es más que un descendiente de Visual Basic destinado a la edición del comportamiento de las aplicaciones de Microsoft Office. Se trata de un lenguaje potente y fácil de usar, pues las funciones de VBA se derivan en gran parte de Visual Basic. Gracias a VBA podemos desarrollar una interfaz de usuario para la gestión de la base de datos. Por otro lado, para poder ejecutar una aplicación desarrollada con Access el usuario de la aplicación tendrá que tener instalado Access en su equipo. No obstante, existe la posibilidad de generar un programa de instalación personalizado con todas las funciones necesarias para instalar una aplicación desarrollada con Access. Debido a todas estas características se consideraba la opción ideal para el proyecto, pero la empresa no dispone de Access en la mayoría de los terminales y fue descartada la inversión de dicha herramienta.

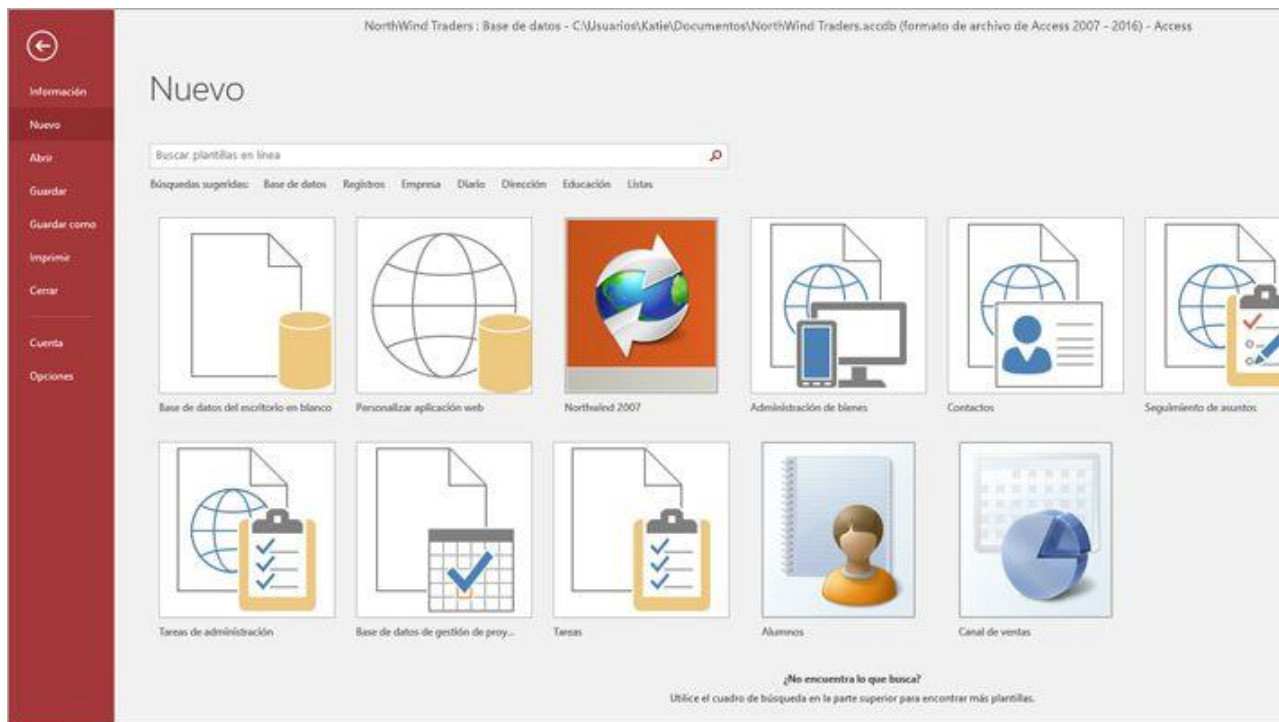


Figura 4.1. Microsoft Access. Fuente: <https://products.office.com/es-es/access>

- **Visual Studio.** Diseñado por Microsoft, Visual Studio es uno de los mejores entornos de programación que existe y permite trabajar con distintos lenguajes de programación. Este entorno nos permite hacer aplicaciones web y de escritorio y, recientemente, también nos permite el desarrollo de aplicaciones multiplataforma.

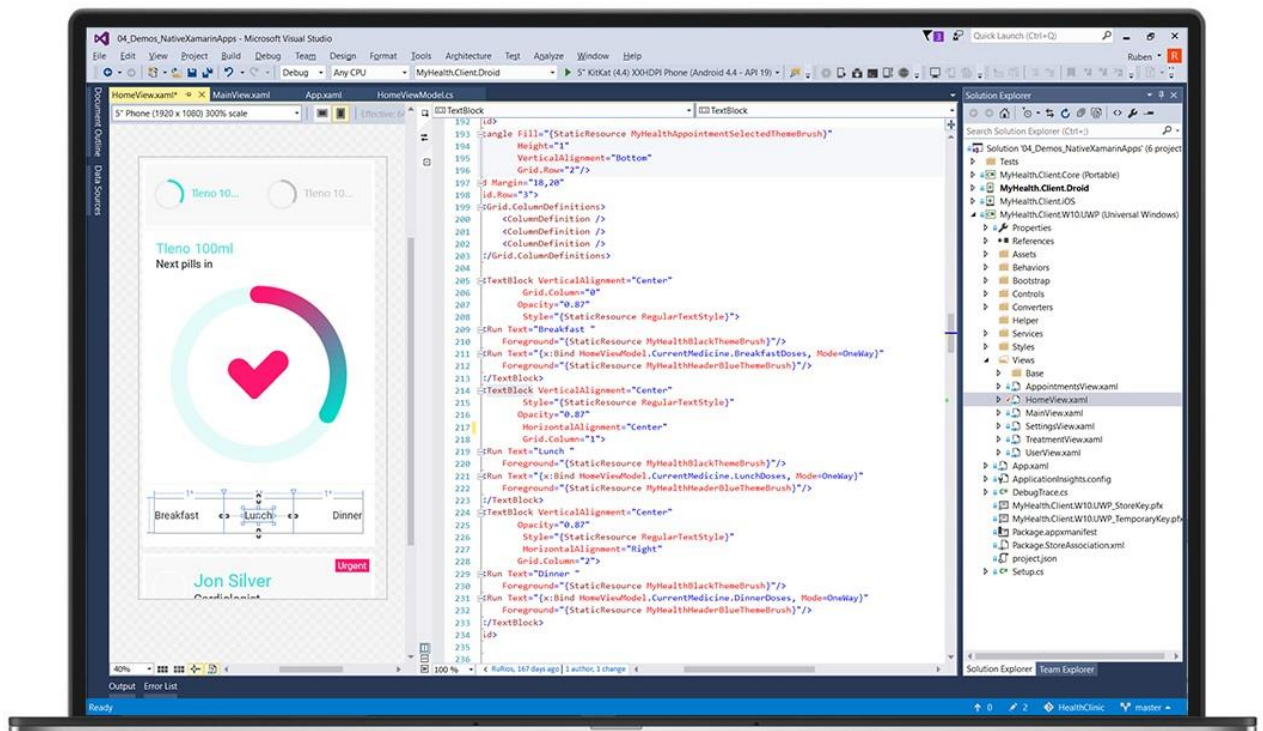


Figura 4.2. Visual Studio. Fuente: www.visualstudio.com

- **NetBeans.** Este también es un entorno de programación muy utilizado por los programadores. Se trata de otro entorno multilenguaje y multiplataforma en el cual podemos desarrollar software de calidad.

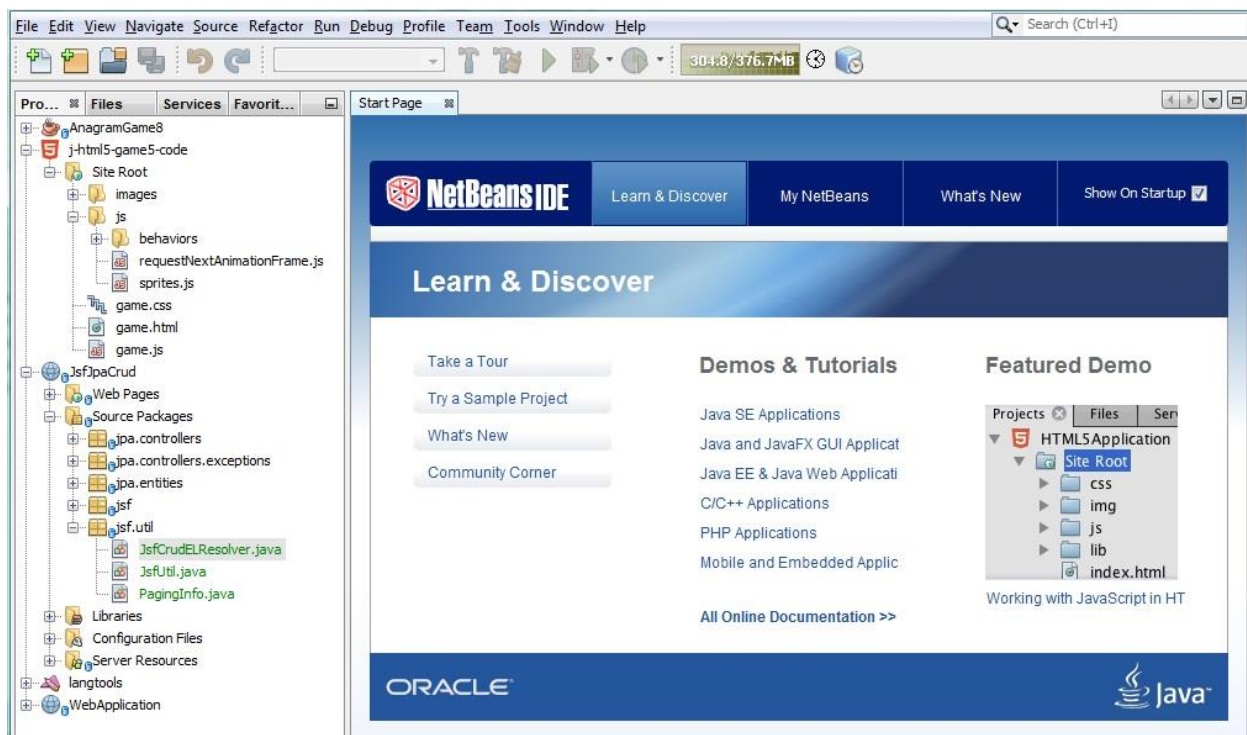


Figura 4.3. NetBeans. Fuente: <https://netbeans.org/>

4.1.2. Herramientas informáticas

Finalmente, después de conocer las distintas alternativas existentes, se detallan todas las herramientas usadas para el diseño e implementación de la aplicación para la gestión de inventarios:

- **yEd.** Esta herramienta es un editor gráfico. Fue utilizada para la fase del diseño conceptual de la base de datos en la elaboración del diagrama Entidad-Relación (E/R). Tiene numerosas características útiles orientadas a la edición gráfica, como la disposición automática, que permite ordenar de forma automática el diagrama.
- **Visual Paradigm.** Herramienta utilizada para la especificación de los casos de usos y los diagramas de actividades. Esta herramienta está desarrollada para el diseño UML (Lenguaje Unificado de Modelado o Unified Modeling Language). Permite el modelado al completo, con editores para la representación gráfica de no solo los casos de uso y los diagramas de actividades, sino también los diagramas de clases, de componentes, de análisis o los mapas de navegación.

- **Microsoft Excel.** Es un programa de hojas de cálculo que permite realizar cálculos, contiene herramientas de gráficos, tablas dinámicas y soporte para lenguajes de programación en VBA, al igual que Access. Es la herramienta principal para el desarrollo y ejecución de la aplicación. Aunque su enfoque se basa en el análisis y tratamiento de datos, se ha adaptado esta herramienta para hacer las veces de aplicación de escritorio independiente, integrando una base de datos y su gestión mediante una interfaz gráfica. Uno de los principales inconvenientes del desarrollo de una aplicación Excel es la necesidad de que los usuarios de la aplicación deben tener a disposición Excel en su equipo, y en una versión actualizada que permita ejecutar las funciones integradas en la aplicación. Esto no ha sido problema en este caso, ya que la empresa dispone de equipos con Microsoft Excel 2010 en adelante.
- **Microsoft Outlook.** Dentro del paquete Office, es la herramienta enfocada a la gestión de correos. La aplicación de escritorio ofrece muchas posibilidades, incluso el desarrollo de funciones específicas y personalizadas, en el mismo lenguaje que las aplicaciones hermanas, que refuerzan la utilidad de esta aplicación. Esta herramienta ha sido utilizada como complemento para el envío de los correos automáticamente generados para equipos con cuentas configuradas, de manera que se ejecute correctamente en caso de tener la aplicación instalada.

4.2. Modelo de casos de uso

La vista de casos de uso captura una serie de interacciones entre los usuarios o actores y el sistema. Hacen hincapié en el contexto orientado al usuario. Son la forma de capturar los requisitos del sistema desde el punto de vista del usuario. Reparte la funcionalidad del sistema en transacciones significativas para los actores o usuarios ideales de un sistema, Booch, Jacobson y Rumbaugh (1999).

El sistema cuenta con los actores:

- **Personal de logística.** Usuarios principales de la aplicación.
- **Proveedor.** Actor pasivo que refleja la comunicación con el personal de logística para los correos de compra.
- **Empleado.** Actor pasivo que refleja la comunicación con el personal de logística para los correos de peticiones y envíos de materiales.

Los casos de uso son los siguientes:

- **Entrada al sistema.** El usuario inicia la aplicación. Se comprueba que no se encuentren libros Excel abiertos. En tal caso, muestra mensaje de aviso y cierra aplicación.
- **Consulta compras y envíos pendientes de completar.** En menú inicial, se muestra los movimientos que se han abierto y están pendientes de cerrar. Para actualizar la información en tiempo de ejecución se puede pulsar el botón de refrescar.
- **Dar de alta nuevas referencias.** El usuario puede dar de alta materiales para almacenar en existencias dándole una ubicación y unas existencias iniciales.
- **Crear nueva familia.** El usuario puede ingresar familias nuevas.
- **Crear nueva subfamilia.** El usuario puede ingresar subfamilias nuevas.
- **Visualiza libro Excel.** Se accede a la muestra del libro Excel. Se protegen las hojas con datos.
- **Registro de acceso.** El usuario ingresa la clave para verificar si es personal autorizado.
- **Compras.** El usuario rellena el formulario para iniciar una compra de materiales, ingresando las referencias necesarias.
- **Búsqueda de materiales.** El usuario puede buscar segregando por familias o mediante el filtro los materiales deseados.
- **Crear nuevo responsable.** El usuario puede crear si es necesario un nuevo responsable escribiendo en el mismo desplegable donde se carga el listado actual de responsables.
- **Crear nuevo proveedor.** El usuario puede crear si es necesario un nuevo proveedor escribiendo en el mismo desplegable donde se carga el listado actual de proveedores. Posteriormente, una vez confirme la acción se pedirá el correo.

- **Agrega referencias del carro de compras pendientes.** El usuario tiene disponible el listado de elementos sugeridos para la compra para poder ingresarlos en el listado de selección.
- **Recepciones.** El usuario rellena el formulario para dar la recepción de materiales.
- **Recepción completa.** La operación básica que puede hacer el usuario, que es recepcionar todo el lote de una compra.
- **Recepción parcial.** El usuario puede ingresar la llegada de solo algunas referencias del lote de compra. También puede ingresar la recepción de cantidades menores a la prevista. Esto último genera un aviso de creación de nuevo movimiento de entrada al confirmar.
- **Recepción descartada.** El usuario puede dar por descartada la llegada de referencias de una determinada compra.
- **Correo orden de compra.** El usuario puede generar un correo con un formato establecido para listar materiales y dar el aviso de suministro al proveedor.
- **Devoluciones de envíos.** El usuario puede registrar la devolución de envío de materiales sobrantes o erróneos en un envío previo.
- **Gestión de imágenes de referencias.** El usuario puede acceder a una carpeta fuera de la aplicación donde añadir o eliminar las imágenes que se mostrarán en el formulario de búsqueda.
- **Peticiones de envío.** El usuario rellena el formulario para registrar una petición de materiales, ingresando las referencias necesarias.
- **Correo procesado petición.** El usuario puede generar un aviso mediante correo al empleado para notificar el procesado de dicha petición.
- **Cálculo de reabastecimiento.** Hace los cálculos provisionales de salida de las existencias tras confirmar la petición. Incluye el envío de las unidades requeridas de compra al carro de la compra.
- **Crear nueva referencia.** El usuario puede hacer un registro rápido desde el formulario de búsqueda de referencias en caso de no encontrar la solicitada. Esta acción solo permite referencias ya existentes en la base de datos donde solo varían las dimensiones o propiedades.

- **Crear nuevo empleado.** El usuario puede crear si es necesario un nuevo empleado escribiendo en el mismo desplegable donde se carga el listado actual de empleados. Posteriormente, una vez confirme la acción se pedirá el correo.
- **Crear nueva localización.** El usuario puede crear si es necesario una nueva localización escribiendo en el mismo desplegable donde se carga el listado actual de localizaciones.
- **Crear nueva grada.** El usuario puede crear si es necesario una nueva grada escribiendo en el mismo desplegable donde se carga el listado actual de gradas.
- **Envíos.** El usuario rellena el formulario para iniciar un envío de materiales.
- **Envío completo.** La operación básica que puede hacer el usuario, que es enviar todo el lote de una petición.
- **Envío parcial.** El usuario puede dar salida de solo algunas referencias del lote de la petición. También puede ingresar el envío de cantidades menores a la prevista. Esto último genera un aviso de creación de nuevo movimiento de salida al confirmar.
- **Envío descartado.** El usuario puede dar por descartado el envío de referencias de una determinada petición.
- **Correo envío en curso.** El usuario puede generar un aviso mediante correo al empleado para notificar que el envío se ha producido.
- **Generar nota de entrega.** El usuario puede generar e imprimir un archivo Excel con el formato establecido para el seguimiento y control de los materiales enviados. Este se almacena automáticamente en la carpeta en red donde le pertenece.
- **Devoluciones de compra.** El usuario puede registrar la devolución de compra de materiales distintos a los solicitados en una compra previa.

A continuación, se muestra un diagrama del caso de uso general (Diagrama 4.1.) junto con otros dos que detallan en más profundidad los procedimientos de entradas y salidas (Diagramas 4.2. y 4.3.):

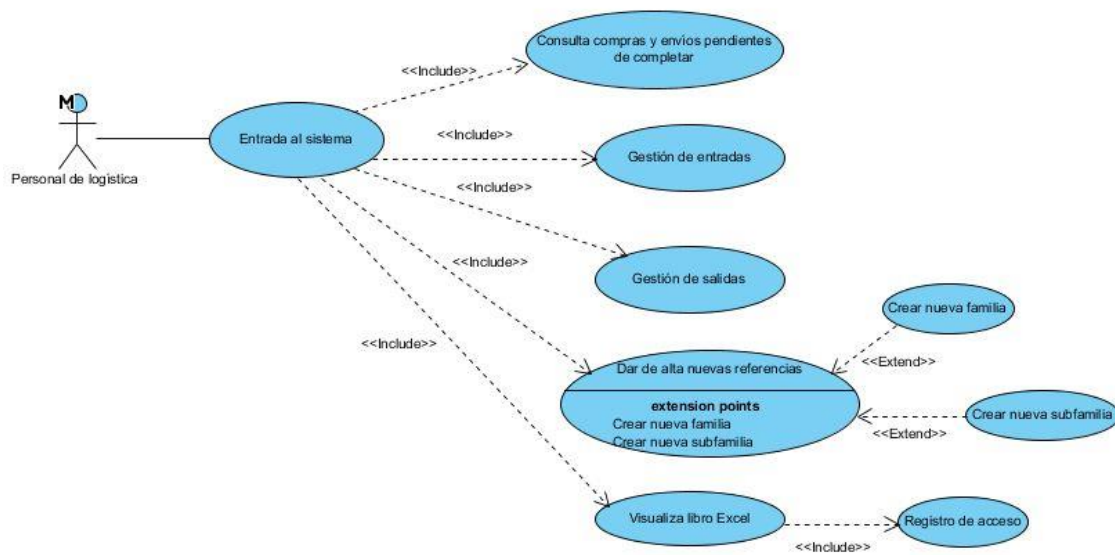


Diagrama 4.1. Caso de uso general

Para las operaciones propias de entradas de materiales, se desglosa con el siguiente diagrama de casos de uso:

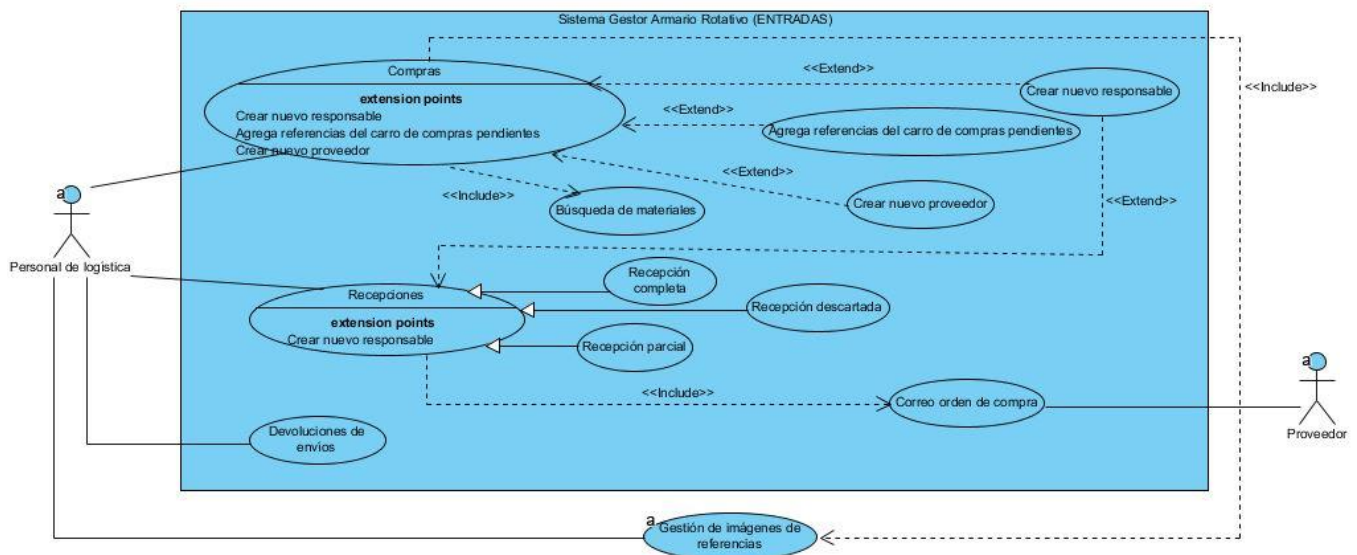


Diagrama 4.2. Caso de uso de Gestión de entradas

4.3.1. Diagrama general

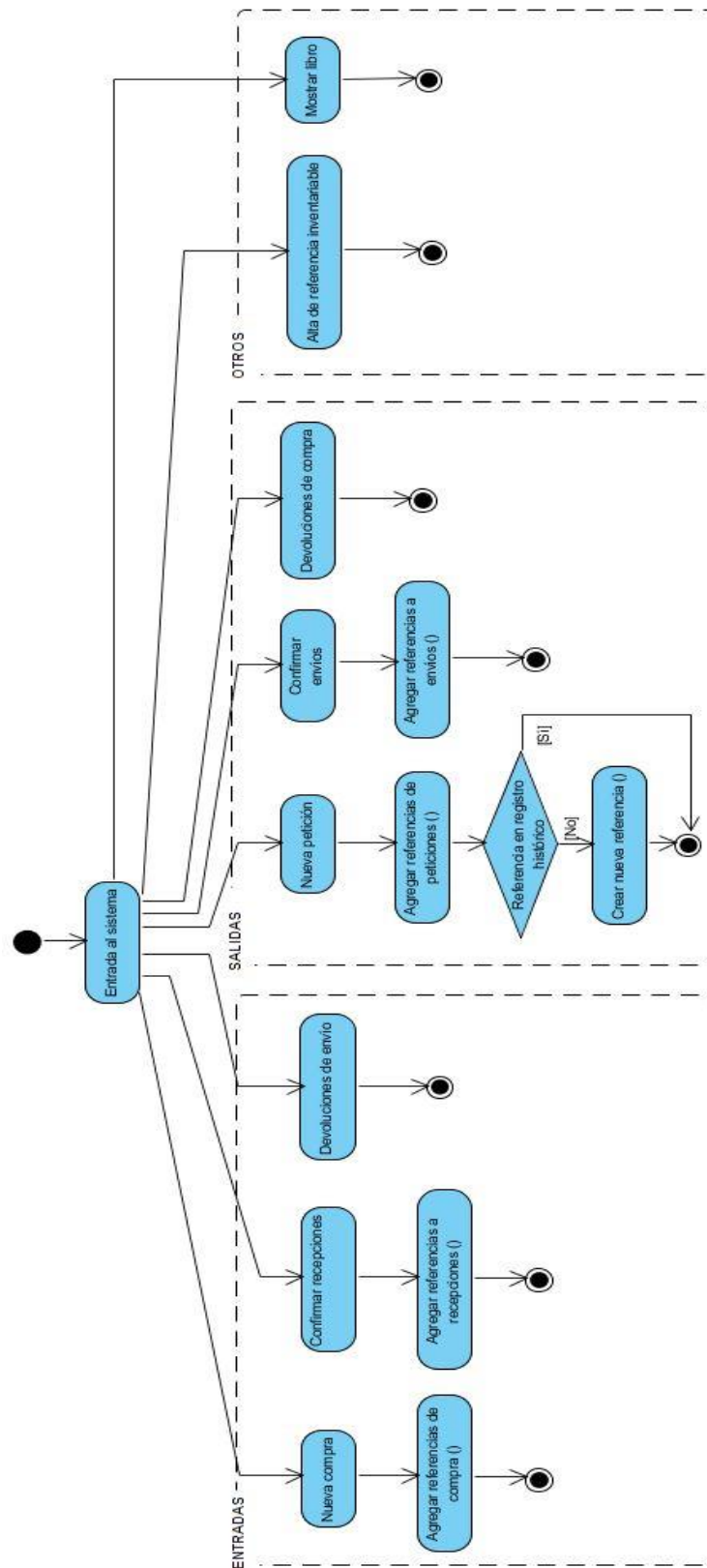


Diagrama 4.4. Diagrama General de actividades

En el diagrama 4.4. se ha mostrado las actividades de las que dispone la aplicación desde el inicio de esta. Las actividades que contiene son las que se desglosan a continuación, de modo que se obtiene una visión global y en detalle de todo lo que el usuario es capaz de realizar y de qué forma.

4.3.2. Diagrama de Entrada al Sistema

En el diagrama 4.5. se contempla las acciones que transcurren al iniciar la aplicación, así como las opciones disponibles que ofrece al mostrar el menú inicial. Hay una validación previa a la muestra del menú que impide el inicio si existe algún libro abierto para evitar conflictos con otros libros Excel habilitados para macros.

En este diagrama también se muestran los cambios de protección y visualización de las hojas y el libro. Esto aporta seguridad evitando que pueda quedar en evidencia la base datos, que no deben estar accesibles en primera instancia.

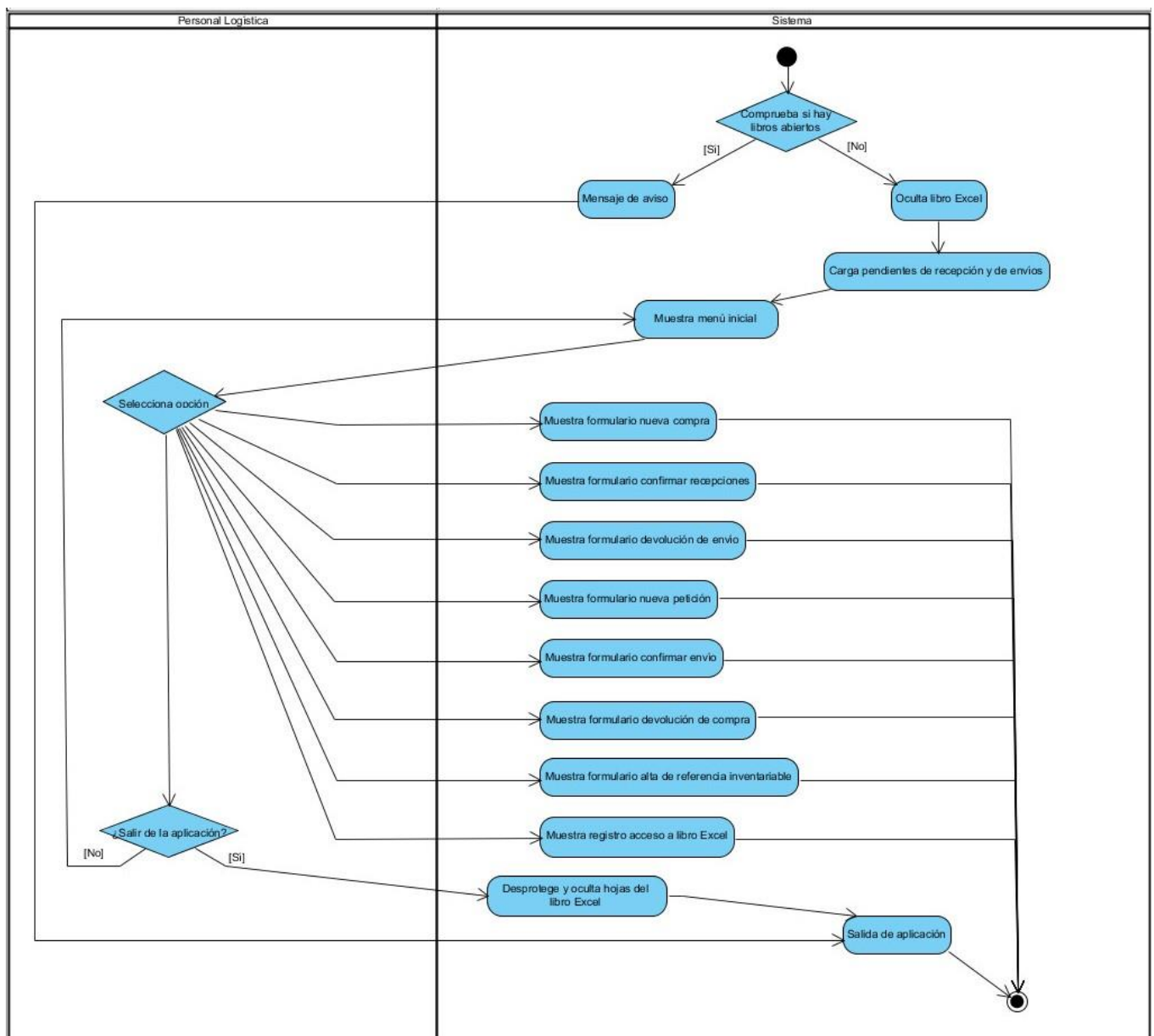


Diagrama 4.5. Entrada al Sistema

4.3.3. Diagrama de Nueva compra

Este diagrama (Diagrama 4.6.) se corresponde con el formulario de ingresos de compras. El flujo está expuesto de forma que establece un orden aconsejado en la cumplimentación del formulario, comenzando en los campos de compra general hasta el ingreso de las referencias. Se permite el ingreso de más de una referencia y se pueden agregar directas desde el carro de la compra o desde otro formulario.

Al confirmar la compra, se valida si el proveedor y el responsable de la compra existen en el registro, en caso contrario lo registra. Posteriormente, se procede a pedir, si es un proveedor nuevo, y generar el correo. Esta generación se realiza haciendo una comunicación con la aplicación Outlook. Si la comunicación se realiza correctamente, crea un nuevo correo con destinatario el correo del proveedor, que debiera estar ingresado (si no lo está, genera el correo sin remitente). En el correo se pega un texto con un formato que lista las referencias y muestra otros datos, como la prioridad o los comentarios. Finalmente, se almacena el resto de la compra.

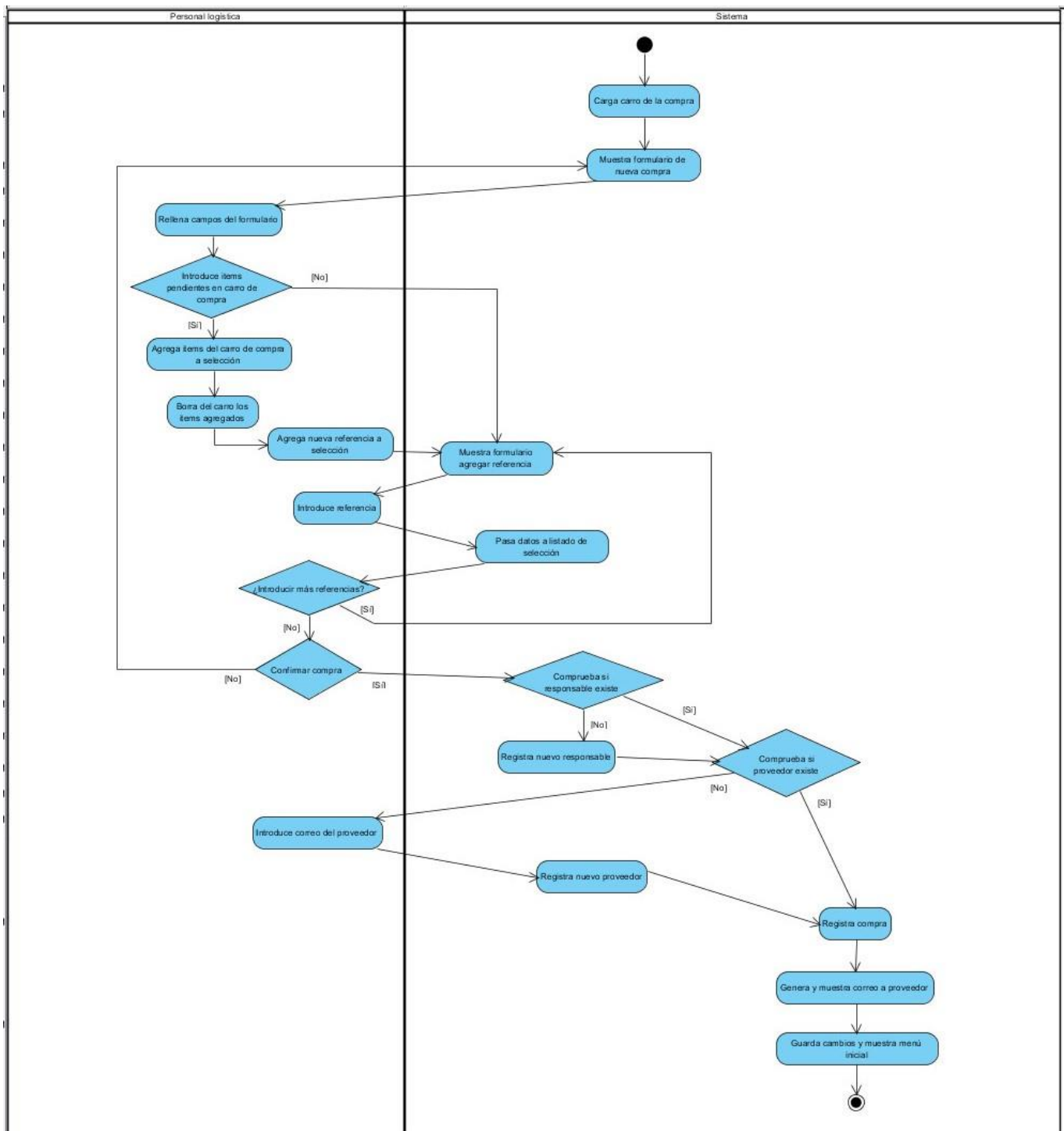


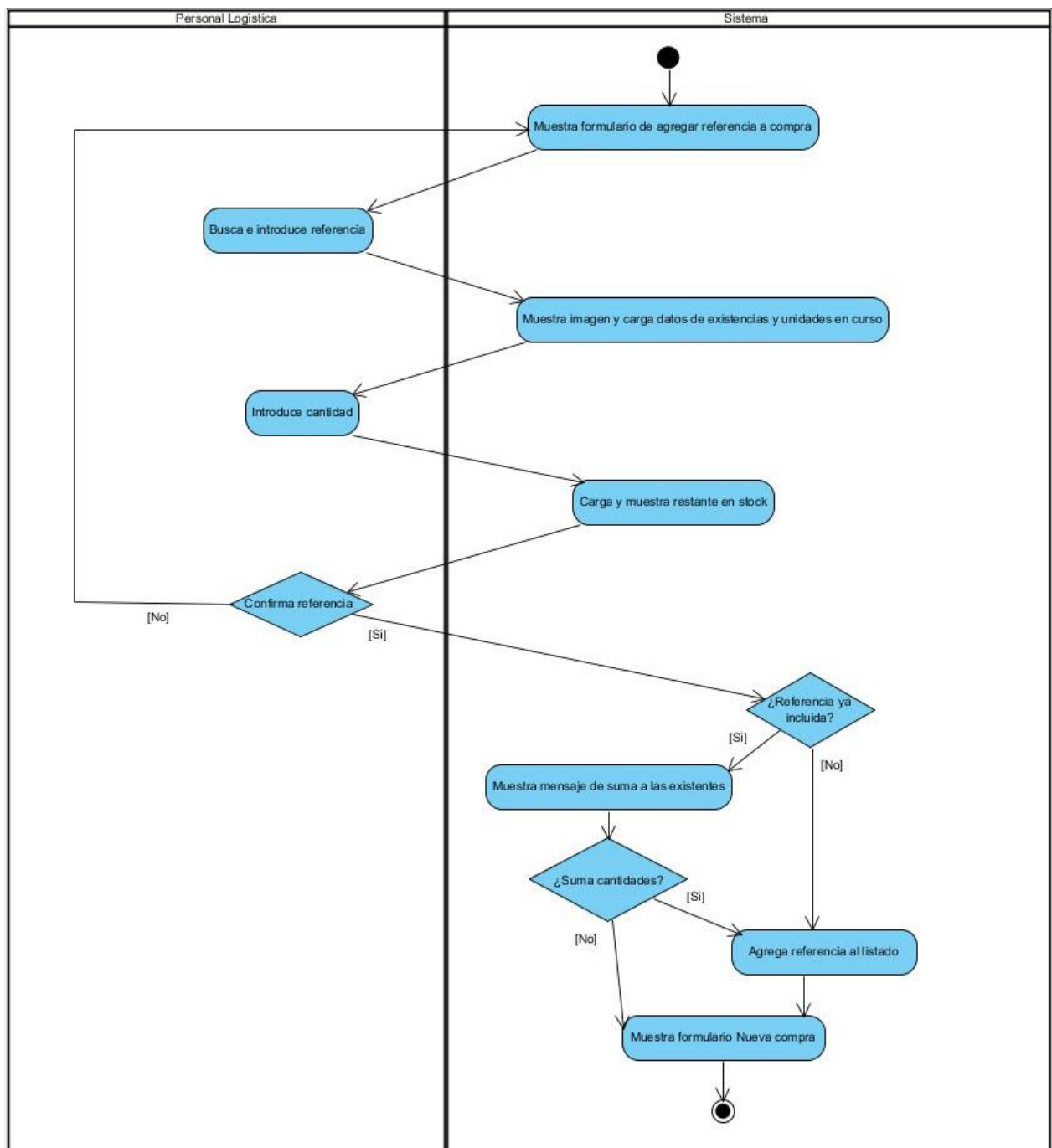
Diagrama 4.6. Nueva compra

4.3.4. Diagrama de Agregar referencias a la compra

El diagrama 4.7 muestra el proceso de búsquedas de referencias desde el formulario de nueva compra. La búsqueda por familias y subfamilias o mediante el filtro por nombre de la referencia permite encontrar rápidamente las referencias que se quieran añadir a la compra.

Al seleccionar la referencia se carga una imagen de esta y todos los datos relativos a ella como son su ubicación, coste, existencias actuales y, particularmente en este formulario, una diferencia entre las unidades pendientes de entrar y de salir. Es decir, si sumamos las existencias actuales y esta diferencia, tendremos el inventario disponible de cada referencia. Esto se muestra con el objetivo de no generar compras innecesarias o de proveerse de más unidades ante salidas previstas en un futuro, según si la diferencia es positiva o negativa.

Al confirmar la referencia, se envía al listado de compra del formulario principal de la compra que se va a generar. Si se diera el caso de que esta referencia ya se encuentra incluida en el listado, se permite la opción de sumar las cantidades para la compra.

*Diagrama 4.7. Agregar referencias a la compra*

4.3.5. Diagrama de Confirmar recepciones

A continuación, se muestra el diagrama 4.8, que consiste en el proceso de recepción de las referencias compradas. Hace de continuación tras realizar la compra.

Comienza por la selección del identificador de compra. Se cargan las referencias compradas que todavía no han sido recepcionadas y se seleccionan las se vayan a recepcionar. Al agregarlas se muestra, a modo informativo, el total económico que supone la recepción o compra, en caso de recepcionarlo todo.

Siguiendo el flujo, se termina de rellenar el formulario y se procede a registrar la operación. Se realiza la comprobación ya explicada del responsable. A continuación, si la referencia ya se encontraba en existencias, realiza la valoración de existencias de estas, para obtener un nuevo coste promedio por la variación, si así fuera, de su precio de compra. En caso de ser referencias nuevas, las ingresa en existencias. Este registro puede ser momentáneo hasta que se envíen, si es el caso de referencias de tránsito.

Posteriormente, permite la acción de abrir otro nuevo movimiento de compra para que permita la espera de las unidades restantes. Este nuevo registro mantiene los datos de esta misma compra, permitiendo la recepción fraccionada de las unidades compradas. Finalmente, se guardan todos los cambios y muestra la pantalla inicial.

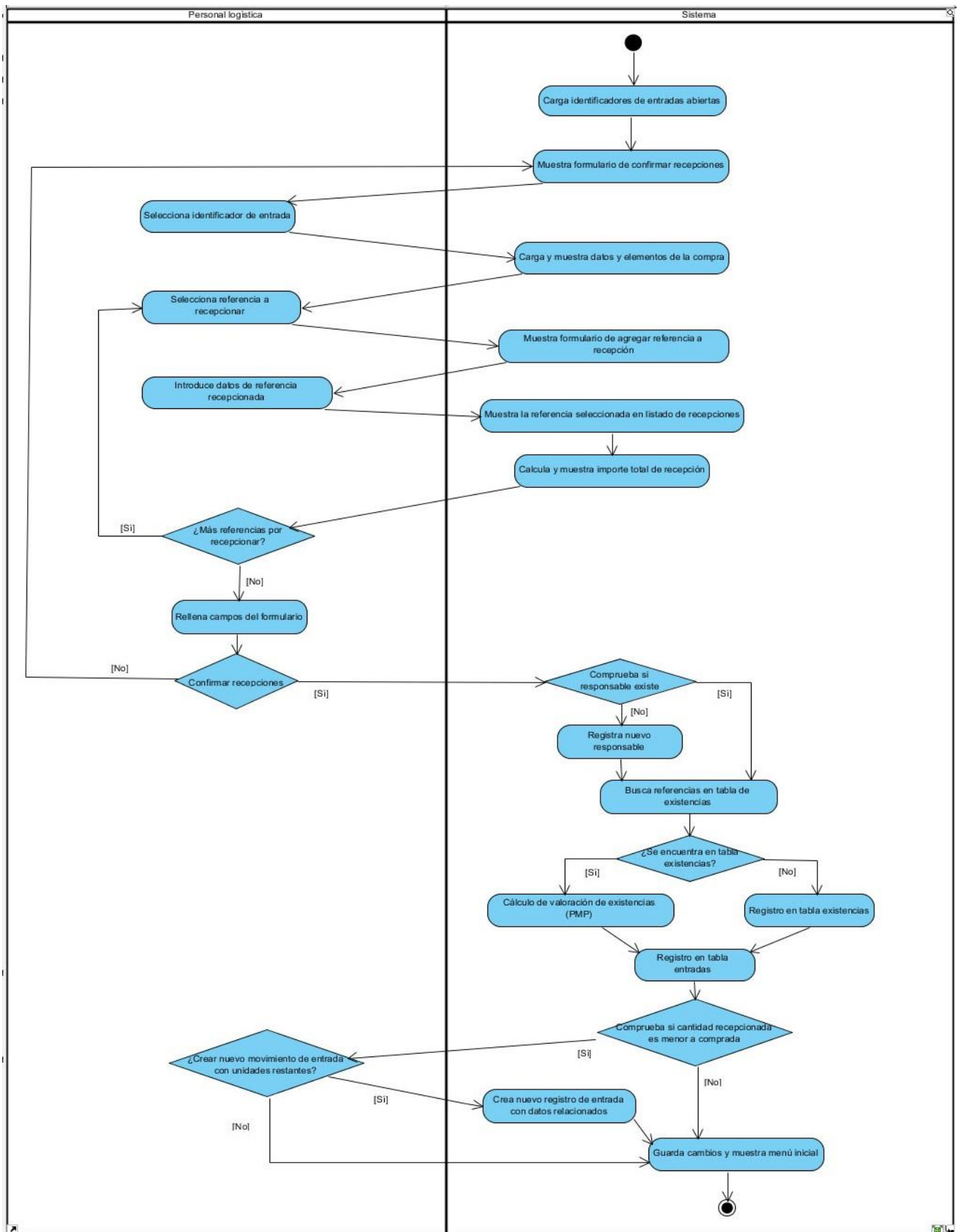
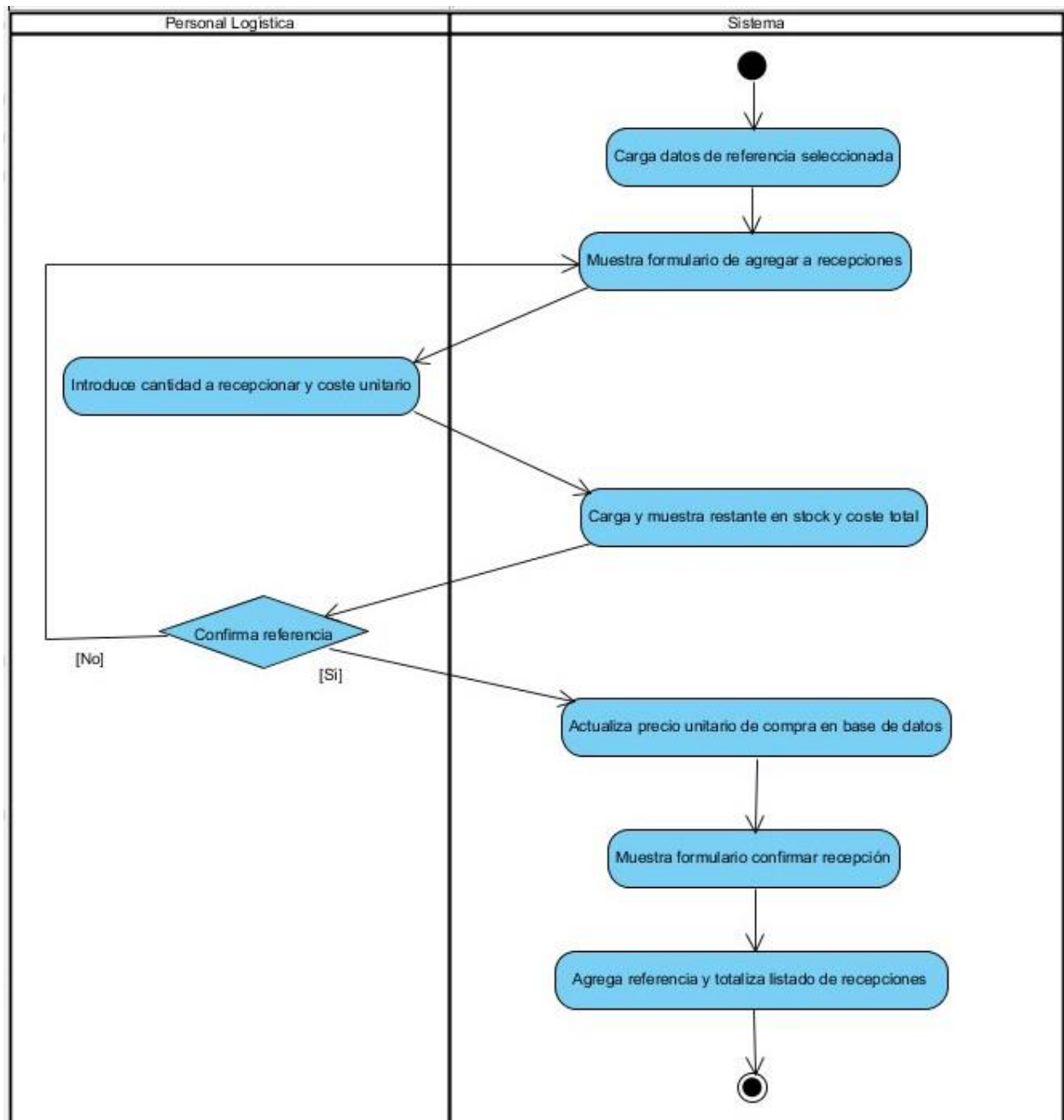


Diagrama 4.8. Confirmar recepciones

4.3.6. Diagrama de Agregar referencias a recepciones

En el diagrama 4.9. se muestran los pasos a seguir para seleccionar las cantidades y precio de las referencias. En un primer momento se cargan todos los datos relativos a la referencia y, como en todos los formularios de agregar referencias, al introducir la cantidad se reflejan las existencias virtuales en pantalla. En este caso se introduce también el precio que refleja el albarán de la compra que recibimos.

Al aceptar, se actualiza el coste unitario en la tabla de Referencias que, como se verá más adelante, es la que mantiene registro de todas las referencias y sus características. Conviene recordar la diferencia entre el coste unitario de la compra de una referencia, que es el que se graba en este paso, con el coste unitario promedio del total de existencias almacenadas, que se graba en la tabla de Existencias. Con esto se procede a mostrar de nuevo el formulario de recepciones con la referencia ya en la lista.

*Diagrama 4.9. Agregar referencias a recepciones*

4.3.7. Diagrama de Devolución de envío

El diagrama 4.10 muestra el procedimiento del otro tipo de movimiento de entrada contemplado, las devoluciones de los envíos de materiales realizados para los empleados. Al inicio, se cargan los identificadores de salida con referencias ya enviadas. Se elige el identificador correspondiente y se muestra una ventana emergente con las referencias que cumplen la condición. Se elige la referencia y se cargan los datos de ese envío.

En este punto se completa el formulario indicando las unidades que se devuelven, la fecha y la causa de la devolución. A continuación, se realizan la valoración de las existencias entrantes, como en la recepción. Se guardan los cambios y muestra el menú inicial.

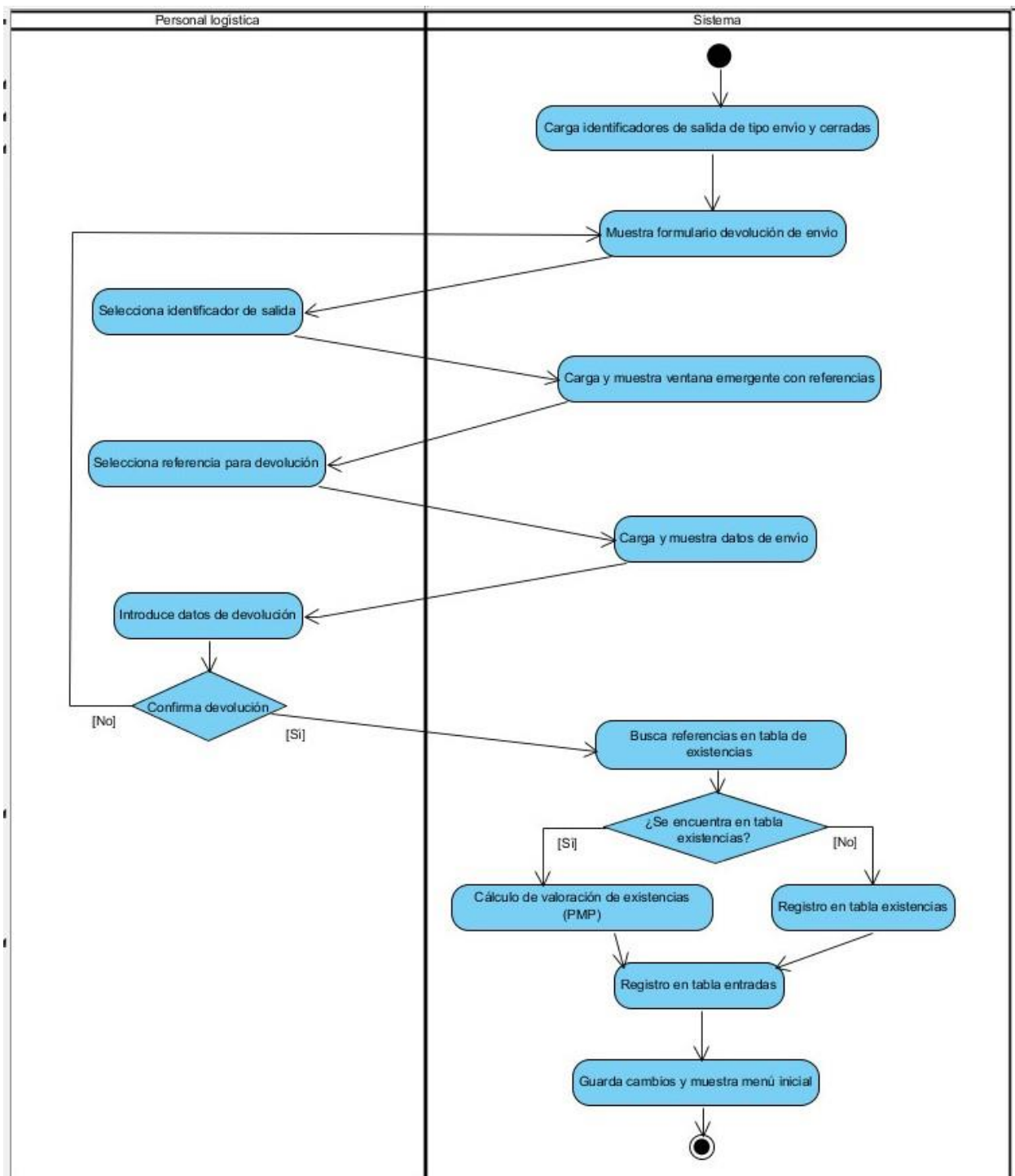


Diagrama 4.10. Devolución de envío

4.3.8. Diagrama de Nueva petición

Este diagrama se corresponde con el diagrama 4.11 y muestra los pasos que sigue el proceso de ingreso de una petición de materiales. El flujo es parecido al ya visto en compras, se completa el formulario y agregamos tantas referencias como hayan solicitado.

Cuando se confirma la operación, hace la comprobación de los campos desplegables, como son el responsable, el empleado (del que pedirá el correo si es nuevo, como con el proveedor), la localización y la grada. Sigue con el registro de la petición en la tabla Salidas y el cálculo de abastecimiento.

La aplicación, como ya se dijo, no aplica una política de aprovisionamientos optimizada ya que no se parte de los datos suficientes para ello. Es por esto que considera los siguientes parámetros para la gestión de las existencias:

- **Stock de seguridad.** Basado en la experiencia del personal de logística. Es un dato a fijar para cada referencia incluida en el inventario. Se considera 0, para las unidades que se pretenden tener en stock hasta fin de existencias.
- **Stock máximo.** Parámetro a fijar para cada referencia en el inventario. Se permite considerar un límite de stock o cantidad, también basado en la experiencia.

Conociendo esto, la política para el cálculo de aprovisionamiento es la siguiente:

- **Punto de pedido.** Se corresponde con el stock de seguridad o 0, si no se hubiera establecido. En la forma de proceder, se tiene en cuenta la cantidad de material solicitado por el empleado. Se restan a las unidades en existencia y si el resultado es menor al stock de seguridad o a 0, se registra en el carro de la compra el lote de aprovisionamiento calculado.
- **Lote de aprovisionamiento.** La cantidad a pedir puede ser de dos formas. Si se ha introducido un stock máximo, se pedirá hasta llegar a ese punto. Si no, se pedirán las suficientes para cubrir la rotura del stock y la cantidad solicitada. Obviamente, para los materiales de tránsito que no se almacenen en existencias, siempre se mandarán al carro una cantidad igual a la solicitada.

Una vez realizado el cálculo de abastecimiento o aprovisionamiento, se comprueban los *checkbox* del formulario. El primero es para imprimir el listado de las referencias solicitadas y el segundo para generar el correo de notificación de que la petición está en trámite. En el correo

se pega un texto estándar informando del trámite. Para acabar, se guardan los cambios como en cualquier operación realizada.

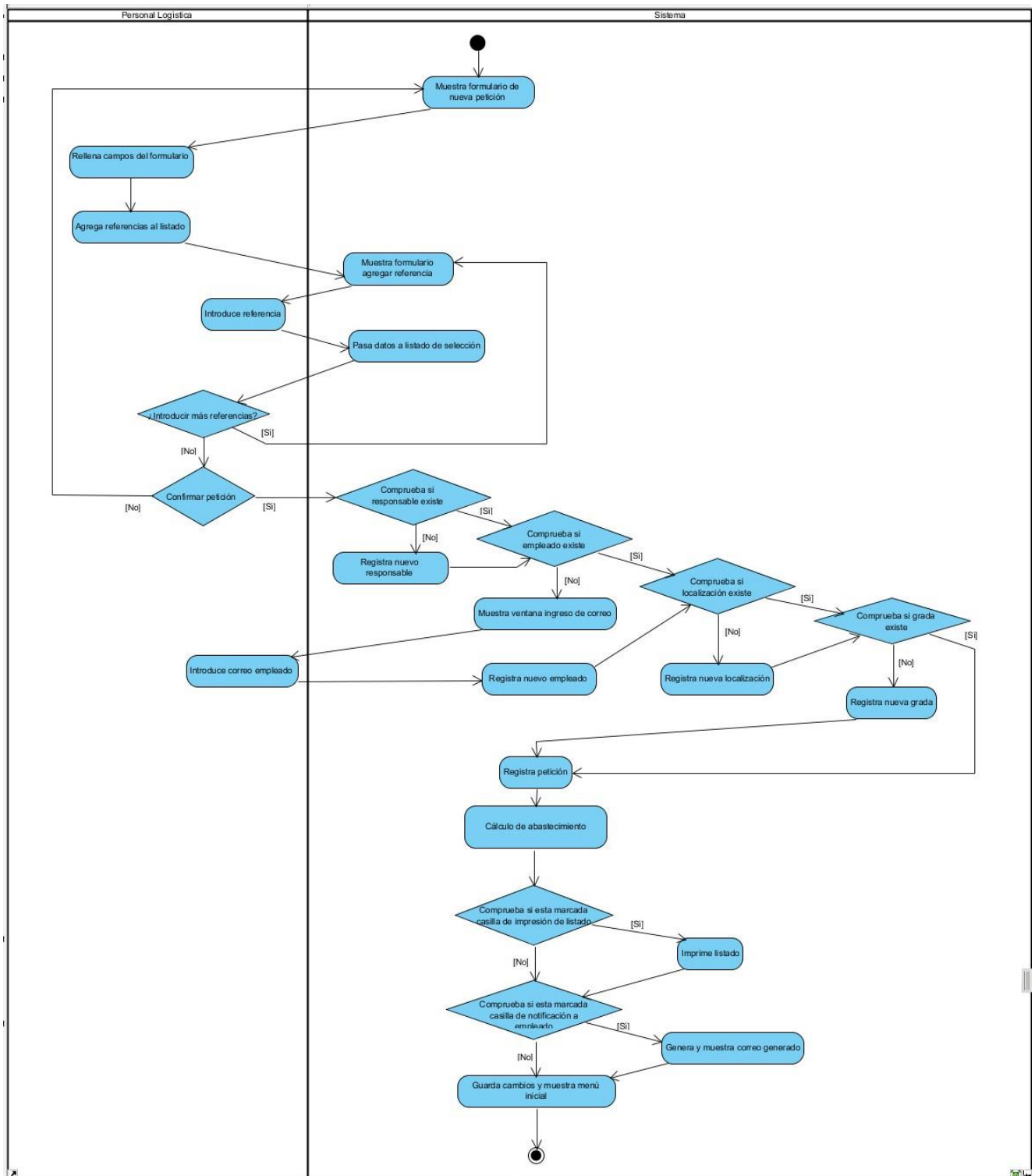
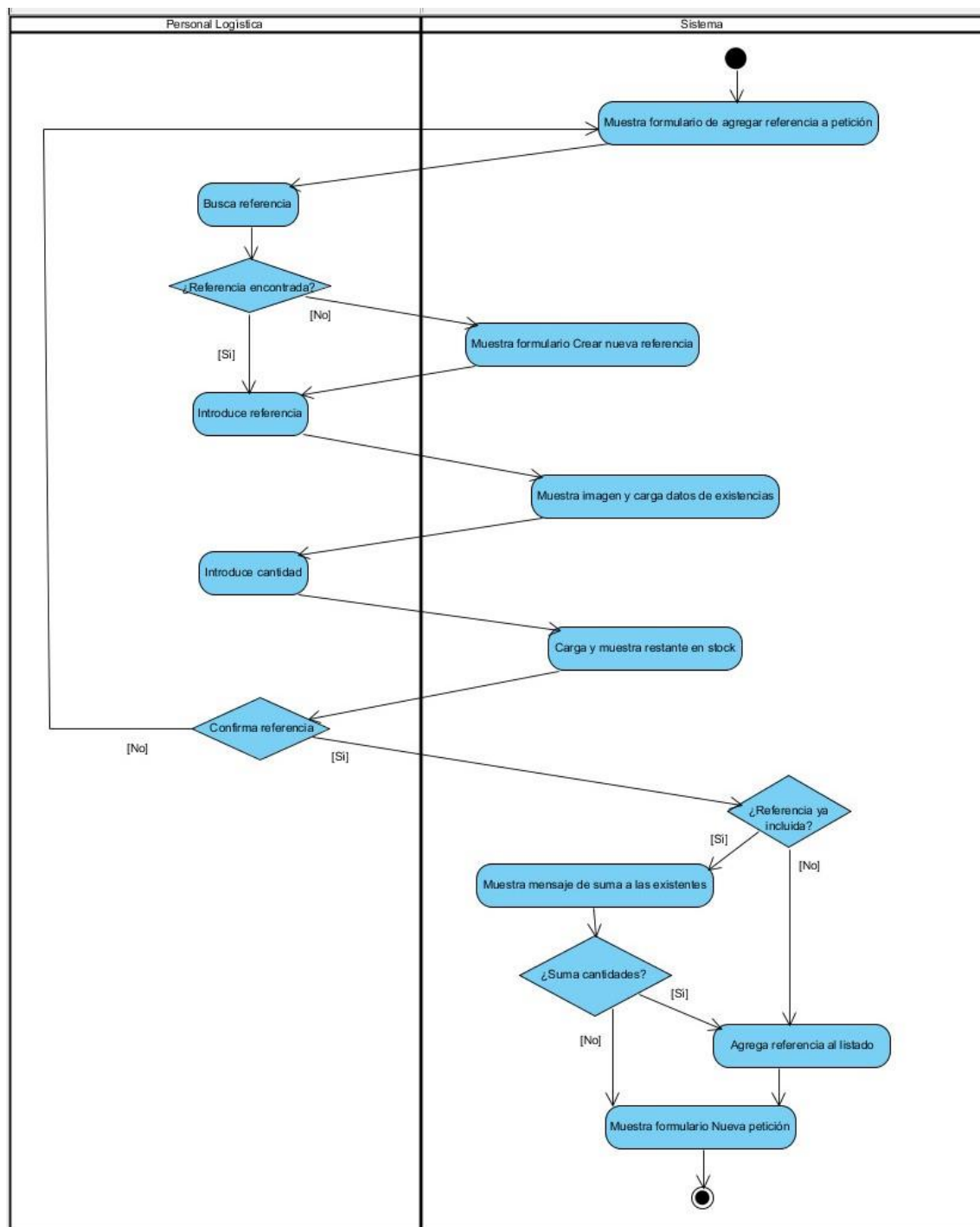


Diagrama 4.11. Nueva petición

4.3.9. Diagrama de Agregar referencias a las peticiones

El diagrama 4.12 que se trata ahora es similar al diagrama 4.7, ya visto en el apartado 4.3.4. En este diagrama, tras la búsqueda se permite la creación de una nueva referencia si no se encuentra. Además, el formulario al que alude este diagrama no incluye la muestra de las unidades en curso, ya que no se vio necesario incluirlo en este punto.

*Diagrama 4.12. Agregar referencias a las peticiones*

4.3.10. Diagrama de Crear nueva referencia

Desarrollo de la creación de una nueva referencia expuesta en el diagrama anterior. El diagrama 4.13 que se muestra a continuación parte de un nodo de decisión que facilita la creación si en el formulario anterior de búsqueda se ha introducido la misma clase de referencia de la que se quiere crear una de nuevas dimensiones.

Una vez determinada la familia y subfamilia, se habilitan los campos de características a rellenar. Se termina de rellenar el formulario y, si la referencia se ha ingresado correctamente y no está duplicada en el registro, se guarda y se muestra el formulario de agregar referencia a la petición, para seguir con el proceso por donde se había dejado.

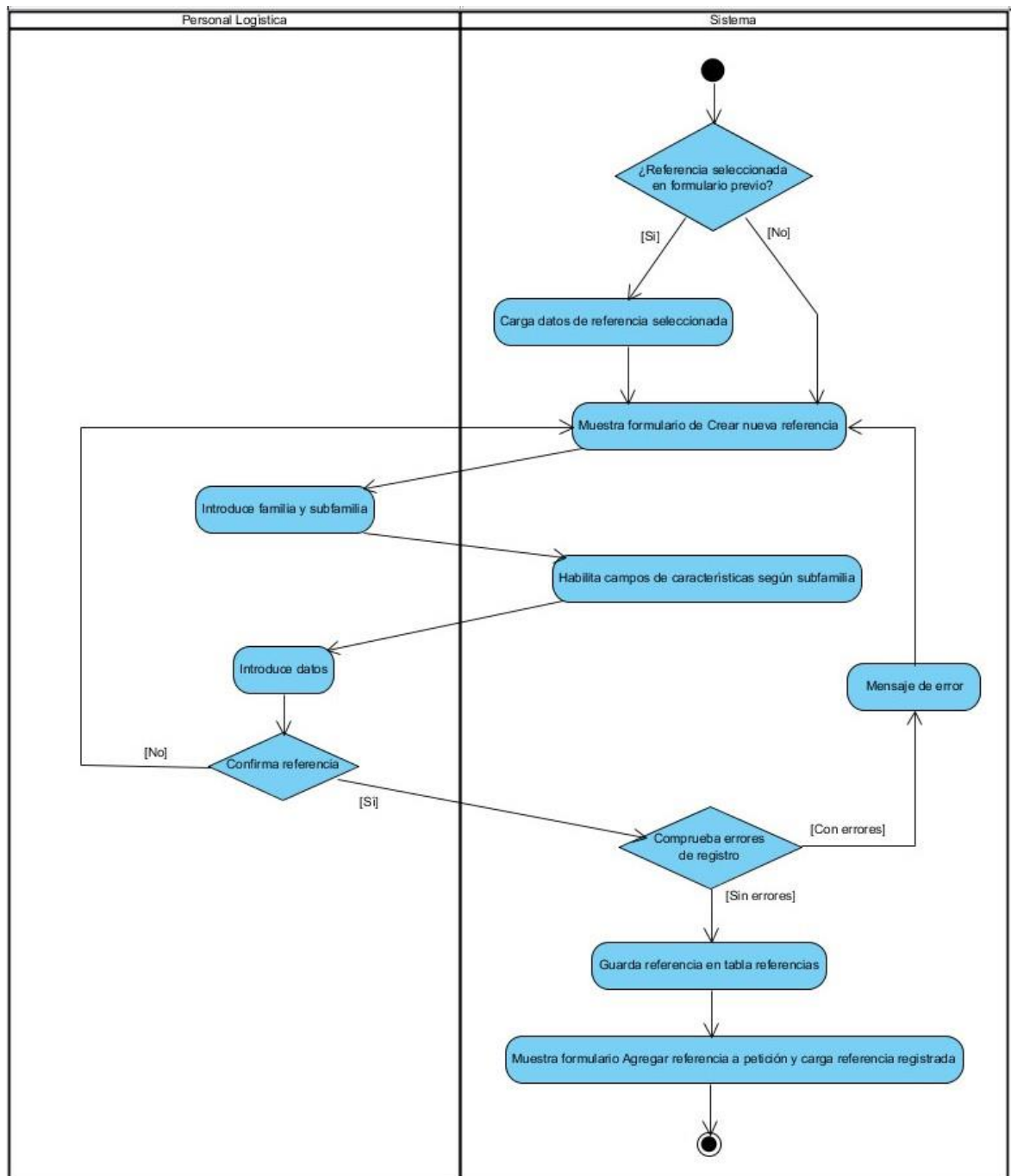


Diagrama 4.13. Crear nueva referencia

4.3.11. Diagrama de Confirmar envíos

Como muestra el diagrama 4.14, el proceso de confirmación de envíos es análogo al de recepciones. Comienza con la carga de los identificadores de salida pendientes de completar. Se seleccionan las referencias a enviar y rellenan los campos del formulario.

Tras confirmar la operación, el sistema comienza a realizar las acciones pertinentes. Después del registro del nuevo responsable, se hace un sumatorio de todas las unidades de todas las referencias a enviar. Esto se hace para evitar la generación de la nota de entrega si lo que se quiere es descartar la salida de un material que se ha solicitado.

Si el campo donde se escribe el nombre de la nota de entrega no está vacío, se procede a generarla. Esta actividad sigue una serie de pasos que se han resumido para la simplificación del diagrama.

Comienza buscando la ruta de la carpeta en red donde se aloja el archivo Excel a generar. Si no la encuentra se guarda en la ruta del escritorio del usuario de la aplicación. Le sigue una búsqueda del nombre del archivo en la ruta definida en el paso anterior. A continuación, se crea el nuevo libro Excel, a partir de la plantilla de una de las hojas de la aplicación, y se agregan todos los datos de la nota de entrega. El libro se cierra y guarda en la ruta establecida y salta un mensaje que confirma que se ha generado exitosamente.

A continuación, sigue con el cálculo de valoración de existencias. En este caso, al ser un movimiento de salida no se hace el cálculo de la valoración como tal ya que se hace en el momento de la entrada. Por tanto, el valor no cambia, pero sí se realiza la operación de resta de unidades.

Si una referencia esta sin ubicación en el armario rotativo y con el movimiento de salida se agotan sus existencias, indica que una referencia de tránsito y se procede a la eliminación en la tabla de Existencia. No obstante, queda constancia de ella en la tabla de Referencias, como veremos más adelante.

Para acabar, realiza la comprobación para permitir abrir un nuevo movimiento de salida con las unidades restantes y la comprobación para generar un correo que notifique al empleado que su petición ya se ha enviado.

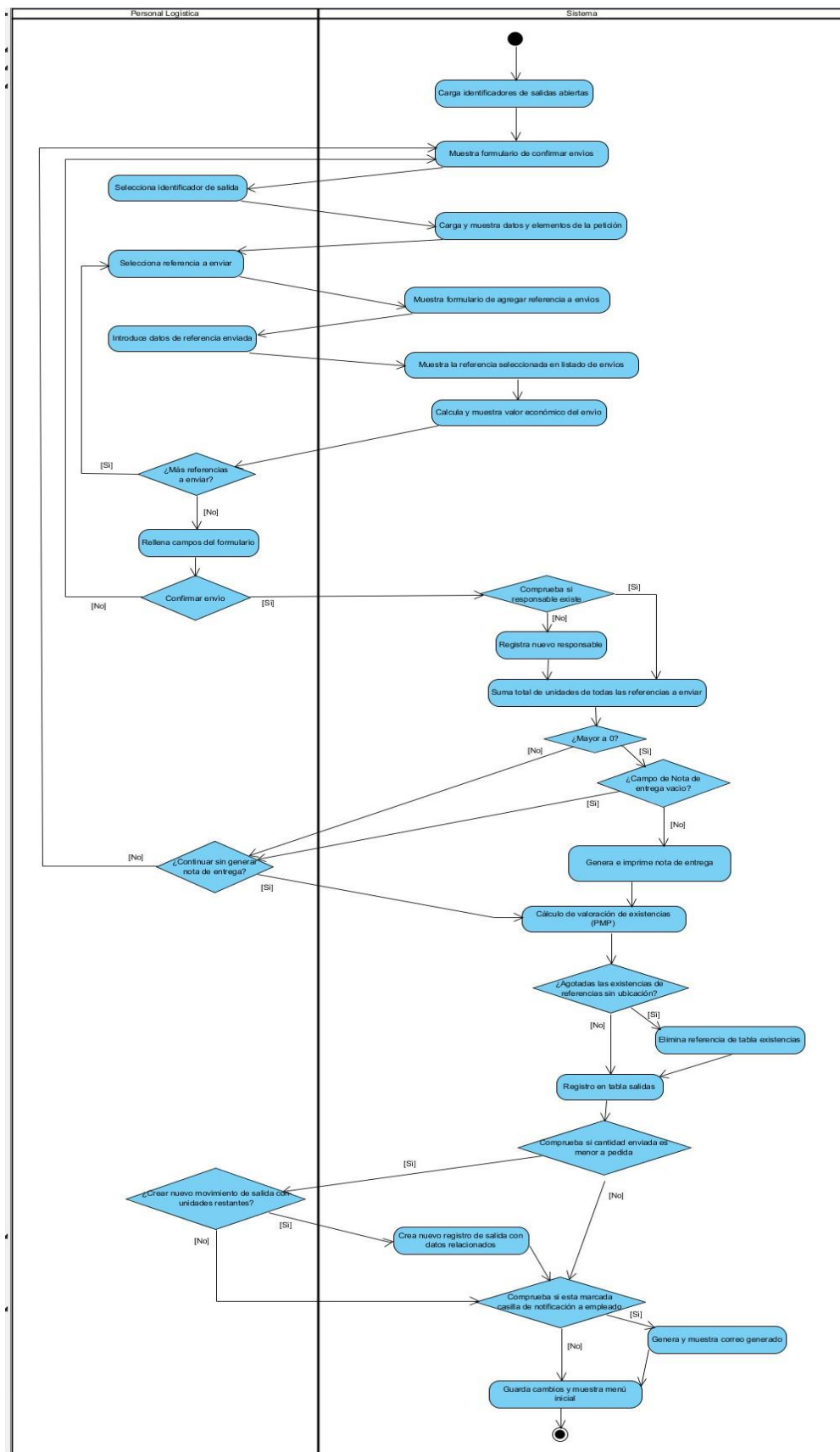
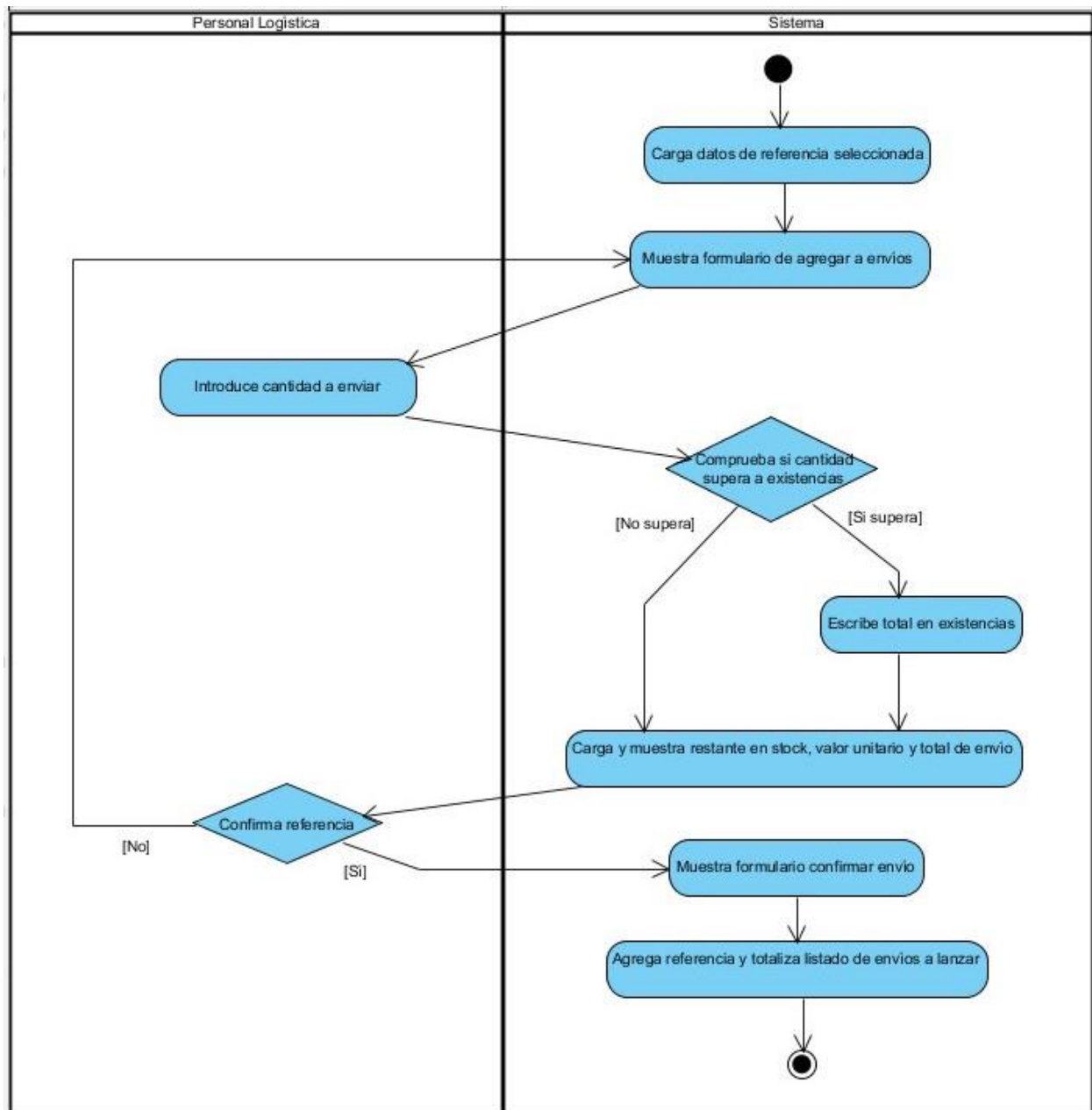


Diagrama 4.14. Confirmar envíos

4.3.12. Diagrama de Agregar referencias a envíos

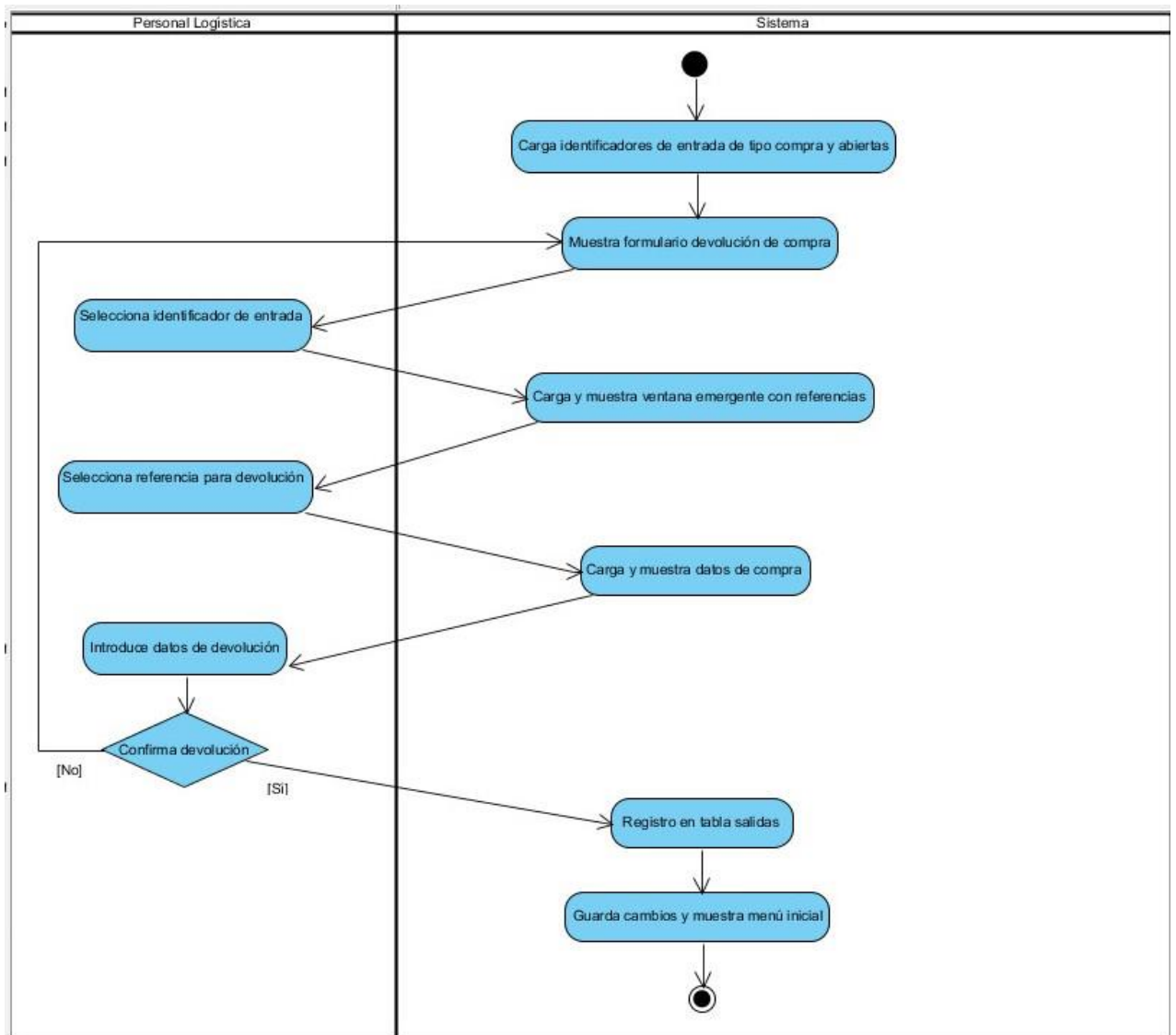
Este diagrama se corresponde con el diagrama 4.15 que aparece a continuación y muestra cómo agregar referencias al listado de envíos. Similar al de agregar a recepciones (diagrama 4.9), varía en la comprobación de unidades máximas a enviar, que no debe sobrepasar las existencias. En este caso, el valor viene dado por el coste promedio calculado al dar entrada a las referencias.

*Diagrama 4.15. Agregar referencias a envíos*

4.3.13. Diagrama de Devolución de compra

Corresponde a la devolución de compras. El diagrama 4.16 inicia cargando los identificadores de entrada que contienen alguna referencia que todavía no ha sido recepcionada. Al seleccionar un identificador, de la misma forma que en devoluciones de envío, se abre una ventana emergente para elegir la referencia objeto de devolución.

El resto del flujo se desarrolla idénticamente al diagrama de devolución de envío, salvo por la valoración de existencias. Ya que no se procede a recepcionar lo que se piensa devolver, se considera que el material que sale por devolución en ningún momento afecta a las existencias actuales. Sin embargo, a ojos de entradas, el material comprado que se va a devolver no se ve afectado por esta operación por lo que sigue pendiente de recepcionar.

*Diagrama 4.16. Devolución de compra*

4.3.14. Diagrama de Alta de referencia inventariable

Con este diagrama se expone el proceso de dar de alta a referencias con una diferente tipología a las tenidas en cuenta o referencias que se vayan a ubicar y/o tener en existencia en el armario rotativo.

En este punto cabe reseñar la diferencia con el Diagrama 4.13, respecto a crear una nueva referencia. Con ese proceso se busca aportar rapidez a la hora de ingresar referencias en las peticiones, de modo que para referencias comunes con ciertas medidas que no hayan sido antes manejadas se puede hacer un registro sobre la marcha. En cambio, cuando son referencias con unas diferencias considerables, en el punto que se debe crear una nueva familia o subfamilia; o bien son referencias que se quiera mantener un stock; se deberá proceder de la forma que se expone a continuación en el diagrama 4.17.

Se comienza introduciendo la familia y subfamilia. Dependiendo de si existen o no en la base de datos, se habilitarán los campos que las características que procedan. Si es de nuevo ingreso, se deberán habilitar los campos manualmente con las casillas, de forma que ahí ya se indica las características específicas que posee la nueva referencia.

Se completa el formulario y, al confirmar, se comprueba que la referencia existe. Luego, de forma escalonada, se comprueba la familia y subfamilia. En el nodo de decisión que comprueba la validez de la referencia, debe cumplir que la subfamilia case con una sola designación de la referencia. Es decir, la subfamilia describe un material, la designación de la referencia se corresponde con la nomenclatura de cliente de ese material, y es la referencia en sí la que se refiere a un material concreto con sus medidas específicas.

Una vez pasado este punto, se comprueba los datos de inventario introducidos, de forma que, esta referencia, que se guardará en el registro de referencias siempre, puede registrarse también como material en stock si la existencia introducida es mayor que cero y ocupa un lugar en el armario rotativo. Finalmente, se muestra la pantalla inicial.

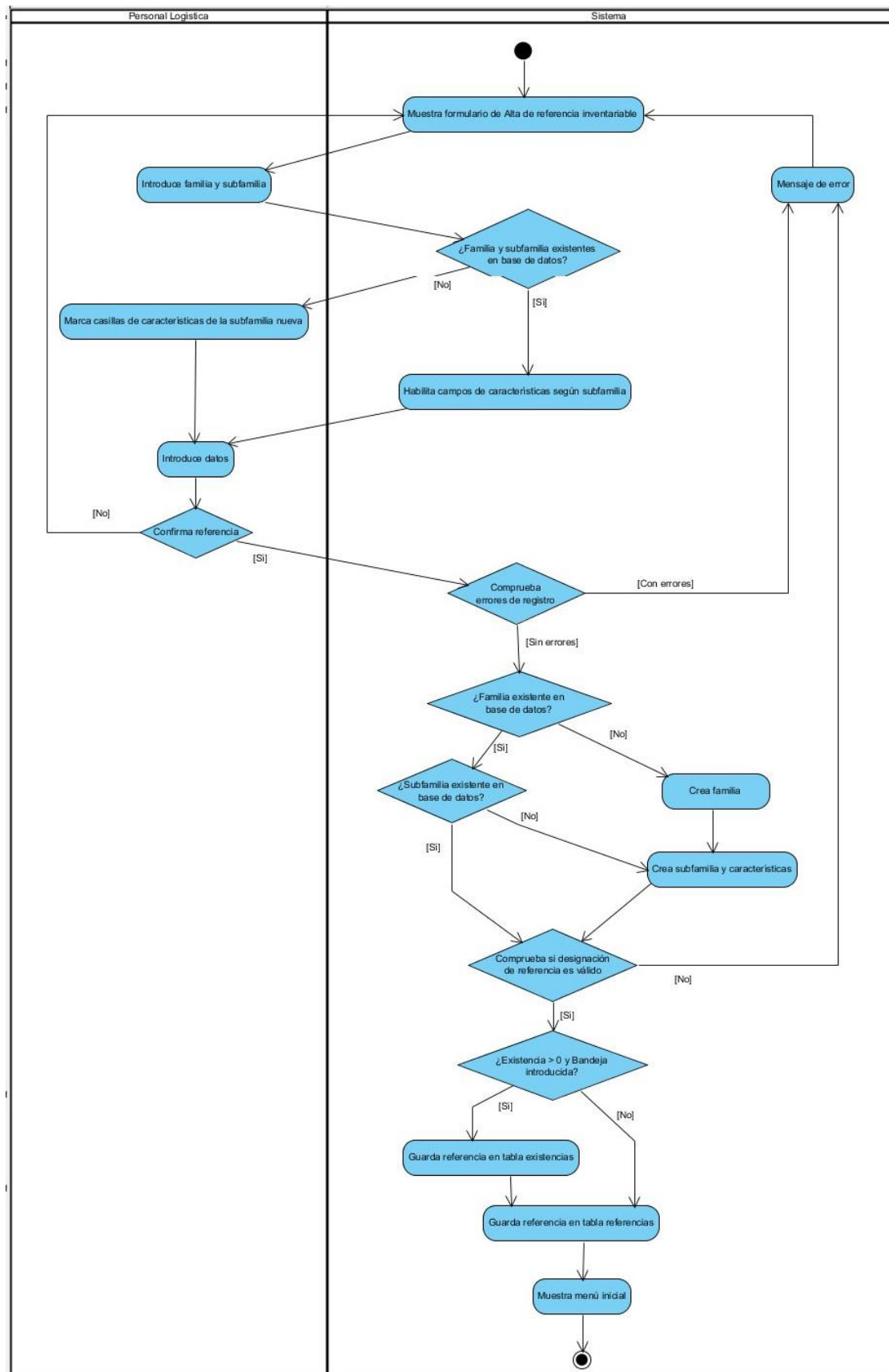


Diagrama 4.17. Alta de referencia inventariable

4.3.15. Diagrama de Mostrar libro

El último diagrama representa el acceso al libro Excel, es decir, a la base de datos donde residen todos los registros. Solo consta de un cuadro de texto para ingresar la contraseña que solo debe conocer el personal autorizado para acceder y manipular la base de datos. A continuación, se ilustra en el diagrama 4.18.

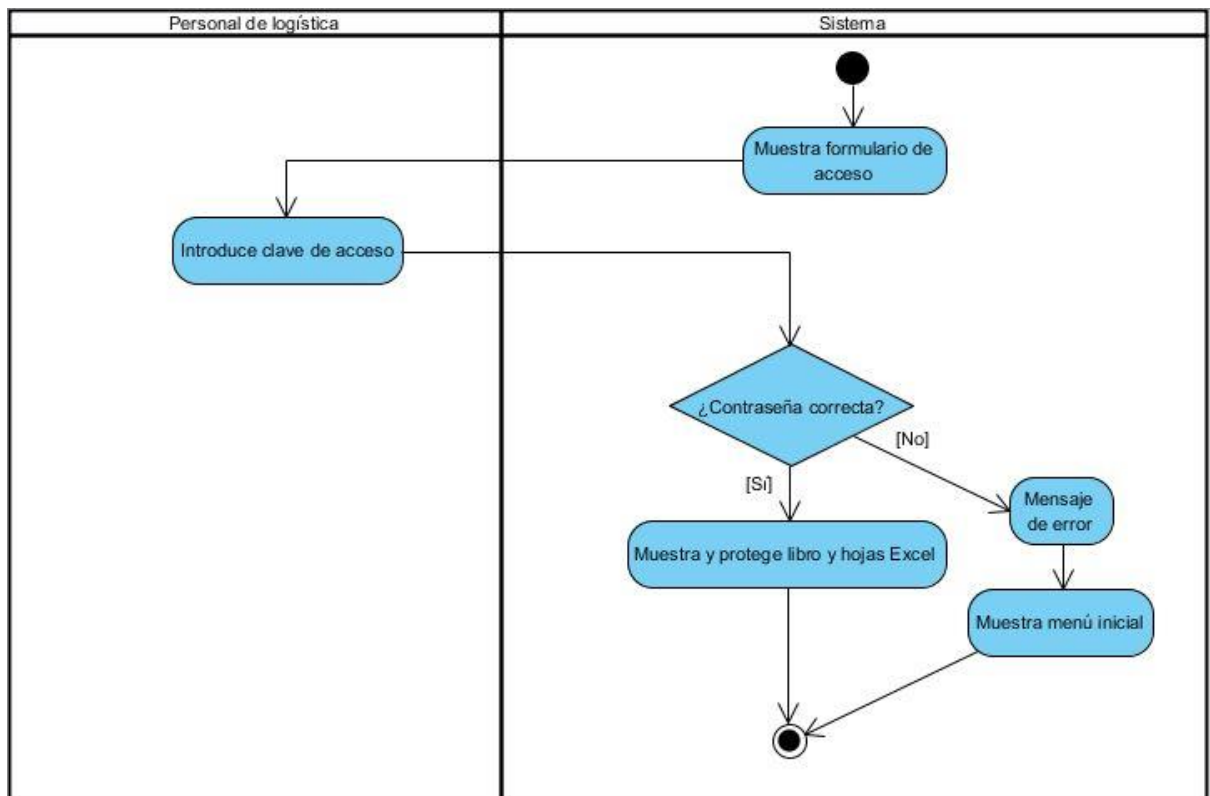


Diagrama 4.18. Mostrar libro

4.4. Diseño y descripción de la base de datos

4.4.1. Excel como base de datos

La aplicación a desarrollar consiste en una base de datos, con una interfaz que facilite la manipulación y almacenamiento de los datos. De estas operaciones de lectura y escritura de los datos se encarga el Sistema Gestor de Bases de Datos (SGBD). El SGBD se compone de un lenguaje de definición de datos, un lenguaje de manipulación de datos y de un lenguaje de consulta. Además, controla la integridad y seguridad de los datos, o incluso puede reconstruir y reestructurar la base de datos cuando sea necesario.

A pesar de que Excel no es un Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) como tal, gracias a las funcionalidades que ofrece, en la práctica es muy extendido su uso como base de datos. En las últimas versiones se han ido agregando funcionalidades, como la de establecer relaciones entre tablas, que lo acercan cada vez más a Access.

Excel no permite simular a la perfección el comportamiento de la aplicación como un Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD), pero posee características y propiedades que bien configuradas y usadas pueden realizar un desempeño aceptable. Algunas características que Excel no puede ofrecer frente a un SGBD son las siguientes:

- Un servicio que controle la inserción o eliminación de los datos. El usuario es quien lo hace en la propia aplicación, manualmente o mediante el uso de VBA.
- Aunque Excel permite el multiusuario, tiene ciertas limitaciones y, por simplicidad, no es conveniente de aplicar en este caso.
- Excel es una aplicación pensada para el análisis de datos, pero no tanto para su almacenamiento. Debido a esto, si se fuerza a un número elevado de registros causará lentitud e impedirán un uso fluido de la aplicación.
- Excel no puede establecer un nivel de seguridad avanzado para proteger ciertos datos como los SGBD.

Pese a las desventajas que supone, si se aprovecha su potencial, Excel es una herramienta muy potente que puede responder adecuadamente a nuestras necesidades manteniendo la integridad de los datos en todo momento. Para ello se cuenta con la ayuda de la programación en VBA,

con la que se pueden solventar o reducir algunas de las limitaciones encontradas.

4.4.2. Diseño de la base de datos

En este punto veremos ciertas nociones de las etapas en el desarrollo de la base de datos como son el diseño conceptual, lógico y físico.

Esta parte sirve de fundamento teórico para entender las decisiones tomadas en el desarrollo de la base de datos en Excel. El objetivo es identificar, definir, organizar y relacionar los diferentes elementos que componen la aplicación.

Cada elemento es un objeto o entidad, y estará definido mediante una tabla de la base de datos. Cada objeto o tabla tiene definidas unas propiedades (campos o atributos), que pueden ser de diferentes tipos. Los tipos de datos pueden ser numéricos, cadenas de caracteres, bits, fecha y hora, etc. Por otro lado, los campos pueden tener definida una clave, siendo las más relevantes:

- **Clave Primaria.** Identifica de forma única cada registro en una tabla de una base de datos.
- **Clave externa o foránea.** Sirve para establecer relaciones entre tablas. Normalmente una clave foránea de una tabla siempre apunta a una clave primaria de otra tabla.

Entre las entidades se pueden establecer relaciones mediante las claves. Estas relaciones pueden ser de diferentes tipos según su cardinalidad. Estos tipos de relación pueden ser: relación uno a varios, relación varios a varios o relación uno a uno.

Dadas estas definiciones, se obtienen las siguientes entidades:

- **Referencias.** Almacena todos los materiales que se han gestionado en alguna ocasión. Es el histórico del que se obtienen los datos de todos los materiales estén o no en disposición de mantener en stock.
- **Existencias.** Entidad débil perteneciente a Referencias. Alude a las referencias que se encuentran en existencias o aquellas consideradas objeto de almacenaje en el armario rotativo.

- **Entradas.** Entidad que evidencia los movimientos de entradas de todos los materiales. Incluye las entradas por devolución de envío.
- **Salidas.** Entidad que evidencia los movimientos de salidas de todos los materiales. Incluye las salidas por devolución de compra.
- **Carro_Compra.** Entidad que hace las veces de registro temporal para aquellos materiales que el sistema ha detectado que se precisa su compra o reposición.

Y las siguientes relaciones:

- Una referencia se encuentra en existencias.
- Una o varias referencias se procesan para una entrada.
- Una o varias referencias se procesan para una salida.
- Una referencia se guarda en un carro de la compra.

Además, se ilustra en el diagrama 4.19 el modelo Entidad-Relación (E/R), que expresa las entidades con sus relaciones y, en este caso, se han incluido los atributos de las entidades.

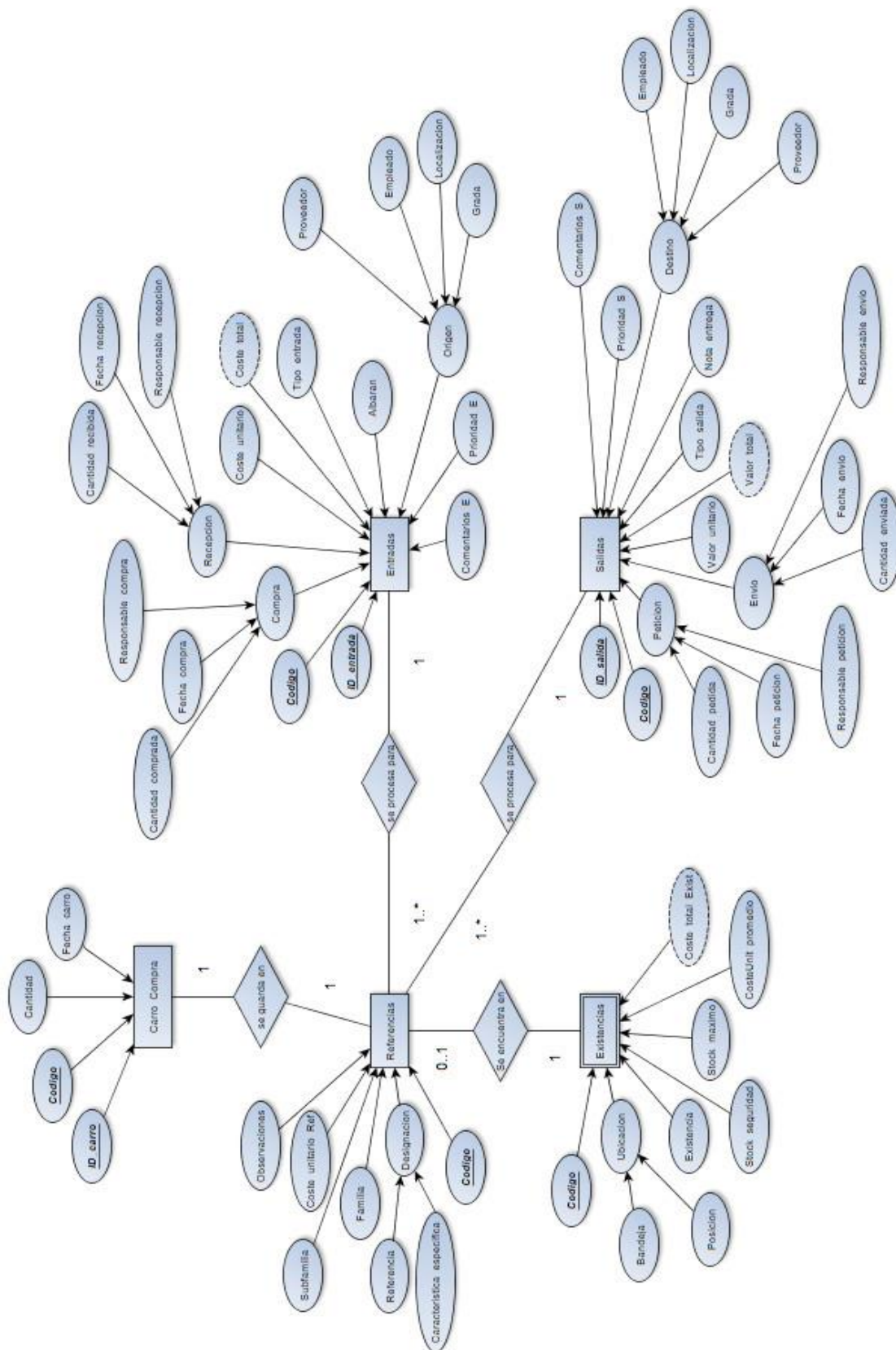


Diagrama 4.19. Diagrama Entidad-Relación de la base de datos

Con esta vista E/R se muestra en más detalle:

- Las entidades. Son los elementos rectangulares. La entidad existencias esta remarcada de la forma que se muestra ya que expresa que es una entidad débil, extensión de la entidad referencias. Una entidad débil tiene una dependencia directa con otra entidad y hereda la misma clave primaria que esta.
- Las relaciones. Son los elementos con forma de rombos. Además, incluye etiquetas que expresan la cardinalidad de las relaciones.
- Los atributos. Se muestran en forma de óvalo. Por una parte, tenemos algunas con bordes punteados, que indican que son atributos resultados de un cálculo de otros atributos. Por otro lado, tenemos atributos compuestos que engloban a otros atributos.

Las tablas que definen las entidades nombradas para la base de datos son las siguientes:

Tabla 4.1. Tabla Referencias de la base de datos

Tabla Referencias			
<i>Campo</i>	<i>Clave</i>	<i>Tipo</i>	<i>Descripción</i>
Codigo	Primaria	Texto	Código interno autogenerado. Incremental.
Referencia	-	Texto	Designación de la referencia.
Caracteristica_especifica	-	Texto	Define las dimensiones o propiedades.
Familia	-	Texto	Primer nivel de clasificación
Subfamilia	-	Texto	Segundo nivel de clasificación
Coste_unitario_Ref	-	Moneda	Último coste de compra (actualiza en cada compra).
Observaciones	-	Texto	Detalles sobre la referencia.

Tabla 4.2. Tabla Existencias de la base de datos

Tabla Existencias			
<i>Campo</i>	<i>Clave</i>	<i>Tipo</i>	<i>Descripción</i>
Codigo	Primaria	Texto	Código interno autogenerado. Incremental.
Bandeja	-	Entero	Número de bandeja del armario rotativo.
Posicion	-	Texto	Posición que ocupa en la bandeja.
Existencia	-	Entero	Cantidad actual en inventario.
Stock_seguridad	-	Entero	Mínima cantidad que debe haber en stock.
Stock_maximo	-	Entero	Máxima cantidad que debe haber en stock.
CosteUnit_promedio	-	Moneda	Coste promediado de la referencia. De aplicar PMP.
Coste_total_Exist	-	Moneda	Existencias por el coste promediado.

Tabla 4.3. Tabla Entradas de la base de datos

Tabla Entradas			
<i>Campo</i>	<i>Clave</i>	<i>Tipo</i>	<i>Descripción</i>
ID_entrada	Primaria	Texto	Identificador autogenerado. Incremental.
Codigo	Externa	Texto	Código interno generado. Incremental.
Cantidad_comprada	-	Entero	Unidades compradas de una referencia.
Fecha_compra	-	Fecha	Fecha de la compra.
Responsable_compra	-	Texto	Encargado de registrar la operación de compra.
Cantidad_recibida	-	Entero	Unidades recepcionadas de una referencia.
Fecha_recepcion	-	Fecha	Fecha de la recepción.
Responsable_recepcion	-	Texto	Encargado de registrar la operación de recepción.
Coste_unitario	-	Moneda	Coste unitario de la compra o promediado de una referencia.
Coste_total	-	Moneda	Coste unitario por cantidad recepcionada.
Tipo_entrada	-	Texto	Concepto del movimiento de entrada.
Albaran	-	Texto	Número de albarán de la compra.
Proveedor	-	Texto	Proveedor que suministra el material comprado.
Empleado	-	Texto	Mantiene trazabilidad para entradas por devolución.
Localizacion	-	Texto	Mantiene trazabilidad para entradas por devolución.
Grada	-	Texto	Mantiene trazabilidad para entradas por devolución.
Prioridad_E	-	Texto	Prioridad de la entrada.
Comentarios_E	-	Texto	Detalles sobre la entrada. Causas de la devolución.

Tabla 4.4. Tabla Salidas de la base de datos

Tabla Salidas			
<i>Campo</i>	<i>Clave</i>	<i>Tipo</i>	<i>Descripción</i>
ID_salida	Primaria	Texto	Identificador autogenerado. Incremental.
Codigo	Externa	Texto	Código interno generado. Incremental.
Cantidad_pedida	-	Entero	Unidades pedidas de una referencia.
Fecha_peticion	-	Fecha	Fecha de la petición.
Responsable_peticion	-	Texto	Encargado de registrar la operación de petición.
Cantidad_enviada	-	Entero	Unidades enviadas de una referencia.
Fecha_envio	-	Fecha	Fecha del envío.
Responsable_envio	-	Texto	Encargado de registrar la operación de envío.
Valor_unitario	-	Moneda	Valor unitario calculado de almacén o de compra de una referencia.
Valor_total	-	Moneda	Valor unitario por cantidad enviada.
Tipo_salida	-	Texto	Concepto del movimiento de salida.
Nota_entrega	-	Texto	Identificador de documento interno de seguimiento del envío.
Proveedor	-	Texto	Mantiene trazabilidad para entradas por devolución.
Empleado	-	Texto	Destinatario del material solicitado.
Localizacion	-	Texto	Lugar de trabajo.
Grada	-	Texto	Estructura de utillaje donde se requiere o aplica el material.
Prioridad_S	-	Texto	Prioridad de la salida.
Comentarios_S	-	Texto	Detalles sobre la salida. Causas de la devolución.

Tabla 4.5. Tabla Carro_Compra de la base de datos

Tabla Carro_Compra			
<i>Campo</i>	<i>Clave</i>	<i>Tipo</i>	<i>Descripción</i>
ID_carro	Primaria	Texto	Identificador autogenerado. Incremental.
Codigo	Externa	Texto	Código interno autogenerado. Incremental.
Cantidad	-	Entero	Cantidad sugerida de posible compra para una referencia.
Fecha_carro	-	Fecha	Fecha de ingreso en el carro.

Este diseño teórico presenta unas particularidades en la implementación para poder ser adaptada para la aplicación Excel.

Como ya se ha mencionado, Excel ya permite crear relaciones entre los campos de distintas tablas. Sin embargo, en este caso se ha optado por la repetición de algunos campos en las tablas para facilitar la comprensión, en el caso de que quiera hacer consultas específicas con la visualización de las hojas.

Por motivos de síntesis, con el fin de mejorar el rendimiento de la aplicación, se ha suprimido la tabla de registros de cada orden de entrada y salida y representado las tablas de las relaciones de referencias-entradas y referencias-salidas. Lo ideal sería una tabla de registros únicos para las ordenes de entrada y otra tabla para las de salidas y que cada una de estas tablas estén asociadas a otra tabla que desglose los detalles de la orden con los materiales involucrados. En este caso se cuenta directamente con las tablas detalladas, de modo que de una misma hoja se obtienen todos los datos relativos a las entradas y a las salidas. Gracias a esto, el número de consultas y operaciones entre hojas se reduce considerablemente.

Ciertos elementos de registro como son los empleados o proveedores no han sido considerados como entidades, sino más bien como un complemento de ayuda para rellenar los formularios. Al no existir conexión con las otras bases de datos que gestionan estos elementos resulta más práctico contar con ellos como campos accesorios e independientes.

4.5. Descripción de la aplicación

La aplicación es un archivo Excel alojado en la carpeta en red del departamento de logística, para que esté disponible en cualquier equipo del personal de logística. Al abrirlo se hará la comprobación de libros abiertos, como ya se comentó anteriormente.

La aplicación consta de tres bloques diferenciados. Estos se han denominado entradas, salidas y otras operaciones. En la figura 4.4 que se muestra a continuación se puede ver el menú principal que así lo refleja.



Figura 4.4. Pantalla inicial de la aplicación

En el menú inicial podemos ver las distintas funciones que se vienen comentando a lo largo del diseño de la aplicación. En la esquina inferior derecha de los bloques de entrada y salida se puede ver el recuento de los movimientos pendientes de cerrar. En el bloque de otras operaciones, actualmente solo se incluye el alta de una nueva referencia almacenable. Además, en la esquina superior derecha se encuentra el botón que da acceso al libro.

A continuación, se pasa a describir el resto de la aplicación con los formularios que dispone.

4.5.1. Ingreso de peticiones

En este formulario que se ilustra en la figura 4.5 se registra las peticiones de materiales de los empleados, estén o no en existencias actualmente.

PETICIÓN NO. 5

Ingreso de referencias

Código	Referencia	Ubic.	Pos.	Existencias	Unidades
ROT-0043	NCU 225 C	4,3x25 (Cuerpo)	13	B06	6
ROT-0018	NCU 213 B	610x10 De:12	9	A07	550

Datos de envío

Fecha de petición: 07/09/2017

Responsable petición: [dropdown]

Destino

Empleado: [dropdown]

Localiz.: [dropdown]

Grada: [dropdown]

Notificar trámite al peticionario: ☒

Prioridad: Media [dropdown]

Comentarios: [text area]

Imprimir Listado: ☒

Aceptar Cancelar

Figura 4.5. Formulario Nueva petición

Principalmente podemos ver el cuadro de lista donde se irán agregando las referencias que se soliciten. Cuenta con los campos de ubicación y posición, para saber dónde se encuentran los materiales a la hora de sacarlos del armario rotativo; y el de existencias y unidades en los cuales podemos ver si tenemos suficientes existencias para la cantidad que se solicita.

El incremento de referencia se puede realizar pulsando en el botón de suma verde que aparece en la derecha, que abrirá el formulario que se muestra en la figura 4.6. Además, se puede generar una copia impresa del listado pulsando la casilla de *imprimir listado*.

A la derecha del formulario se rellenan los datos de la petición:

- **Responsable de petición.** Es la persona encargada de registrar la petición que en ese momento se está ingresando. En la lista desplegable se cargan los componentes del

departamento de logística y compras, pero se permite inscribir cualquier otro nombre, el cual se registrará en la base de datos automáticamente.

- **Empleado.** Persona solicitante de los materiales. Si se ingresa un nombre fuera de la lista desplegable, al finalizar el registro se pedirá en una ventana emergente que se registre su correo (para que pueda ser informado del estado de la petición si se cree conveniente).
- **Localización.** Lugar destino o punto de entrega del envío.
- **Grada.** Es la estructura de utillaje donde se realiza un trabajo concreto. Siempre que sea posible, indicar este campo. Con esto, se facilita la asignación de los materiales requeridos al presupuesto del trabajo realizado a cliente.
- **Notificar trámite al peticionario.** Si se marca la casilla, al confirmar el registro se generará un correo estándar, con el empleado como destinatario, en el que se indica que la petición está en curso.
- **Prioridad.** Este campo es de utilidad para poder identificar las necesidades o posibles malas planificaciones de requerimientos de materiales por parte del solicitante en un análisis futuro de los registros.
- **Comentarios.** Para agregar anotaciones si se considera necesario. Por ejemplo, si alguno de los materiales ingresados está sustituyendo al que se ha pedido realmente porque sea compatible, pedidos con particularidades, especiales, etc.

Una vez los campos sean rellenados correctamente y se pulse aceptar, se hará efectivo el registro de la petición en la base de datos. Si no hay existencias suficientes para cumplir con la petición saltará una ventana emergente avisando de la referencia que es necesaria su compra y, por tanto, enviada al carro de la compra. Las cantidades se calculan teniendo en cuenta las unidades existentes, como ya se citó en el apartado 4.3.8 del diagrama 4.11 que describe este proceso. Tener en cuenta que estas unidades todavía no se restado de las existencias actuales, si las hubiera, esto se realizará en la confirmación del envío.

Volviendo al botón para agregar referencias al listado de peticiones, una vez pulsado, se mostrará el siguiente formulario (figura 4.6):

Agregar referencia a la petición

Búsqueda de referencia *

ROT-00169

Referencia: NCU 213 A 500x6 De:8

Familia: Casquillos

Subfamilia: Casquillo taladros previos

NCU 213 A

Otros datos

Coste unitario 0,00

Bandeja 9

Posición E05

Observaciones

* Catálogo de referencias basado principalmente en el ING-102 edición 15 con fecha 17/12/2014 (Manual de Normales para la Fabricación de Utillaje). En caso de modificación del documento, contactar con el administrador para actualizar.

CREAR NUEVA REFERENCIA

Existencias

Existencia actual 30 S.S. 0 S.Max 0

Cantidad pedida: 50

Restante en stock 0

Agregar

Figura 4.6. Formulario Agregar referencia a la petición

Está estructurado en dos marcos. Uno de búsqueda de referencias, en la que al seleccionar alguna se ven datos como la ubicación en el rotativo, el coste y las observaciones sobre la referencia. El otro marco incluye los datos de inventario sobre la referencia seleccionada. Cabe destacar:

- En el primer desplegable se busca la referencia en el histórico disponible, es decir, carga no solo las que están en existencia sino también las que fueron únicamente de tránsito en algún momento dado.
- Filtro de referencias. Puede buscar referencias por la designación completa, incluyendo las medidas. No distingue de mayúsculas y minúsculas.
- Mediante la selección de familias y subfamilias también se puede acotar la búsqueda de la referencia deseada.
- Crear Nueva Referencia. Al pulsar en ese botón se abre otro formulario (figura 4.7) para ingresar una nueva referencia que no haya sido encontrada. Está pensado para materiales

con dimensiones diferentes a las existentes (para clases de materiales distintos o pertenecientes a familias o subfamilias no incluidas ver el apartado 4.5.7).

- En el marco de existencias, al incluir una referencia inventariada e ingresar una cantidad pedida, automáticamente se hace la diferencia de existencias. El campo *restante en stock* cambia de color a rojo si se ha rebasado el stock de seguridad o no hay suficientes a las pedidas o verde si hay suficientes con el stock actual.

Al pulsar *Agregar* se añadirá la referencia al listado.

En caso de no encontrar las medidas de un material concreto que nos solicitan, podemos ingresar al formulario de la figura 4.7 de a continuación para grabar referencias nuevas.

Crear nueva referencia

Código **ROT-01067**

* Para mantener la integridad de los datos se recomienda:
 - Para medidas standard y con el campo "Número de NCU" habilitado, introducir solo ese número dejando el resto de campos vacíos (para hacer un registro más descriptivo, en observaciones se pueden introducir el resto de dimensiones).
 - Para medidas especiales dejar en blanco el "Número de NCU" y especificar todas las medidas disponibles.
 - Las NCU 213 J y NCU 213 JA son excepciones en las que se debe introducir, siendo medidas standard, el "Número de NCU" y "Di".

Familia: Varillas roscadas Subfamilia: Varilla roscada hexágono interior Referencia: NCU 240 E

Características específicas

Número de NCU*

Diámetros
 Di Dc
 De Dr

Longitudes
 L
 Lr

Distancias entre caras
 S

Rosca hasta la cabeza
☐

Varios cuerpos

Doble
 RD
 RL

Triple
 RD
 RL

Observaciones
 (Detalles a considerar sobre la referencia, si aplica)

Figura 4.7. Formulario Crear nueva referencia

Este formulario es una forma rápida de crear nuevas referencias mientras estas se encuentren consideradas dentro de una familia y subfamilia existente.

La gran mayoría de las referencias incluidas en la base de datos se basan en el documento propiedad del cliente llamado *Manual de Normales para la Fabricación de Utillaje*.

Una vez seleccionada la referencia se habilitarán las características disponibles para esa referencia.

Si se deja el ratón encima del cuadro de texto saldrá un mensaje que explica como introducir las

medidas de forma estándar y en que unidades del sistema métrico. En observaciones se pueden indicar detalles del material no recogidos en las características dadas.

4.5.2. Confirmaciones de envíos

En este apartado se concreta la salida del material del almacén hacia el lugar destino. Entraremos aquí cuando vayamos a dar salida a uno o varios materiales solicitados o bien queramos descartar el envío de alguna petición. La figura 4.8 ilustra el formulario en cuestión.

CONFIRMAR ENVÍOS PENDIENTES

Envíos en espera

Identificador de envío: EN-0004

Código	Referencia	Cant. ped.	Fecha pet.
ROT-0000	NCLJ 238 C	8x35 (Rosca)	60
			25/08/2017

SELECCIÓN DE ENVÍOS A LANZAR

Código	Referencia	Ubic.	Pos.	Cant. env.	Valor Unit.	Valor total
--------	------------	-------	------	------------	-------------	-------------

Detalles de envío

Fecha de envío: 07/09/2017

Responsable de envío: [dropdown]

Nota de entrega (Para no generar la Nota, dejar el campo vacío): 20170907-

Respon. petición: N/A

Empleado: N/A

Localiz.: N/A

Grada: N/A

Prioridad: Media

Comentarios: PRUEBA

Notificar trámite al peticionario: ☐

Aceptar Cancelar

Figura 4.8. Formulario Confirmar envíos

En *Identificador de envío* se cargan solo las peticiones abiertas, es decir, aquellas en las que quedan materiales pendientes de enviar. El número de identificador es un correlativo que se puede tener en cuenta en el formulario Nueva Petición, donde en la parte superior derecha se indica el número que le corresponde al identificador.

Al elegir un identificador, se completa el cuadro de lista superior y los campos en gris con los datos introducidos previamente al rellenar la petición correspondiente.

En el listado superior se encuentran los materiales pedidos que no se han entregado. Si se selecciona uno y se pulsa el botón en forma de flecha azul, se abrirá el siguiente formulario (figura 4.9):

Agregar a envíos a lanzar

Detalles de petición

ID de envío: **EN-0004**

Código: ROT-00007 Referencia: NCU 238 C Caract. esp.: 8x35 (Rosca)

Fecha de petición: 25/08/2017 Cantidad pedida: 60 Responsable de petición: N/A

Empleado: N/A Localización: N/A Grada: N/A

Prioridad: Media

Inventario

Existencia actual: 25 S.S.: 0 S.Max: 0

Bandeja: 4 Posición: F02 Restante en stock: 0

Cant. enviada: 25 Valor unitario*: 0,00

Valor total: 0,00

* Resultado de la valoración de almacén (coste promediado de las entradas).

Aceptar **Cerrar**

Figura 4.9. Formulario Agregar referencia a envíos a lanzar

En este formulario se muestra más detalladamente datos sobre la referencia y su envío. Como en el formulario de la figura 4.6, se puede ver en el momento la variación de existencias, pero esta vez con la cantidad real que se envía, que puede ser distinta a la pedida. Con esto, aparece el valor asociado a la referencia resultado del cálculo de valoración de las salidas.

Al aceptar se vuelve al formulario de registro del envío y la referencia se desplaza a la lista siguiente llamada *Selección de envío*. Lo que haya en esta lista es lo que se tendrá en cuenta como salida real, por lo que el procedimiento se hará con cada referencia de la lista que se vaya a enviar. Pulsando el botón en forma de X se puede quitar de la lista de envíos la referencia seleccionada, pero se tendrá disponible de nuevo si se refresca el identificador de envío.

Finalmente, en la parte derecha se rellena el responsable de envío que da la orden de salida, y la nota de entrega que se imprimirá y guardará automáticamente al pulsar aceptar, o se saltará este paso si el campo está vacío. Se dispone de una casilla para informar al empleado de que el envío está en curso. También se cargan los comentarios ingresados en las peticiones, dejando el campo editable por si se quiere añadir algo más a la hora del envío.

Finalmente, al pulsar aceptar se hace el procesado de lo siguiente:

- Las salidas y variaciones de existencias. En caso que la salida de un material, que no esté ubicado en el armario rotativo, de como resultado existencia 0, se eliminará de la tabla Existencias de la base de datos. Esto es así, porque se considera que ese material solo ha cumplido el fin de satisfacer una necesidad puntual. Aun así, se mantiene evidencia de ello, en caso de múltiples repeticiones de casos puntuales, tener en cuenta mantener un stock de dicha referencia.
- Generación del correo a empleado.
- Si se envían menos unidades de las pedidas, saltará un aviso dando la oportunidad de abrir un nuevo registro de salidas con las unidades restantes. Si se pulsa cancelar, se dan por descartadas esas unidades.
- Generación e impresión de Nota de entrega. Se guardará automáticamente en red, detectando la carpeta del mes al que pertenece. En caso de no encontrar la ruta definida, el archivo se guardará en el escritorio del usuario.

4.5.3. Devoluciones de compras

En este punto se pueden registrar las devoluciones de las compras suministradas por parte del proveedor. Se muestra en la figura 4.10 de a continuación:



DEVOLUCIÓN DE COMPRA NO. 1

Identificador de compra:

Datos de la referencia

Código:

Referencia: Caract.

Cantidad comprada:

Coste unitario: Coste total:

Descripción de la devolución

Fecha salida dev.: Uds dev.:

Causas dev.:

Datos de la compra

Albarán:

Fecha compra:

Responsable compra: Prioridad:

Proveedor:

Comentarios:

Figura 4.10. Formulario Devolución de compra

En el desplegable de identificador de compra se pueden seleccionar compras con al menos algún elemento sin recepcionar.

Al seleccionar un identificador se abre la siguiente ventana (figura 4.11) con los elementos disponibles:

Código	Referencia		Cant. comp.	Fecha compra
ROT-0088	NCU 235 E	1	60	08/09/2017
ROT-0056	NCU 228 B	8x40 (Cuerpo)	50	08/09/2017

Figura 4.11. Ventana de selección de referencia para devolución

Al hacer doble click a la referencia seleccionada se pasarán los datos al formulario.

Se permite registrar el coste que aparece en el albarán de las unidades que se van a devolver. Por último, se registran la fecha, cantidad y motivo de la devolución.

Hay que tener en cuenta que las referencias devueltas seguirán estando pendientes de recepción. Por lo que a ojos del movimiento entrante de compra no se ha producido ninguna modificación.

4.5.4. Ingreso de compras

Para las compras de materiales hay que acceder al formulario de la figura 4.12 que aparece a continuación.

COMPRA NO. 4

Carro de la compra

ID Carro	Código	Referencia	Fecha en carro	Unidades
tmp-0002	ROT-0000	NCU 238 C	8x35 (Rosca)	25/08/2017 35

Datos de compra

Fecha de compra: 07/09/2017

Responsable de compra: [dropdown]

Proveedor: Pérez Cardoso

Prioridad: Media

Comentarios: [text area]

SELECCIÓN DE COMPRA *

Código	Referencia	Unidades
--------	------------	----------

* Véase última revisión del procedimiento MV-PC-741 (Compras).

Aceptar Cancelar

Figura 4.12. Formulario Nueva compra

El cuadro de lista superior es el *Carro de la compra*. Estos elementos provienen del formulario que se muestra en el apartado 4.5.1 y son consecuencia de la falta de existencias para abastecer la petición solicitada o necesidades de reposición de stock. Estas son referencias que no se tienen en cuenta en la compra hasta que no se agregan al cuadro de lista inferior *Selección de compra*. Mediante el botón en forma de X del carro de la compra, se puede eliminar la referencia del carro definitivamente.

En el cuadro de lista *Selección de compra* se pueden agregar las referencias, bien mediante el carro de la compra, o bien pulsando el botón con el signo más, que abrirá el formulario similar al ya visto en el de la figura 4.7, que se explica a continuación.

En este caso, en el campo comentarios se pueden añadir anotaciones que aparecerán en el correo que se generará automáticamente para notificar al proveedor de la compra.

Cuando se haya cumplimentado todo correctamente y se pulse aceptar, la aplicación guardará en la base de datos el responsable y el proveedor si no existieran y generará un correo con un formato tipo y con el listado de materiales a comprar con el proveedor como destinatario. Tras esto, el identificador de compra que se genera queda listo para ser cargado en el formulario de recepciones pendientes.

Antes de continuar con otra actividad, se pasa a citar las particularidades del formulario para agregar las referencias a la selección de compra (figura 4.13):

Agregar referencia a la compra

Búsqueda de referencia *

ROT-00957

Referencia: NCU 235 F 7

Familia: Tornillos vástago especial

Subfamilia: Tornillo moleteado alto

NCU 235 F

Otros datos

Coste unitario 0,00 **Bandeja** 21 **Posición** 22

Observaciones

* Catálogo de referencias basado principalmente en el ING-102 edición 15 con fecha 17/12/2014 (Manual de Normales para la Fabricación de Utillaje). En caso de modificación del documento, contactar con el administrador para actualizar.

Existencias

Existencia actual 4 **S.S.** 0 **S.Max** 0 **WIP*** 0

Cant. a comprar: **Restante en stock**

* WIP<0: Salen unidades, sumar a compra / WIP>0: Entran unidades, restar a compra

Agregar

Figura 4.13. Formulario Agregar referencia a la compra

La única diferencia reseñable respecto al formulario análogo que aparece en Nueva petición es el campo *WIP*. Se ha denominado *WIP (Work In Process)* por la similitud de ese concepto en la cadena de suministro con el tratado aquí. Este campo es el resultante del cálculo de las unidades que hay en proceso de ese material, para cada referencia que se introduzca. Es decir, es la diferencia entre las recepciones pendientes y los envíos pendientes.

La razón por la que viene incluido es porque puede servir de guía si, para un determinado material, existen, por ejemplo, unidades por llegar que se pidieron en un determinado momento para cubrir un stock ($WIP > 0$). Por lo que, en este caso, habría que comprar menos cantidad de la pretendida en un primer momento si se esperan por llegar una cantidad igual a WIP unidades.

En el caso contrario estaría un $WIP < 0$, que indicaría que lo que compremos tiene peticiones activas, en concreto, habría que servir un total de $-WIP$ unidades del material que se pretende comprar. Por tanto, si se quiere tener un stock habría que hacer una compra superior a dicha cantidad.

Con esto se puede subsanar este caso especial que tiene el sistema. Al hacer las estimaciones de compras tras completar el formulario de nueva petición (apartado 4.5.1), no se hace el cálculo de variaciones de existencias y, por tanto, es lo que genera los casos anteriores y con lo que se puede caer en errores como que se realicen compras de reposición de stock para un mismo material de forma continuada hasta que dicha compra de reposición no haya sido recepcionada.

4.5.5. Confirmaciones de recepciones

Con el siguiente formulario (figura 4.14) se podría dar por terminado el proceso de compra, cuando se recibe la mercancía con el albarán correspondiente.

MAVE **CONFIRMAR RECEPCIONES PENDIENTES**

Compras en curso

Identificador de compra: CO-0004

Código	Referencia	Cant. comp.	Fecha compra
ROT-0088	NCU 235 E	1	08/09/2017
ROT-0056	NCU 228 B	8x40 (Cuerpo)	50

SELECCIÓN DE COMPRAS RECEPCIONADAS *

Código	Referencia	Ubic.	Pos.	Cant. recib.	Coste Unit.	Coste total
ROT-0081	NCU 240 E	6x30 (Rosca)	18	C04	50	3,99

* Véase última revisión del procedimiento MV-PC-742 (Inspección y ensayos de recepción).

Importe total: 199,50

Detalles de recepción

Fecha de recepción: 08/09/2017

Responsable de recepción:

Albarán:

Respon. compra: Rafael Márquez

Proveedor: Pérez Cardoso

Prioridad: Alta

Comentarios:

Aceptar Cancelar

Figura 4.14. Formulario Confirmar recepciones

La idea de este formulario es similar a la de confirmación de envíos. En el campo desplegable elegimos el identificador de compra donde se cargarán las referencias no recepcionadas de esa compra, junto con el resto de datos relacionados.

Pulsando el botón en forma de flecha se muestra un formulario parecido al visto en envíos (figura 4.15):

Agregar a recepcionadas

Detalles de compra

ID de compra: **CO-0004**

Código: ROT-00884 Referencia: NCU 235 E Caract. esp.: 1

Fecha de compra: 08/09/2017 Cant. comprada: 60 Responsable de compra: Rafael Márquez

Proveedor: Pérez Cardoso Prioridad: Alta

Inventario

Existencia actual: 14 S.S.: 0 S.Max: 0 Cant. recepcionada: 60 Coste unitario: Coste total:

Bandeja: 19 Posición: A02 Restante en stock: 74

Aceptar **Cerrar**

Figura 4.15. Formulario Agregar referencia a recepcionadas

En este caso, se debe ingresar el coste de adquisición. Con esto se promediará el coste de cada material en existencia.

Volviendo al formulario anterior (figura 4.14), en el cuadro de lista *Selección de compras recepcionadas* se incluyen todos los materiales que se han recepcionado correctamente de una compra determinada. Los materiales a devolver no se incluyen en esta lista de recepciones.

Finalmente, al pulsar aceptar se hace el procesado de lo siguiente:

- Las entradas y la variación existencias. Las referencias puramente de tránsito en las que de momento no hay intención de inventariado se guardarán igualmente en la tabla que agrupan las existencias (Tabla Existencias de la base de datos), hasta el momento en el que estas unidades sean enviadas (en confirmación de envíos), donde se eliminará de dicha tabla, quedando solo en el histórico de referencias. De esta manera, se tiene en consideración posibles cancelaciones de envíos o retenciones de larga duración. En estos casos podremos tener en el momento que se requiera una evidencia real de lo que se tiene en disposición desde la Tabla_Existencias y hacer uso de ella en la aplicación.
- Si se recepcionan menos unidades de las compradas, saltará un aviso dando la oportunidad de abrir un nuevo registro de entradas con las unidades restantes. Si se pulsa cancelar, se dan por descartadas esas unidades.

4.5.6. Ingreso de devoluciones de envíos

Para casos como son las sobras o errores en los materiales que se envían, se tiene la posibilidad de registrar estos movimientos de entrada en el formulario de las devoluciones de envío (figura 4.16).



The image shows a software window titled "DEVOLUCIÓN DE ENVÍO NO. 1". It contains several input fields and sections for recording a return shipment. At the top left, there is a dropdown menu for "Identificador de envío:" with the value "EN-0002". Below this is a section titled "Datos de la referencia" which includes a "Código:" field with the value "ROT-00753", a "Referencia:" field with "NCU 161 EA", a "Caract.:" field, and two rows of "Cantidad pedida:" and "Cantidad enviada:" both with the value "50". Below these are "Valor unitario:" and "Valor total:" both with the value "0,00". To the right of this section is a "Datos del envío" section with fields for "Nota de entrega:" (20170728-05), "Fecha petición:" (28/07/2017), "Fecha envío:" (28/07/2017), "Responsable pet.:" (Antonio Caro), "Prioridad:" (Media), "Responsable envío:" (Antonio Caro), "Empleado:" (Dolores Vázquez Lora), "Localización:" (AD&S TABLADA), and "Grada:" (N/A). At the bottom of this section is a "Comentarios:" text area. Below the "Datos de la referencia" section is a "Descripción de la devolución" section with fields for "Fecha entrada dev.:" (07/09/2017), "Uds dev.:" (1), and "Causas dev.:" with a text area containing "Devolución procesada en envío 'EN-0002'. Motivo: -". At the bottom right of the window are two buttons: "Aceptar" and "Cancelar".

Figura 4.16. Formulario Devolución de envío

En este caso, los envíos que se cargan en la lista serán todos aquellos que tengan uno o más materiales enviados. Se abrirá de igual forma una ventana emergente para seleccionar la referencia a devolver.

El movimiento de salida ya está dado por cerrado y cualquier devolución que se haga no afectará a dicho movimiento. Sin embargo, se tendrá constancia de la operación en las entradas como un movimiento aparte.

4.5.7. Altas de nuevas referencias inventariables

En este formulario (figura 4.17) se pueden dar de alta nuevos materiales que se vayan a ubicar en el armario rotativo, o bien materiales de tránsito de distinta familia o subfamilia de las que recoge el sistema. Como ya se indicado anteriormente, se han establecido unos parámetros de medidas genéricas para definir el material, cuando no aplica o no queda suficientemente definido con lo disponible, siempre se podrá usar el campo observaciones para cualquier aclaración sobre la referencia.

ALTA DE NUEVA REFERENCIA INVENTARIABLE

DESIGNACIÓN

Código ref.

Familia: Subfamilia: Referencia:

Selecciona las características que aplica a la nueva referencia:

☐ NCU
 ☒ Di
 ☐ De
 ☒ Dc
 ☒ Dr
 ☐ L
 ☒ Lr
 ☐ S
 ☐ Rosca hasta la cabeza
 ☐ RD Doble
 ☐ RL Doble
 ☐ RD Triple
 ☐ RL Triple

CARACTERÍSTICAS

Número de NCU*

Diámetros: Di Dc De Dr

Longitudes: L Lr

Distancias entre caras: S

Varios cuerpos: Doble RD Triple RD

Rosca hasta la cabeza: ☐

RL RL

Observaciones

INVENTARIO

Existencia S.S. S.Max Bandeja Posición

Coste unitario

Figura 4.17. Formulario Alta de nueva referencia inventariable

En las casillas que aparecen, si la referencia ya pertenece a una familia y subfamilia creada, estarán deshabilitadas. Se habilitarán cuando se introduzca una subfamilia nueva.

Hay que tener en cuenta que la referencia está asociada a una subfamilia, es decir, una subfamilia solo puede tener una referencia.

De igual forma como aplicaba en el formulario del apartado 5.5.1 (figura 4.7), se introducen de la forma indicada las medidas que apliquen.

Por último, tenemos lo relativo al inventario. Si se va a almacenar algo que no proviene de una compra, habrá que introducir la cantidad en existencias a almacenar. En otro caso, se introduce a existencia 0, para luego seguir el procedimiento de compra de dicho material. Solo se registrarán en la tabla Existencias los que tengan existencias mayores a 0 y un número de bandeja asignado.

4.5.8. Acceso a la Base de Datos

Al pulsar *Mostrar Libro* se mostrará una ventana para ingresar la contraseña correspondiente para poder acceder a la visualización de las tablas que componen la base de datos:



Figura 4.18. Ventana de acceso restringido a la base de datos

El libro se compone de las siguientes hojas:

- **Hoja Inicial.** Muestra mensaje de aviso e información sobre la base de datos y un botón para la vuelta a la vista de formularios.
- **Tabla_Referencias.** Como se ha mencionado anteriormente, esta tabla recoge el histórico de las referencias que se han gestionado.
- **Tabla_Existencias.** Esta tabla incluye únicamente las referencias en posesión. Para ilustrar un ejemplo de la configuración de las tablas, se muestra en la siguiente figura un ejemplo con esta tabla:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Cod. Referencia	Referencia	Característica específica	Bandeja	Posición	Existencia	Stock seguridad	Stock máximo	CosteUnit promedio	Coste total
50	ROT-00049	NCU 220 B	250x10 S:8	8 A01	1490	0	0	0	0,001	0,001
51	ROT-00050	NCU 220 B	400x6 S:8	8 C01	750	0	0	0	0,001	0,001
52	ROT-00051	NCU 220 B	550x12 S:10	8 D01	7	0	0	0	0,001	0,001
53	ROT-00052	NCU 220 B	250x6 S:8	8 E01	2730	0	0	0	0,001	0,001
54	ROT-00053	NCU 220 B	500x10 S:10	8 A02	193	0	0	0	0,001	0,001
55	ROT-00054	NCU 220 A	500x6 S:10	8 B02	80	0	0	0	0,001	0,001
56	ROT-00055	NCU 220 A	510x12 S:10	8 C02	22	0	0	0	0,001	0,001
57	ROT-00056	NCU 220 A	680x15 S:12	8 C02	9	0	0	0	0,001	0,001
58	ROT-00057	NCU 220 B	490x10 S:10	8 D02	350	0	0	0	0,001	0,001
59	ROT-00058	NCU 220 A	490x12 S:10	8 E02	27	0	0	0	0,001	0,001
60	ROT-00059	NCU 220 A	520x12 S:10	8 E02	12	0	0	0	0,001	0,001
61	ROT-00060	NCU 220 B	480x10 S:10	8 F02	6	0	0	0	0,001	0,001
62	ROT-00061	NCU 220 B	480x6 S:10	8 F02	36	0	0	0	0,001	0,001
63	ROT-00062	NCU 220 B	410x12 S:10	8 G02	104	0	0	0	0,001	0,001
64	ROT-00063	NCU 220 B	400x10 S:8	8 H02	300	0	0	0	0,001	0,001
65	ROT-00064	NCU 220 B	530x10 S:10	8 B03	300	0	0	0	0,001	0,001
66	ROT-00065	NCU 220 A	530x6 S:10	8 D03	515	0	0	0	0,001	0,001
67	ROT-00066	NCU 220 B	530x12 S:10	8 F03	754	0	0	0	0,001	0,001
68	ROT-00067	NCU 220 A	500x20 S:10	8 A04	196	0	0	0	0,001	0,001
69	ROT-00068	NCU 220 B	570x12 S:10	8 B04	240	0	0	0	0,001	0,001
70	ROT-00069	NCU 220 A	500x15 S:10	8 C04	37	0	0	0	0,001	0,001
71	ROT-00070	NCU 220 A	590x15 S:10	8 C04	39	0	0	0	0,001	0,001
72	ROT-00071	NCU 220 B	600x10 S:10	8 D04	120	0	0	0	0,001	0,001
73	ROT-00072	NCU 220 B	640x22 S:12	8 E04	25	0	0	0	0,001	0,001
74	ROT-00073	NCU 220 A	580x12 S:10	8 F04	167	0	0	0	0,001	0,001
75	ROT-00074	NCU 220 B	620x18 S:12	8 G04	110	0	0	0	0,001	0,001
76	ROT-00075	NCU 220 B	600x6 S:10	8 H04	220	0	0	0	0,001	0,001
77	ROT-00076	NCU 220 B	630x10 S:10	8 E05	235	0	0	0	0,001	0,001
78	ROT-00077	NCU 220 B	635x15 S:12	8 F05	290	0	0	0	0,001	0,001
79	ROT-00078	NCU 220 B	650x20 S:12	8 A06	250	0	0	0	0,001	0,001
80	ROT-00079	NCU 220 B	530x20 S:10	8 E06	43	0	0	0	0,001	0,001
81	ROT-00080	NCU 220 B	635x22 S:12	8 F06	110	0	0	0	0,001	0,001
82	ROT-00081	NCU 220 B	660x22 S:12	8 B07	220	0	0	0	0,001	0,001
83	ROT-00082	NCU 220 B	660x15 S:12	8 E07	257	0	0	0	0,001	0,001
84	ROT-00083	NCU 220 B	660x10 S:12	8 G07	170	0	0	0	0,001	0,001
85	ROT-00084	NCU 220 B	650x12 S:12	8 A08	100	0	0	0	0,001	0,001

Figura 4.19. Hoja Existencias en libro Excel

- **Tabla_Carro_Compra.** Esta tabla es temporal y está compuesta por las referencias provenientes del cálculo de abastecimiento.
- **Tabla_Entradas.** Contiene las entradas por compras y las devoluciones de envío. Según la disposición de los datos, nos encontramos con la siguiente casuística de entradas:
 - *Entrada completada.* Cantidad comprada y recepcionada iguales y mayores que 0. Fechas también registradas.
 - *Entrada no recibida.* Cantidad comprada ingresada y recepcionada vacía. A su vez, la fecha de compra ingresada y fecha de recepción vacía.
 - *Entrada parcial.* Fechas ingresadas y cantidad comprada mayor a cantidad recepcionada.
 - *Entrada errónea.* Aparecerá como entrada no recibida. Se identifica con la devolución de compra, donde en el campo de causa se indica el identificador de compra del que proviene.
 - *Entrada descartada.* Cantidad comprada ingresada y recepcionada igual a 0. Fechas registradas.

- *Devolución de envío.* En el campo tipo de entrada viene como devolución. La cantidad comprada estará vacía y la recepcionada registrada. La fecha de compra también vacía y la de recepción registrada.
- **Tabla_Salidas.** Contiene las salidas por envío y las devoluciones de compra. Según la disposición de los datos, nos encontramos con la siguiente casuística de salidas:
 - *Salida completada.* Cantidad pedida y enviada iguales y mayores a 0. Fechas registradas.
 - *Salida en espera (no ejecutada).* Cantidad pedida ingresada y enviada vacía. A su vez, la fecha de petición ingresada y fecha de envío vacía.
 - *Salida parcial.* Fechas ingresadas y cantidad pedida mayor a cantidad enviada.
 - *Salida errónea.* Aparecerá como salida completada. Se identifica con la devolución de envío, donde en el campo de causa se indica el identificador de envío del que proviene.
 - *Salida descartada.* Cantidad pedida ingresada y enviada igual a 0. Fechas registradas.
 - *Devolución de compra.* En el campo tipo de salida viene como devolución. La cantidad pedida estará vacía y la enviada registrada. La fecha de petición también vacía y la de envío registrada.
- **Hoja Destinos.** En esta hoja se mantiene un registro de empleados con sus correos, localizaciones y gradas.
- **Hoja Proveedores.** Incluye los proveedores y sus correos.
- **Tabla_Familias.** Familias y subfamilias según documento de cliente junto con las nuevas registradas.
- **Tabla_Designaciones.** Para cada subfamilia asigna una referencia y las características que dispone, siendo 1 si dispone y 0 si no. En la siguiente figura se muestra un ejemplo:

SUBFAMILIA	DESIGNACION	Numero	NC	DI	De	Dc	Dr	L	Lr	S	Rosca hasta cabeza	RD2	RL2	RD3
Quita vueltas (para pasadores)	NCU 226 B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pasador	NCU 228 A	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Pasador alta dureza	NCU 228 B	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Pasador elástico	NCU 228 C	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Pasador cónico	NCU 228 D	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Pasador cilíndrico con rosca interior	NCU 228 E	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Pasador rosca interior para CN	NCU 228 EA	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Pasador inoxidable	NCU 228 F	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Pasador, para útil superplásticos	NCU 228 G	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Pasador de seguridad	NCU 230 A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pasador clip	NCU 230 B	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bulón con cabeza	NCU 230 C	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Pasador de aletas	NCU 230 D	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Piñón de centrado, cilíndrico	NCU 233 A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piñón de centrado fresado	NCU 233 B	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terón de asiento	NCU 233 C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terón de centrado	NCU 233 D	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terón de centrado para insertar con resina	NCU 233 F	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piñón, para útiles superplásticos	NCU 233 G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bulón de apriete	NCU 235 A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tornillo eje	NCU 235 B	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Tornillo de ojo	NCU 235 C	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Tornillo de ojo inoxidable	NCU 235 D	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Tornillo de presión	NCU 235 E	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Tornillo moleteado alto	NCU 235 F	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Tornillo 1/4 de vuelta	NCU 235 H	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Tornillo para bloqueo	NCU 235 J	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Tornillo resistencia y precisión	NCU 235 K	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Bulón cónico	NCU 236 A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bulón de fijación, medidas fijas	NCU 236 B	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bulón de centrado	NCU 236 C	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Apoyo cónico de centrado	NCU 236 D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bulón de presilla	NCU 236 E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bulón de fijación hexagonal, medidas variables	NCU 236 F	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0
Bulón de fijación, medidas variables	NCU 236 G	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Tornillo cabeza Allen	NCU 238 A	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
Tornillo hexagonal	NCU 238 B	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0

Figura 4.20. Hoja designaciones en libro Excel

- **Hoja Configuración.** Contiene el registro de responsables, prioridades y el directorio donde se guardan las notas de entrega. En oculto se encuentran los códigos correlativos de las tablas y las contraseñas.
- **Plantilla de nota de entrega.** Esta hoja es la tomada de base para trasladar los datos con el formato de las notas de entregas.

5 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

La metodología de trabajo y conocimientos aplicados han permitido el desarrollo de una aplicación informática para la gestión de inventarios ajustada a las necesidades que se ha traducido en una mejora sustancial del sistema previo.

Se ha logrado implantar una aplicación que maneja una gran cantidad de información, sin dejar de ser rápida e intuitiva, adaptada al proceso. De hecho, la base de datos diseñada está enfocada para el análisis y la mejora del inventario.

Además, el uso de Excel como pieza principal muestra un potencial antes desconocido por la empresa y pone fácilmente a disposición la modificación y mejora de la aplicación por otros empleados, o incluso nuevos desarrollos de similar envergadura.

La información del estado del inventario a tiempo real o el control de los movimientos de materiales, junto con otras funcionalidades que aporta la aplicación, no solo provoca la mejora dentro del departamento, también afecta a toda la cadena de suministro. Por ejemplo, el ahorro de tiempo de desplazarse al armario rotativo y buscar los materiales, se traslada a la compra de reaprovisionamiento al proveedor o a la comunicación con empleado solicitante del material. Otro ejemplo de agilización del proceso se da con la automatización de tareas como la generación de correos o las notas de entrega.

Finalmente, podemos citar algunas de las mejoras que se pueden tomar en un futuro:

1. Partiendo de los datos suficientes, realizar unas reubicaciones de los materiales

orientados a reducir los cambios de bandejas.

2. Establecer políticas de aprovisionamiento para una gestión de inventarios afinada, con previsiones de la demanda, de forma que se tomen decisiones basadas en datos, en lugar de la experiencia.
3. Ampliación o adaptación de la aplicación para la gestión del resto de consumibles relevantes para la empresa.
4. Análisis ABC. Con el tiempo y la recopilación de datos, se dispondrá de la información real, objetiva y suficiente para poder realizar el análisis ABC ya mencionado. Esto se encuentra relacionado con el punto 1 y 2 expuesto.
5. Diseño de un dashboard con indicadores tales como nivel de servicio propio y del proveedor, rotación del inventario, materiales abastecidos en inventario frente a materiales abastecidos por compra directa, tiempos de aprovisionamiento y envío, etc.
6. Nuevas funcionalidades para la aplicación:
 - a. Movimiento de reubicación del material. Para hacer cambios de ubicación de los materiales de modo que grabe las reorganizaciones de las bandejas del armario rotativo.
 - b. Movimiento de recuento del inventario. Este movimiento puede ser tanto de entrada como salida. Registraría las inconsistencias o desviaciones encontradas entre el inventario físico y el de la base de datos, cuadrando a la realidad este último en futuros recuentos de inventario.
 - c. Implantación de lector de códigos de barras. Añadir la función de códigos de barras a las referencias es relativamente sencillo en Excel. El lector se conecta a un terminal accesible, capta la señal del código de barra de la referencia, que se decodifica y manda al terminal. Este lector actúa como un driver de escritura como si de un teclado se tratara. Esto supondría un avance importante permitiendo movimientos de salida o entrada rápidos.
 - d. Otras mejoras en el diseño. Por ejemplo, integrar la gestión de imágenes en la aplicación, tipificar las causas de devoluciones, etc.
7. Migración a otra plataforma. Aunque el desempeño de la aplicación es bueno, el crecimiento de la empresa puede requerir mayor potencia en el procesamiento y almacenamiento de los datos. Para ello, las aplicaciones web como primera opción, o sin ir más lejos, Access, pueden satisfacer las necesidades de ampliación.

8. Desde el punto de vista económico, podría haber la posibilidad de un estudio de rentabilidad del armario rotativo. Conociendo el coste de mantenimiento de este, el valor y la rotación del inventario almacenado, se tiene una base de la que partir para saber si realmente es necesario disponer de un sistema de almacenamiento automático como es el armario rotativo.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Gil, M. J., Domínguez Machuca, J. A., Domínguez Machuca, M. A., García Gonzalez, S., Ruíz Jiménez, A. (2005). “Dirección de operaciones: aspectos estratégicos en la producción y los servicios”, McGraw-Hill/Interamericana.
- Bañegil Palacios, T. M., Chamorro Mera, A., Miranda González, F. J., Rubio Lacoba, S. (2004). “Manual de dirección de operaciones”, International Thomson Editores Spain-Paraninfo.
- Bastos Boubeta, A. I., Míguez Pérez, M. (2006). “Introducción a la gestión de stocks: el proceso de control, valoración y gestión de stocks”, Ideaspropias.
- Booch, G., Jacobson, I., Rumbaugh, J. (1999). "El Lenguaje Unificado de Modelado", Addison Wesley.
- Booch, G., Jacobson, I., Rumbaugh, J. (2000). "El Proceso Unificado de Desarrollo", Addison Wesley, 2000.
- Chopra, S., Meindl, P. (2013). “Administración de la cadena de suministro: estrategia, planificación y operación”, Pearson Educación.
- Gutiérrez, V., Vidal, C. J. (2008). “Modelos de Gestión de Inventarios en Cadenas de Abastecimiento: Revisión de la Literatura”, Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, 43, 134-149.
- Heizer J., Barry R. (2008). “Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones tácticas”, Pearson Educación.
- Jiménez Montañés, M.A., Mallo Rodríguez, C. (2014). “Contabilidad de costes”, Larousse - Ediciones Pirámide.