



**Universidad de las Ciencias Informáticas
Facultad 5**

**Sistema de gestión para el control del
proceso de producción de fármacos
para los Laboratorios HG.**

***Trabajo de diploma para optar por el título de
Ingeniero en Ciencias Informáticas.***

Autor: Mirnerys Delgado del Solar

Tutores: Dr. Orestes Febles Díaz

Ing. Leandro Pompa Rodríguez

“Año 58 de la Revolución”
La Habana, Cuba
Junio 2015



"La ciencia se compone de errores, que a su vez, son los pasos hacia la verdad"

Jules Gabriel Verne

Declaración de autoría

Declaro ser la única autora de la presente tesis y reconozco a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Autora

Mirnerys Delgado del Solar

Tutor

Orestes Febles Díaz

Tutor

Leandro Pompa Rodríguez

Datos de contacto

Dr. Orestes Febles Díaz

Universidad de las Ciencia Informáticas, La Habana, Cuba.

ofebles@uci.cu

Ing. Leandro Pompa Rodríguez

Universidad de las Ciencia Informáticas, La Habana, Cuba.

lpompa@uci.cu

Dedicatoria

A mis padres por el apoyo, por enseñarme que puedo hacer mis sueños realidad.

A mi nana mágica por ser la mejor abuela del mundo.

A todos los que fueron luz para la realización de este trabajo.

Agradecimientos

A mi mamá que ha sido mi todo, no recuerdo un momento en mi vida en el que no estés, solo tú has sabido acortar las distancias, no tengo como decir lo grande que has sido, te amo.

A mi papá por su confianza siempre, su apoyo y por enseñarme a soñar en azul.

A mi abuela mágica, por cumplir mis deseos, por ser mi nana.

A Osmarita porque aún no sabe lo feliz que me hace.

A Orson por ser sencillamente genial, por ser mi compañero, darme su alegría, ser mi consuelo, por creer en mí, aguantar mis malos ratos y manías, por el amor, porque estas en mi vida, en fin no cabe en una vida mi gratitud. A su familia que ya es casi mía, gracias por acogerme y apoyarme.

A toda mi familia por el apoyo y preocupación en especial a mis tíos Toti y Pablito por darme dos hermanos mayores Ari y Ale, mis cómplices de la infancia.

A mis tutores Orestes y Pompa por sus enseñanzas.

A mis mejores amigas Claudia y Jennifer que ni la distancia ni el olvido han triunfado entre nosotras, gracias por su apoyo, por estar siempre en las buenas y las malas.

A los que hicieron de este lugar algo más que la universidad, mis amigos del 5503, Erduin por todos los momentos de apoyo y disgustos, Yandrito por la amistad incondicional, Esmaykillo por ser mejor compañero de mesa y amigo, Marin por convertirte en mi amigo a pesar de que a veces fui injusta, Liset por ser mejor compañera de apartamento, Ernesto por ser el mejor consultante de CSS y todo, Kiki por los consejos, a Yerson, Yanet, Rioger, Cuba, Lisandra, Arisney no creo poder mencionarlos a todos, solo puedo agradecer que formaran parte de esta brigada, no pudo ser mejor.

A la profe Susej por ser el camaroncito duro y Zaida por ser la mejor profe guía.

A los profe del CDAE en especial Yurien por los conocimientos y la ayuda, Made, Frank y Yasiel, Masó por soportar mis años de PP, los que conforman este tribunal por los consejos.

A la FEU que me brindó la posibilidad de ser una persona más responsable y me enseñó a hacer las cosas por amor al arte.

A esta Universidad que en un principio fue gigante, ahora es como mi casa.

A todos los que no menciono pero que agradezco de corazón por todo.

Las empresas farmacéuticas en pos de mejorar la organización y gestión de sus procesos presentan la necesidad de incorporar herramientas informáticas. Los Laboratorios Holger Glaesel (Laboratorios HG) dedicados a la producción de fármacos desarrollan parte de sus procesos de forma manual, pues cuentan con herramienta de escritorio que solo gestiona el plan de producción, dejando a un lado procesos de gran importancia, lo que dificulta en todo momento la toma de decisiones y la respuesta ante cualquier cambio que ocurra en su negocio. A pesar de sus años de experiencia deben ir construyendo aplicaciones a la medida, por lo que el objetivo de esta investigación es desarrollar una herramienta informática que permita gestionar los procesos claves en la producción de medicamentos para los Laboratorios HG.

Para guiar el proceso de desarrollo se empleó la metodología ágil SXP que abarca todo el ciclo de vida del *software* con iteraciones pequeñas. La aplicación ha sido diseñada e implementada en su totalidad usando herramientas de código abierto como: *Visual Paradigm*, Eclipse Luna, entre otras. Se realizaron pruebas de rendimiento y aceptación validando el correcto funcionamiento de la misma, concluyendo que con la utilización de la herramienta desarrollada los Laboratorios HG aseguran el seguimiento y control durante el proceso de producción, lo que optimiza en gran medida el rendimiento y desempeño de los trabajadores y maquinarias.

Palabras Claves: Gestión, procesos de producción, producción de fármacos.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1. Fundamentación teórica.....	6
1.1 Conceptos Fundamentales.....	6
1.2 Industria Farmacéutica.....	8
1.3 Gestión de la producción.....	10
1.4 Flujo de trabajo para los Laboratorios HG.....	13
1.5 Estudio de soluciones homólogas para la gestión de medicamentos.....	15
1.6 Uso de las Aplicaciones de <i>Internet</i> Enriquecidas.....	18
1.7 Tecnologías y herramientas para el desarrollo de aplicaciones <i>web</i>	19
1.8 Metodologías de desarrollo.....	26
Capítulo 2. Características y diseño del sistema.....	31
2.1 Propuesta de solución.....	31
2.2 Modelo de negocio.....	31
2.3 Lista de Reserva del Producto (LRP).....	33
2.4 Historias de usuario.....	36
2.5 Tareas de Ingeniería.....	41
2.6 Plan de liberación.....	42
2.7 Arquitectura de la aplicación.....	43
2.8 Modelo de diseño.....	46
Capítulo 3. Implementación y pruebas del sistema.....	48
3.1 Diagrama de clases.....	48
3.2 Diagrama de despliegue.....	49
3.3 Estándar de codificación.....	50
3.4 Plan de pruebas.....	51
Conclusiones.....	57

Índice

Recomendaciones	58
Bibliografía Referenciada	59
Anexos	62

Índice de figuras

Figura 1: Proceso de Producción. [8].....	7
Figura 2: Campo de fuerza para determinar la realidad del proceso de producción.[5].....	12
Figura 3: Herramienta utilizada por los Laboratorios HG.[5].....	13
Figura 4: Herramienta utilizada por los Laboratorios HG.[5].....	13
Figura 5:Flujo de trabajo para inyectables.[5]	15
Figura 6: Funcionalidades de Odoos.[14]	16
Figura 7: Tabla comparativa tecnología de acceso a datos contra sistema gestor de base datos.[21]....	21
Figura 8: Diagrama Caso de Uso. (Elaboración Propia)	32
Figura 9: Modelo 3 Capas. [40].....	44
Figura 10: Diagrama de Clases. (Elaboración Propia)	48
Figura 11: Diagrama de Despliegue (Elaboración Propia)	49

Índice de tablas

Tabla 1: Productos Farmacéuticos. [11].....	9
Tabla 2: Lista de reserva del producto.....	33
Tabla 3: HU_1 Añadir un artículo.....	36
Tabla 4: HU_21 Mostrar todos los artículos existentes.	37
Tabla 5: HU_2 Modificar Artículo.	38
Tabla 6: HU_3 Eliminar Artículo.....	40
Tabla 7: Tarea de ingeniería perteneciente a la HU_1.....	41
Tabla 8: Mostrar todos los artículos existentes.	41
Tabla 9: Tarea de ingeniería perteneciente a la HU_3.....	42
Tabla 10: Tarea de ingeniería perteneciente a la HU_3.....	42
Tabla 11: Plan de <i>release</i>	43
Tabla 12: Diagrama de Paquetes. (Elaboración Propia)	46
Tabla 13: Caso de Prueba HU_1 Añadir Artículo.....	52
Tabla 14: HU_2 Modificar Artículo.	53
Tabla 15: HU_3 Eliminar Artículo.....	53
Tabla 16: Características del ambiente de pruebas. (Elaboración Propia)	55
Tabla 17: HU_5 Crear registro sanitario del artículo.	62
Tabla 18: HU_9 Crear Orden de Producción.	63
Tabla 19: Exportar Nota de Entrega.	65
Tabla 20: Tarea de Ingeniería Crear Registro Sanitario del artículo.....	67
Tabla 21: Caso de prueba Crear un Registro Sanitario.....	68
Tabla 22: Caso de prueba Exportar Nota de Entrega.	69

Introducción

La sociedad actual es parte indisoluble del constante y acelerado proceso de desarrollo científico y tecnológico apreciado en todos los campos de la vida diaria del hombre, desarrollo que brinda un mayor nivel de efectividad, eficiencia y competitividad a todos los procesos enmarcados en las distintas organizaciones. Las organizaciones se enfrentan al reto de aumentar su agilidad de innovación y respuesta a los constantes cambios en los negocios y a los ambientes tecnológicos heterogéneos con la misión de reducir los gastos en sus Tecnologías de la Información (TI).

Como parte de todo este proceso de evolución se encuentra la industria informática, la cual proporciona nuevas soluciones que han logrado satisfacer las necesidades de muchas empresas mejorando su funcionamiento y productividad. En la actualidad, la mayoría de las empresas poseen sistemas informáticos que soportan distintos niveles de aplicación de la tecnología, destacando, entre otros, los procesos de gestión, comunicación y procesos para el apoyo a la toma de decisiones. [1]

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) se han constituido en uno de los recursos más importantes de la sociedad, trayendo como consecuencia una explosión exponencial en la transmisión e intercambio de datos, información y conocimientos, a los cuales se puede acceder sin tener en cuenta barreras geográficas o limitaciones del tiempo. Es por ello que en los últimos años casi todos los países del mundo han establecido e implementado proyectos, políticas y estrategias para promover el uso de las TIC y aprovechar los beneficios y los aportes que estas ofrecen. [2]

Hoy día es imposible concebir una empresa exitosa sin el apoyo de las TIC para administrar sus procesos de negocio. Las vías por las cuales las TIC ayudan a mejorar el desempeño en las empresas son cuatro: automatización, accesibilidad a la información, costos de transacción y procesos de aprendizaje. [3]

El continuo desarrollo de la ciencia y la técnica unido al crecimiento de la competitividad en el mercado ha obligado a las organizaciones a controlar su negocio en busca de un aumento en la eficiencia de todos sus procesos. Las organizaciones deben estar

capacitadas para dar respuestas inmediatas a los constantes cambios en los negocios y a los ambientes tecnológicos heterogéneos teniendo control del impacto de gastos en sus TI.

Para ello necesitan contar con herramientas que les ayuden en la planificación, producción y control de sus productos, para cumplir con los estándares de calidad, teniendo la capacidad de recomendar acciones preventivas para evadir errores que pudiesen ocurrir y llevar un control sobre los recursos. A nivel mundial el sector farmacéutico realiza permanentes esfuerzos competitivos para introducir nuevos productos al mercado sobre la base de investigación y desarrollo (i+d) generando fuertes gastos de comercialización, control de la producción y publicidad. Una de las claves del logro de las empresas farmacéuticas en descubrir nuevos medicamentos es un programa intenso de investigación y desarrollo. La invención de nuevas medicinas es un proceso de gran complejidad, que depende altamente de un intenso programa de i+d. De hecho la industria farmacéutica es uno de los sectores más dinámicos e innovadores de todas las áreas empresariales a nivel mundial. [4]

Esta industria es un mercado complejo y dinámico, que exige de sus participantes niveles muy altos de calidad y de exactitud. Para crecer de forma exitosa y optimizar la productividad, las compañías del sector necesitan elevar al máximo la eficiencia de todos sus procesos y mejorar la calidad de sus productos. Las empresas pequeñas, medianas o grandes en este campo que buscan potenciar y fortalecer sus negocios, realizan enormes esfuerzos por reducir al mínimo posible los errores y las equivocaciones, especialmente en todo lo vinculado al proceso de producción. [5]

La dinámica del mercado farmacéutico ecuatoriano exige una solución específica y adecuada, que garantice, a través de sus funcionalidades diseñadas en perspectiva de la industria, la seguridad de los procesos, de la información, la gestión de la calidad para la entrada o salida de cualquier producto terminado, la administración de los productos por fecha de vencimiento o de la potencia de las órdenes de producción y la planificación maestra de producción teniendo en cuenta las necesidades. [5]

Los Laboratorios HG situados en Guayaquil, Ecuador, una organización farmacéutica con una trayectoria de más de 125 años. Actualmente se realiza gran parte del trabajo de forma manual debido al insuficiente nivel de informatización que existe en el proceso de producción, dificultando el seguimiento y control en cada una de las áreas de producción. Al no poseer una herramienta que asegure la disponibilidad de la información en todo momento se dificulta la toma de decisiones y no se puede lograr una predicción de la duración del proceso de producción, por lo que se trabaja con un elevado nivel de incertidumbre. Hoy día la institución cuenta con una aplicación *desktop* que solamente permite la inserción y modificación de órdenes de producción, mas no soluciona el problema de la disponibilidad de la información. Entre los principales procesos que no se gestionan de manera automática se encuentran: el plan de producción, la orden de manufactura y la entrega del producto terminado en bodega, dando al traste con que no se tenga un control de la información generada.

La gestión de la producción debe incluir el seguimiento y control durante todo el proceso, por lo que las empresas farmacéuticas demandan herramientas de gestión específicas para optimizar la calidad de sus productos, mejorar la trazabilidad y reducir al mínimo el potencial de error en los diferentes procesos.

Teniendo en cuenta lo anteriormente planteado se define como **problema de la investigación**: ¿Cómo informatizar los procesos de producción de medicamentos de los Laboratorios HG para aumentar la eficiencia de su gestión?

Para dar solución a este problema se tiene como **objetivo general**: desarrollar una herramienta informática que permita gestionar los procesos claves en la producción de medicamentos para los Laboratorios HG.

Como **objetivos específicos** se plantea:

- Elaborar el marco teórico de la investigación.
- Identificar los requisitos funcionales y no funcionales.
- Seleccionar la metodología, herramientas y tecnologías idóneas para el desarrollo de la solución propuesta.
- Definir el análisis y diseño de la solución propuesta.

- Implementar las funcionalidades que den cumplimiento a los requisitos identificados.
- Realizar de pruebas para validar la solución propuesta.

Se define como **objeto de estudio**: la gestión de los procesos claves en la producción de medicamentos, enmarcado en el **campo de acción**: la gestión de la producción de medicamentos en los Laboratorios HG.

Idea a defender: La implementación de un sistema de gestión en los Laboratorios HG contribuirá al correcto funcionamiento del proceso de producción.

Entre los métodos de investigación científica utilizados se destacan:

Métodos Teóricos

Histórico-Lógico: para el estudio de trabajos anteriores donde se ilustre la trayectoria de la producción farmacéutica, sus formas de gestión de la producción, flujos y procesos más afectados.

Analítico-sintético: al descomponer el problema de investigación en elementos separados, para luego conformar un todo más pequeño donde se ilustre cómo se realiza en el proceso de producción de medicamentos.

Métodos empíricos

La observación investigativa es el instrumento universal del científico. La presente investigación utiliza este método para dar un diagnóstico inicial del problema a investigar.

Se ha realizado una entrevista a la Ing. Angela Yanza Montalván, Administradora de Sistemas de los Laboratorios HG con suficientes conocimientos sobre del tema. Dicha técnica se realiza con el fin de obtener información relevante para la investigación.

La tesis está estructurada en: tres capítulos fundamentales.

Capítulo 1: Se presentan los fundamentos teóricos de la investigación, estudio y actualidad de los distintos tipos de aplicaciones que gestionen el proceso de

producción. Se describen las tecnologías y herramientas para el desarrollo de aplicaciones *web*.

Capítulo 2: Se describe la posible solución además de los artefactos generados por la metodología de desarrollo, como son la lista de reserva del producto, historias de usuario y tareas de ingeniería. Además se realiza la propuesta de arquitectura a utilizar.

Capítulo 3: Se realiza el diagrama de clases para una mayor comprensión del sistema y su implementación. Se confecciona el plan de pruebas que contiene las pruebas de aceptación y pruebas de rendimiento.

Capítulo 1. Fundamentación teórica

Este capítulo provee un marco teórico de la investigación esbozando los principales conceptos relacionados con las características de la solución informática que se propone para la gestión de la producción en la industria farmacéutica. Se realiza además un estudio de las tecnologías, metodologías y aplicaciones con características similares.

1.1 Conceptos Fundamentales

Gestión y control

Gestionar es un proceso social que implica responsabilidad por la planificación efectiva y económica y regulación de las operaciones de una empresa, en cumplimiento de un determinado propósito o tarea. Esa responsabilidad comprende: (a) juicio y decisión al determinar planes y al usar datos para controlar desempeño y el progreso con respecto a los planes; y (b) la guía, integración, motivación y supervisión del personal que compone la empresa y lleva a cabo las operaciones. [6]

Gestionar es simplemente el proceso de toma de decisiones y control sobre las acciones de seres humanos con el expreso propósito de lograr metas predeterminadas. [7]

La gestión está caracterizada por una visión más amplia de las posibilidades reales de una organización para resolver determinada situación o arribar a un fin determinado. Puede asumirse, como la disposición y organización de los recursos de un individuo o grupo para obtener los resultados esperados. Pudiera generalizarse como una forma de alinear los esfuerzos y recursos para alcanzar un fin determinado.

Los sistemas de gestión han tenido que irse modificando para dar respuesta a la extraordinaria complejidad de los sistemas organizativos que se han ido adoptando, así como a la forma en que el comportamiento del entorno ha ido modificando la manera en que incide sobre las organizaciones.

Una de las características y ventaja de un sistema de gestión es la posibilidad de instaurar un control para vigilar el estado de una empresa, con el fin de elaborar acciones que garanticen un correcto funcionamiento de la misma. La mayoría de los autores definen el control como

un proceso de vital importancia ya que establece medidas para corregir y evadir anomalías que impidan un correcto funcionamiento en la organización.

Proceso de Producción

Todo proceso de producción es un sistema de acciones dinámicamente interrelacionadas orientado a la transformación de ciertos elementos “entrados”, denominados factores, en ciertos elementos “salidos”, denominados productos, con el objetivo primario de incrementar su valor, concepto éste referido a la “capacidad para satisfacer necesidades”. [8]

Los elementos esenciales de todo proceso productivo son: [8]

- los factores o recursos: En general, toda clase de bienes o servicios económicos empleados con fines productivos.
- las acciones: Ámbito en el que se combinan los factores en el marco de determinadas pautas operativas.
- los resultados o productos: En general, todo bien o servicio obtenido de un proceso productivo.



Figura 1: Proceso de Producción. [8]

La importancia del proceso de producción radica en lograr determinados objetivos para la empresa, aumentar el nivel de satisfacción del cliente si el producto llega en el momento esperado y necesario, aprovechar al máximo los equipos y el capital fijo, minimizar los

cambios en los ciclos de producción, así como los cambios de personal o la inversión destinada a los inventarios.[8]

La presente investigación pretende lograr un control sobre el proceso de producción de medicamentos mediante un sistema de gestión, para así asegurar la correcta realización de las distintas acciones que se generan durante la producción de medicamentos.

1.2 Industria Farmacéutica

La industria farmacéutica es un importante elemento de los sistemas de asistencia sanitaria de todo el mundo, está constituida por numerosas organizaciones públicas y privadas dedicadas al descubrimiento, desarrollo, fabricación y comercialización de medicamentos para la salud.

Su fundamento es la i+d de medicamentos para prevenir o tratar las diversas enfermedades y alteraciones. Los modernos avances científicos y tecnológicos aceleran el descubrimiento y desarrollo de productos farmacéuticos innovadores dotados de mejor actividad terapéutica y menos efectos secundarios. [9]

Los procesos que se suelen incluir en las empresas farmacéuticas son: la cobranza, compras, inventario, ventas, recursos humanos. La siguiente investigación se centra en el manejo del proceso de producción.

Líneas de producción

Las líneas de producción son el proceso de fabricación repetitiva en la que cada producto pasa a través de la misma secuencia de operaciones, máquinas y otros equipos de salida con un orden establecido. Se dedican a las necesidades de un pequeño grupo de productos y (a diferencia de la producción de lotes) el proceso no tiene que ser detenido o reiniciado para cada nuevo producto. [10]

Para el caso de las industrias farmacéuticas donde el número de productos es inmenso y está en constante crecimiento debido al desarrollo de nuevos medicamentos y al descubrimiento de nuevos usos para los antiguos, el abastecimiento de productos farmacéuticos o medicamentos terapéuticos en cantidades prescritas está diseñado para

lograr la administración sistemática de estos. Aunque su forma física ha cambiado al pasar los años, la aceptación de las personas por los fármacos y su forma de administración no ha cambiado.

Las formas de dosificación de medicinas que requieren la utilización de maquinaria compleja incluyen tabletas, cápsulas, inyectables esterilizados (ampollas y frascos de dosis múltiples), líquidos orales (soluciones, jarabes, suspensiones y emulsiones), y semisólidos (ungüentos, cremas y pastas). [11]

Los productores de medicamentos prefieren producir tabletas porque su producción en masa es más rápida y barata que las otras formas de dosificación. Las tabletas son compactas, fáciles de llevar y almacenar; además son livianas, baratas para empaquetar y enviar. Por su parte las cápsulas son formas sólidas de dosificación contenidas en una cubierta gelatinosa dura o suave. [11]

Los ungüentos son preparados semisólidos utilizados para ser aplicados a la piel. Estos productos pueden ser aceites, emulsiones de grasas, o materiales semejantes a la cera con un alto contenido de agua; además, son utilizados para aplicaciones tópicas de sustancias médicas. Los inyectables son soluciones y suspensiones esterilizadas empaquetadas administradas a través de una inyección hipodérmica. El uso de los inyectables esterilizados es un reflejo de la verdadera necesidad terapéutica en el cuidado de pacientes. [11]

Tabla 1: Productos Farmacéuticos. [11]

Sólidas	Semisólidas	Líquidas	Gaseosas
Tabletas	Cremas	Inyecciones	Gases
Cápsulas	Pastas	Suspensiones	Inhalaciones
Polvos	Ungüentos	Soluciones	Aerosoles
Parches	Liposomas	Jarabes	
Supositorios			
Grageas			
Comprimidos			

La tabla anterior muestra una resumida clasificación de los tipos de fármacos fabricados según su composición, estas líneas de productos son seguidas por la mayoría de las industrias farmacéuticas a nivel mundial. Las líneas producción que disponen los Laboratorios HG son las siguientes: [5]

- Formas de dosificación sólida: En este grupo se incluyen tabletas, granulados, supositorios, cápsulas y polvos orales (betalactámicos y no betalactámicos).
- Formas de dosificación líquidas: Se incluyen los jarabes, soluciones orales, suspensiones.
- Formas de dosificación semisólidas: Se encuentran ungüentos, cremas.
- Productos parenterales betalactámicos y no betalactámicos: Se incluyen inyecciones, polvos parenterales, fluidos estériles.

Se consideran los últimos de la lista los más complejos y costosos de producir, y para los cuales no hay sistemas informáticos de seguimiento y control de procesos de producción. [5]

1.3 Gestión de la producción

El trabajo de coordinación y control de las actividades necesarias para hacer un producto, por lo general implica un control efectivo de los requisitos de la planificación, costos, rendimiento, calidad y residuos. [10]

La gestión de la producción está relacionada con la toma de decisiones en los procesos de producción a fin de que los bienes o servicios resultantes se producen de acuerdo con las especificaciones, en la cantidad y el horario exigidos y con un coste mínimo. [12]

Por los conceptos expuestos anteriormente se puede concluir que la gestión de la producción se refiere al conjunto de herramientas administrativas que se utilizan precisamente, para maximizar los niveles de producción de una empresa que se dedica a comercializar sus propios productos. Usando determinadas estrategias para lograr liderar en el mercado y minimizar los riesgos que pueden aparecer en el proceso de elaboración de sus productos.

Generalmente el sistema de producción de medicamentos en las diferentes industrias farmacéuticas se realiza siguiendo los mismos pasos, no es absoluto porque depende de las características de las empresas. Sin embargo existen disímiles puntos de coincidencia.

Muchas de estas empresas tienen en común la falta de aplicaciones que logren la eficacia que buscan.

La utilización de *BPM*¹ se ha convertido en una nueva categoría de *software* empresarial que permite a las empresas modernizar, implementar y ejecutar conjuntos de actividades interrelacionadas. Muchas de las empresas farmacéuticas la adoptan para no perder la competitividad en el mercado.

La industria farmacéutica ecuatoriana se ha enfrentado a grandes cambios en los últimos años debido a la implementación de normas *BPM/GMP*², es por ello que la mayoría de las fábricas trabajan aproximadamente a un 60% de su rendimiento potencial. Encontrar una forma de aumentar la productividad sin invertir en nuevas líneas, o incluso en una nueva planta, puede tener una importancia económica fundamental para muchas compañías del país. [13]

Casas farmacéuticas que conforman la Asociación de Laboratorios Farmacéuticos del Ecuador como Kronos, GM, Indunidas, Rocnarf, Tofys, Bjarner-Ecu, Medisumi, Chefar, Farmayala-Indeurec, cuentan con aplicaciones legadas en diversas plataformas.

Mediante el análisis del campo de fuerza (Figura 2) se puede mostrar de forma sencilla la realidad actual de las industrias farmacéuticas, principalmente en los Laboratorios HG, donde el cumplimiento de sus flujos de trabajo para seguir un correcto proceso de producción se hace trabajoso. Muchos de sus planes maestros de producción se siguen en una hoja de cálculo dificultando el trabajo de los empleados, lo que evidencia la falta de informatización en sus procesos claves. Se pueden observar las fuerzas destructoras que actúan en el proceso de producción. Esta técnica permite evaluar la importancia de contar con un *software* que ayude con el control de la producción.

¹ Gestión de Procesos del Negocio (del inglés *Business Process Managemen, BPM*)

² Buenas Prácticas de Fabricación (del inglés *Good Manufacturing Practices, GMP*)

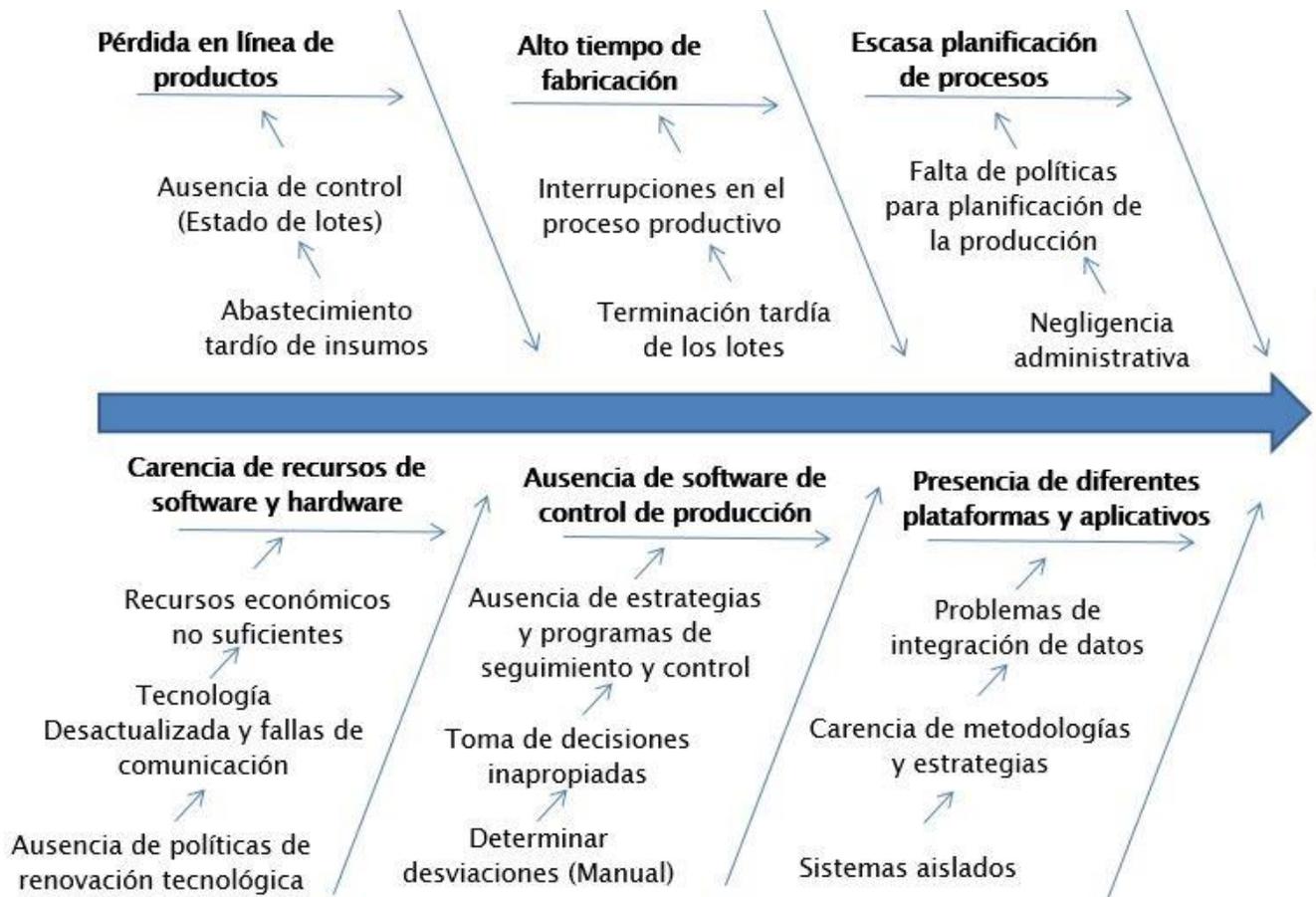


Figura 2: Campo de fuerza para determinar la realidad del proceso de producción. [5]

La gestión de la producción en los Laboratorios HG no es un proceso que se manipule de igual forma pues una parte es controlada por una aplicación de escritorio que solamente incluye la manipulación de las órdenes de producción dejando fuera los demás procesos que se siguen en estos ámbitos. Esto dificulta la disponibilidad de la información generada por el proceso y con ello la correcta toma de decisiones. A continuación las Figuras 3 y 4 muestran la herramienta utilizada:

Figura 3: Herramienta utilizada por los Laboratorios HG. [5]

Figura 4: Herramienta utilizada por los Laboratorios HG. [5]

1.4 Flujo de trabajo para los Laboratorios HG

Un flujo de trabajo es el estudio de los aspectos operacionales de una actividad de trabajo: ¿Cómo se estructuran las tareas?, ¿Cómo se realizan?, ¿Cuál es su orden correlativo?, ¿Cómo se sincronizan?, ¿Cómo fluye la información (en muchos casos, documentos a cumplimentar para seguir las directrices de una normativa de calidad como la ISO: 9001 u otras normas estándares) que soporta las tareas? y ¿Cómo se le hace seguimiento al cumplimiento de las tareas?

El proceso de producción inicia con un requerimiento del departamento de ventas, en función de la gestión que ellos realizan cada mes emiten requerimientos a la Dirección Técnica para la elaboración de los productos por lotes. La Dirección Técnica planifica los diferentes recursos y genera el proceso.

Se realiza el siguiente flujo de procesos:

1. Se realiza la planificación y ejecución de la producción.
2. Se verifica la cantidad de materias primas para la elaboración de las diferentes líneas de productos, entre la Dirección Técnica, Compras y Bodega de Materias Primas.
3. Se genera la orden de producción y creación de lote según los tipos que se manejan en la empresa: Fabricación Propia, Tubos, Materia Prima, Reproceso o Fabricación a Terceros.
4. En el lote se planifica la cantidad a producción por cada lote, línea de producto y artículo.
5. Una vez creado el lote se verifican los insumos (materias primas y materiales) se realizan los movimientos/transacciones en *BMP* para el envío a la planta.
6. Dependiendo de la línea del producto se realiza una serie de subprocesos o fases.

Para elaborar un fármaco inyectable o cualquier producto farmacéutico se sigue un flujo de trabajo compuesto por varios procesos (Figura 5). Los principales son la gestión del Plan de producción donde se generan la orden de producción, los lotes con sus respectivos artículos, así como las transacciones que se realizan en bodega de producto terminado. El proceso de manufactura que comienza paralelo a la orden de producción, para llevar un control sobre los empleados y máquinas. Se centra la atención en dichos procesos porque forman parte indisoluble de la calidad del producto terminado, de ahí la vital importancia de llevar un control sobre ellos. Para la producción de tabletas se sigue el mismo procedimiento, sólo cambian las especificaciones para este tipo de línea de producción.

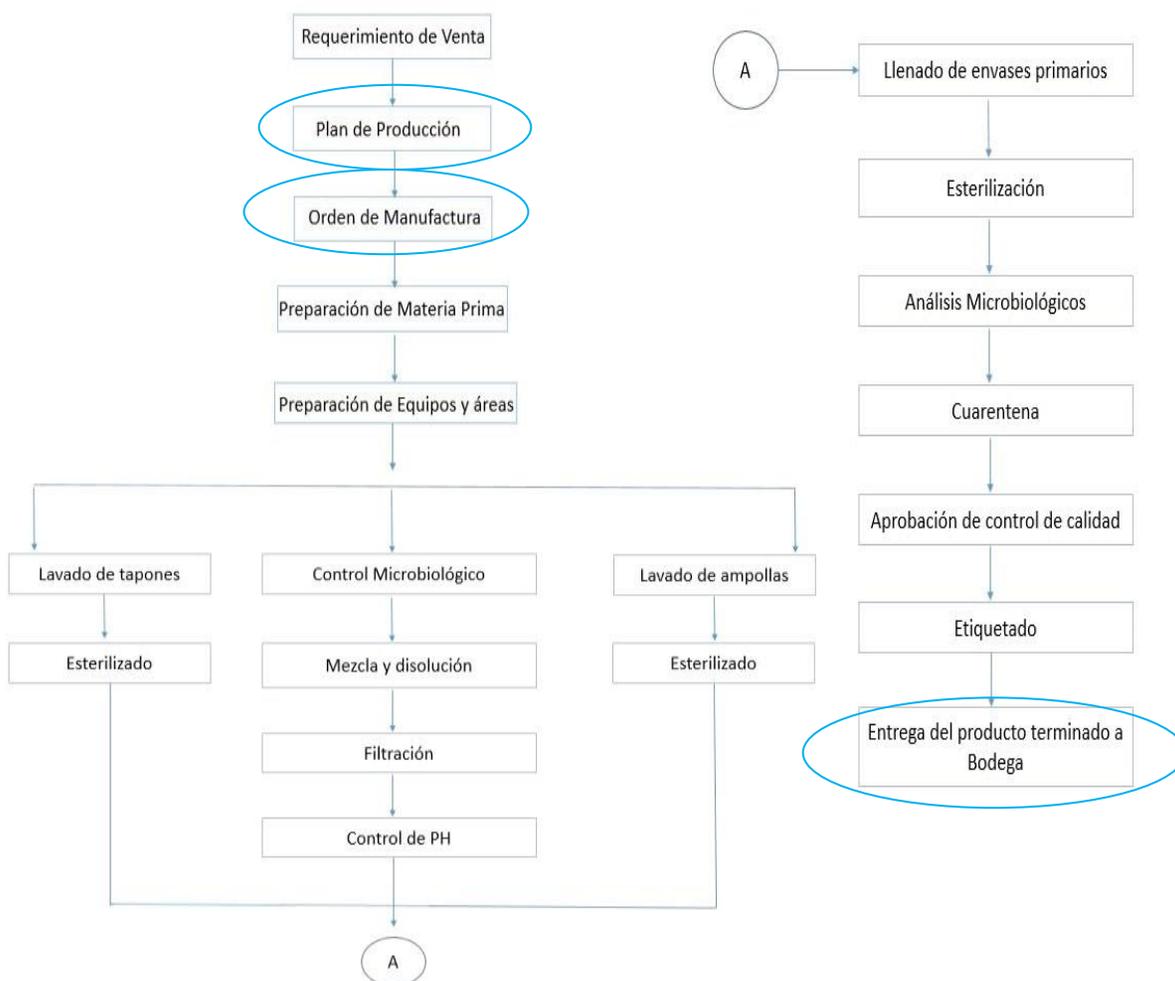


Figura 5: Flujo de trabajo para inyectables.[5]

1.5 Estudio de soluciones homólogas para la gestión de medicamentos

Odoo [14]

Es un sistema *ERP*³ integrado de código abierto, es una solución para los negocios, fácil de usar y flexible. Contiene varios módulos que pueden ser integrados a las diferentes empresas para mejorar su funcionamiento. El *ERP* tradicional se basaba en desempeñar las funciones conocidas como de “*back office*”, es decir, cubre todos los asuntos internos a la

³ Sistema de Planificación de Recursos (del inglés *Enterprise Resource Planning, ERP*)

empresa: contabilidad, finanzas, producción, costes, información sobre clientes y proveedores. [15]

Build stunning websites

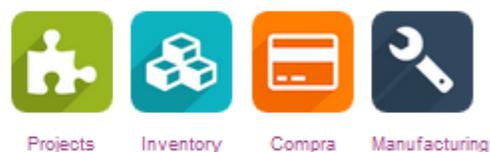


Boost your sales



Modern Software For Smart Businesses.
Boost your sales, step up productivity and manage all day-to-day activities. Fully integrated, simple and mobile.

Operations



Human Resources



Marketing



Finance



Productivity

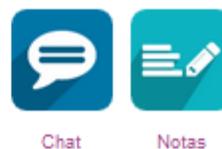


Figura 6: Funcionalidades de Odoo.[14]

Módulos que se incorporan a un sistema ERP:

- Facturación, cobros y pagos.
- Contabilidad.
- Estadísticas.
- Productos.
- Recursos humanos.
- Control de inventario.

- Gestión de Atención a Clientes y Proveedores.
- Gestión de Compras.
- Gestión de Almacenes.
- *Workflow* de procesos.
- Gestión de proyectos.
- Planificación de Proyectos.
- Gestión de Producción/Fabricación.
- Gestión de Ventas.
- Facturación.
- Gestión de informes.
- Gestor documental.

Ventajas:

- Integración completa y flexible.
- Servicio en la nube.
- Permite adecuar las etapas del desarrollo de *software* según las prioridades del cliente.

SISMED

Producto desarrollado conjuntamente por el Centro de Información Farmacéutica (CINFA) y la Empresa Productora y Comercializadora de *Software* (SOFTEL). Su objetivo principal es ofrecer un sistema informativo que garantice la información farmacológica de los medicamentos que se producen en el país, así como de otros que arriban provenientes de la vía de donaciones, y poder disponer de una alternativa informativa de fácil manejo, flexible, dinámica y actualizada, en correspondencia con las tendencias y sistemas modernos de diseminación y recuperación de la información. [16] El mismo brinda facilidades para gestionar gran parte del volumen de información de los medicamentos, permitiendo realizar la búsqueda por criterios de medicamentos, salvar y modificar los datos, así como la obtención de diferentes informes.

Análisis general

Existen laboratorios que tienen un buen posicionamiento en el mercado y pueden invertir en aplicaciones robustas como un *ERP*, pero existen otros laboratorios que sólo cubren un sector específico y no pueden hacer una inversión de este tipo, es por ello que van realizando aplicaciones a la medida, este es el caso de los Laboratorios HG. El sistema *SISMED* sólo se dedica a gestionar la información de los medicamentos, y no cubre los procesos claves para la realización del mismo.

1.6 Uso de las Aplicaciones de *Internet* Enriquecidas

Las Aplicaciones de *Internet* Enriquecidas (del inglés *Rich Internet Application, RIA*) proveen más ventajas que las tradicionales aplicaciones *web*, constituyendo aplicaciones sofisticadas, atractivas y multiplataforma. En las aplicaciones *web* normalmente existe una recarga continua de páginas cada vez que el usuario pulsa sobre un enlace, en los entornos *RIA* en cambio, no se producen recargas de página, ya que desde el principio se carga toda la aplicación, y sólo se produce comunicación con el servidor cuando se necesitan datos externos como datos de una base de datos o de otros ficheros externos.

Las *RIA* se encuentran presentes en los diferentes dominios, como aplicaciones de escritorio, aplicaciones *web* y tecnologías de comunicación. Las *RIA* son la nueva generación de las aplicaciones y es una tendencia ya impuesta por empresas como *Macromedia*, *Sun* o *Microsoft* que se encuentran desarrollando recursos para hacer de este tipo de aplicaciones una realidad. Utiliza *Ajax*⁴ que es la base para el desarrollo de este tipo de aplicaciones.

Presenta beneficios para el mejoramiento de la experiencia visual, que hacen del uso de la aplicación algo muy sencillo y ofrece mejoras en la conectividad y despliegue instantáneo de la aplicación, agilizando su acceso.

⁴*JavaScript asíncrono y XML*(del inglés *Asynchronous Javascript and XML, Ajax*)

1.7 Tecnologías y herramientas para el desarrollo de aplicaciones web

Marco de trabajo

Puede verse como un patrón arquitectónico que proporciona una plantilla extensible para aplicaciones dentro de un dominio. Los marcos de trabajo (del inglés *frameworks*), apuntan a unidades de negocio específicas, tales como: procesamiento de datos, comunicaciones y a dominios de aplicaciones, como son: interfaz gráfica de usuario y persistencia. También se puede ver de forma genérica como un conjunto de herramientas, librerías, y buenas prácticas que pretenden encapsular las tareas repetitivas en módulos genéricos fácilmente reutilizables.

PrimeFaces 5.1 [17]

Es uno de los *frameworks web* con mayor aceptación hoy día y que muchos programadores web han puesto en práctica con resultados favorables, es una librería de componentes visuales *Open Source* para *JSF*⁵. Según *DevRates.com*⁶, Primefaces es el número dos en el top de los diez *frameworks* más populares del mundo.

Incluye una amplia gama de componentes de interfaz de usuario habilitados para *Ajax* como paneles de diseño, gráficos, botones, enlaces, tablas de datos, redes, calendarios, cuadros de diálogo modales, y mucho más con soporte para temas y efectos. Ofrece un arsenal de componentes de interfaz de usuario con múltiples funciones con un alto grado de usabilidad, sofisticación, la flexibilidad y la interactividad. [18]

Spring 4.0 [19]

El *framework Spring* provee una programación comprensiva y un modelo de configuración para aplicaciones empresariales modernas, para cualquier plataforma de despliegue. Un elemento clave de *Spring* es su soporte infraestructural al nivel de aplicación. *Spring* se

⁵ Java del lado del servidor (del inglés *Java Server Faces*)

⁶ Es un Sitio Web que mediante la opinión de los desarrolladores, crean matrices de opinión acerca de todo lo concerniente a la programación.

centra en la canalización de aplicaciones empresariales para que los equipos puedan enfocarse en el nivel de aplicación de lógica del negocio sin necesidad de atar a ningún ambiente de despliegue en específico.

Spring incluye:

- Una inyección de dependencias flexible con *XML* y anotaciones basadas en estilos de configuración.
- Soporte avanzado para aspectos orientados a la programación basado en variantes de *proxy*⁷.
- Soporta transacciones declarativas, almacenamiento declarativo, validaciones declarativas y formateo declarativo.
- Poderosas abstracciones para el trabajo con especificaciones comunes de *JEE*⁸ como *JDBC*⁹.
- Soporte de primera clase para marcos de trabajo comunes de código abierto como *Hibernate* y *Quartz*.
- Un marco de trabajo *web* flexible para la construcción de aplicaciones y servicios finales usando *MVC*.
- Facilidades de pruebas enriquecidas tanto para pruebas unitarias como para pruebas de integración.

Java Persistence API 2.0

*API*¹⁰ de persistencia para *Java* (del inglés *Java Persistent API*, *JPA*) proporciona un modelo de persistencia basado en *POJO*'s¹¹ para mapear bases de datos relacionales en *Java*. El mapeo objeto/relacional, es decir, la relación entre entidades *Java* y tablas de la base de datos, se realiza mediante anotaciones en las propias clases de entidad, por lo que no se

⁷ Es un ordenador que sirve de intermediario entre un navegador web e Internet.

⁸ Ediciones Empresarial Java (del inglés *Java Enterprise Editions*, *JEE*)

⁹ Conectividad a Base de Datos en Java (del inglés *Java Database Connectivity*, *JDBC*)

¹⁰ Interfaz de Programación de Aplicaciones (del inglés *Application Programming Interface*, *API*)

¹¹ Objeto Java Plano y a la Antigua (del inglés *Plain Old Java Objects*, *POJO*'s)

requieren ficheros descriptores *XML*¹². La unidad básica de persistencia en *JPA* es la entidad, que no es más que una clase de Java con los metadatos para describir como son los mapas de las tablas de bases de datos.

Los metadatos pueden ser en forma de anotaciones en la clase de entidad en sí, o puede ser un archivo *XML* de acompañamiento, pero son más utilizadas las anotaciones, ya que son más fáciles de especificar y entender. Cada clase de entidad debe tener un marcador *@Entity* y un campo de identificador, indicada por *@Id*, que se asigna a la columna de clave principal en la base de datos. Existe sólo una unidad de configuración de *JPA* necesaria para conseguir que la aplicación se encuentre en marcha. Se basa en la noción de una unidad de persistencia, y se configura en un archivo llamado *persistence.xml*, que siempre se debe colocar en el directorio *META-INF* de su unidad de despliegue. Es un elemento de persistencia y puede contener una o más unidades de la persistencia de los elementos que representan diferentes configuraciones de ejecución. [20]

	Derby embedded	H2 embedded	HSQldb embedded	SQLite embedded	DB4O embedded	ObjectDB embedded	Derby server	H2 server	MySQL server	PostgreSQL server	ObjectDB server
DataNucleus	6.9	7.8	7.0		0.73		3.3	2.9	2.1	6.0	
EclipseLink	13.6	18.4	17.9	0.52			6.6	4.5	2.3	10.5	
Hibernate	8.3	11.0	13.9	0.62			5.6	3.4	2.7	9.1	
OpenJPA	7.4	9.5	9.7				4.2	3.0	2.8	6.5	
ObjectDB						99.8					43.9

Figura 7: Tabla comparativa tecnología de acceso a datos contra sistema gestor de base datos. [21]

Maven 3

Es una herramienta para la gestión de proyectos *Java*. Es capaz de encargarse de la gestión de dependencias, construcción de los artefactos, generación de la documentación. Su configuración es más simple, reutilizable y consistente que la de *Apache Ant*¹³. Una vez instalado y configurado, no es necesario mantenerlo. Es rápido el acceso a los paquetes ya descargados. [22]

¹² Lenguaje de Marcas Extensible (del inglés *eXtensible Markup Language*, *XML*)

¹³ Biblioteca de *Java*.

Es similar en funcionalidad a *Ant*, pero tiene un modelo de configuración de construcción más simple, basado en un formato *XML*. *Maven* utiliza un *Project Object Model (POM)* para describir el proyecto de *software* a construir, sus dependencias de otros módulos y componentes externos y el orden de construcción de los elementos. Viene con objetivos predefinidos para realizar ciertas tareas claramente definidas, como la compilación del código y su empaquetado.

Una característica clave de *Maven* es que está listo para usar en red. Está construido usando una arquitectura basada en *plugins*¹⁴, que permite que utilice cualquier aplicación controlable a través de la entrada estándar. En teoría, esto podría permitir a cualquiera escribir *plugins* para su interfaz con herramientas como compiladores, herramientas de pruebas unitarias, para cualquier otro lenguaje.

Apache Tomcat 8

Es uno de los más utilizados para el despliegue de las aplicaciones, primero porque es gratis, y además fácil de instalar. Se ejecuta en máquinas pequeñas y además es compatible con las *API* más recientes de *Java*, es muy fiable por la solidez que le brindan los miles de desarrolladores que contribuyen a su estabilidad.

Tomcat 8 es la nueva versión de este servidor *web JEE*, que por méritos propios se ha convertido sin duda en el estándar de facto para entornos de desarrollo.

Principales características: [23]

1. Funciona en plataformas virtuales muy utilizadas, no sólo funciona en la mayoría de las versiones de *Unix* sino también en *Windows*.
2. *HTTPS*¹⁵.
3. Soporte de *servlets* de *Java*.
4. Soporte de *host* virtuales, uno de los primeros servidores en soportar *host* basados en *IP* y virtuales.

¹⁴ Es un programa informático que añade una funcionalidad adicional o una nueva característica al *software*.

¹⁵ Protocolo seguro de transferencia de hipertexto (del inglés *Hypertext Transfer Protocol Secure, HTTPS*)

Java 8

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos, desarrollado por *Sun Microsystems* a principios de los años 90. Basado en el lenguaje C++ pero donde se eliminan muchas de las características que creaban frecuentes problemas a los programadores. Esta eliminación de causas de error y problemas de mantenimiento facilita y reduce el coste del desarrollo de software. [24]

De acuerdo al libro blanco de Java se suele asociar a 11 características fundamentales:

1. Simple.
2. Orientado a Objetos.
3. Distribuido.
4. Interpretado.
5. Sólido.
6. Seguro.
7. Arquitectura neutral.
8. Portable.
9. Alto desempeño.
10. Multihilo.
11. Dinámico.

PostgresSQL 9.2.4

PostgreSQL es un sistema gestor de base de datos objeto-relacional, bajo licencia *BSD*¹⁶. Esta licencia tiene menos restricciones en comparación con otras como la *GPL*¹⁷ estando

¹⁶ Distribución de Software Berkeley (del inglés *Berkeley Software Distribution, BSD*)

¹⁷ Licencia Pública General (del inglés *General Public License, GPL*)

muy cercana al dominio público. La licencia *BSD* al contrario que la *GPL* permite el uso del código fuente en *software* no libre. Es el sistema de gestión de bases de datos de código abierto más avanzado del mundo y en sus últimas versiones posee muchas características que sólo se podían ver en productos comerciales de alto calibre. [25]

ACID son siglas que significan *Atomicity, Consistency, Isolation, Durability* o, en español, Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad. Es un grupo de 4 propiedades que garantizan que las transacciones en las bases de datos se realicen de forma confiable.

Atomicidad (Indivisible): es la propiedad que asegura que la operación se ha realizado o no, y por lo tanto ante un fallo del sistema no puede quedar a medias. [25]

Consistencia: es la propiedad que asegura que sólo se empieza aquello que se puede acabar. Por lo tanto se ejecutan aquellas operaciones que no van a romper la reglas y directrices de integridad de la base de datos. [25]

Aislamiento: es la propiedad que asegura que una operación no puede afectar a otras. Esto asegura que dos transacciones sobre la misma información nunca generarán ningún tipo de error. [25]

Durabilidad: es la propiedad que asegura que una vez realizada la operación, esta persistirá y no se podrá deshacer aunque falle el sistema. [25]

Herramientas de Modelado CASE¹⁸

Las herramientas *CASE* se utilizan en la planeación y ejecución de proyectos que involucren sistemas de información, pues suelen inducir a sus usuarios a la correcta utilización de metodologías de desarrollo, que le ayudan a llegar con facilidad a los productos de *software* construidos. Todas las herramientas *CASE* prestan soporte a un lenguaje de modelado para acompañar la metodología, la mayoría de ellas soportan *UML*, teniendo en cuenta la amplia aceptación de este lenguaje, el valor conceptual y visual que proporciona. [26]

Visual Paradigm para *UML* (*VP-UML*), es potente, multiplataforma, y fácil de usar en las herramientas *CASE*. *VP-UML* proporciona a los desarrolladores de *software* una plataforma

¹⁸ Ingeniería de software asistida por computadoras.

de desarrollo de vanguardia para construir aplicaciones de calidad más rápido, mejor y más barato. Facilita una excelente interoperabilidad con otras herramientas *CASE* y la mayoría de los principales *IDE*¹⁹. [27]

Entorno de desarrollo integrado

Es un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación. Un *IDE* es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación; es decir, consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica (*GUI*). [28]

- Editor de código fuente: Editor de texto que sirve para editar el código fuente de aplicaciones informáticas.
- Un compilador: Es un traductor de código fuente, lo traduce a un lenguaje que sea legible para las máquinas.
- Un depurador: Es una aplicación que tiene como función probar y eliminar posibles errores en un programa en desarrollo.
- Constructor de interfaz gráfica: Herramienta que sirve para crear y diseñar las interfaces con las cuales habrá interacción entre la aplicación y el usuario.

El *IDE* que se ha definido para implementar la aplicación es **Eclipse 4.4.1, más conocido como Eclipse Luna**, esta versión incluye soporte oficial para *Java 8* en las herramientas de desarrollo *Java*, *plugin* de herramientas de desarrollo, *Eclipse Communication Framework*, integración *Maven*, plataforma de herramientas *web*, y analizador de memoria. [29]

Apache JMeter

Apache JMeter es una herramienta de carga diseñada para realizar pruebas de rendimiento y pruebas funcionales sobre aplicaciones *web*. Originalmente el *Apache JMeter* fue diseñado para realizar pruebas de estrés sobre aplicaciones *web* (pruebas *web* clásicas). Sin embargo,

¹⁹ Entorno de Desarrollo Integrado (del inglés *Integrated Development Environment, IDE*)

hoy día su arquitectura ha evolucionado, ahora no sólo puede llevar a cabo pruebas en componentes típicos de *Internet (HTTP)*, sino también puede realizar pruebas sobre Bases de Datos, *scripts Perl*, *servlets*, objetos *java*, servidores *FTP* y prácticamente cualquier medio de los que se pueden encontrar en la red. [30]

Está diseñado para desarrollar diferentes tipos de test; permitiendo diseñar tanto sencillos tests que soliciten simples páginas *web*, como complejas secuencias de requisiciones que permitan evaluar el comportamiento de una aplicación o como la capacidad de carga máxima que pueda tener una aplicación en un servidor (pudiendo llegar a saturar el servidor). [30]

Balsamiq Mockups

Balsamiq Mockups es una aplicación para crear maquetas para interfaces gráficas para usuario. Es una aplicación eficiente que proporcionará a los usuarios la capacidad de trabajar en su interfaz de usuario estén donde estén. [31]

Características claves de *Balsamiq Mockups*: [31]

- 75 componentes de interfaz de usuario y 187 íconos integrados, además de un montón de componentes generados por la comunidad.
- Comparte o presenta maquetas con incrustación de vínculos mediante la exportación a *PDF* o utiliza una herramienta de terceros para exportar a código.
- Interactúa con arrastrar y soltar componentes.

1.8 Metodologías de desarrollo

Una metodología es un conjunto de procedimientos, técnicas, herramientas y un soporte documental que ayuda a los desarrolladores durante el proceso de realización del *software*.

Las metodologías se pueden clasificar en robustas y ágiles, dentro de las robustas se encuentran Proceso Unificado Relacional (del inglés *Rational Unified Process, RUP*), Métrica v3, Marco de Trabajo para Soluciones de *Microsoft* (del inglés *Microsoft Solutions Framework, SMF*). Las ágiles están compuestas por Programación Extrema (del inglés *Extreme Programming, XP*), *SXP*, *SCRUM* y *AUP*.

Genéricamente están compuestas por:

- 1 Etapas.
- 2 Tareas.
- 3 Restricciones.
- 4 Técnicas y herramientas a emplear.
- 5 Control y gestión del proyecto.

Por estar orientadas a proyectos pequeños, las metodologías ágiles constituyen una solución a medida para ese entorno, aportando una elevada simplificación que a pesar de ello no renuncia a las prácticas esenciales para asegurar la calidad del producto. [32]

Extreme Programing

Se utiliza en proyectos a corto plazo. Se basa en pruebas unitarias, que se realizan a los principales procesos y a posibles fallas que pudieran ocurrir, también en la reutilización de código para lo cual se crean patrones o modelos estándares. Una particularidad de esta metodología es que propone la programación en pares, la cual consiste en que dos desarrolladores participen en un proyecto en una misma estación de trabajo. [33]

Es una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de *software*, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo. *XP* se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios. Se define como especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico. [34]

Lo esencial de esta metodología es llevar a cabo una buena interacción entre usuarios y desarrolladores. La simplicidad, al desarrollar y codificar los módulos del sistema, así como la retroalimentación, concreta y frecuente, del equipo de desarrollo, el cliente y los usuarios finales.

Las características fundamentales: [23]

- Desarrollo iterativo e incremental.

- Pruebas unitarias.
- Programación en parejas.
- Fuerte integración del equipo de desarrollo con el cliente.
- Corrección de todos los errores antes de añadir una nueva funcionalidad.
- Refactorización del código.
- Simplicidad en el código.

SCRUM

Es un proceso en el que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente, en equipo, y obtener el mejor resultado posible de un proyecto. Estas prácticas se apoyan unas a otras y su selección tiene origen en un estudio de la manera de trabajar de equipos altamente productivos. [35]

Desarrollada por Ken Schwaber, Jeff Sutherland y Mike Beedle. Define un marco para la gestión de proyectos, que se ha utilizado con éxito durante los últimos diez años. Está especialmente indicada para proyectos con un rápido cambio de requisitos. El desarrollo de *software* se realiza mediante iteraciones, denominadas “*Sprints*”, con una duración de 30 días. El resultado de cada *Sprint* es un incremento ejecutable que se muestra al cliente. Otra característica importante son las reuniones a lo largo del proyecto, entre ellas destaca la reunión diaria de 15 minutos del equipo de desarrollo para coordinación e integración.

Características Fundamentales

- Está pensada para equipos de desarrollo pequeños.
- Se especifican pocos artefactos eliminando el “papeleo” innecesario y dedicando más tiempo a la implementación.
- Permite la entrega de un producto funcional al finalizar cada ciclo.
- Da la posibilidad de ajustar la funcionalidad en base a la necesidad de negocio del cliente.
- Permite hacer una visualización del proyecto diaria.
- Se aplica en equipos integrados y comprometidos con el proyecto y que se auto administran.

SXP

La metodología ágil *SXP* está integrada por *SCRUM*, para la gestión de proyecto y *XP* para la ingeniería de *software*, de ambas metodologías recoge sus mejores prácticas. Consta de cuatro fases principales planificación-definición, desarrollo, entrega y mantenimiento, en cada una de estas etapas se generan artefactos que permiten documentar todo el proceso de desarrollo, entre los que se puede mencionar plantilla de tareas de ingeniería, plantilla lista de reserva del producto, plantilla de historia de usuario, plantilla modelo de diseño, plantilla de plan de reléase y estilo de código, permite a los desarrolladores trabajar todos en una misma dirección y con un sólo objetivo.

Cuatro fases principales:

- Planificación-Definición: Es donde se establece la visión, se fijan las expectativas y se realiza el aseguramiento del financiamiento del proyecto.
- Desarrollo: Es donde se realiza la implementación hasta que esté listo para ser entregado.
- Entrega: Puesta en marcha.
- Mantenimiento: Donde se desarrolla el soporte para el cliente.

El procedimiento ágil *SXP* contiene la organización de los procedimientos a seguir paso a paso, con la generación de cada uno de los artefactos necesarios para lograr una documentación con el éxito y la eficiencia necesaria que requiere un proceso de *software*. El líder de proyecto puede llevar un mejor control de las tareas y la planificación de las mismas. Asimismo reconocer la tendencia al compañerismo y solidaridad, no dejando margen al egoísmo e individualidad. Involucrar a los miembros del equipo de desarrollo en las decisiones sobre el proyecto y sus vías de desarrollo, puede ser de gran ayuda a la hora de aumentar la motivación, sin dejar fuera que se logra una mayor interacción con el cliente al ser parte del equipo, proporcionando una mejor calidad en el producto a entregar.

Análisis general

Después de un estudio de las metodologías ágiles expuestas se decide la utilización de la metodología *SXP*. Primero, porque se ajusta a las características de la investigación con un corto plazo de tiempo y no es necesario generar la cantidad de artefactos como los

generados por una metodología robusta. Segundo, *SXP* usa las mejores prácticas de *XP* y *SCRUM*, también es bueno mencionar que por ser una metodología creada en la UCI, se adapta al estilo de desarrollo de *software* en la universidad, además de que durante sus seis años de despliegue y ejecución ha sido estudiada, refinada y adaptada aún más a las necesidades de grupos de desarrollos pequeños.

Conclusiones parciales

- En este capítulo se hizo un estudio de las principales características teóricas de la investigación.
- Se definieron las herramientas y tecnologías, *frameworks*, gestor de base datos, lenguaje de programación, *IDE* de programación y herramientas de modelado a utilizar con sus principales características.
- Se definió la utilización de la metodología de desarrollo de *software SXP*.

Capítulo 2. Características y diseño del sistema

En este capítulo se recogen las características de la propuesta de solución, se presentan los artefactos generados durante el proceso de desarrollo del *software*, como es el caso de las historias de usuario y tareas de ingeniería. Se muestra la lista de reserva del producto de la aplicación y la arquitectura utilizada para el desarrollo, definiendo los patrones a utilizarse.

2.1 Propuesta de solución

Los Laboratorios HG presentan la desventaja de llevar procesos tan importantes como es el caso de la producción en una herramienta que no gestiona dicho proceso por completo, por lo que no se garantiza el control sobre las actividades que tienen lugar en una empresa farmacéutica. Se propone un sistema para la gestión de la producción de fármacos, una aplicación *web* que permitirá a los usuarios eliminar el trabajo manual, logrando un mayor control sobre el flujo de trabajo que se realiza.

El *software* permitirá al usuario gestionar lo relacionado con el plan de producción. Dicho proceso inicia con un requerimiento del departamento de ventas, en función de la gestión que ellos realizan cada mes. Se podrá controlar la creación de la orden de producción que comienza el flujo y los lotes que se producirán en ella. Dichos lotes están compuestos por artículos, para la realización de un artículo es necesario basarse en determinada fórmula estándar. La aplicación permitirá manejar los registros de manufactura (tanto horas hombres como horas máquina) para controlar dichos activos durante el proceso de producción. También se podrán realizar las transacciones de bodega, ingreso o egreso, luego de terminar una orden de producción. El sistema permitirá la creación de una nota que dará constancia de la entrega de la orden en la bodega de producto terminado.

2.2 Modelo de negocio

Durante este proceso se comienza a adoptar una visión general del sistema, se analiza el dominio del negocio o producto para establecer todos los requisitos básicos. El enfoque se reduce entonces a una visión del dominio, donde cada uno de los elementos del sistema se analiza de forma individual. [36]

Básicamente durante este proceso se estudia la empresa y los roles dentro de la misma, en la Figura 8 se muestra el diagrama de negocio realizado.

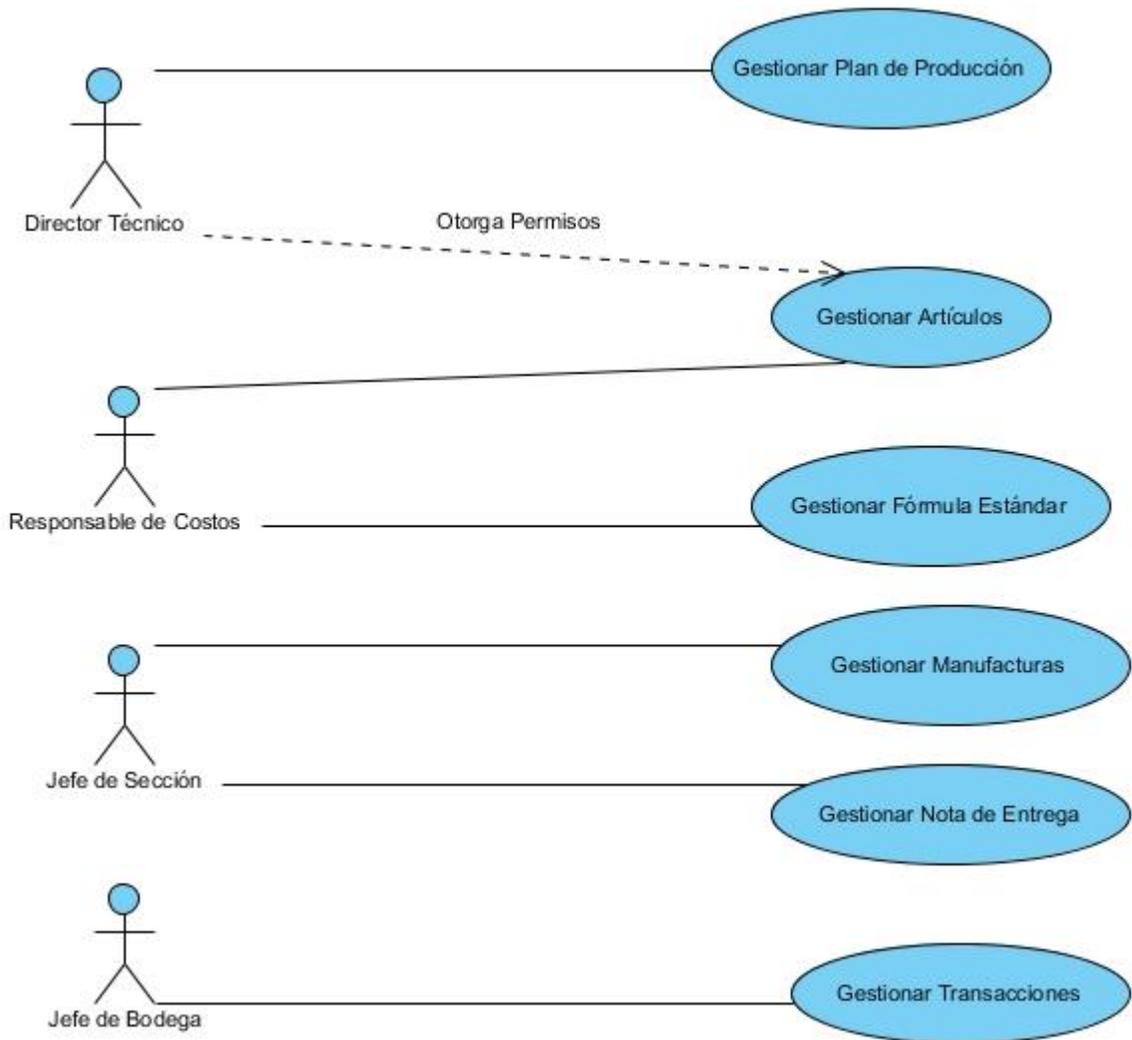


Figura 8: Diagrama Caso de Uso. (Elaboración Propia)

Los actores que intervienen en el negocio son:

- **Director Técnico:** Encargado de gestionar el plan de producción que incluye la creación de las órdenes y lotes a producir.
- **Jefe de Costos:** Pone en marcha la gestión de los artículos y de la fórmula estándar para la elaboración de los mismos.

- **Jefe de Sección:** Genera la nota de entrega hacia la bodega luego de haber conformado una orden de producción. Paralelo a este proceso controla la manufactura de empleados y máquinas.
- **Jefe de Bodega:** Encargado de las transacciones de bodega.

2.3 Lista de Reserva del Producto (LRP)

LRP: Es una lista priorizada que define el trabajo que se va a realizar en el proyecto. Cuando un proyecto comienza es muy difícil tener claro todos los requerimientos sobre el producto. Esta lista puede crecer y modificarse a medida que se obtiene más conocimiento acerca del producto y del cliente. [37]

Tabla 2: Lista de reserva del producto.

Número	Nombre del Requisito	Estimación (días)	Prioridad
HU ²⁰ _1	Añadir artículo.	3	Alta
HU_2	Modificar artículo.	2	Alta
HU_3	Eliminar artículo.	2	Alta
HU_4	Crear registro sanitario del artículo.	3	Alta
HU_5	Realizar transacciones en bodega.	2	Alta
HU_6	Insertar fórmula estándar.	3	Alta
HU_7	Modificar fórmula estándar.	2	Alta
HU_8	Eliminar fórmula estándar.	2	Alta
HU_9	Crear orden de producción.	3	Alta
HU_10	Modificar orden de producción.	3	Alta

²⁰ Historia de Usuario.

HU_11	Eliminar orden de producción.	3	Alta
HU_12	Crear registro de manufactura horas hombre y horas maquinaria.	3	Alta
HU_13	Modificar registros de manufactura horas hombre y horas maquinaria.	3	Alta
HU_14	Eliminar registros de manufactura horas hombre y horas maquinaria.	3	Alta
HU_15	Crear nota de entrega	3	Alta
HU_16	Modificar nota de entrega.	2	Alta
HU_17	Eliminar nota de entrega.	2	Alta
HU_18	Insertar Lote de Producción.	3	Alta
HU_19	Modificar Lote de Producción.	2	Alta
HU_20	Eliminar Lote de Producción.	2	Alta
HU_21	Mostrar todos los artículos existentes.	2	Media
HU_22	Mostrar todas las transacciones existentes.	2	Media
HU_23	Eliminar transacciones en bodega.	2	Media
HU_24	Modificar transacciones.	2	Media
HU_25	Mostrar las fórmulas existentes.	2	Media
HU_26	Mostrar todas las órdenes de producción existentes.	4	Media
HU_27	Mostrar registros de manufactura horas hombre y horas maquinaria.	3	Media
HU_28	Mostrar todas las notas de entregas existentes.	2	Media

HU_29	Exportar nota de entrega.	5	Media
HU_30	Mostrar todos los lotes de producción existentes.	2	Media

Requisitos no funcionales (RNF)

Fiabilidad: Capacidad de un sistema o componente para desempeñar las funciones especificadas, cuando se usa bajo unas condiciones y periodo de tiempo determinados. [37]

- **Disponibilidad:** Capacidad del sistema o componente de estar operativo y accesible para su uso cuando se requiere. [37]

RNF1: La aplicación debe mantenerse en línea las 24 horas y los 7 días de la semana.

Usabilidad: Capacidad del producto *software* para ser entendido, aprendido, usado y resultar atractivo para el usuario, cuando se usa bajo determinadas condiciones. [37]

- **Protección contra errores de usuario:** Capacidad del sistema para proteger a los usuarios de hacer errores. [37]

RNF2: Ante una excepción se notificará al usuario mediante un mensaje de error.

- **Estética de la interfaz de usuario:** Capacidad de la interfaz de usuario de agradar y satisfacer la interacción con el usuario. [37]

RNF3: El sitio *web* deberá tener una estructura clara, ordenando el contenido y las funciones de la aplicación en pestañas o menús que abarquen todas las funcionalidades disponibles, según el perfil de seguridad del usuario conectado.

RNF4: En los formularios de entrada, se valorará la inclusión de elementos de interacción asíncrona en la interfaz del cliente que mejoren la usabilidad de la aplicación. Por ejemplo, al rellenar los datos el usuario, debe facilitarse la selección de valores conocidos y filtrando automáticamente los valores aplicables conforme el usuario los teclea en el campo.

Eficiencia de desempeño: Esta característica representa el desempeño relativo a la cantidad de recursos utilizados bajo determinadas condiciones. [37]

Comportamiento temporal: Los tiempos de respuesta y procesamiento y los *ratios* de *throughput* de un sistema cuando lleva a cabo sus funciones bajo condiciones determinadas en relación con un banco de pruebas (*benchmark*) establecido. [37]

RNF5: El sistema deberá responder en un tiempo mínimo de 1.2s posible ante las solicitudes de información por del usuario.

2.4 Historias de usuario

Una historia de usuario describe una funcionalidad que por sí misma aporta valor al usuario. A continuación se muestran las HU_1, HU_21, HU_2 y HU_3 correspondientes a los requisitos de Añadir, Mostrar, Modificar y Eliminar Artículo respectivamente. Las demás HU están disponibles en el [Anexo 1](#).

Tabla 3: HU_1 Añadir un artículo.

Historia de Usuario		
Número: HU_1	Nombre del Requisito: Añadir artículo.	
Programador: Mirnerys Delgado del Solar.	Iteración Asignada: 1	
Prioridad: Alta	Tiempo Estimado: 3 días	
Riesgo en desarrollo: Alto	Tiempo Real: 3 días	
Descripción: El usuario tendrá la posibilidad de añadir un artículo, seleccionando en el menú principal la opción “Inventario”. Seguidamente “Artículos”, y al elegir la opción “Insertar” que aparecerá, se desplegará la ventana con los campos a llenar por el usuario. Luego de llenar los campos se podrá salvar el artículo nuevo seleccionando la opción “Guardar”. De lo contrario si opta por la opción “Cancelar”, no se guarda ningún dato después de confirmar la acción.		
Campos	Tipo de Datos	Reglas o Restricciones
1. Código	Cadena de caracteres alfanuméricos de 5 unidades.	No nulo
2. Nombre	Cadena de caracteres alfanuméricos.	No nulo

3. Grupo	Cadena de caracteres alfanuméricos.	No nulo
4. Bodega	Cadena de caracteres alfanuméricos.	No nulo
5. Tipo	Cadena de caracteres alfanuméricos.	No nulo
6. Unidad	Cadena de caracteres alfanuméricos.	No nulo
7. Precio unitario	Cadena de caracteres alfanuméricos.	No nulo
8. Impuesto	Valor numérico.	No nulo
9. Descuento	Valor numérico.	No nulo
10. Stock Mínimo	Valor numérico.	No nulo

Observaciones:

Prototipo de Interfaz:

Insertar Artículo

Código Nombre Grupo Bodega

Tipo Unidad Precio Impuesto

Descuento Stock Mínimo

Tabla 4: HU_21 Mostrar todos los artículos existentes.

Historia de Usuario	
Número: HU_21	Nombre del Requisito: Mostrar todos los artículos existentes.
Programador: Mirnerys Delgado del Solar.	Iteración Asignada: 1
Prioridad: Media	Tiempo Estimado: 2 días

Riesgo en desarrollo: Medio	Tiempo Real: 2 días																																			
Descripción: El usuario, luego de acceder a la opción del menú principal “Inventario”, seguidamente “Artículos” podrá visualizar en la opción “Listado”, aparecerá una tabla donde se muestran todos los artículos existentes, pudiendo hacer una búsqueda mediante los diferentes filtros.																																				
Observaciones:																																				
Prototipo de Interfaz:																																				
<p>Listado</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Código</th> <th>Grupo</th> <th>Bodega</th> <th>Unidad</th> <th>Precio</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td> </td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td> </td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td> </td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>			Código	Grupo	Bodega	Unidad	Precio		<input type="checkbox"/>						 	<input type="checkbox"/>						 	<input type="checkbox"/>						 	<input type="checkbox"/>						 
	Código	Grupo	Bodega	Unidad	Precio																															
<input type="checkbox"/>						 																														
<input type="checkbox"/>						 																														
<input type="checkbox"/>						 																														
<input type="checkbox"/>						 																														

Tabla 5: HU_2 Modificar Artículo.

Historia de Usuario		
Número: HU_2	Nombre del Requisito: Modificar Artículo.	
Programador: Mirnerys Delgado del Solar	Iteración Asignada: 1	
Prioridad: Alta	Tiempo Estimado: 2 días	
Riesgo en desarrollo: Alta	Tiempo Real: 2 días	
Descripción: El usuario, luego de acceder a la opción del menú principal “Inventario”, seguidamente “Artículos” podrá visualizar la opción “Listado”, en la tabla aparecerá un ícono que hace referencia a un lápiz. Al seleccionarlo se muestran los datos del artículo y podrá modificarlos, guardando los cambios realizados en la opción “Modificar”. De lo contrario si opta por la opción “Cancelar”, no se guarda ningún dato después de confirmar la acción.		
Campos	Tipo de datos	Reglas o Restricciones
11.Código	Valor numérico de 5 unidades.	No nulo

12.Nombre	Cadena de caracteres alfanuméricos.	No nulo
13.Grupo	Cadena de caracteres alfanuméricos.	No nulo
14.Bodega	Cadena de caracteres alfanuméricos.	No nulo
15.Tipo	Cadena de caracteres alfanuméricos.	No nulo
16.Unidad	Cadena de caracteres alfanuméricos.	No nulo
17.Precio unitario	Cadena de caracteres alfanuméricos.	No nulo
18.Impuesto	Valor numérico.	No nulo
19.Descuento	Valor numérico.	No nulo
20.Stock Mínimo	Valor numérico.	No nulo

Observaciones:

Prototipo de Interfaz:

Listado

	Código	Grupo	Bodega	Unidad	Precio	
<input type="checkbox"/>						 
<input type="checkbox"/>						 
<input type="checkbox"/>						 
<input type="checkbox"/>						 

Modificar Artículo

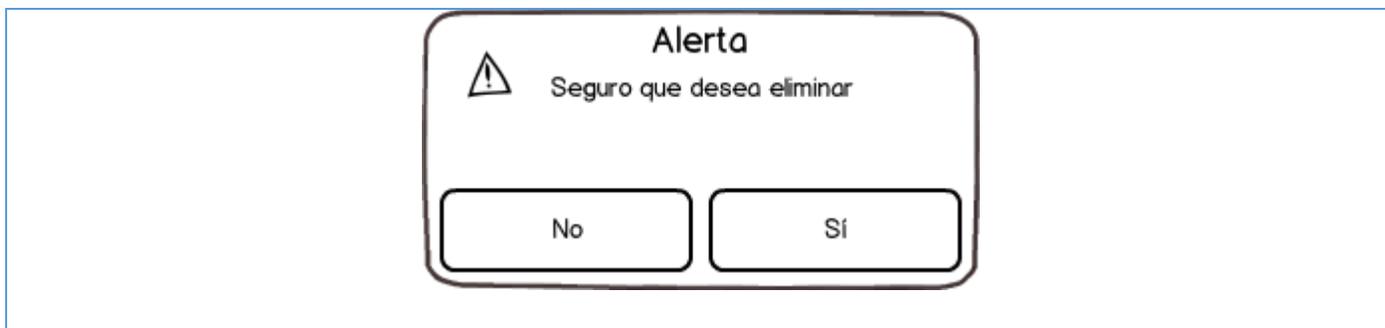
Código Nombre Grupo Seleccione ▼ Bodega Seleccione ▼

Tipo Seleccione ▼ Unidad Precio Impuesto Seleccione ▼

Descuento Stock Mínimo

Tabla 6: HU_3 Eliminar Artículo.

Historia de Usuario																																											
Número: HU_3	Nombre del Requisito: Eliminar Artículo.																																										
Programador: Mirnerys Delgado del Solar.	Iteración Asignada: 1																																										
Prioridad: Alta	Tiempo Estimado: 2 días																																										
Riesgo en desarrollo: Alto	Tiempo Real: 2 días																																										
<p>Descripción: El usuario, luego de acceder a la opción del menú principal “Inventario”, seguidamente “Artículos” podrá visualizar la opción “Listado”, en la tabla aparecerá un ícono que hace referencia a una papelera. Al seleccionarlo se mostrará un mensaje de confirmación, si opta por la opción “Sí” el artículo quedará eliminado, de lo contrario puede decidir por “No” y no se realizará ninguna operación.</p>																																											
Observaciones:																																											
Prototipo de Interfaz:																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="7" style="text-align: left;">Listado</th> </tr> <tr> <th style="width: 5%;"></th> <th style="width: 25%;">Código</th> <th style="width: 15%;">Grupo</th> <th style="width: 15%;">Bodega</th> <th style="width: 15%;">Unidad</th> <th style="width: 15%;">Precio</th> <th style="width: 15%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> </tbody> </table>		Listado								Código	Grupo	Bodega	Unidad	Precio		<input type="checkbox"/>							<input type="checkbox"/>							<input type="checkbox"/>							<input type="checkbox"/>						
Listado																																											
	Código	Grupo	Bodega	Unidad	Precio																																						
<input type="checkbox"/>																																											
<input type="checkbox"/>																																											
<input type="checkbox"/>																																											
<input type="checkbox"/>																																											



2.5 Tareas de Ingeniería

En esta plantilla se recogen las tareas de ingeniería por historias de usuario a realizar. A continuación se muestran las correspondientes a las HU_1, HU_21, HU_2, HU_3. Las demás se pueden consultar en el [Anexo 2](#).

Tabla 7: Tarea de ingeniería perteneciente a la HU_1.

Número de tarea: 1	Número de HU: HU_1
Nombre de la tarea: Implementar la funcionalidad de insertar un artículo.	
Tipo de Tarea: Desarrollo.	Puntos Estimados: 3 días.
Fecha de inicio: 15/02/2015	Fecha Fin: 18/02/2015
Programador responsable: Mirnerys Delgado del Solar.	
Descripción: Crear la interfaz e implementar los métodos necesarios para insertar un artículo.	

Tabla 8: Mostrar todos los artículos existentes.

Número de tarea: 2	Número de HU: HU_21
Nombre de la tarea: Implementar la funcionalidad para visualizar los artículos.	
Tipo de Tarea: Desarrollo.	Puntos Estimados: 2 días
Fecha de inicio: 19/02/2015	Fecha Fin: 21/02/2015

Programador responsable: Mirnerys Delgado del Solar.
Descripción: Implementar las funcionalidades y crear la interfaz para visualizar los artículos.

Tabla 9: Tarea de ingeniería perteneciente a la HU_3

Número de tarea: 3	Número de HU: HU_2
Nombre de la tarea: Implementar la funcionalidad para modificar un artículo.	
Tipo de Tarea: Desarrollo.	Puntos Estimados: 1 Semana.
Fecha de inicio: 22/02/2015	Fecha Fin: 24/02/2015
Programador responsable: Mirnerys Delgado del Solar.	
Descripción: Implementar las funcionalidades y crear la interfaz para eliminar un artículo.	

Tabla 10: Tarea de ingeniería perteneciente a la HU_3.

Número de tarea: 4	Número de HU: HU_3
Nombre de la tarea: Implementar la funcionalidad para eliminar un artículo.	
Tipo de Tarea: Desarrollo.	Puntos Estimados: 1 Semana.
Fecha de inicio: 24/02/2015	Fecha Fin: 26/03/2015
Programador responsable: Mirnerys Delgado del Solar.	
Descripción: Implementar las funcionalidades y crear la interfaz para eliminar un artículo.	

2.6 Plan de liberación

Un “*release plan*” o plan de proyecto es un conjunto de historias de usuario (normalmente épicas) agrupadas por “*releases*” o versiones del producto que se ponen a disposición de los

usuarios incrementando el valor para estos, respecto a la anterior. [38] Se recoge en una planilla las iteraciones con sus características, teniendo en cuenta la prioridad de las historias de usuario.

Tabla 11: Plan de *release*.

Release	Descripción	HU a implementar	Duración
Iteración 1	En esta iteración se desarrollan las funcionalidades con prioridad alta.	HU_1, HU_2, HU_3, HU_4, HU_5, HU_6, HU_7, HU_8, HU_9, HU_10, HU_11, HU_12, HU_13, HU_14, HU_15, HU_16, HU_17, HU_18, HU_19, HU_20.	55 días
Iteración 2	En estas iteraciones se desarrollan las funcionalidades con prioridad media.	HU_21, HU_22, HU_23, HU_24, HU_25, HU_26, HU_27, HU_28, HU_29, HU_30.	20 días

2.7 Arquitectura de la aplicación

La arquitectura de *software* es donde se definen la estructura y propiedades globales del sistema. Ayuda a comprender y mejorar la estructura de las aplicaciones complejas, reutilizar dicha estructura y planificar la evolución de la aplicación, identificando las partes mutables e inmutables de la misma, así como los costes de los posibles cambios.

La arquitectura basada en capas se enfoca en la distribución de roles y responsabilidades de forma jerárquica proveyendo una forma muy efectiva de separación de responsabilidades. El rol indica el modo y tipo de interacción con otras capas, y la responsabilidad indica la funcionalidad que está siendo desarrollada. [39]

La arquitectura que se propone es basada en tres capas, **Capa de Presentación** la que vincula el sistema con el usuario, interpreta los comandos de este y realiza algunas validaciones simples de los datos ingresados, además se encarga de interactuar con la **Capa de Lógica del Negocio** que está compuesta por el controlador, que recibe las solicitudes del usuario y se envían las respuestas tras el proceso. Por último la **Capa de Acceso a Datos** su función es almacenar y devolver datos a la capa de negocio.

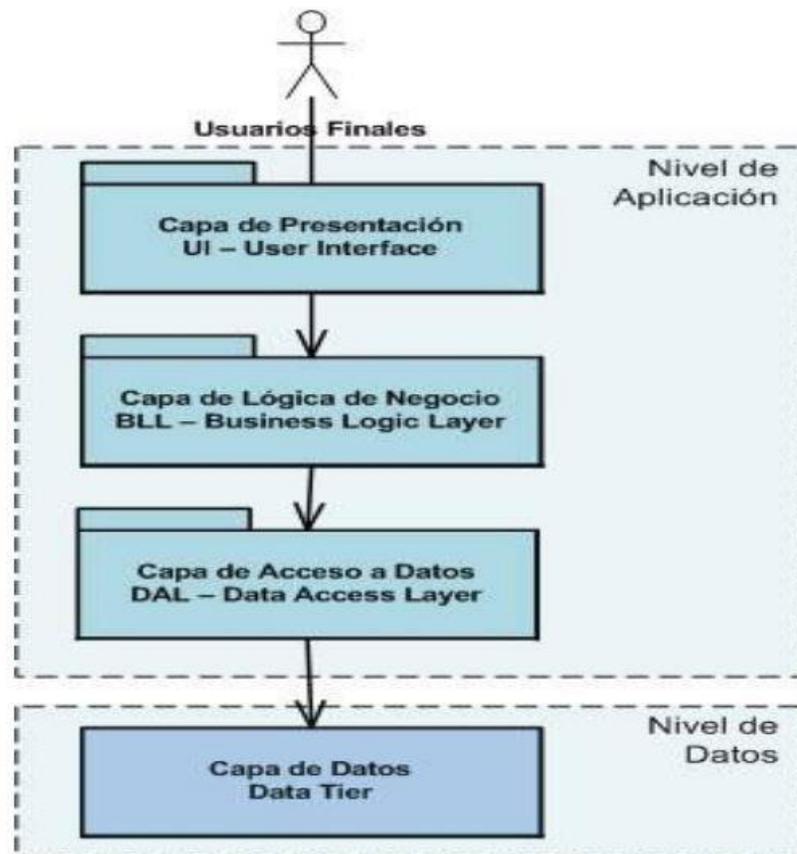


Figura 9: Modelo 3 Capas. [40]

Patrones de diseño

Patrones de Asignación de Responsabilidades (del inglés *General Responsibility Assignment Software Patterns*, *GRASP*) son indispensables para la calidad del diseño y la asignación de responsabilidades, contribuyendo a dar origen a sistemas capaces de mantener, entender, reutilizar o extender. A continuación se enuncian los patrones *GRASP* utilizados:

Experto: es el patrón más utilizado a la hora de asignar responsabilidades, principio básico del diseño orientado a objetos. Se fundamenta en que los objetos pueden realizar funciones dependiendo de la información que poseen. [41] El patrón Experto fue utilizado en la capa lógica de negocio. Las clases generadas poseen un grupo de funcionalidades que facilitan el acceso y la manipulación de los datos de las entidades persistentes en la base de datos. Ejemplo de esto las clases controladoras tales como: *FormulaEstandarController*, *ArticuloController*.

Creador: guía la asignación de responsabilidades relacionadas con la creación de objetos, tarea muy frecuente en los sistemas orientados a objetos. El propósito fundamental de este patrón es encontrar un creador que debemos conectar con el objeto producido en cualquier evento. [41] Ejemplo de esto las clases controladoras tales como: *NotaEntregaController* y *ArticuloController*.

Bajo acoplamiento: soporta el diseño de clases más independientes, que reducen el impacto de los cambios, y también más reutilizables, que acrecientan la oportunidad de una mayor productividad. No puede considerarse en forma independiente de otros patrones como Experto o Alta Cohesión, sino que más bien ha de incluirse como uno de los principios del diseño que influyen en la decisión de asignar responsabilidades. [41] El patrón se encarga de asignar una responsabilidad de modo que su colocación no aumente el acoplamiento produciendo resultados negativos del alto acoplamiento. Su aplicación se puede apreciar al no asociar las clases del modelo con las de la vista o el controlador, por lo que la dependencia entre las clases, se mantiene baja.

Alta cohesión: la cohesión es la medida de cuán relacionadas y enfocadas están las responsabilidades de una clase. Una clase tiene responsabilidades moderadas en un área funcional y colabora con las otras para llevar a cabo las tareas. [41] Se puede apreciar su uso en las clases interfaz *INotaEntregaService*, *IArticuloService* y *IOrdenProducciónService*.

Controlador: en todos los casos, si se recurre a un diseño orientado a objetos, hay que elegir los controladores que manejen esos eventos de entrada. Este patrón ofrece una guía para tomar decisiones apropiadas que generalmente se aceptan. [41] Su uso garantiza que los procesos del dominio sean manejados por la capa lógica del negocio y no por la de la interfaz,

el controlador también permite asegurarse que ciertas operaciones ya se hicieron para poder realizar otras afines con las primeras. Ejemplo de esto las clases controladoras tales como: *OrdenProducciónController* y *RegistroSanitarioController*.

DAO: Este patrón implementa el mecanismo de acceso requerido para trabajar con la fuente de datos. El componente de negocio utiliza la interfaz más simple expuesta por el *DAO* para sus clientes. Este patrón oculta completamente los detalles de implementación del origen de datos de sus clientes. Este modelo permite adaptarse a los diferentes esquemas de almacenamiento sin afectar a sus clientes o componentes de negocio. Esencialmente actúa como un adaptador entre el componente y la fuente de datos. Este patrón se evidencia en las clases *AbstractDAO* y similares a esta. [42]

2.8 Modelo de diseño

El modelo de diseño se encarga de refinar la arquitectura definida en el modelo de análisis adaptándola al ambiente de implementación.

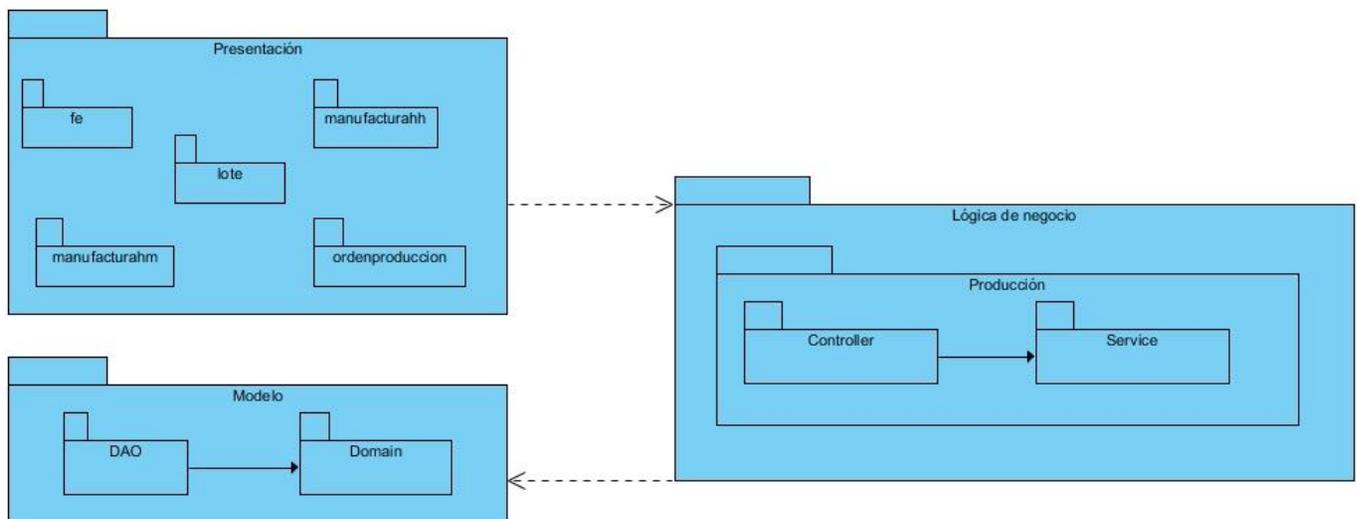


Tabla 12: Diagrama de Paquetes. (Elaboración Propia)

En la Figura 12 se muestra el diagrama de paquetes correspondiente al modelo de diseño. En él se identifica la arquitectura en tres capas y se muestra la relación entre los elementos físicos del sistema, muestran las dependencias entre elementos de implementación y los correspondientes elementos de diseños que son implementados. La capa de Presentación contiene las vistas del sistema, la capa Negocio contiene los paquetes de servicio y

controladoras y la capa de accesos a datos contiene se encuentran los *DAO* y las clases del dominio.

Conclusiones parciales

- Al concluir se definió la LRP así como los artefactos generados por la metodología, Historias de Usuarios y Tareas de Ingeniería.
- Se presentó la arquitectura a utilizar y el diagrama de paquetes.
- Los elementos presentados en el capítulo contribuyen a un mayor entendimiento de la propuesta de solución brindada.

Capítulo 3. Implementación y pruebas del sistema

El capítulo siguiente muestra cómo fue la fase de implementación, el estándar de codificación utilizado y la relación existente entre los componentes del sistema. Provee además de un análisis de la fase de pruebas y los resultados obtenidos en las distintas iteraciones.

3.1 Diagrama de clases

El diagrama de clases del diseño describe gráficamente las especificaciones de las clases de *software* y las interfaces en una aplicación.

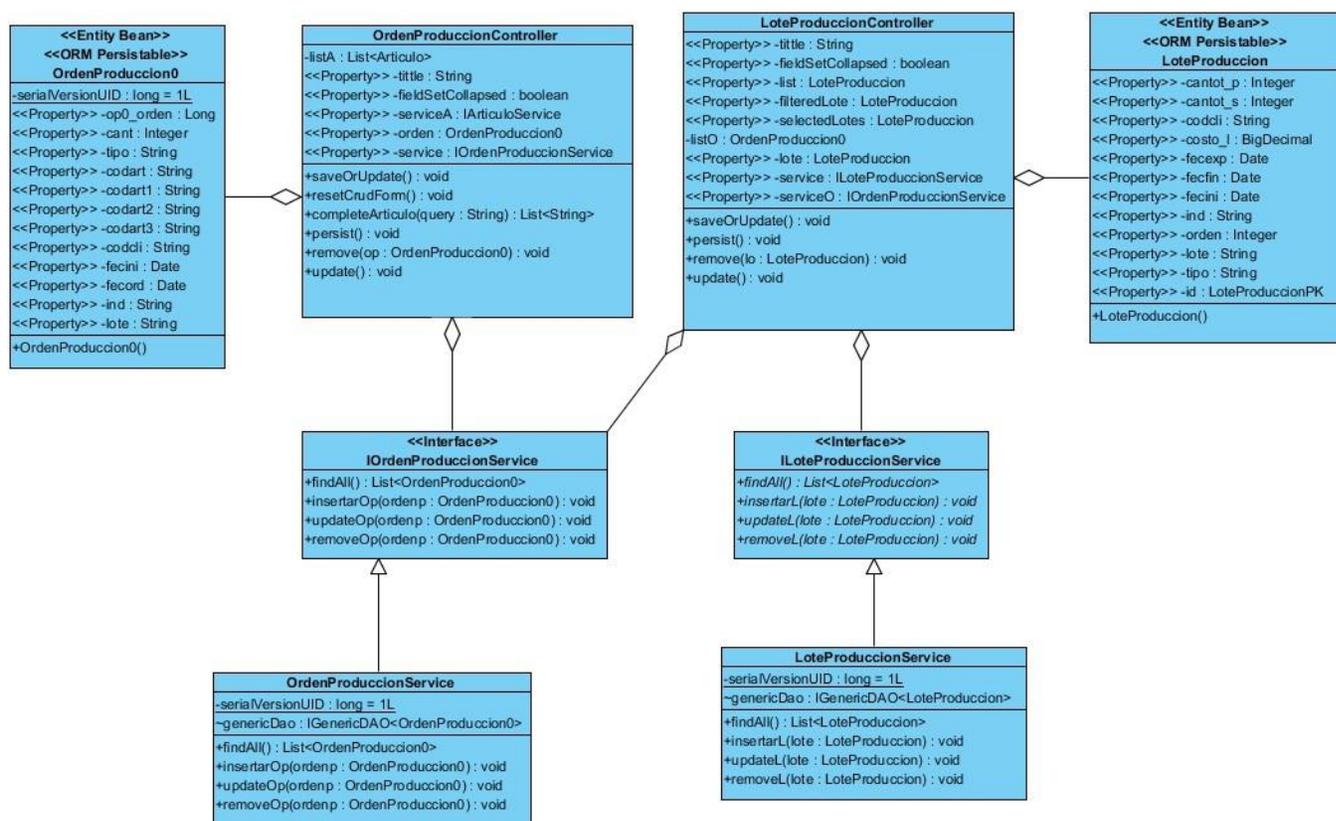


Figura 10: Diagrama de Clases. (Elaboración Propia)

Un diagrama de clases normalmente contiene la siguiente información:

- Clases, asociaciones y atributos.
- Interfaces con sus operaciones y constantes.

- Información sobre los tipos de atributos.
- Navegabilidad.
- Dependencia.

3.2 Diagrama de despliegue

El diagrama de despliegue es un recurso que se utiliza para describir las condiciones físicas (en lo que a *hardware* se refiere) en las que va a estar desplegado el sistema. Para el despliegue real de la aplicación sólo se necesitará una *PC Cliente*, *Servidor de Web*, un *Servidor de Base Datos* y una *Impresora* para los documentos que gestione la aplicación.

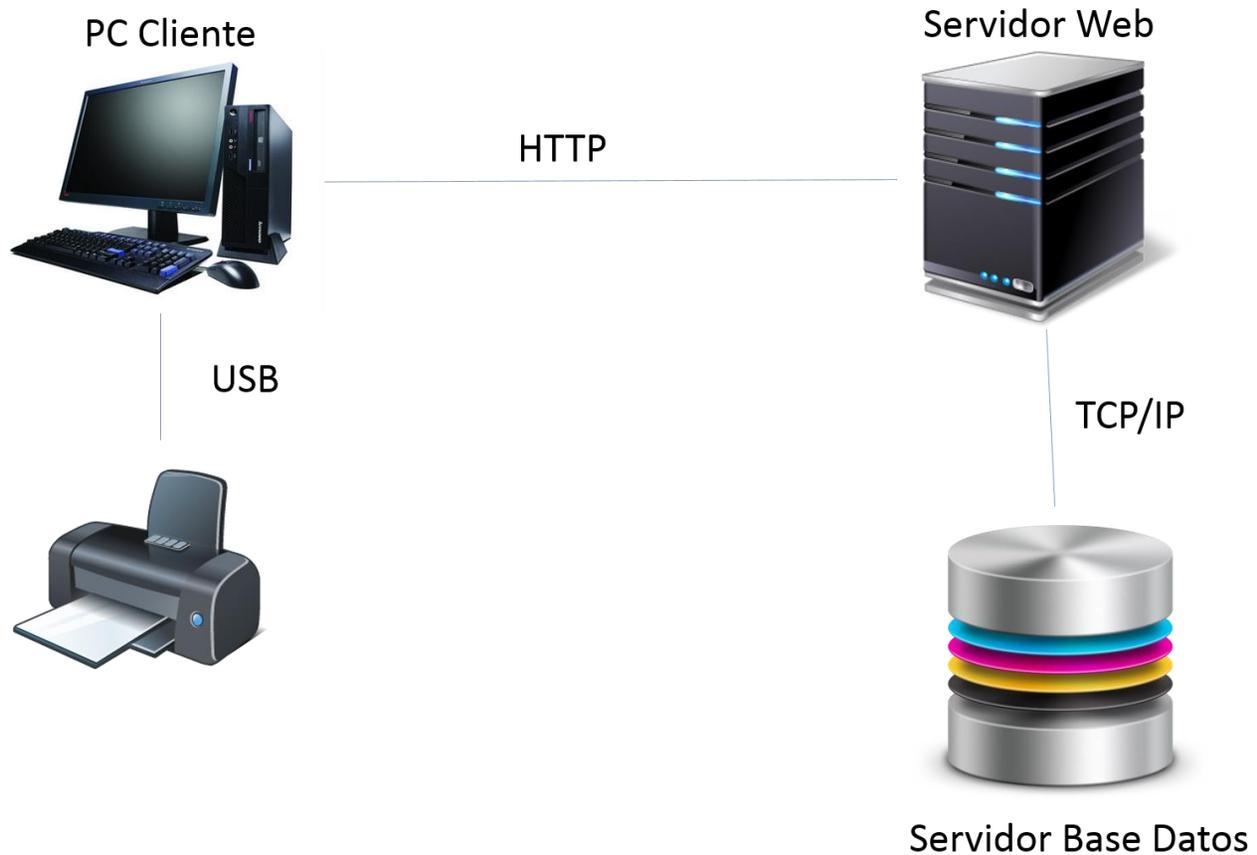


Figura 11: Diagrama de Despliegue (Elaboración Propia)

3.3 Estándar de codificación

Los estándares de codificación permiten mantener un estilo de programación homogéneo, de manera que todos los participantes de un proyecto lo puedan entender en menos tiempo y que el código en consecuencia se pueda mantener, lo que reduce el costo total durante la implementación de aplicaciones. Una meta importante durante el desarrollo es asegurarse de que se pueda legar el trabajo a otro desarrollador, de modo que puedan continuar manteniendo y aumentando instrucciones al código, sin tener que invertir un esfuerzo innecesario para su comprensión. El código que es difícil de entender corre el riesgo de ser desechado y de ser reescrito. A continuación se expone el estándar de codificación utilizado en la aplicación:

Variables:

Para estos identificadores se hace uso de la variante *lowerCamelCase*. Empiezan con minúsculas y si estos identificadores están compuestos por varias palabras las siguientes comenzarán con mayúscula.

Métodos:

- Los métodos para obtener campos privados en las clases tienen el prefijo "get".

```
public String getCodmp() {  
    return codmp;  
}
```

- Los modificadores de campos privados en las clases tienen el prefijo "set".

```
public void setCodmp(String codmp) {  
    this.codmp = codmp;  
}
```

Clases:

Para estos identificadores se hace uso de la variante *UpperCamelCase*. Todas las palabras que componen a dichos identificadores empezarán con mayúscula.

```
public class FormulaEstController implements Serializable {
```

3.4 Plan de pruebas

Un plan de pruebas describe la estrategia, recursos y planificación de las pruebas. La estrategia de prueba incluye la definición del tipo de pruebas a realizar para cada iteración y sus objetivos, el nivel de cobertura de prueba y el porcentaje de prueba que deberían ejecutarse con un resultado específico.

La metodología *SXP* propone para comprobar el correcto funcionamiento del sistema desarrollado, pruebas de caja negra, específicamente casos de prueba. El método de caja negra consiste en verificar la aplicación y sus procesos, interactuando con la aplicación por medio de la interfaz de usuario y analizar los resultados obtenidos.

Casos de prueba

El propósito de un caso de prueba es especificar una forma de probar el sistema, incluyendo las entradas con las que se prueba, los resultados esperados y las condiciones bajo las que ha de probarse. Los casos de prueba son un producto de desarrollo de *software*, que ayudan a validar y verificar las expectativas de los *stakeholders*²¹.

La técnica de prueba partición equivalente, la cual se utiliza en el presente trabajo, divide el campo de entrada de un programa en clases de datos de los que se pueden derivar casos de prueba. En otras palabras, este método intenta dividir el dominio de entrada de un programa en un número finito de clases de equivalencia. De tal modo que se pueda asumir razonablemente que una prueba realizada con un valor representativo de cada clase es equivalente, a una prueba realizada con cualquier otro valor de dicha clase.

Para comprobar si el *software* funciona correctamente y satisface los requerimientos del cliente se confeccionaron casos de prueba, a continuación se exponen los casos de prueba correspondientes a Añadir, Modificar y Eliminar artículos. Los restantes se pueden encontrar en el [Anexo 3](#).

²¹ Clientes.

Tabla 13: Caso de Prueba HU_1 Añadir Artículo.

Caso de prueba	
Código Caso de Prueba: HU_1_P1	Nombre Historia de Usuario: Añadir Artículo.
Nombre de la persona que realiza la prueba: Mirnerys Delgado del Solar	
Descripción de la prueba: Se insertan los datos para crear un artículo nuevo. Primeramente se insertarán los datos incorrectos para verificar las validaciones del sistema, luego con los datos correctos para comprobar que sean cargados y almacenados correctamente.	
Condiciones de ejecución: El usuario debe tener los permisos suficientes para realizar esta operación.	
Pasos de ejecución: <ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar la opción Artículos del menú. 2. Seleccionar la opción de Insertar. 3. Llenar el campo correspondiente a “Código de artículo” con una longitud diferente de 5. 4. Llenar todos los campos menos “Código de Artículo”. 5. Llenar los campos “Precio Unitario” y “Descuento” con valores que no sean números. 6. Llenar los campos correctamente. 7. Verificar que el artículo esté insertado en la tabla. 	
Resultado esperado: El sistema deberá mostrar los mensajes de error correspondientes a introducir campos incorrectamente y dejar campos vacíos, en caso de ocurrir alguno de estos problemas. En caso contrario deberá notificar que fue insertado correctamente y actualizar la tabla automáticamente con el artículo nuevo, eliminando los datos recién insertados del formulario.	
Evaluación de la prueba: Satisfactoria.	

Tabla 14: HU_2 Modificar Artículo.

Caso de prueba	
Código Caso de Prueba: HU_2_P1	Nombre Historia de Usuario: Modificar Artículo.
Nombre de la persona que realiza la prueba: Mirnerys Delgado del Solar	
Descripción de la prueba: Se modifican los datos de un artículo. Primeramente se insertarán los datos incorrectos para verificar las validaciones del sistema, luego con los datos correctos para comprobar que sean cargados y almacenados correctamente.	
Condiciones de ejecución: El usuario debe tener los permisos suficientes para realizar esta operación.	
Pasos de ejecución: <ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar la opción Artículos del menú. 2. Seleccionar la opción de Modificar. 3. Modificar uno o varios campos. 4. Verificar que la nota de entrega sea Modificada. 	
Resultado esperado: El sistema después de seleccionar la opción modificar deberá expandir la ventana y mostrar automáticamente los datos ya insertados de ese artículo. Después de modificado el campo o los campos deseados, deberán ser actualizados en la tabla con los nuevos valores.	
Evaluación de la prueba: Satisfactoria.	

Tabla 15: HU_3 Eliminar Artículo.

Caso de prueba	
Código Caso de Prueba: HU_3_P1	Nombre Historia de Usuario: Eliminar Artículo.
Nombre de la persona que realiza la prueba: Mirnerys Delgado del Solar	
Descripción de la prueba: Se elimina un artículo.	
Condiciones de ejecución: El usuario debe tener los permisos suficientes para realizar esta	

operación.
Pasos de ejecución: <ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar la opción Artículos. 2. Seleccionar la opción de Eliminar. 3. Verificar que se eliminó el artículo seleccionado.
Resultado esperado: El sistema debe enviar un mensaje de confirmación preguntando si realmente desea eliminar la nota de entrega. Después de confirmar la orden el artículo se deberá borrar automáticamente de la tabla.
Evaluación de la prueba: Satisfactoria.

Análisis general

En la primera iteración de las pruebas de aceptación se arrojaron los siguientes resultados:

- Se encontraron 10 no conformidades, de ellas 2 fueron de errores ortográficos, 6 de diseño y 2 de implementación.
- En la segunda iteración se encontraron solamente 2 no conformidades, ambas de programación.
- Después de un análisis exhaustivo el sistema arrojó 0 no conformidades, terminando así la tercera iteración de forma satisfactoria.

De estas no conformidades encontradas 5 de ellas afectaron a requisitos funcionales que se encuentran declarados con prioridad alta, retrasando el trabajo y la línea propuesta para su implementación.

Pruebas de rendimiento

Aunque la metodología *SXP* no contempla las pruebas de rendimiento, al ser este un software enfocado en la web, se hace necesario comprobar la estabilidad del mismo ante un número de peticiones concurrentes. Para realizar estas pruebas se utilizó la herramienta *Apache JMeter* la

cual es capaz de reproducir la carga de una aplicación *web*, teniendo en cuenta los hilos de ejecución que el usuario seleccione para la prueba.

Tabla 16: Características del ambiente de pruebas. (Elaboración Propia)

<i>Hardware</i>	
Procesador	<i>I3-2100-1,86Ghz</i>
Memoria	<i>4G RAM</i>
Tipo de red	<i>LAN</i>
<i>Software</i>	
Servidor <i>Web</i>	<i>Apache Tomcat</i>
Cantidad de hilos concurrentes	50
Servidor de Base Datos	<i>PostgreSQL 9.2.4</i>

Para 50 usuarios concurrentes por página y un total de 5250 muestras el tiempo mínimo de respuesta fue 0s y el máximo de 9.291s, el 90% de las páginas respondieron en 10s con un rendimiento de 20.5s por cada petición.

Tiempo total = #Muestras * Media = 5250 * 110 = 577500 milisegundos.

Según el autor Jakob Nielsen, en el libro "*Usability Engineering*" [43] existen tres límites importantes en el tiempo de respuesta:

- 0,1 segundo: es el límite en el cual el usuario siente que esta "manipulando" los objetos desde la interfaz de usuario.
- 1 segundo: es el límite en el cual el usuario siente que está navegando libremente sin esperar demasiado una respuesta del servidor.
- 10 segundos: es el límite en el cual se pierde la atención del usuario, si la respuesta tarda más de 10 segundos se deberá indicar algún mecanismo por el cual el usuario pueda interrumpir la operación.

Teniendo en cuenta los rangos provistos por Jakob Nielsen y los resultados obtenidos por la herramienta *JMeter* se concluye que el tiempo de respuesta crítico para 50 usuarios realizando acciones concurrentes esta entre 1s y 1.3s, por lo que se ajusta a la segunda clasificación.

Conclusiones parciales

- En este capítulo se realiza el diagrama de componentes que muestra la distribución física de los elementos del diseño y el diagrama de clases.
- Se hace una breve referencia sobre los estándares de código utilizados.
- Se define una estrategia de pruebas para verificar el funcionamiento del sistema mediante pruebas de aceptación y rendimiento.

Conclusiones

- ✓ El estudio de los elementos teóricos de la investigación proporcionó un mayor conocimiento para la confección de la solución propuesta.
- ✓ El análisis de las características del proceso de producción de los Laboratorios HG, permitió un mayor entendimiento para el desarrollo de una solución que cubra las necesidades del cliente.
- ✓ La búsqueda y análisis de sistemas homólogos demostró que las aplicaciones para realizar la gestión de la producción de medicamentos a nivel internacional y nacional no cumplen con las necesidades de los Laboratorios HG.
- ✓ Mediante la implementación del sistema se logró una gestión entre procesos claves, permitiendo la eliminación del trabajo manual y la correcta toma de decisiones, teniendo un producto funcional desarrollado con tecnologías libres y validado por el cliente.
- ✓ Se realizaron pruebas de rendimiento y basadas en caso de pruebas que validan la solución propuesta.

Recomendaciones

- ✓ Se propone la realización de un *dashboard* para poder monitorizar en tiempo real la información que se gestiona durante el proceso de producción.
- ✓ Continuar la informatización de los diferentes procesos de la organización que no se incluyen en esta investigación, como es el caso de las ventas, los recursos humanos y la cobranza.

Bibliografía Referenciada

1. Guevara Plaza, A.J., Abad Grau, María del Mar, et al, *Informática aplicada a la gestión de la empresa*. 1 ed, ed. E. Pirámide. 2004, España, ISBN: 978-84-368-1854-3 84-368-1854-7.
2. Díaz, V.P. *Impacto de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la educación y nuevos paradigmas del enfoque educativo*. Scielo 2011 [cited 2015 12 may]; Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412011000100009.
3. Saavedra García, M., Tapia Sánchez, L. Blanca *El uso de las tecnologías de información y comunicación TIC en las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyME) industriales mexicanas*, in *Enl@ce: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*. 2013. ISSN: 1690-7515.
4. Luengo, J.I., *La Investigación y Desarrollo en la Industria Farmacéutica: Pasado, presente y futuro*, in *Madrid : Revista Fundación de Ciencias y Salud*. vol 37, ISSN: 2174-8292.
5. Montalván, I.Á.Y., *Sistema informático interoperable para la industria farmacéutica del Ecuador*, in *Facultad de Ciencias Matemáticas y Física*. 2014, Guayaquil, Ecuador: Facultad de Ciencias Matemáticas y Física.
6. Brech, E.F.L., *The Principles And Practice Of Management* ed. L.P. Group. 1975. ISBN: 058245039
7. TR Jain, O.K., M L Grover, R K Singla, *Industrial Sociology, Economics & Management*. Segunda Edicion ed, ed. V.K. Enterprises. 2006-2007. ISBN: 81-88597-77-5
8. Cartier, E.N., *¿ CÓMO ENSEÑAR A DETERMINAR COSTOS ? UN PROBLEMA NO RESUELTO*. VIII CONGRESO DEL INSTITUTO INTERNACIONAL DE COSTOS (IIC) I CONGRESO DE LA ASOCIACION URUGUAYA DE COSTOS (AURCO).
9. Keith, T. *Industria Farmaceutica*. 2012. [cited 2015 2 feb] <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/79.pdf>
10. WebFinance, I., in *Bussines Dictionary*, I. WebFinance, Editor. 2015.
11. Association, T.T.P., *Planta Procesadora de Productos Farmacéuticos*. 2011. [cited 2015 23 feb] <http://es.scribd.com/doc/111851444/PLANTA-PROCESADORA-DE-PRODUCTOS-FARMACEUTICOS#scribd>
12. Buffa, E.S., *Modern Production/Operations Management* 1981: John Wiley & Sons
13. Hernández López, J., & Ramírez Cruz, Z., *La cooperación e integración en el sector médico farmacéutico latino-caribeño: retos y perspectivas [Economía Latinoamericana]*. 2011. [cited 2015 23 ene] <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/la/11/hlrc.html>
14. Odo. Odo. Available from: https://www.odoo.com/es_ES/.
15. Goikolea, M. *¿Qué es un ERP? La importancia de los Softwares de Gestión*. IberEstudios, 2013. [cited 2015 13 abr] <http://noticias.iberestudios.com/que-es-erp-softwares-gestion-empresa/>

16. Castro Armas, R. SISTEMA AUTOMATIZADO DE INFORMACIÓN SOBRE MEDICAMENTOS PARA EL SECTOR DE SALUD CUBANO. Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos (CIDEM) Infomed, Revista cubana de farmacia, 210.2006
17. Framework, P.U.J. PrimeFaces Ultimate JSF Framework. 2009-2014; Available from: <http://primefaces.org/>.
18. Infociberland. Qué es primefaces. 2012. [cited 2015 21 abr] <http://infociberland.com.mx/primefaces/>
19. Spring. Let's build a better Enterprise. Spring helps development teams everywhere build simple, portable, fast and flexible JVM-based systems and applications. 2015; [cited 2015 25 abr] Available from: <https://spring.io/>.
20. Keith, M., Getting Started with JPA, in DZone Refcardz. 2008. [cited 2015 28 abr] <http://bdepalme.org/wp-content/uploads/2010/11/refcardz-JPA.pdf>.
21. Benchmark, J.P., JPA Performance Benchmark. 2011. [cited 2015 12 may] <http://www.jpab.org/All/All/All.html>.
22. Grant, Y.A.G., Propuesta de entorno de integración continua para el desarrollo de software en el Centro de Informatización Universitaria. 2010. Tesis. 2010.
23. Rodríguez, L.P., Módulo de gestión de la información de la Colaboración Económica que Cuba ofrece en el exterior para el MINCEX. Trabajo de Diploma, 2014.
24. Universidad de Valladolid, D.d.I. 2004. [cited 2015 11 jun] <http://www.infor.uva.es/~jmrr/tgp/java/JAVA.html>
25. Comunidad técnica de desarrollo de postgres. Acerca de PostgreSQL: Comunidad técnica de desarrollo de postgres. [Online] Universidad de las Ciencias Informáticas, 2014. [cited 2015 13 mar] http://postgresql.uci.cu/?page_id=30
26. Bernardo Quintero, J., Anaya de Páez, Raquel and Carlos Marín, Juan, Estudio comparativo de herramientas para el modelado UML, in Medellín, Colombia: Universidad EAFIT. 2005: Medellín, Colombia: Universidad EAFIT.vol 41
27. Headquarters, C. Visual Paradigm. 1999. [cited 2015 11 ene] http://www.visual-paradigm.com/support/documents/vpumluserguide/12/13/5963_visualparadi.html
28. Sanchez, A. ENTORNO DE DESARROLLO INTEGRADO(IDE). 2014. [cited 2015 14 ene] https://prezi.com/7wmx8_d6ert/entorno-desarrollo-integrado-ide/
29. Foundation, E. eclipse. [cited 2015 16 ene] <https://eclipse.org/>
30. Foundation, T.A.S. Apache JMeter. 2015. [cited 2015 19 jun] <http://jmeter.apache.org/>
31. Balsamiq. Balsamiq Mockups. 2008-2015 [cited 2015 4 abril]. <https://balsamiq.com/products/mockups/>

32. José H. Canós, P.L.y.M.C.P. *Metodologías ágiles de Desarrollo de Software*. 2006.
33. Yeleny Serrano Barrero, E.P.T. *Proceso de desarrollo de aplicaciones Web sobre la plataforma Drupal 2007*.
34. Penadés, P.L.y.M.C. *Métodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP)*. 2006.
35. Albaladejo, X. *ProyectosAgiles.org*. 2014.
36. Roger S. Pressman, P.D., *Software Engineering. seventh edition*. 2010. ISBN: 0073375977
37. Romero, G.M.P., *Metodología ágil para proyectos de software libre*. 2008.
38. Beas, J.M. *Release plan (o plan de proyecto)*. 2011.
39. Microsoft., P.a.P.d., *La Guía de Arquitectura Versión 2.0a*. [cited 2015 19 feb]
<http://geeks.ms/blogs/jkpelaez/archive/2009/05/29/arquitectura-basada-en-capas.aspx>.
40. Tentor, J. *Software y Aplicaciones Web*. 2013 [cited 2015 10 abril].
<http://www.jtentor.com.ar/post/Arquitectura-de-N-Capas-y-N-Niveles.aspx>.
41. Craig, L., *UML y patrones*. 2004, Vancouver, Canada: Prentice Hall. 2da Ed, ISBN:84-205-3438-2
42. Alur, D., John, Crupi y Malks, Dan. *Patterns Best Practices and Design Strategies*. [cited 2015 20 abr]
Available from: <ftp://ftp.hxu.edu.cn/pub/Develop/J2EE/Core%20J2EE%20Patterns.pdf>.
43. Nielsen, J., *Usability Engineering*. 1994: Morgan Kaufmann. ISBN: 0125184069

Anexos

Anexo 1 Historias de usuario

Tabla 17: HU_5 Crear registro sanitario del artículo.

Historia de Usuario		
Número: HU_5	Nombre del Requisito: Crear Registro Sanitario del artículo.	
Programador: Mirnerys Delgado del Solar.	Iteración Asignada: 1	
Prioridad: Alta	Tiempo Estimado: 3 días	
Riesgo en desarrollo: Alto	Tiempo Real: 3 días	
<p>Descripción: El usuario tendrá la posibilidad de crear un registro sanitario, seleccionando en el menú principal la opción “Inventario”, seguidamente “Artículos”, al elegir la opción “Insertar” que aparecerá, se desplegará la ventana con los campos a llenar por el usuario. Luego de llenar los campos podrá salvar el registro nuevo seleccionando la opción “Guardar”. De lo contrario si opta por la opción “Cancelar”, no se guarda ningún dato después de confirmar la acción.</p>		
Campos	Tipo de Datos	Reglas o Restricciones
1. Código de Artículo	Cadena de caracteres alfanuméricos de 5 unidades.	No nulo
2. Registro Sanitario	Cadena de caracteres alfanuméricos.	No nulo
3. Fecha de Caducidad	Cadena de caracteres con el tipo dd/mm/aaaa.	No nulo
4. Presentación	Cadena de caracteres alfanuméricos.	No nulo
5. Marca Registrada	Cadena de caracteres	No nulo

	alfanuméricos.	
6. Patente	Cadena de caracteres alfanuméricos.	No nulo
7. Venta	Cadena de caracteres alfanuméricos.	No nulo
8. Impuesto	Valor numérico.	No nulo
9. Fecha Ingreso	Cadena de caracteres con el tipo dd/mm/aaaa.	No nulo

Observaciones:

Prototipo de Interfaz:

Insertar Registro Sanitario de Artículo

Código Artículo Registro Sanitario Fecha Caducidad / / Presentación

Marca Registrada Seleccione ▼ Patente Seleccione ▼ Venta Seleccione ▼ Fecha Ingreso / /

Tabla 18: HU_9 Crear Orden de Producción.

Historia de Usuario	
Número: HU_9	Nombre del Requisito: Crear Orden de Producción.
Programador: Mirnerys Delgado del Solar.	Iteración Asignada: 1
Prioridad: Alta	Tiempo Estimado: 3 días
Riesgo en desarrollo: Alto	Tiempo Real: 3 días

Descripción: El usuario tendrá la posibilidad de crear una orden de producción, seleccionando en el menú principal la opción “Producción”, “Plan de Producción” y por último “Orden de Producción”, al elegir la opción “Insertar” que aparecerá, se desplegará la ventana con los campos a llenar por el usuario. Luego de llenar los campos podrá salvar la orden nueva seleccionando la opción “Guardar”. De lo contrario si opta por la opción “Cancelar”, no se guarda ningún dato después de confirmar la acción.

Campos	Tipo de Datos	Reglas o Restricciones
1. Lote	Valor numérico de 10 unidades	No nulo
2. Fecha Creación	Cadena de caracteres con el tipo dd/mm/aaaa.	No nulo
3. Fecha de Inicio de Producción	Cadena de caracteres con el tipo dd/mm/aaaa.	No nulo
4. Código del Cliente	Cadena de caracteres alfanuméricos.	No nulo
5. Cantidad	Valor numérico.	No nulo
6. Estado	Cadena de caracteres alfanuméricos.	No nulo
7. Tipo	Cadena de caracteres alfanuméricos.	No nulo
8. Código de artículo	Cadena de caracteres alfanuméricos de 5 unidades.	No nulo
9. Código de artículo 1	Cadena de caracteres alfanuméricos de 5	No nulo

	unidades.	
10. Código de artículo 2	Cadena de caracteres alfanuméricos de 5 unidades.	No nulo
11. Código de artículo 3	Cadena de caracteres alfanuméricos de 5 unidades.	No nulo

Observaciones:

Prototipo de Interfaz:

Insertar Orden de Producción

Lote Fecha Creación / / Fecha Inicio Producción / / Código Cliente

Cantidad Estado Tipo Código Artículo

Código Artículo 1 Código Artículo 2 Código Artículo 3

Tabla 19: Exportar Nota de Entrega.

Historia de Usuario	
Número: HU_29	Nombre del Requisito: Exportar Nota de Entrega.
Programador: Mirnerys Delgado del Solar.	Iteración Asignada: 1
Prioridad: Alta	Tiempo Estimado: 5 días
Riesgo en desarrollo:	Tiempo Real: 5 días
Descripción: El usuario tendrá la posibilidad de exportar una nota de entrega, seleccionando	

en el menú principal la opción “Producción”, seguidamente “Nota de Entrega” en la tabla podrá seleccionar el ícono que hace referencia a un PDF, cada fila de la tabla representa una nota, por lo que al seleccionar una fila estará exportando en formato PDF la nota de entrega correspondiente a ella. Podrá seleccionar la ruta donde guardará la nota.

Observaciones:

Prototipo de Interfaz:

Listado

	Lote	Estado	Cantidad a enviar	Origen	Forma Entrega	Tipo	Fecha	Observaciones	
<input type="checkbox"/>									  
<input type="checkbox"/>									  
<input type="checkbox"/>									  
<input type="checkbox"/>									  

Anexo 2 Tareas de Ingeniería

Tabla 20: Tarea de Ingeniería Crear Registro Sanitario del artículo.

Número de tarea: 5	Número de HU: HU_4
Nombre de la tarea: Implementar la funcionalidad para crear un registro sanitario.	
Tipo de Tarea: Desarrollo.	Puntos Estimados: 1 Semana.
Fecha de inicio: 27/02/2015	Fecha Fin: 2/03/2015
Programador responsable: Mirnerys Delgado del Solar.	
Descripción: Implementar las funcionalidades y crear la interfaz para crear un registro sanitario.	

Anexo 3 Casos de Prueba

Tabla 21: Caso de prueba Crear un Registro Sanitario.

Caso de prueba	
Código Caso de Prueba: HU_4_P1	Nombre Historia de Usuario: Crear Registro Sanitario.
Nombre de la persona que realiza la prueba: Mirnerys Delgado del Solar	
Descripción de la prueba: Se insertan los datos de un registro sanitario para determinado artículo. Primeramente se insertarán los datos incorrectos para verificar las validaciones del sistema, luego con los datos correctos para comprobar que sean cargados y almacenados correctamente.	
Condiciones de ejecución: El usuario debe tener los permisos suficientes para realizar esta operación.	
Pasos de ejecución: <ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar la opción Registro Sanitario del menú. 2. Seleccionar la opción de Insertar. 3. Llenar todos los campos menos “Código de artículo” y “Registro Sanitario”. 4. Llenar los campos correctamente. 	
Resultado esperado: El sistema debe alertar sobre los campos que se encuentren vacíos, después de insertados correctamente deberá mostrar un mensaje y borrar los campos del formulario.	
Evaluación de la prueba: Satisfactoria.	

Tabla 22: Caso de prueba Exportar Nota de Entrega.

Caso de prueba	
Código Caso de Prueba: HU_29_P1	Nombre Historia de Usuario: Exportar Nota de Entrega.
Nombre de la persona que realiza la prueba: Mirnerys Delgado del Solar	
Descripción de la prueba: Se exporta una nota de entrega.	
Condiciones de ejecución: El usuario debe tener los permisos suficientes para realizar esta operación.	
Pasos de ejecución: <ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar la opción de Entrega del menú. 2. Seleccionar la opción de Exportar. 3. Verificar que se exporto la nota de entrega seleccionada en la dirección indicada. 	
Resultado esperado: El sistema debe brindarle al usuario la opción de escoger donde desea guardar la nota de entrega y visualizar como quedará la misma. Lugo e generarla la nota de entrega debe estar en la dirección indicada por el usuario.	
Evaluación de la prueba: Satisfactoria.	