



# **INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA**

---

## **MAESTRÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**“Arquitectura Multiagente para la administración  
del almacén del Hospital General de Misantla”.**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN SISTEMAS  
COMPUTACIONALES**

**PRESENTA  
MARIBEL DURÁN SALAS**

**ASESOR:  
MSC GALDINO MARTINEZ FLORES**

MISANTLA, VERACRUZ

FEBRERO 2018.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN MAESTRÍA**

FECHA: 19 de Febrero de 2018.

ASUNTO: **AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN  
DE TESIS.**

**A QUIEN CORRESPONDA:**

Por medio de la presente se hace constar que el (la) C:

**MARIBEL DURAN SALAS**

estudiante de la maestría en SISTEMAS COMPUTACIONALES con No. de Control 152T0733 ha cumplido satisfactoriamente con lo estipulado por el **Lineamiento de Posgrado para la obtención del grado de Maestría mediante Tesis.**

Por tal motivo se **Autoriza** la impresión del **Tema** titulado:

**ARQUITECTURA MULTIAGENTE PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL  
ALMACÉN DEL HOSPITAL GENERAL DE MISANTLA**

Dándose un plazo no mayor de un mes de la expedición de la presente a la solicitud del examen para la obtención del grado de maestría.

ATENTAMENTE

**M.S.C. Galdino Martínez Flores  
Presidente**



**M.I.A. Roberto Ángel Meléndez Armenta  
Secretario**

**M.S.C. Eddy Sánchez de la Cruz  
Vocal**

Archivo.

## **DEDICATORIA**

A Dios y la Virgen de Juquila por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y momentos difíciles que me han enseñado a valorarlos cada día más.

A mis padres ausentes, que desde el cielo han estado cuidándome y guiándome. Aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, estoy segura que éste logro profesional hubiera sido tan especial para ustedes como lo es para mí.

Este trabajo de tesis ha sido una bendición en todo sentido y agradezco infinitamente a mis hermanas y familia por brindarme su tiempo y un hombro para descansar.

A mis amigos de maestría y trabajo, que se convirtieron en mi segunda familia, gracias por sus enseñanzas y por permitirme entrar en sus vidas.

## AGRADECIMIENTOS

*A mis padres ausentes por mostrarme el camino hacia la superación.*

*Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para  
poder cursar la maestría.*

*Agradezco también a mis asesores: Galdino, Eddy, Ángel, Sofía, y Luis por haberme  
brindado su apoyo incondicional, sus conocimientos y por toda esa paciencia que me  
brindaron para llegar a la meta fijada.*

*A mis amigos por permitirme aprender más de la vida a su lado.*

*Esto es posible gracias a ustedes.*

# TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
ÍNDICE DE TABLAS .....	8
INTRODUCCIÓN .....	9
I. GENERALIDADES.....	11
1.1. Definición del problema .....	12
1.2. Justificación .....	14
1.3. Objetivos .....	15
1.3.1. Objetivo General .....	15
1.3.2. Objetivos Específicos.....	15
1.4. Hipótesis.....	16
1.5. Propuesta de Solución.....	16
1.6. Metodología .....	19
II. ESTADO DEL ARTE .....	23
2.1. Arquitecturas para diseño de software multiagente para control de inventarios .....	24
2.1.1. Arquitectura Multiagente dos capas:.....	24
2.2. Arquitectura multiagente tres niveles.....	26
2.3. Conclusiones.....	29
III. MARCO TEÓRICO.....	31
3.1. Modelo de Datos .....	32
3.1.1. Modelo Entidad-Relación.....	32
3.1.2. Modelo Relacional.....	33
3.1.3. Diseño de la Base de Datos. ....	34
3.1.4. Modelo Vista Controlador (MVC).....	35
3.2. Modelo del Sistema Multiagente .....	35
3.2.1. Agente. ....	35
3.2.2. Sistema Multiagente .....	36
3.2.3. Metodología DRA .....	36

3.2.4.	MySQL .....	37
3.2.5.	Java .....	38
3.2.6.	Jade.....	38
3.3.	Análisis de los datos a tratar del hospital.....	39
3.3.1.	Proceso de entradas:.....	39
3.3.2.	Proceso de Salidas .....	43
3.3.3.	Proceso de envió de Informes.....	46
IV.	DESARROLLO .....	47
4.1.	Fase de Planeación. ....	48
4.2.	Fase de Diseño Conceptual .....	49
4.2.1.	Modelo E-R.....	49
4.2.2.	Diseño de la BD .....	51
4.2.3.	Modelo MVC .....	52
4.3.	Diagrama de casos de Uso .....	54
4.4.	Diseño de Agentes.....	54
4.5.	Arquitectura multiagente.....	63
V.	ANÁLISIS Y RESULTADOS .....	64
5.1.	Agente Vistas.....	65
5.2.	Determinación del Consumo promedio mensual .....	74
5.2.1.	Proceso para determinar Consumo promedio mensual (CPM) .....	74
5.2.2.	Pronostico del CPM de insumos.....	75
VI.	CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO .....	77
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA METODOLOGÍA .....	20
FIGURA 2. VALES DE ENTRADA-OFICINA CENTRAL DE MATERIAL DE CURACIÓN.....	40
FIGURA 3. VALES DE ENTRADA-TRANSFERENCIAS DE MATERIAL DE CURACIÓN.....	40
FIGURA 4. VALES DE ENTRADA-COMPRAS DIRECTAS MATERIAL DE CURACIÓN .....	41
FIGURA 5. VALES DE ENTRADA-DONACIÓN MATERIAL DE CURACIÓN.....	42
FIGURA 6. VALES DE SALIDA-INDIVIDUAL MATERIAL DE CURACIÓN.....	43
FIGURA 7. VALES DE SALIDA-CEYE MATERIAL DE CURACIÓN.....	44
FIGURA 8. VALES DE SALIDA-TRANSFERENCIA MATERIAL DE CURACIÓN.....	45
FIGURA 9. MODELO ENTIDAD-RELACIÓN DE LA ARQUITECTURA MULTIAGENTE.....	50
FIGURA 10. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS DE LA ARQUITECTURA MULTIAGENTE.....	51
FIGURA 11. DISEÑO DEL MODELO MVC DE LA ARQUITECTURA MULTIAGENTE.....	53
FIGURA 12. DIAGRAMA DE CASOS DE USO DE LA ARQUITECTURA MULTIAGENTE.....	54
FIGURA 13. ARQUITECTURA GENERAL MULTIAGENTE.....	63
FIGURA 14. PANTALLA (A) INICIO DE SESIÓN Y (B) MENÚ PRINCIPAL.....	66
FIGURA 15. ALERTA DE INSUMOS PRÓXIMOS A CADUCAR.....	67
FIGURA 16. PANTALLA (A) MENÚ USUARIOS, (B) ALTA USUARIOS, (C) CONSULTA USUARIOS Y (D) BAJA USUARIOS.....	68
FIGURA 17. PANTALLA (A) MENÚ CATÁLOGO, (B) CATÁLOGO INSUMOS, (C) CATÁLOGO HOSPITALES, (D) CATÁLOGO PROVEEDORES.....	69
FIGURA 18. MENÚ CONTROL DE INVENTARIOS/NUEVA/COMPRA, (B) ENTRADAS POR COMPRAS DIRECTAS .....	70
FIGURA 19. PANTALLA (A) ENTRADAS POR TRANSFERENCIAS, (B) ENTRADAS POR DONACIONES.....	71
FIGURA 20. PANTALLA (A) CONSULTAS DE ENTRADAS POR COMPRAS, (B) DETALLE DE LA COMPRA, (C) CONSULTA DE TRANSFERENCIAS, (D) DETALLE DE LA TRANSFERENCIA, (E) CONSULTA DE DONACIONES, (F) DETALLE DONACIONES.....	72
FIGURA 21. CANCELAR ENTRADAS.....	73
FIGURA 22. PANTALLA (A) MENÚ SALIDAS, (B) VALE DE SALIDA.....	73
FIGURA 23. ALGORITMO PARA DETERMINAR CONSUMO PROMEDIO MENSUAL.....	75
FIGURA 24. PRONÓSTICO DEL CONSUMO PROMEDIO MENSUAL.....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1	COMPARACIÓN DE ARQUITECTURAS MULTIAGENTES EN CAPAS .....	30
TABLA 2	AGENTE VISTA .....	55
TABLA 3	AGENTE ENTRADAS .....	56
TABLA 4	AGENTE SALIDAS .....	57
TABLA 5	AGENTE ACTUALIZACIÓN .....	58
TABLA 6	AGENTE REPORTES .....	59
TABLA 7	AGENTE REGISTRO .....	60
TABLA 8	AGENTE CONSULTAS .....	61
TABLA 9	AGENTE SEGURIDAD Y ACCESO .....	62

## INTRODUCCIÓN

Una de las prioridades más importantes de las instituciones de salud pública o privada, es ofrecer servicios de calidad a sus pacientes. Para alcanzar esta meta las organizaciones deben considerar diversos aspectos, pero uno de los más importantes es la debida administración de los inventarios que ellos manejan. Esto no es nada sencillo debido a que es un proceso con varias etapas.

No llevar a cabo un riguroso control de inventarios puede ocasionar mermas y desperdicios en los productos que las instituciones manejan, pudiendo causar un considerable impacto económico. En las empresas privadas, el control de inventarios es la base comercial de compra y venta de bienes o servicios; este manejo contable permitirá a la empresa mantener el control oportunamente, también conocerá al final del período fiscal contable un estado confiable de la situación económica de la empresa.

Las instituciones públicas establecen sus propios reglamentos que regulan sus almacenes de las instituciones de salud que brindan atención a los pacientes (unidades hospitalarias) y unidades de la secretaria de salud que brindan soporte a centros de salud y hospitales (jurisdicciones sanitarias), donde el control y la supervisión deben de garantizar la recepción, custodia y distribución oportuna de los insumos federales en los almacenes o jurisdicción (Secretaria de Salud, 2012).

En la actualidad contar con un sistema de gestión de inventarios que cumpla con las normas y procedimientos que se realicen en los almacenes traerá múltiples ventajas para los servicios de salud de Veracruz. Entre ellas destacan: existencias en tiempo real, monitoreo de material que no se utiliza y que está próximo a caducar, la información será homogénea y existirá respaldo de los movimientos del inventario.

Esta tesis contiene el diseño de una arquitectura multiagente para control de inventarios, misma que utiliza el modelo vista-controlador, para que si en un futuro se decide escalar el software sus tres capas estén bien definidas.

El contenido de esta investigación está compuesto por seis capítulos: El primero está compuesto por: definición del problema, justificación, objetivos generales y específicos, así como la propuesta de solución, metodología e hipótesis, el siguiente capítulo está formado por la presentación de varios trabajos relacionados con controles de inventario, el tercer capítulo contiene definiciones y conceptos a utilizar, el capítulo de desarrollo especifica las fases de la metodología a utilizar, incluyendo el modelado de datos y desarrollo de la arquitectura multiagente, por último se encuentra el capítulo de análisis y resultados, donde mediante el agente vistas se demuestra la funcionalidad de la arquitectura multiagente propuesta.

# **I. GENERALIDADES**

## **1.1. Definición del problema**

La razón de ser de todo sistema de salud es mejorar la salud de la sociedad en general. Esto implica alcanzar el mejor nivel posible de salud para toda la población durante todo su ciclo de vida. Los servicios de salud se pueden alcanzar mediante el desempeño de dos funciones básicas las cuales son: la prestación y el financiamiento de servicios.

La prestación de servicios implica promociones y atenciones de salud. Con el financiamiento, nos referimos al presupuesto monetario destinado para cada uno de los servicios de la unidad hospitalaria, esta actividad nos obliga al manejo de inventarios.

Llevar un control sin margen de error, es uno de sus objetivos de cada área de salud, esto nos refleja una utilidad u optimización de los recursos materiales, sin embargo, esto no se cumple totalmente, es por ello que cada institución o empresa busca sus mejores estrategias o implementa procedimientos para llevar el control de sus insumos.

La Secretaria de Salud (SS), debe llevar un control de inventarios sobre los recursos de material de curación, medicamentos y otros. Esto implica llevar una administración clara sobre las de entradas y salidas de estos insumos.

Las dificultades a las que se enfrenta el personal a cargo de los almacenes de los hospitales son: demora en cuanto a envío y recepción de información hacia oficinas centrales; cada vez que se pone en práctica un nuevo proceso de distribución de recursos se cambian formatos de informes, esto hace que el inventario se vuelva a capturar, lo que ocasiona pérdida de tiempo en la captura de entradas y salidas de datos de los insumos; Otro inconveniente, es la falta de alertas para caducidades y cantidades disponibles en los materiales de curación. Todo lo anterior nos da como resultado que las fechas programadas para envíos de insumos a los hospitales por parte de almacenaje y distribución, no se cumplan en tiempo y forma; informes fuera de tiempo otras unidades en donde ponemos a disposición claves de insumos que tienen lentos o nulos movimientos y próximos a caducar.

Todos estos inconvenientes hacen que el personal que se encuentra a cargo de los almacenes no cuenta con las herramientas necesarias para poder realizar en tiempo y forma su trabajo:

- Desabasto de insumos. Para que la institución pueda obtener sus recursos materiales, tiene que enviar informes de movimientos de consumo cada mes a oficina central, esto implica hacer concentrados de entradas y salidas para que se vea reflejada la necesidad actual.
- Material caducado. Cada mes se tiene que ofertar a otros hospitales todos los insumos cuyos movimientos sean lentos o nulos y próximos a caducar.
- La información se encuentra en formatos diferentes. Cada institución los diseña a sus necesidades, es decir, no hay formato estándar para almacenamiento de los datos.
- La información constantemente se daña o se pierde, y no existe respaldo de la misma.
- Los movimientos de cada almacén solo se encuentran en formatos de Excel careciendo de seguridad en la integridad de la información.
- En oficina central no existe banco de datos donde se almacene el historial de todos los movimientos de las unidades hospitalarias.

Por lo tanto en esta investigación, se usa un enfoque analítico-descriptivo, en donde se recopilará información acerca de los procedimientos realizados en un almacén. En particular, se considera como caso de estudios al departamento de Recursos Materiales del Hospital General de Misantla. Esto permitirá conocer los procedimientos, mecanismos y responsabilidades en cada una de las etapas que se generan dentro del almacén y con ello

analizarlos para hacer una propuesta de solución mediante el diseño de una Arquitectura multiagente.

## **1.2. Justificación**

La problemática sobre el control inventario para cualquier empresa o dependencia impacta de diversas maneras en todos sus entornos. Lo ideal sería contar con una administración que garantice el uso y optimización del recurso, partiendo desde: la recepción, resguardo, manejo y custodia de los insumos.

En el 2016 las dependencias de gobierno del sector salud informan los siguientes porcentajes en surtimiento de insumos. El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) obtuvo un porcentaje de surtimiento de 85%, mientras que el ISSSTE, alcanzó un 75% y la Secretaria de Salud solamente fue de un 50%, estos porcentajes fueron proporcionados por las mismas instituciones del estado de Veracruz. Los resultados anteriores se le atribuyen a falta del recurso monetario y una ineficiente planeación. Por ejemplo, para la SS se tiene que, el suministro correspondiente a insumos se hace bajo la normatividad de los almacenes en relación a la atención de los requerimientos de las áreas de cada unidad hospitalaria. Una tarea importante de la Secretaria de salud, es la planeación del surtimiento en tiempo y forma de recursos necesarios para el buen funcionamiento de cada institución, evitando el desabasto o sobre abasto.

Hoy en día la tecnología juega un papel importante sobre el control de inventarios y el diseño e implementación de una arquitectura de un sistema multiagente, se podrá almacenar y manipular información en una base de datos sobre los movimientos de entradas y salidas de Material de curación en las unidades hospitalarias de segundo nivel, dando solución a gran parte de la problemática sobre el control de inventario.

La arquitectura multiagente propuesta en este trabajo será la base para el desarrollo un sistema de control de inventarios que contribuya en una mejor administración de insumos en los almacenes de la Secretaría de Salud, en beneficio de la institución y usuarios de esta. Algunos de estos beneficios son:

- La generación de informes correspondientes en tiempo y forma, sobre existencias, dando como resultado que los almacenes centrales distribuyan el insumo requerido a cada unidad de salud para la atención oportuna del paciente;
- Envío de reportes de insumos a todas las unidades de segundo nivel, sobre lotes de materiales próximos a caducar, lento movimiento y excedentes y reducción de personal operativo en las áreas de los almacenes.
- Mantener los niveles de stock mínimos y máximos, es decir, saber en cualquier momento cuales insumos están próximos a acabarse y los que tenemos en excedente ya sea por lento movimiento o porque se haya surtido en sobre abasto.
- Con la implementación y uso del sistema web, los encargados de planear el abastecimiento de los almacenes de los hospitales, podrán tomar mejores decisiones.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Diseñar una arquitectura de software multiagente para el control de inventarios de insumos de material de curación en los almacenes de las unidades hospitalarias de segundo nivel de la Secretaria de Salud de Veracruz.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Realizar un análisis detallado de los procesos y tareas que se realizan en el almacén para extraer las variables que serán utilizadas para el modelado de datos.

- Analizar y diseñar la base de datos para almacenar la información necesaria que se administra en un almacén para el control de insumos de la Secretaria de Salud.
- Diseñar y establecer las funciones de cada agente que formará parte de la arquitectura.
- Diseñar la arquitectura multiagente que representen las relaciones e interacciones entre los agentes que forman parte de ésta, para definir su comportamiento en un entorno global.
- Realizar pruebas a la arquitectura multiagente.

#### **1.4. Hipótesis**

Es posible administrar eficientemente el almacén de material de curación de una unidad de la Secretaría de Salud Veracruz a través de una arquitectura de software multiagente con el objetivo de proteger la integridad y consistencia de los datos en el proceso de control de inventarios.

#### **1.5. Propuesta de Solución**

Debido a los problemas que existen en los almacenes de la Secretaria de Salud, es necesario automatizarlo mediante la aplicación de sistemas de Inteligencia Artificial. Esta investigación propone una Arquitectura multiagente para control de inventarios, lo que permitirá una administración automática y remota, considerando un modelo de arquitectura tres capas, con siete agentes usando una metodología de Desarrollo Rápido de Aplicaciones.

El patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC) también llamado modelo de arquitectura tres capas, está definido por tres componentes que son: 1. Etapa Modelo. Contiene información almacenada en la base de datos junto con las reglas que transformaran la información, por ejemplo: los accesos y consultas a la DB. 2. Etapa Vistas. Es la gama de interfaces de la arquitectura del sistema, o la parte con la cual estará interactuando el usuario final, teniendo en cuenta que diseño sea amigable y fácil de manejar. 3. Etapa Controlador. En esta etapa se realizan los procesos o eventos que el usuario solicita, por ejemplo: recepción y envío de solicitudes que el usuario solicita.

Bajo el modelo MVC se desarrollara la arquitectura de un sistema Multiagente que estará enfocada a modelar las interacciones que comúnmente se realizan por parte del personal que están a cargo de los almacenes de la Secretaria de Salud. Mediante la automatización y la coordinación de los agentes se generan los procesos de forma coordinada y consistente evitando los problemas de embotellamiento al realizar actualizaciones y consultas de datos.

Los agentes que se usaran en esta arquitectura multiagente están divididos de acuerdo a sus tareas asignadas a cada uno. De manera general se describe cada uno de acuerdo a la función que realizan:

Agente vistas.

Contiene todas las interfaces de la arquitectura. Observa e interpreta las acciones de cada usuario mediante las vistas y hace un enlace con el agente correspondiente.

Agente Entradas.

Realiza el proceso de entrada de insumos. Atiende la solicitud del agente vistas para realizar el proceso de entradas de insumos (llenado de formularios), finaliza enviando las altas al agente registro para su actualización.

Agente Salidas

Realiza el proceso de salida de los colectivos de salidas de insumos. Atiende la solicitud del agente vistas para realizar el proceso de salidas de insumos (llenado de formularios), finaliza enviando las altas al agente registro para su actualización.

### Agente Registros

Registra las siguientes actividades: monitorea las transacciones pendientes, recibe y envía peticiones, y recibe de los agentes entradas y salidas todos sus procesos. Envía peticiones al agente seguridad y acceso para actualizar la BD de acuerdo a prioridades asignadas.

### Agente Reportes

Contiene la toda la gama de reportes. Este agente está relacionado con el agente consultas, para enviar y recibir peticiones sobre los reportes de materiales solicitados.

### Agente Seguridad y Acceso

Controla la concurrencia, asigna prioridades a las peticiones simultáneas, y da respuesta a las solicitudes. La función de este agente dentro de la arquitectura radica en atender y asignar prioridades a las peticiones que los agentes registros y consultas le solicitan. Se encarga de realizar bloqueos a la BD para garantizar la realización satisfactoria de las transacciones.

### Agente Consultas

Registra las siguientes actividades: trabaja todas las peticiones que el agente reportes le solicita, y ejecuta consultas de acuerdo a prioridades. De acuerdo a las peticiones recibidas del agente consultas, envía solicitudes de transacciones al Agente Seguridad y acceso. Espera respuesta a sus peticiones de acuerdo a prioridades asignadas.

Las funcionalidades que tendrá el desarrollo del software serán:

- **Inicio de Sesión.** El usuario almacenista inicia sesión con su nombre de usuario y contraseña, proporcionado por el administrador.

- **Registro de usuarios.** El administrador registra por primera vez a los datos personales de los usuarios que estarán manejando el sistema. Estableciendo usuarios y contraseñas.
- **Registro de Entradas.** En este apartado se encontraran todas las de entradas y actualizaciones al inventario de material de curación (transferencias, donaciones y compras directas).
- **Registro de Salida.** En este servicio se encontraran el registro de salidas y actualizaciones al inventario de material de curación (colectivos a hospital, CEYE, transferencias y donaciones).
- **Reportes.** El módulo de reportes será el encargado de generar todos los informes que se realizan (existencias semanales, mensuales y semestrales; Boletines de Lento y Nulo Movimiento; Bloques de claves próximas a caduca; Lotes caducados).

## 1.6. Metodología

Existen diversas formas para dar solución a un control de inventario, contemplando entradas, salidas y reportes de insumos. Sin embargo, no todas las arquitecturas consideran como parte del problema a las múltiples transacciones a la base de datos. Este pequeño detalle, hace que el software resultante no presente el mismo rendimiento en cuanto a eficiencia.

A continuación se presenta un diagrama de flujo. Véase figura 1, donde se especifican las etapas que integran los pasos a seguir para dar solución al problema: 1. Definición del problema. Se hace una búsqueda de probables instituciones que presenten un problema de control de inventario y estén disponibles para proporcionar sus procesos internos. 2. Acercamiento de la empresa (Hospital General de Misantla). Se realiza el levantamiento de

datos, análisis de sus procesos y requerimientos de sus necesidades. 3. Propuesta de solución. Se presenta la arquitectura multiagente con: el modelado de datos(diseño de la base de datos, modelo entidad relación, modelo relacional y modelo vista controlador ) , el modelo del sistema multiagente( diseño de agentes, aplicación de la metodología de Desarrollo rápido de aplicaciones (DRA) utilizando el manejador de base de datos MYSQL, java, Jade, PrimeFases, JADE). 4. Diseño y validación propuesta. Se programa el agente vistas para que el usuario final pueda dar su aprobación o realice sugerencias para cambios. 5. Resultados. Con las interfaces presentadas se comprueba que los procesos se hacen correctamente.

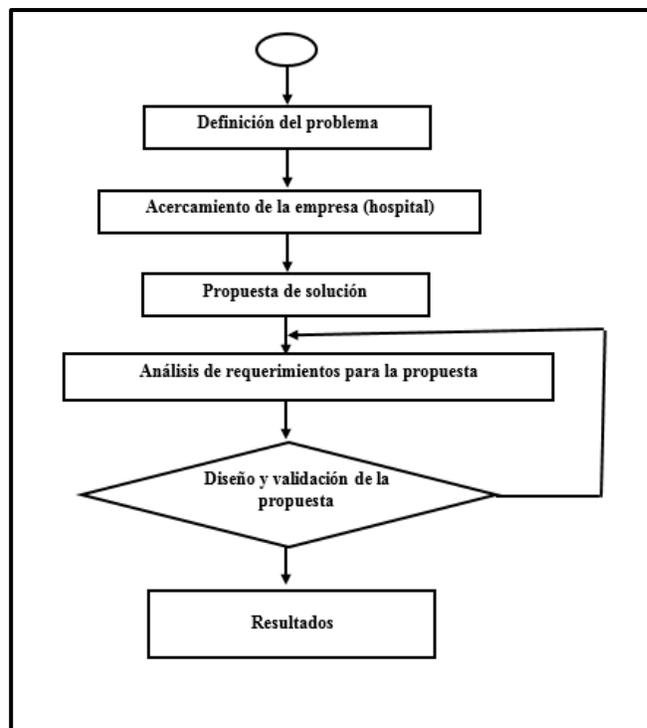


Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología

En esta investigación se propone una Arquitectura multiagente para dar solución al control de inventarios. La metodología DRA se divide en cuatro fases iterativas, como lo menciona P Beynon-Davies et al, (1999), las cuales son: Fase de Planeación de requerimientos o fase de definición conceptual, Fase de Diseño, Fase de Construcción o Desarrollo, Fase de Implementación.

### **1. Fase de Planeación de requerimientos o fase de definición conceptual**

- Se realiza el análisis de los datos y variables a tratar
- Se definen las funciones de la secretaria de salud, describe las características del software, las áreas de influencia del software y el alcance del mismo.
- Se deben estructurar bien los problemas a los que se les dará solución

### **2. Fase de Diseño Conceptual**

- Contempla el modelado de procesos, como lo es la recopilación de datos, que involucra datos específicos con los cuales se estará trabajando.
- Se realizan el modelo entidad-relación y se estructura la base de datos.
- Por último el diseño del prototipo, que incluyen pantallas para que el usuario pueda validar el proceso.

### **3. Fase de Construcción o Desarrollo**

- Se realiza la arquitectura Modelo-Vista-Controlador
- Se representa la tabla con las características y objetivos de los agentes
- Se diseña el sistema multiagente
- Se contempla el desarrollo del sistema, las iteraciones arrojan componentes.
- Se realizan pruebas de integración de los mismos de acuerdo a planes de trabajo establecido.

### **4. Fase de Implementación**

Esta etapa es el resultado del desarrollo de las tres fases anteriores. Para este caso de estudio, se realizara esta fase las siguientes fases:

- Desarrollo del agente interfaz para registro y actualización de usuarios.
- Desarrollo del agente interfaz para registro y actualización de entradas.

Una de las características de esta fase es que el usuario final es el él mismo prueba el software y proporciona su conformidad.

## **II. ESTADO DEL ARTE**

Una arquitectura para el diseño de un sistema, tiene como objetivo definir la estructura de solución, identificando grandes módulos y sus relaciones, así como el diseño de sus DB. Garlan y Shaw (1994) mencionan que "más allá de los algoritmos y estructuras de datos de la computación; el diseño y especificación de la estructura global del sistema es un nuevo tipo de problema". Entonces para poder seleccionar y diseñar una arquitectura para el desarrollo del software, se hicieron análisis de artículos relacionados con el tema, donde los expertos en sistemas han aplicado estas arquitecturas y nos muestran sus experiencias.

Para exponer las distintas investigaciones realizadas en este ámbito, este trabajo se basa en la clasificación de los modelos, que a continuación se describen:

## **2.1. Arquitecturas para diseño de software multiagente para control de inventarios**

### **2.1.1. Arquitectura Multiagente dos capas:**

Es conocida también como la arquitectura tradicional de cliente/servidor. Requiere una interfaz de usuario que se instala y corre en una PC o estación de trabajo y envía solicitudes a un servidor para ejecutar operaciones complejas.

- Arquitectura multiagente dos capas descentralizada.

El sistema "Agent Architecture for Agent-based Supply Chain Integration & Coordination", resolvió un problema de una red de suministros con agentes y utilizando una arquitectura de dos capas, de la siguiente manera: Dice "LIU Sanya WANG Hongwe (2014), "para la integración y coordinación de la cadena de suministro basadas en agentes (SCIC), la arquitectura del agente es la base y el contenido principal". Para el desarrollo de este sistema, definen primero el tipo de agentes. Estos juegan un papel muy importantes es más, son el núcleo de sus control. Los agentes son de tipo social, porque estarán interactuando unos con otros en el proceso del suministro, es decir, el comportamiento de

su miembro de su cadena de suministro es de tipo social. Lo social significa para ellos negociación. En tiempo de ejecución, la negociación es el fundamento y mecanismo para coordinar la relación. Ellos ven a cada agente como un módulo, que están diseñados no solo para obtener sus objetivos sino también para coordinarse con otros agentes para llegar al objetivo de todo el sistema. Desarrollan un sistema multiagente distribuido, utilizando una arquitectura dos capas, es descentralizado. Todas estas características son porque tienen un negocio electrónico de suministros complejos a gran escala. Se necesita de una arquitectura que muestre seguridad en sus datos, accesos remotos rápidos, la interfaz del usuario y la programación de los agentes estarán en una misma capa.

Otro Sistema que resolvió un problema relacionado con la automatización de procesos de control de multi bodegas es: Development of a web system for the management of multi-warehouse inventory, accounting management, and creation of a digital repository of technical reports, using DSpace, primefaces technology and open source tools, for CROSSTRONIK CIA. LTDA. Fue diseñado por: Diana C., et al (2014), quienes dicen: “La herramienta desarrollada lleva el nombre de CTKSYS se trata de un sistema web distribuido desarrollado en Java, usando un modelo dos capas, haciendo uso del entorno de desarrollo Eclipse Índigo. Utiliza el motor de base de datos Postgre SQL y servidor de aplicaciones Jboss AS 6.1. Todas las herramientas utilizadas son de software libre”. De acuerdo a su metodología utilizada, los resultados que se obtendrán serán: La programación podrá hacerse en parejas, interacción frecuente del equipo de trabajo con el cliente/usuario, corrección de errores antes de añadir nueva funcionalidad y refactorización de código y la aplicación será adaptable.

- **Arquitectura multiagente dos capas centralizada.**

Dice: Hanen Jemal, et al (2015), “En este artículo, un nuevo sistema médico multiagente llamado se propone el MMAS (Medical Multi-agent System). En el Hospitalario, varios tipos de problemas médicos pueden resolverse con Agentes”. Ellos desarrollaron el siguiente sistema de información llamado: A Multi Agent System for Hospital Organization. Este es un Sistema de salud de control para todo un hospital en Túnez, que descompone el problema, donde hay agentes que trabajan como equipo buscando tratamientos médicos remotos para los pacientes. Se coordina con otros hospitales interactuando información del paciente, para buscar una unidad que pueda recibir pacientes para darles la atención a su salud. Otros agentes negocian de manera autónoma para encontrar equipos e insumos con el fin de alcanzar el recurso. Hacen uso de una biblioteca nacional de salud, donde están los padrones de pacientes, médicos y equipo. Su arquitectura propone utilizar un modelo en dos capas (cliente-servidor) con bases de datos centralizadas, datos distribuidos, es un sistema robusto, agentes inteligentes, hace uso de capa de inteligencia de enjambre, para conseguir insumos de oficina, materiales médicos. Los resultados que obtuvieron con este sistema multiagente: la información se encuentra distribuida, existe una comunicación y cooperación entre las distintas entidades, sugieren que son una buena opción para resolver los problemas de coordinación en el hospital.

## **2.2. Arquitectura multiagente tres niveles**

Se llama así porque se divide en tres partes(o capas) con un reparto claro de funciones: una capa para la presentación (interfaz de usuario), otra para el cálculo (donde se encuentre modelado el negocio) y otra para el almacenamiento (acceso a datos).

- **Arquitectura multiagente tres niveles descentralizado.**

Este modelo es utilizado para el desarrollo de aplicaciones para empresas grandes que necesitan de un manejo descentralizado de su información, como ejemplo tenemos al:

Sistema Decentralized Autonomous-Agent-Based Infrastructure for Agile Multiparallel Manufacturing. Leo van M., y John-Jules M. (2011) dicen: “La arquitectura es un sistema estratificado. Este enfoque para Nuestro modelo de software lo hace fácilmente mantenible, ampliable, Testable y modular”. Ellos estructuraron su modelo de la siguiente manera: 1. La capa de agente contiene las Parte de software del agente y un controlador de eventos asíncrono (Capa Controlador). 2. También contiene una interfaz gráfica de usuario O GUI que se puede deshabilitar. Esta GUI es agradable para la prueba Porque puede utilizarse para comprobar el comportamiento o Interno del agente durante la ejecución de la simulación (Capa Vista). 3. Los datos Capa contiene un controlador de base de datos (Capa Modelo).

Otro sistema con esta arquitectura fue diseñado por: Chengzhi Jiang y Zhaohan Sheng (2008), ellos diseñaron un sistema de información que lleva por nombre: Case-based reinforcement learning for dynamic inventory control in a multi-agent supply-chain system. Es un sistema que lleva el control de pedidos y abastecimientos de productos en una red de suministro, para obtener costos reducidos, utiliza un enfoque bayesiano para la demanda y stock para la sus productos. Ensambla pedido es un sistema multi-nivel dependiente del estado Racionamiento, los controladores basados en modelos asados en el equilibrio descentralizado de la población (PB) para procesos particulares, que se encuentran en casi Cualquier rama de las industrias de proceso. Revisa el modelo de colas y determinar una óptima Política de control de inventarios utilizando técnicas de cruce a nivel en sangre industria. La arquitectura usada es de tres capas con multi-nivel (ya que los problemas se puede es componer en niveles haciendo más fácil el control de los productos (precio, medio y control de calidad), utiliza sistemas y bases de datos distribuidas, ya la información es manipulada desde cualquier punto remoto por toda la red. Los resultados obtenidos son: se resolvió el control dinámico de inventario para satisfacer el nivel de servicio objetivo en la cadena de suministro con clientes no demanda, el aprendizaje basado en el refuerzo de casos fue aplicado y probado experimentalmente para ser eficaz para el control de la cadena de suministro.

- **Arquitectura multiagente tres niveles centralizada.**

Esta arquitectura consta de tres capas, teniendo la condición de que sus bases de datos estarán centralizadas. Como lo podemos ver en con el ejemplo del siguiente sistema:

“Applying Agent-Based System and Negotiation Mechanism in Improvement of Inventory Management and Customer Order Fulfilment in Multi Echelon Supply Chain”. Como lo dice: Sara Saberi et al (2012), “En esta investigación, se ha desarrollado un sistema multiagente para simular un multi-escalón CAROLINA DEL SUR”. Este Sistema se diseñó para trabajar con mayor rendimiento al proporcionar una situación que permite a los clientes y minoristas obtener El mayor beneficio, control de inventario, flujo inventario en cadenas de suministro, reducir costos de producción. El mecanismo de negociación anima a los miembros a tener una relación más estrecha y más coordinación. Se tienen cuatro niveles: proveedor, distribuidor, minorista y cliente. Cada entidad se simula como un agente y sus resultados de la comunidad al MAS. En este estudio, el tema principal es la suposición de compartir información verdaderamente entre todas las entidades. Como resultado, la solución propuesta puede aplicarse cuando la Las entidades en la cadena de suministro tienen objetivos integrados y se ha abandonado una relación de confianza entre los distintos escalones. El algoritmo propuesto facilita una gestión sofisticada en condiciones dinámicas y mejora Característica de la cadena de suministro, disminuyendo el inventario total a través de la cadena, aplicando el mecanismo de negociación y Reduciendo el costo total. La metodología utilizada para la solución de este problema fue: El modelo es de tres capas con cuatro niveles con entidades ilimitadas en escalones de clientes y una sola entidad en otros niveles. Cada entidad se simula como un agente. Mientras tanto, un agente analista es traído en el modelo simulado para generar una demanda. Al mismo tiempo, el proveedor es modelado como el agente de entrega especial con inventario ilimitado. Además, todas las entidades almacenan su información de forma conjunta, la Base de datos a utilizar por el analista es centralizada, asigna recursos dinámicamente en tiempo real, el paradigma del sistema es distribuido. Un inconveniente es que cuando colapsan más de dos productos se complica el transporte.

### **2.3. Conclusiones.**

Se han conocido diversas propuestas de solución a esta problemática, a cargo de varios investigadores de diferentes países, centros de investigación y artículos científicos. Estas propuestas fueron enfocadas a la arquitectura de dos y tres capas. En la *Tabla 1* se mencionan las tecnologías que se utilizarán en esta investigación. La presente propuesta se encuentra dentro de la arquitectura tres capas con base de datos descentralizada, Se utilizará el modelo vista controlador (MVC) con enfoque de agentes, con el objetivo de formar un escenario de comunicación entre sí, para que cada uno de ellos realice las tareas y procesos que le corresponden; se utilizará una BD general donde se almacenará la información del hospital de Misantla y una BD local que almacenará un respaldo de esta información. Por lo tanto, los procesos se centralizarán en oficina central, donde un servidor estará recibiendo y resolviendo todas las peticiones de las unidades hospitalarias.

Tabla 1 Comparación de Arquitecturas Multiagentes en capas

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.	No Dependencia del servidor	Diseño no complejo	Módulos Separados para prog	Escalable	Control de concurrencia	Arquitectura 2 capas	Arquitectura 3 capas
<b>Agent Architecture for Agent-based Supply Chain Integration &amp; Coordination</b>				X		X	
<b>Development of a web system for the management of multi-warehouse inventory, accounting management, and creation of a digital repository of technical reports, using DSpace, primefaces technology and open source tools, for CROSSTRONIK CIA. LTDA</b>				X		X	
<b>A Multi Agent System for Hospital Organization</b>		X		X		X	
<b>Decentralized Autonomous-Agent-Based Infrastructure for Agile Multiparallel Manufacturing</b>	X		X	X			X
<b>Case-based reinforcement learning for dynamic inventory control in a multi-agent supply-chain system</b>			X	X	X		X
<b>Applying Agent-Based System and Negotiation Mechanism in Improvement of Inventory Management and Customer Order Fulfilment in Multi Echelon Supply Chain</b>		X	X	X	X		X
<b>Arquitectura Multi agente para un sistema de control de inventarios</b>	X	X	X	X	X		X

### **III. MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se describen los conceptos y definiciones que forman parte de esta investigación. Para una mejor comprensión se divide en dos secciones, la primera para los conceptos relacionados con el diseño de datos y la segunda sección relacionada con los de hospital.

### **3.1. Modelo de Datos**

En esta investigación se presenta el modelo de datos, como una colección de herramientas conceptuales para describir los datos, las relaciones, la semántica y las restricciones de consistencia.

#### **3.1.1. Modelo Entidad-Relación.**

Según Ramez Elmasri y Shamkant B. Navathe (2010). El modelo de datos entidad-relación (E-R) está basado en una percepción del mundo real que consta de una colección de objetos básicos llamados entidades y de relaciones entre estos objetos.

A continuación se presenta una descripción detallada de los componentes de este modelo:

- *Entidad.* Es algo que se puede definir, como una persona, objeto, concepto u evento, que puede tener datos almacenados acerca de este. Piensa en las entidades como si fueran sustantivos. Por ejemplo: un paciente, insumos, proveedor. Por lo general se muestran como rectángulo.
- *Relación.* Como las entidades interactúan o se asocian entre sí. Entonces se piensa en las relaciones como si fueran verbos. Por ejemplo, un insumo podría proporcionarse a un paciente. Las dos entidades serían insumos y pacientes. Y la relación representada es la salida, que conecta ambas entidades de ese modo. Las relaciones se muestran, por lo general, como diamantes o etiquetas directamente en las líneas de conexión.

- *Atributo*. Es una propiedad o característica de una entidad. A menudo se muestra como un óvalo o círculo y pueden ser descriptivos, pueden contener valores múltiples o únicos, etc.
  
- *Cardinalidad*. Define los atributos numéricos de la relación entre entidades o conjuntos de entidades. Las tres relaciones cardinales principales según (Wikipedia 2017), son representadas mediante una etiqueta en el exterior de la relación, respectivamente: "1:1", "1:N" y "N:M", aunque la notación depende del lenguaje utilizado, la que más se usa actualmente es el unificado. Otra forma de expresar la cardinalidad es situando un símbolo cerca de la línea que conecta una entidad con una relación:
  - "0" si cada instancia de la entidad no está obligada a participar en la relación.
  - "1" si toda instancia de la entidad está obligada a participar en la relación y, además, solamente participa una vez.
  - "N", "M", o "\*" si cada instancia de la entidad no está obligada a participar en la relación y puede hacerlo cualquier número de veces.

### 3.1.2. Modelo Relacional.

Es el modelo de organización y gestión de bases de datos consiste en el almacenamiento de datos en tablas compuestas por filas, o tuplas y columnas o campos. Se distingue de otros modelos, como el jerárquico, por ser más comprensible para el usuario inexperto y por basarse en la lógica de predicados para establecer relaciones entre distintos datos. Abraham Silberschatz (2010)

### 3.1.3. Diseño de la Base de Datos.

El proceso de diseño de BD se divide en:

Fase 1: Análisis de requisitos Recabar información sobre el uso que se piensa dar a la base de datos (requisitos del sistema).

Fase 2: Diseño conceptual (modelo E/R) Creación de un esquema conceptual de la base de datos independiente del DBMS que se vaya a utilizar.

Fase 3: Elección del sistema gestor de bases de datos Elección del modelo de datos (tipo de DBMS) y del DBMS concreto (p.ej. relacional, multidimensional).

Fase 4: Diseño lógico Creación del esquema conceptual para el modelo de datos del DBMS elegido (p.ej. paso del modelo E/R a un conjunto de tablas).

Fase 5: Diseño físico Creación de la base de datos utilizando el DDL (lenguaje de definición de datos del DBMS).

Fase 6: Uso y mantenimiento Gestión de los datos utilizando el DML (lenguaje de manipulación de datos del DBMS).

Para transformar el diagrama E/R en un esquema relacional, se debe de realizar lo siguiente:

- Se transforman en tablas todas los tipos de entidades y relaciones que aparecen en el diagrama E/R.
- Se seleccionan las claves primarias para cada una de las tablas de nuestro esquema lógico.
- Se fusionan aquellas tablas que compartan su clave primaria.

### **3.1.4. Modelo Vista Controlador (MVC).**

El patrón MVC descompone la aplicación en capas permitiendo tener una separación entre la lógica, la representación y la persistencia. El patrón MVC identifica tres capas que son importantes para cualquier aplicación las cuales son: Modelo: Encapsula los datos de la aplicación y la Lógica para interactuar entre ellos. Vista: maneja la interacción con el usuario y la representación con el modelo. Controlador: es el intermediario entre el modelo y la vista ante las peticiones generadas por el cliente en la vista, este se encarga de seleccionar el modelo solicitado por el usuario y la vista para representarlo.

Una de las ventajas del modelo MVC es que englobamos en la etapa controlador gran parte de las funciones que tiene por objetivo la solución a la problemática de inventarios en los almacenes de la SS, y este sistema no requiere de modificaciones constantes a las capas para su funcionamiento, por esta razón se usará dicha arquitectura, la cual tendrá agentes que estarán interactuando entre sí, para desarrollar actividades asignadas y por último diseñar bases de datos seguras para el resguardo de la información

## **3.2. Modelo del Sistema Multiagente**

### **3.2.1. Agente.**

Un agente es cualquier cosa capaz de percibir su medioambiente con la ayuda de sensores y actuar en ese medio utilizando actuadores. Un agente humano tiene ojos, oídos, y otros órganos sensoriales además de manos, piernas, boca y otras partes del cuerpo para actuar. Un agente robot recibe pulsaciones del teclado, archivos de información y paquetes de red a modo de entradas sensoriales y actúa sobre el medio con mensajes en el monitor, escribiendo ficheros y enviando paquetes por la red (Russell y Norvig, 2004).

Un agente debe reunir algunas de las siguientes características: Autónomo, deben ser autónomos en la medida en que actúan sin la intervención humana ni de otros sistemas externos; Comunicación, es la capacidad del agente para conversar utilizando un lenguaje basado en ontologías y realizar intervenciones asíncronas, constituye un paso adelante en

llevar el concepto real de conversación al ámbito computacional; Sociabilidad, es un grupo de agentes que interactúan, se comunican, conversan, “piensan”, y actúan en conjunto para lograr un objetivo común; Reactividad, es la capacidad de emitir una acción inmediata al recibir una señal o percibir un estado en el ambiente; Inteligencia, se pueden utilizar un conjunto variado de técnicas inteligentes en la construcción de agentes. (Valentín et al, 2011).

### **3.2.2. Sistema Multiagente**

Una de las temáticas que en la actualidad ha dado solución a diferentes problemas son las arquitecturas de software que mediante tecnologías de la ingeniería de sistemas, enmarcan métodos y algoritmos apropiados que se utilizan para el desarrollo de aplicaciones, por ejemplo el desarrollo de sistemas multiagente (SMA). La característica principal de los SMA, es que están compuestos por múltiples agentes inteligentes que interactúa entre ellos y realizan una o varias tareas específicas. Los SMA permiten el uso de las bases de datos, lo hacen mediante agentes que tienen la tarea de manipular información almacenada. Ahora bien, para el diseño de un agente nos apoyamos en la inteligencia artificial (IA), que se divide de dos maneras: la primera nos dice que los agentes realizan procesos mentales y razonamiento, es decir, sistemas que razonan y actúan como humanos al ser entrenado para realizar ciertas tareas; la segunda dice, se tiene que entrenar a los agentes a que piensen racionalmente, como por ejemplo que puedan percibir sus ambiente (recibir entradas en cualquier momento), razonar y actuar de manera inteligente. (Antonio Abarca Álvarez, 2011).

### **3.2.3. Metodología DRA**

Desarrollo Rápido de Aplicaciones es una propuesta hecha por James Martin en 1980, es una metodología basada en el desarrollo y refinamiento de modelos de datos, modelos de procesos y la construcción de prototipos, usando para ello procesos iterativos apoyados por herramientas CASE (Ingeniería Asistida por Computadora).

- ***Fase de Planeación de requerimientos o fase de definición conceptual:*** Donde se define las funciones del negocio, describe las características del software, las áreas de influencia del software y al alcance del mismo. (CASEMaker, 2001)
- ***Fase de Diseño Conceptual:*** La modelación de datos y procesos se lleva a cabo a través de talleres construyendo paralelamente prototipos funcionales que se van probando, detallando, perfeccionando con el mismo usuario, siempre ayudados por herramientas CASE. (García Portuondo, I. & Fonseca Suárez, 2010.)
- ***Fase de Construcción o Desarrollo:*** Aquí se completa el desarrollo del sistema, las iteraciones van arrojando componentes y se realiza pruebas de integración de los mismos de acuerdo a planes de trabajo establecidos. (CASEMaker, 2001)
- ***Fase de Implementación:*** Como se dijo anteriormente el usuario final es el eje de éste modelo, por lo tanto él mismo prueba el software y proporciona su conformidad. Luego con la herramienta CASE correctamente configurada se implementa el software (Portuondo & Fonseca, 2010).

### 3.2.4. MySQL

(Lan Gilfillan) define a MySQL como un sistema de administración de bases de datos relacional (RDBMS). Se trata de un programa capaz de almacenar una enorme cantidad de datos de gran variedad y de distribuirlos para cubrir las necesidades de cualquier tipo de organización, desde pequeños establecimientos comerciales a grandes empresas y organismos administrativos. MySQL compite con sistemas RDBMS propietarios conocidos, como Oracle, SQL Server y DB2. MySQL incluye todos los elementos necesarios para instalar el programa, preparar diferentes niveles de acceso de usuario, administrar el sistema y proteger y hacer volcados de datos. Puede desarrollar sus propias aplicaciones de base de datos en la mayor parte de los lenguajes de programación utilizados en la actualidad y ejecutarlos en casi todos los sistemas operativos, incluyendo algunos de

los que probablemente no ha oído nunca hablar. MySQL utiliza el lenguaje de consulta estructurado (SQL). Este lenguaje permite crear bases de datos, así como agregar, manipular y recuperar datos en función de criterios específicos.

### **3.2.5. Java**

Java fue presentado en la segunda mitad del año 1995 y desde entonces se ha convertido en un lenguaje de programación muy popular. Java es un lenguaje muy valorado porque los programas Java se pueden ejecutar en diversas plataformas con sistemas operativos como Windows, Mac OS, Linux o Solaris. James Gosling., que buscaba diseñar un lenguaje que permitiera programar una aplicación una sola vez que luego pudiera ejecutarse en distintas máquinas y sistemas operativos. Para conseguir la portabilidad de los programas Java se utiliza un entorno de ejecución para los programas compilados. Este entorno se denomina Java Runtime Environment (JRE). Es gratuito y está disponible para los principales sistemas operativos. Esto asegura que el mismo programa Java pueda ejecutarse en Windows, Mac OS, Linux o Solaris.

### **3.2.6. Jade**

Según definición de R. Khosla, N. Ichalkaranje y L. C. Jain (2005), JADE (Java Agent DEvelopment framework) es un marco de software para ayudar al desarrollo de aplicaciones de agentes de conformidad con las especificaciones FIPA para sistemas multiagentes inteligentes interoperables. JADE es un proyecto de "código abierto", y el sistema completo se puede descargar desde la página principal de JADE (Bellifemine et al. 2001).

El sistema JADE se puede describir desde dos puntos de vista diferentes. Por un lado, JADE es un middleware para sistemas de agente múltiple compatibles con FIPA, que respalda a los agentes de aplicaciones cuando necesitan explotar alguna característica incluida en la especificación estándar de FIPA (paso de mensajes, gestión del ciclo de vida

del agente, etc.). Por otro lado, JADE es un marco de Java para desarrollar aplicaciones de agente que cumplen con FIPA, haciendo que los activos estándar de FIPA estén disponibles para el programador a través de abstracciones orientadas a objetos.

### **3.3. Análisis de los datos a tratar del hospital**

En esta investigación se toman como referencia los procesos que se realizan en un almacén del Hospital General de Misantla (HGMisantla), que pertenece a la secretaria de salud, para ello se ha realizado un análisis detallado de todos los procesos que ahí se realizan como parte del control de inventarios para material de curación.

#### **3.3.1. Proceso de entradas:**

En esta etapa se pueden definir todos los ingresos de material de curación que el almacén realiza llamados vales de entrada, los cuales los podemos clasificar de la siguiente manera:

- *Vales de entrada por transferencias de otras unidades hospitalaria.-* Son todos los insumos que se transfieren de hospital a hospital. Es decir, cuando un hospital tiene excedentes en algún insumo, lo pone a disposición para cualquier unidad que lo necesite se lo pueda solicitar, a este proceso se le llama “Boletín de lento y nulo movimiento”. Véase Figura 2.
- *Vales de entrada por transferencia de los almacenes centrales.-* Corresponde a toda la lista de insumos que la secretaria hace llegar a las unidades hospitalarias del estado. De acuerdo a la planeación de consumos anuales que cada hospital hace a inicio de cada año en base a su productividad o su historial de consumos. Véase Figura 3.


**SS**  
 ESTADO DE VERACRUZ

**SERVICIOS DE SALUD DE VERACRUZ**  
 SUBDIRECCION ADMINISTRATIVA  
 HOSPITAL GENERAL DE OCIDENTAL QUÉQUÉ  
 RECURSOS MATERIALES  
 REGISTRO Y ALMACÉN DE INSUMOS

**VER** Salud  
 SECRETARÍA DE SALUD

N° DE SALIDA: 1      FECHA: 01/02/2017

CENTRO: HOSPITAL GENERAL DE MISANTLA VER.  
 TIPO DE SALIDA: TRANSFERENCIA  
 OBSERVACIONES: SO: RESERVA DE APOYO

PARTIDA	PROGRAMA	FUNCIÓN DE FINANCIAMIENTO	CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	FECHA DE CADUCIDAD	LOTE	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
2540001		SEGURO POPULAR	060 030 2010	SONDA PARA ORGANO TORACICO CAL. 38	FEL	Feb-20	210030	18	0	0
			060 065 0785	GLUTARALDEHIDO AL 2%	GALON	DIC-15	187500	2	0	0
			060 066 1005	SOL ESTERILIZANTE	PCA	Mar-15	7155000	4	0	0
									0	0
									0	0
									0	0
									0	0
									0	0
									0	0
									0	0
									0	0
									0	0
									0	0
									0	0
									0	0
									0	0
									0	0
									0	0
									0	0
									0	0
									0	0
									0	0
									0	0
									0	0
									0	0
									0	0
<b>IMPORTE TOTAL</b>										0

VERACRUZ GOBIERNO DEL ESTADO  
 RESERVA  
 HOSPITAL GENERAL DE MISANTLA VER.

AGRAJALES  
 LIC. ROBERTO DE HARIL DE LA...  
 C.P. FELIX...  
 NOMBRE Y FIRMA:

Figura 2. Vales de entrada-oficina central de material de curación.

**SS**  
 SECRETARÍA DE SALUD DEL ESTADO DE VERACRUZ

Servicios de Salud de Veracruz  
 Dirección de Administración  
 Subdirección de Recursos Materiales  
 Departamento de Almacenaje y Distribución  
 RFC: SSV970307205 Xalapa ver.

**ORDEN DE ENVÍO**      **FOLIO: 2034**

**ALMACÉN ESTATAL B**

FECHA IMPRESIÓN: 14/12/2017 10:48:40 a. m.

FECHA SALIDA: 14-12-2017      IMPRESO POR: agrajales

MOVIMIENTO: ORDEN DE ENVÍO      NRO. MOVIMIENTO: 2034      REFERENCIA: EXFARMA S.A. DE C.V.

BENEFICIARIO: VZSSA003740 - HOSPITAL GENERAL DE MISANTLA

UBICACIÓN:

OBSERVACIONES: PEDIDO EXTRAORDINARIO

CCSR 4	Proyecto	Partida	Fle Fin	Clave	Descripción	Presentación	Lote	Caducidad	Cantidad	P. Prom.	Subtotal
CCSR 4	A17BE	25400001	010315	060.004.0109	Abotlenques de maipera desechables Largo: 142.0 mm Ancho: 18.0 mm.	1 ENWASE 500 PIEZAS	AB111201	31-12-2020	4	123.6019	494.4076

agrajales      **IVÁN GARCÍA MORENO**  
 ELABORADO POR      NOMBRE Y FIRMA RESPONSABLE DE SURTIMIENTO      NOMBRE Y FIRMA DEL JEFE DE ALMACÉN      NOMBRE Y CARGO DE QUIEN RECIBE

FECHA DE SALIDA: \_\_\_\_\_      FECHA DE ENTREGA: \_\_\_\_\_



**TOTAL REPORTE: \$ 494.4076**

Figura 3. Vales de entrada-transferencias de material de curación.

- *Vales de entrada por compras directas.*- Se refiere a todas las facturas de material de curación que se adquieren mediante comparas y que corresponden a insumos faltantes de los almacenes de la secretaria de salud y que no son surtidos. Véase Figura 4

		<b>DISTRIBUIDORA ERCCO, S.A. DE C.V.</b> <b>DER0104107N2</b> <b>1 PONIENTE 421</b> <b>CENTRO TEHUACAN TEHUACAN PUEBLA</b> <b>MEXICO, 75700</b>		<b>Folio Interno:</b> <b>27,131</b>  <b>Lugar y fecha de expedición:</b> TEHUACAN, PUEBLA. A 5 DE SEPTIEMBRE DE 2017.	
<b>Receptor:</b> 01091 SERVICIOS DE SALUD DE VERACRUZ SOCONUSCO 31 AGUACATAL XALAPA XALAPA VERACRUZ MEXICO, 91130 R.F.C.:SSV8703072Q6		<b>Folio Fiscal:</b> <b>4335371-10EA-467A-8D6F-7E68CB53C1E1</b> <b>Régimen Fiscal:</b> REGIMEN GENERAL DE LEY PERSONAS MORALES <b>Número de serie del certificado SAT:</b> <b>00001000000301751173</b>			
Tipo de comprobante: Ingreso Método de Pago: 02 - CHEQUE		Núm. Cuenta Pago: 0060		<b>Fecha y hora de certificación:</b> <b>2017-09-05 T13:01:58</b>	
Cantidad	Unidad	Descripción	Precio	Importe	
10.00	GALON ALTAMIRANO/	JABON QUIRURGICO 3850 LTS Lote:17-219 Cad.:21/07/2019	Fec. 91.43	914.30	
*** UN MIL SESENTA PESOS 59/100 M.N.***			<b>Sub - Total :</b> 914.30 <b>Descuento:</b> 0.00 <b>I.V.A.:</b> 146.29 <b>Total:</b> \$ 1,060.59		
		<b>Sello Digital del Emisor:</b> FRKZ85JCV9sskYlfrf+pi3y09eDH09FPMS9n9sQD01QN+xQdglpXjeD+2DmdH2KkVvOdvY7Ya5mDCieq7BwWCbdqXj01zP7qPHQBp jX12CuzkYVEHWG1E9/g73wr2FPmbjD33pD01Uzxo dHvDkUHp83tMIBeU32CM=			
		<b>Sello Digital del SAT:</b> F/E0GyKvNjzZJ9qm24M7C0y4pn60BYac3OYoCuvVeizGgdb8hsyyqPE3edn7YESICIPFETIFxYQKfX6NC9ga.dZ66pesu9NrkLzWg GwGsDOF2SAmck/dlxZHEQsYUN/S4N5xBWJym2olcmldM8W8vYy4HRRCgbH7w=			
		<b>Cadena original del complemento de certificación digital del SAT:</b>   1.0 4335371-10EA-467A-8D6F-7E68CB53C1E1 2017-09-05T13:01:58 FRKZ85JCV9sskYlfrf+pi3y09eDH09FPMS9n9sQD01QN+xQ dglpXjeD+2DmdH2KkVvOdvY7Ya5mDCieq7BwWCbdqXj01zP7qPHQBp X12CuzkYVEHWG1E9/g73wr2FPmbjD33pD01Uzxo dHvDkU Hp83tMIBeU32CM= 00001000000301751173			

Figura 4. Vales de entrada-compras directas material de curación

- *Vales de entrada por donaciones.*- Es una lista de insumos que son donados ya sea por una persona física o moral. Véase Figura 5.

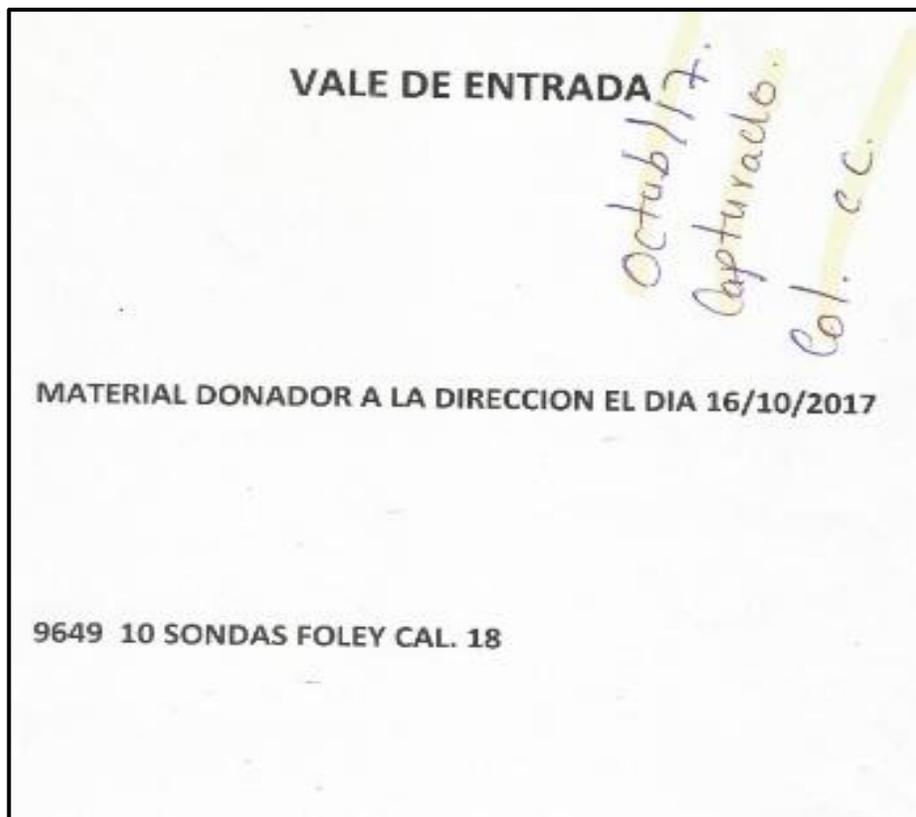


Figura 5. Vales de entrada-donación material de curación.

### 3.3.2. Proceso de Salidas

En esta etapa se registran las salidas de material de curación que el almacén realiza, y pueden ser por:

- *Vales de salida por colectivos individuales.*- Son las listas de insumos que son surtidas a los pacientes de forma individual los cuales se encuentran hospitalizados, en cirugía y urgencias de la unidad. Véase Figura 6.


55


**SERVICIOS DE SALUD DE VERACRUZ**  
HOSPITAL GENERAL DE MISANTLA  
SISTEMA DE ABASTO DE INSUMOS QUIRÓFANO / TOCOLOGÍA

*Salud para todos los Veracruzanos*

NOMBRE DEL PACIENTE \_\_\_\_\_ EDAD \_\_\_\_\_ DIAGNOSTICO \_\_\_\_\_

NO. DE CAMA \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_ NO. DEL SEGURO POPULAR \_\_\_\_\_

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TIPO	T.V.	T.N.	CANTIDAD SOLICITADA	CANTIDAD SURTI	DIRECCIÓN AL DEP. SERVICIO	CLAVE	DESCRIPCIÓN	ESTOCK	T.M.	T.V.	T.N.	CANTIDAD SOLICITADA	CANTIDAD SURTI	SISTEMA DE SERVICIO
303.53.0031	NORMOGOTERIO								030.125.1875	CISTORLES							
303.470.0036	GASA HEMOSTÁTICA								030.052.2025	VENDAS ELÁSTICA	303.470.0036						
303.456.0181	GUANTES					5 1/2			030.045.2088								
303.456.0311						7			030.103.0783								
303.456.0334						7 1/2			030.103.0755								
303.456.0335						8			030.103.0907								
303.500.0020	SERINGAS					20 ML			030.103.0552								
303.500.0021						10 ML			030.041.0775								
303.500.0022						5 ML			atc								
303.500.0023						3 ML			030.102.6050								
303.456.0336	QUANT SOMOPAC								030.102.6029	BULTO DE PAVTO							
303.445.0033	APETREZET								030.107.8080	SORBA DE ALIMENTOS							
303.086.0025	PARQUES TRANSPARENTES								atc	CANULA EMDOT 3.5							
303.041.2020	SUTURA CRÓMICOS					NO. 0			030.221.0101	COMPRESAS							
303.041.2021						NO. 2			030.308.0029	DIU							
303.041.2022							NO. 2-0		030.545.0123	PAJILLA LUJERCANTE							
303.041.0083	VICRYL NO. 1-0							030.001.0067	PAJILLA ADUCTO								
303.041.0082	VICRYL NO. 1							303.001.0024	PAJILLA PÉNICILO								
303.041.0081	VICRYL NO. 2							303.200.0018	PELAGIO NO. 4								
303.041.0080	VICRYL NO. 3							303.100.0009	BRASALETE PÉNICILO								
303.041.0079	VICRYL NO. 3-0																
303.041.0078	RAYLON 2-0																
303.041.0077	AGUIJAS 23032																
303.041.0076	AGUIJAS 23032																
303.041.0075	AGUIJAS 23032																
303.008.0014	TUBO LATEX 3/2"																
303.008.0013	TUBO LATEX 3"																
303.008.0012	BISTURÍ 100																
303.008.0011	BISTURÍ 120																
303.008.0010	BISTURÍ 140																
303.008.0009	SORBA DE APA ADUL																

ENFERMERA T. MAT. \_\_\_\_\_

ENFERMERA T. VES. \_\_\_\_\_

ENFERMERA T. NOC. \_\_\_\_\_

RECIBIDO POR SURTE \_\_\_\_\_

ADMINISTRADOR \_\_\_\_\_

ENC. DE ALMACEN SUPERVISORA \_\_\_\_\_

Jefa de Enfermería \_\_\_\_\_

LI. MARBEL OLIVIAN SALAS \_\_\_\_\_

E. E. CASTILLO RAMOS GUTIERREZ \_\_\_\_\_

Figura 6. Vales de salida-individual material de curación.



- *Vales de salida por transferencia o apoyo a otras unidades.*-Son insumos que la unidad tiene en excedente y los pone a consideración cada mes para que cualquier hospital que lo necesite pueda solicitarlo. Véase Figura 8.





SERVICIOS DE SALUD DE VERACRUZ  
 HOSPITAL GENERAL DE MISANTLA  
 COLECTIVO DE INSUMOS

FECHA: 26/12/2017      ENTRADA: \_\_\_\_\_      SALIDA: TRANSFERENCIA  
 MATERIAL DE: CURACION      SERVICIO: HOSPITAL TLAPACOYAN      HORA: \_\_\_\_\_

DESCRIPCION Y/O NOMBRE DEL MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD COLICITADA	CANTIDAD SURTIDA	NUM. PROGRAM.	FUENTE FINAN.
060.841.0658. SUTIRA SINTÉTICA ABSORBIBLE,	CJA	1	1	61315	SEG. POPULAR
CALIBRE DE LA SUTURA: 3-0, CARACTERÍSTICAS DE LA AGUJA: 1					

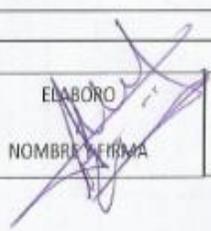
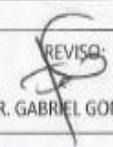
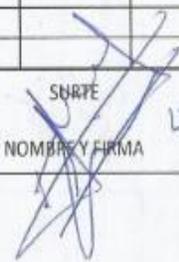
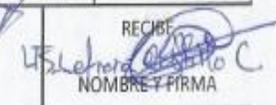
ELABORO  NOMBRE Y FIRMA	REVISO  DR. GABRIEL GOMEZ G.	AUTORIZO L.I. SHAULY A. HUESCA F	SURTE  NOMBRE Y FIRMA	RECIBE  NOMBRE Y FIRMA
--	---	-------------------------------------	--	---

Figura 8. Vales de salida-transferencia material de curación.

- *Vales de salida por lotes caducados.* Son los materiales de lento o nulo movimiento que no se lograron consumirse antes del tiempo de caducidad.

### **3.3.3. Proceso de envío de Informes.**

Son todos los reportes de existencias que se hacen a oficina central para el monitoreo del movimiento de insumos, esto les permite ver a los almacenes cuanta necesidad existe del material y de esa manera puedan armar los surtimientos mensuales a los hospitales de acuerdo a sus faltantes. Otro informe es el llamado lento y nulo movimiento, que no son más que los insumos que tiene en sobre abasto el hospital y pone a consideración para que sean adquiridos por quien los necesite.

## **IV. DESARROLLO**

La investigación se realizó usando un enfoque analítico-descriptivo. En particular, se considera como caso de estudio el almacén del Hospital General de Misantla. Esto permitió conocer los procedimientos, mecanismos y responsabilidades en cada una de las etapas que se generan dentro del almacén. Todo este análisis ayudo a definir la metodología a utilizar en este proyecto, la cual será la DRA (Desarrollo Rápido de Aplicaciones). A continuación se presentan las fases de esta metodología.

#### **4.1. Fase de Planeación.**

En esta fase se analizaron los siguientes formularios que son utilizados por la unidad del Hospital General de Misantla, para el control de su inventario. El objetivo es extraer todas las variables a utilizar en el proceso de gestión, para determinar la información resultante.

- Vale Entrada-Transferencia de material de curación. Es cuando se registra una entrada de material enviado por una unidad médica perteneciente a la secretaria de salud. Manejando parámetros similares a los del vale de Salida-Transferencia.
- Vale Entrada-Oficina central material de curación.- Es una entrada de insumos por parte de los almacenes centrales, los parámetros que se manejan son similares a los anteriores.
- Vale de Entrada-Donación material de curación. Este tipo de entrada se refiere a las donaciones que recibe el hospital por parte de instituciones de beneficencia pública, ayuntamientos, etc. que se encuentran fuera de la secretaria de salud. El vale carece de datos específicos.
- Vale Salida –Transferencia de material de curación. Es un tipo de salida de insumos que se realiza el hospital a otra unidad médica que pertenece a la Secretaria de salud. Donde se manejan parámetros como: nombre de la institución de origen y destino, fecha de realización, nombre del usuario capturista, así como los datos propios de cada insumo en cuestión clave, descripción, programa, fuente de financiamiento, y cantidad).

- Vale de Salida-CEYE material de curación. Son vales de salida que hace el almacén a un área esterilizada del mismo hospital. La razón es porque el tipo de insumos que se surten vienen en presentaciones grandes y se tienen que abrir de su empaque para repartirlos de manera separada.
- Vale de Salida-Colectivo Individual material de curación. Este tipo de vale se realiza con los datos de los insumos que requieren los pacientes que se encuentran hospitalizados o que acuden al servicio de urgencias para recibir un servicio médico.

## **4.2. Fase de Diseño Conceptual**

### **4.2.1. Modelo E-R**

La BD fue diseñada bajo el siguiente modelo de datos llamado Entidad-Relación, el cual está basado en una percepción del mundo real que consta de una colección de objetos, véase figura 9.

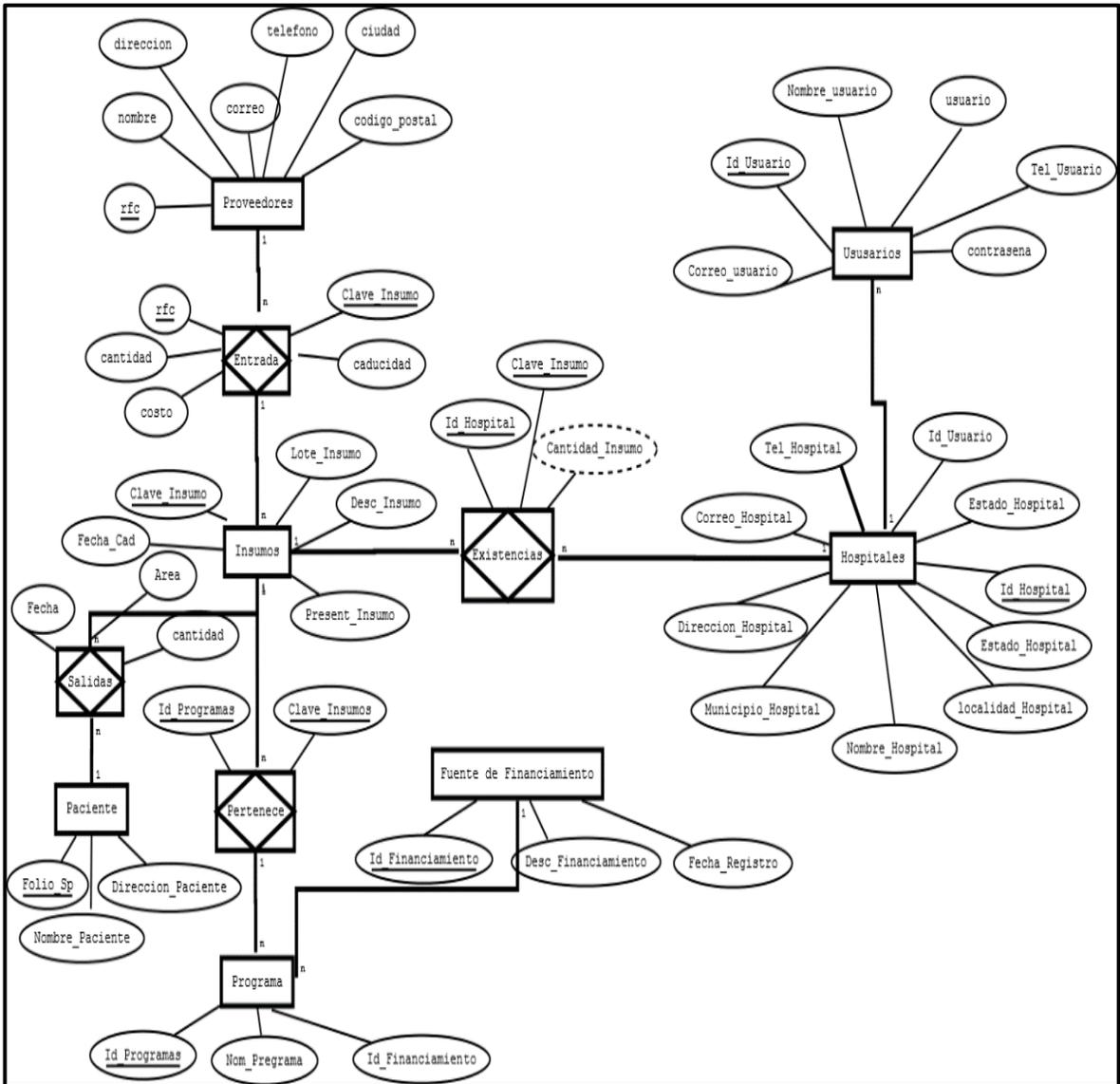


Figura 9. Modelo Entidad-Relación de la Arquitectura Multiagente.

#### 4.2.2. Diseño de la BD

Para la base de datos se ha utilizado el gestor de MySQL, por tener las siguientes características: Es un software Open Source, tiene gran velocidad al realizar operaciones, lo que da la un mejor rendimiento, tiene un bajo costo el realizar BD, debido a su bajo consumo puede ser ejecutado en equipo con escasos recursos. Véase Figura 10.

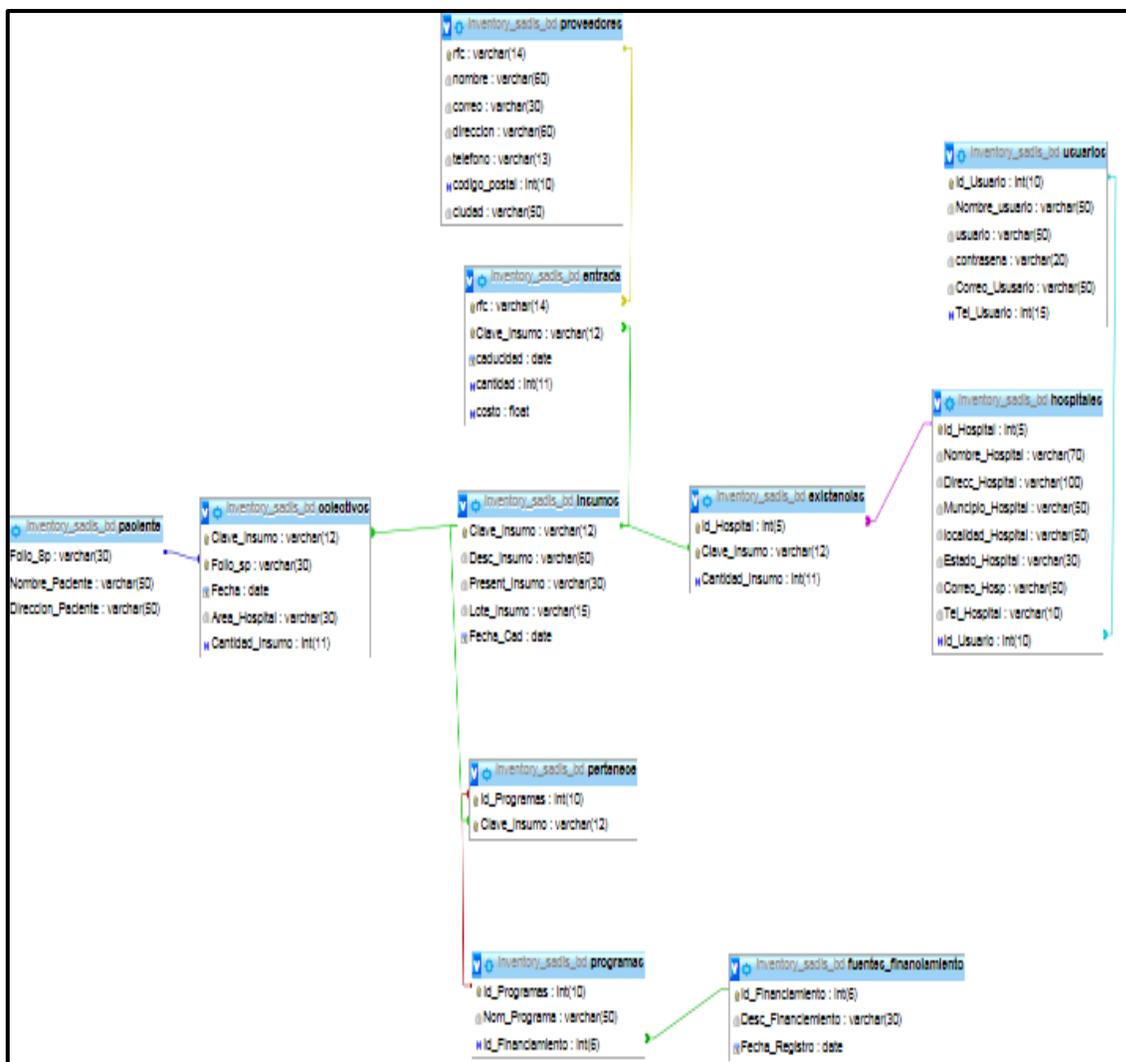


Figura 10. Diseño de la Base de Datos de la Arquitectura Multiagente.

### **4.2.3. Modelo MVC**

Otra de las partes importantes de este trabajo, es la arquitectura de tres capas MVC . En ella la máquina cliente actúa simplemente como frontal y no contiene ninguna llamada directa a la base de datos. En su lugar, el cliente se comunica con un servidor de aplicaciones, usualmente mediante una interfaz de formularios. El servidor de aplicaciones, a su vez, se comunica con el sistema de bases de datos para acceder a los datos. Esta arquitectura se muestra en la Figura 11

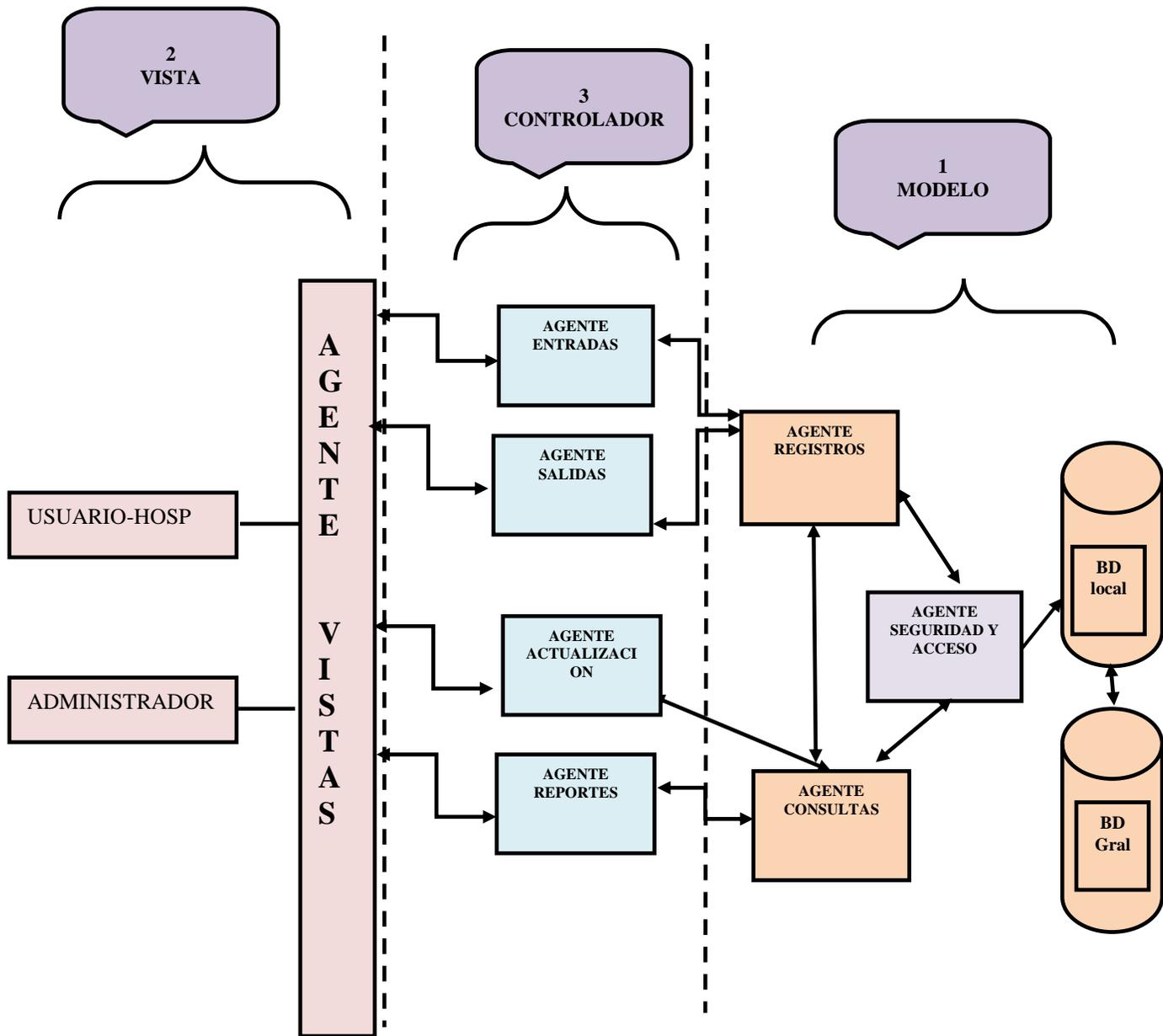


Figura 11. Diseño del Modelo MVC de la Arquitectura Multiagente.

### 4.3. Diagrama de casos de Uso

Para establecer y definir el escenario donde los usuarios van a interactuar con el sistema, debemos de realiza el diagrama de caso de uso (Jimmi a. et al), que establece la metodología DRA. Véase Figura 12.

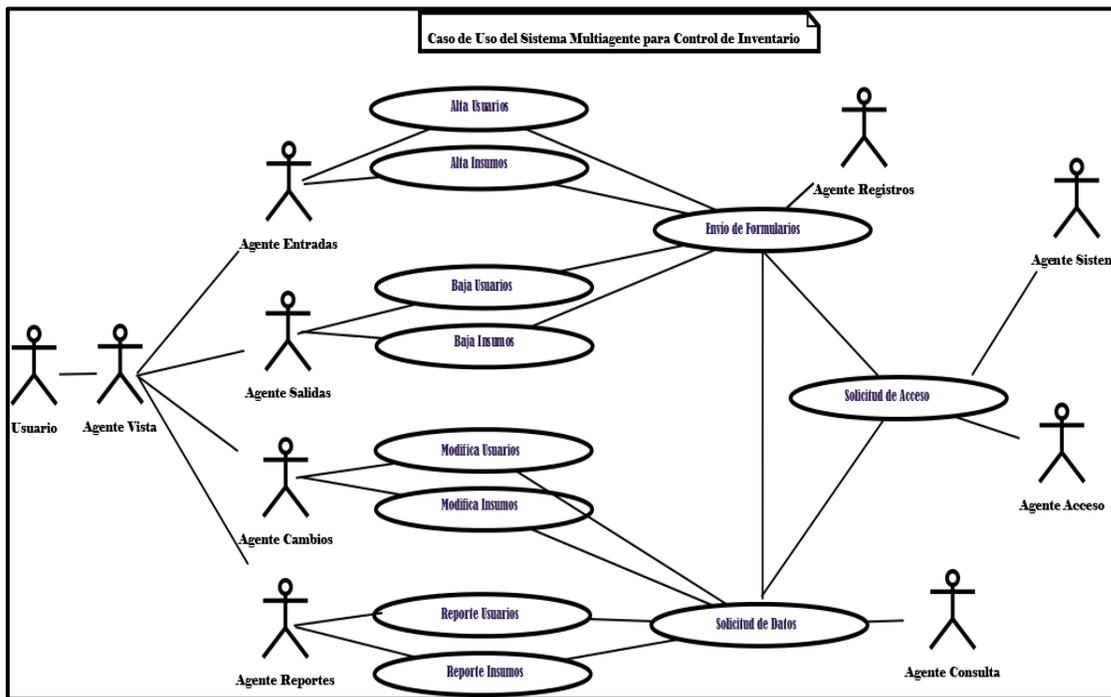


Figura 12. Diagrama de Casos de Uso de la Arquitectura Multiagente.

### 4.4. Diseño de Agentes

Los agentes que se utilizarán se muestran en la Tabla 2, Tabla 3, Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8, y Tabla 9. En estas se definen los objetivos y características de cada agente.

**Tabla 2 Agente Vista**

<b>Información inicial</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Rol</b>	<b>Descripción</b>
<b>Agente Interfaz</b>	Agente de software	Interfaces del sistema para los usuarios	Contiene todas las interfaces de la arquitectura. Observa e interpreta las acciones de cada usuario mediante las vistas y hace un enlace con el agente correspondiente.
<b>Plataforma de desarrollo</b>		<b>Plataforma de implementación</b>	<b>Protocolo de comunicación</b>
Java		Java	FIPA-ACL
<b>Objetivo del Agente Interfaz</b>			
<b>Objetivo</b>	<b>Parámetro de entrada</b>	<b>Parámetro de salida</b>	<b>Condición de activación</b>
Comunica a los usuarios de los almacenes con el sistema	Registros cachados por el sistema ingresados por el usuario.	Datos solicitados por el usuario.	Inicio de Sesión
<b>Condición de finalización</b>	<b>Condición de éxito</b>		<b>Descripción</b>
Ingresos de datos erróneos	Muestra información de los formularios según elección.		Este agente presenta el escenario general del sistema.

**Tabla 3 Agente Entradas**

<b>Información inicial</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Rol</b>	<b>Descripción</b>
<b>Agente Entradas</b>	Agente de software	Formulario de los tipos de entradas que ofrece el software	Realiza el proceso de entrada de usuarios e insumos. Atiende la solicitud del agente vistas para realizar el proceso de entradas que el usuario seleccione (llenado de formularios), finaliza enviando las altas al agente registro para su actualización.
<b>Plataforma de desarrollo</b>		<b>Plataforma de implementación</b>	<b>Protocolo de comunicación</b>
Java		Java	FIPA-ACL
<b>Objetivo del Agente Entradas</b>			
<b>Objetivo</b>	<b>Parámetro de entrada</b>	<b>Parámetro de salida</b>	<b>Condición de activación</b>
Presenta el formulario del tipo de entrada seleccionado por el usuario	Peticiones del agente interfaz	Respuesta a la solicitud del agente interfaz	Admisión de una petición del agente interfaz
<b>Condición de finalización</b>		<b>Condición de éxito</b>	<b>Descripción</b>
Fallo en la comunicación con los agentes Registro, Consulta o Seguridad y Acceso		Envió de solicitud al agente Registro	Este agente presenta un panorama general de las entradas que ofrece el software.

**Tabla 4 Agente Salidas**

<b>Información inicial</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Rol</b>	<b>Descripción</b>
<b>Agente Salidas</b>	Agente de software	Formularios de los tipos de Bajas que ofrece el software	Realiza el proceso de baja o salida de usuarios e insumos. Atiende la solicitud del agente vistas para realizar el proceso de salidas que el usuario seleccione (llenado de formularios), finaliza enviando las bajas o salidas al agente registro para su actualización.
<b>Plataforma de desarrollo</b>		<b>Plataforma de implementación</b>	<b>Protocolo de comunicación</b>
Java		Java	FIPA-ACL
<b>Objetivo del Agente Salidas</b>			
<b>Objetivo</b>	<b>Parámetro de entrada</b>	<b>Parámetro de salida</b>	<b>Condición de activación</b>
Presenta el formulario del tipo de salida seleccionado por el usuario	Peticiones del agente interfaz	Respuesta a la solicitud del agente interfaz	Admisión de una petición del agente interfaz
<b>Condición de finalización</b>	<b>Condición de éxito</b>		<b>Descripción</b>
Fallo en la comunicación con los agentes Registro, Consulta o Seguridad y Acceso	Envió de solicitud al agente Registro		Este agente presenta un panorama general de las bajas o salidas que ofrece el software.

**Tabla 5 Agente Actualización**

<b>Información inicial</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Rol</b>	<b>Descripción</b>
<b>Agente Actualización</b>	Agente de software	Formularios de los tipos de Actualización que ofrece el software	Realiza el proceso actualización de usuarios e insumos. Atiende la solicitud del agente vistas para realizar el proceso de actualización que el usuario seleccione (llenado de formularios), finaliza enviando la petición al agente consulta.
<b>Plataforma de desarrollo</b>		<b>Plataforma de implementación</b>	<b>Protocolo de comunicación</b>
Java		java	FIPA-ACL
<b>Objetivo del Agente Actualización</b>			
<b>Objetivo</b>	<b>Parámetro de entrada</b>	<b>Parámetro de salida</b>	<b>Condición de activación</b>
Presenta el formulario del tipo de actualización seleccionado por el usuario	Peticiones del agente interfaz	Respuesta a la solicitud del agente interfaz	Admisión de una petición del agente interfaz
<b>Condición de finalización</b>		<b>Condición de éxito</b>	<b>Descripción</b>
Fallo en la comunicación con los agentes Consulta o Seguridad y Acceso		Envió de solicitud al agente Registro	Este agente presenta un panorama general de las actualizaciones que ofrece el software.

**Tabla 6 Agente Reportes**

<b>Información inicial</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Rol</b>	<b>Descripción</b>
<b>Agente Reportes</b>	Agente de software	Formularios de los tipos de reportes que ofrece el software	Gestiona todos los reportes de usuarios e insumos. Atiende la solicitud del agente vistas para realizar el proceso de reportes que el usuario seleccione (llenado de formularios), finaliza enviando la petición al agente consulta.
<b>Plataforma de desarrollo</b>		<b>Plataforma de implementación</b>	<b>Protocolo de comunicación</b>
Java		Java	FIPA-ACL
<b>Objetivo del Agente Reportes</b>			
<b>Objetivo</b>	<b>Parámetro de entrada</b>	<b>Parámetro de salida</b>	<b>Condición de activación</b>
Presenta el formulario del tipo de reporte seleccionado por el usuario	Peticiones del agente interfaz	Respuesta a la solicitud del agente interfaz	Admisión de una petición del agente interfaz
<b>Condición de finalización</b>	<b>Condición de éxito</b>		<b>Descripción</b>
Fallo en la comunicación con los agentes Consulta o Seguridad y Acceso	Envió de solicitud al agente Registro		Este agente presenta un panorama general de los reportes que ofrece el software.

**Tabla 7 Agente Registro**

<b>Información inicial</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Rol</b>	<b>Descripción</b>
<b>Agente Registro</b>	Agente de software	Interfaz para el agente Entrada y agente salida	Registra las siguientes actividades: monitorea las transacciones pendientes, recibe y envía peticiones, y recibe de los agentes entradas y salidas todos sus procesos. Envía peticiones al agente seguridad y acceso para actualizar la BD de acuerdo a prioridades asignadas
<b>Plataforma de desarrollo</b>		<b>Plataforma de implementación</b>	<b>Protocolo de comunicación</b>
Jade		Java	FIPA-ACL
<b>Objetivo del Agente Registro</b>			
<b>Objetivo</b>	<b>Parámetro de entrada</b>	<b>Parámetro de salida</b>	<b>Condición de activación</b>
Recibir y enviar las peticiones al agente seguridad y acceso	Peticiones del agente entradas y el agente salida	Respuesta a la solicitudes de los agentes entradas y salidas	Admisión de una petición del agente entrada o salida
<b>Condición de finalización</b>	<b>Condición de éxito</b>		<b>Descripción</b>
Fallo en la comunicación con los agentes Consulta o Seguridad y Acceso	Envío de solicitud al agente seguridad y acceso		Este agente recibe todas la peticiones de altas y bajas para actualizar los registros

**Tabla 8 Agente Consultas**

<b>Información inicial</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Rol</b>	<b>Descripción</b>
<b>Agente Consulta</b>	Agente de software	Interfaz para el agente Actualización, Reportes y Registro	Registra las siguientes actividades: monitorea las transacciones pendientes, recibe y envía peticiones, y recibe de los agentes actualización, reportes y registro todos sus procesos. Envía peticiones al agente seguridad y acceso para actualizar la BD de acuerdo a prioridades asignadas
<b>Plataforma de desarrollo</b>		<b>Plataforma de implementación</b>	<b>Protocolo de comunicación</b>
Jade		java	FIPA-ACL
<b>Objetivo del Agente Consulta</b>			
<b>Objetivo</b>	<b>Parámetro de entrada</b>	<b>Parámetro de salida</b>	<b>Condición de activación</b>
Recibir y enviar las peticiones al agente seguridad y acceso	Peticiones del agente reportes, agente actualización y agente registro	Respuesta a la solicitudes de los agentes reportes y actualización.	Admisión de una petición del agente reportes o actualización
<b>Condición de finalización</b>	<b>Condición de éxito</b>		<b>Descripción</b>
Fallo en la comunicación con los agentes Consulta o Seguridad y Acceso	Envío de solicitud al agente seguridad y acceso		Este agente recibe todas la peticiones de actualizaciones y reportes para los registros

**Tabla 9 Agente Seguridad y Acceso**

<b>Información inicial</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Rol</b>	<b>Descripción</b>
<b>Agente Seguridad y Acceso</b>	Agente de software	Interfaz para el agente Consulta	Controla la concurrencia, asigna prioridades a las peticiones simultáneas y da respuesta a las solicitudes.
<b>Plataforma de desarrollo</b>		<b>Plataforma de implementación</b>	<b>Protocolo de comunicación</b>
Jade		java	FIPA-ACL
Objetivo del Agente Seguridad y Acceso			
<b>Objetivo</b>	<b>Parámetro de entrada</b>	<b>Parámetro de salida</b>	<b>Condición de activación</b>
Recibir y dar respuesta a los agentes consulta y registro.	Peticiones del agente consulta y registro	Respuesta a la solicitudes de los agentes consulta y registro	Admisión de una petición del agente consulta o registro
<b>Condición de finalización</b>		<b>Condición de éxito</b>	<b>Descripción</b>
Fallo en la comunicación con los agentes Consulta o registro		Respuesta a las solicitudes de peticiones	Este agente recibe todas la peticiones de los agentes consultas y registros.

#### 4.5. Arquitectura multiagente

Jorge J. Gómez Sanz (2002), afirma en su tesis doctoral que: “un sistema multiagente da soluciones al diseño de cada uno de sus procesos, para que posteriormente, el diseñador seleccione un modelo de agente, un modelo de entorno, un modelo de interacciones y modelos de organización a instanciar.”. Véase Figura 13.

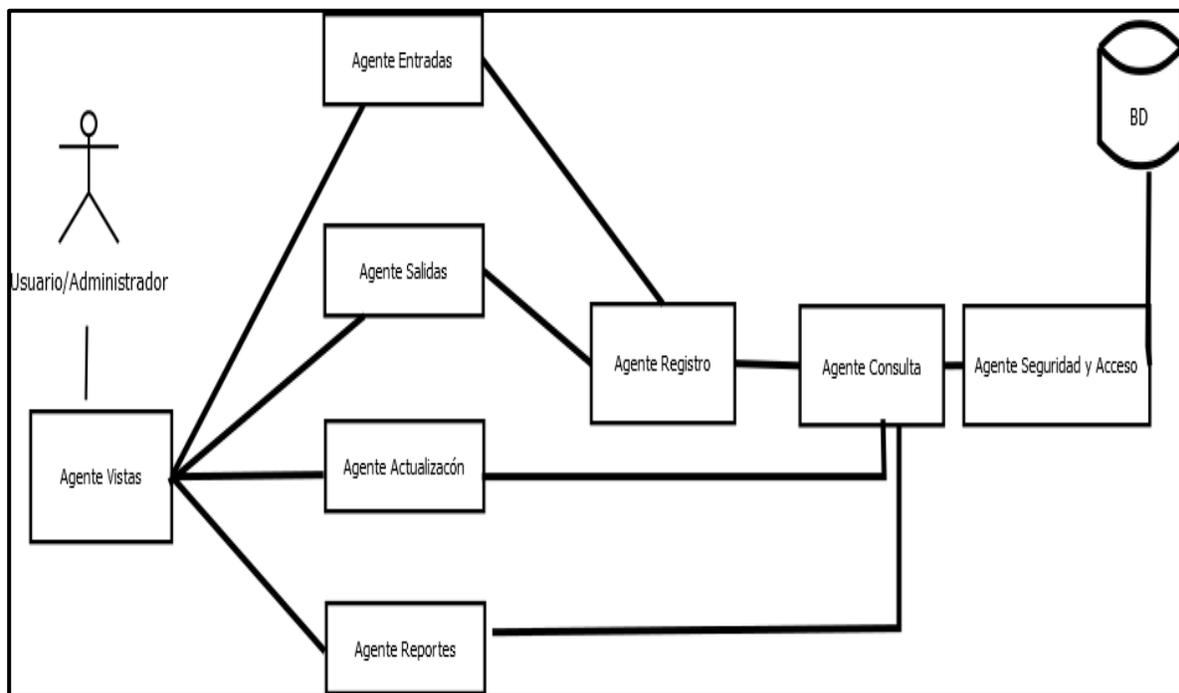


Figura 13. Arquitectura General Multiagente

## **V. ANÁLISIS Y RESULTADOS**

Teniendo en cuenta trabajos previos y haciendo comparaciones de las diferentes arquitecturas que dan solución a un control de inventario, se obtuvo como resultado modelo multiagente, el cual está compuesto por ocho agentes y de los cuales solo el agente vistas fue programado por el experto para que el usuario almacenista, los encargados de departamentos y directivos pudieran dar el visto bueno y la aprobación de la funcionalidad de la arquitectura.

Para demostrar la funcionalidad de esta arquitectura multiagente propuesta, se ha programado el agente interfaz, en él podemos ver como los procesos de este software funcionan.

### **5.1. Agente Vistas**

Objetivo: Observa e interpreta las acciones de cada usuario mediante las interfaces y hace un enlace con el agente correspondiente.

Para la implementación de este agente se diseñó una interfaz bajo el entorno de desarrollo visual de Java, para uso de administradores y usuarios del personal de los almacenes de segundo nivel de la secretaria de salud, en donde podrán acceder a las funcionalidades de este software, como son: Registro de usuarios, hospitales e insumos, todos los movimientos de inventarios de material de curación (registro de entradas y salidas) y generación de reportes, semanales, mensuales y boletines de insumos sin movimiento.

- Inicio de sesión:

Para que se pueda acceder a las funcionalidades de este software el administrador, deberá da de alta a los usuarios, asignándoles un nombre de usuario y contraseña. Cuando el personal operativo del almacén realice la autenticación, el sistema validará los datos y realizara la conexión con el servidor. Véase Figura 14.



a) .

b)

Figura 14. Pantalla (a) Inicio de Sesión y (b) Menú Principal.

En caso de que los datos ingresados sean erróneos o no se encuentren registrados mandará un mensaje de error. Si en el momento de ingreso no existe conexión con el servidor, el sistema trabajará de manera local y en cuanto se establezca la conexión se harán las actualizaciones a la base de datos.

Al iniciar sesión todos los agentes se encienden, si en la unidad existen insumos próximos a caducar, el agente reportes enviará un mensaje de alerta que permitirá visualizar y enviar la lista sobre los insumos de poco movimiento o próximos a caducar, que pueden ser puestos a disposición a otras unidades médicas. Véase Figura 15.



Figura 15. Alerta de Insumos Próximos a Caducar.

- Menú Usuarios

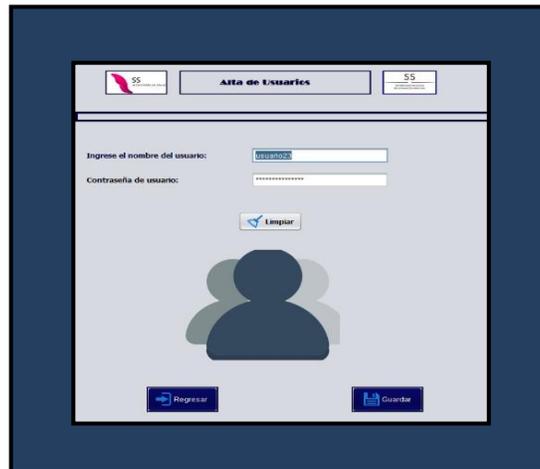
Dentro del Menú Usuarios podemos encontrar las siguientes opciones: Altas (crear cuentas de usuarios para acceder a las funciones e información relativa a su propio alcance), Consultas y Bajas de Usuarios. El perfil del administrador es el que cuenta con mayor número de permisos dentro del sistema. Véase Figura 16.

- Menú Catálogos

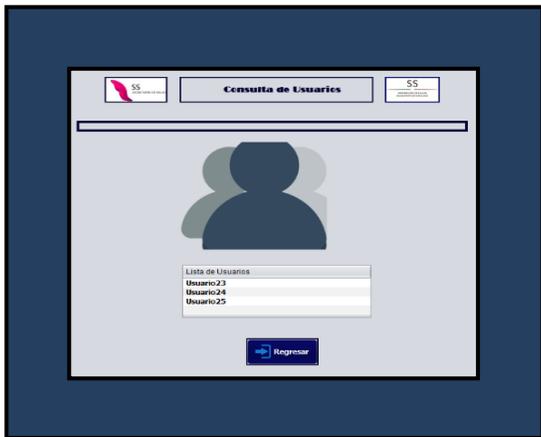
Los catálogos son presentados de manera informativa, solo serán administrables por los usuarios con los privilegios correspondientes. En general, la modificación y/o actualización de los catálogos es responsabilidad exclusiva del personal de Oficinas centrales (Usuario Administrador, Departamento de Almacenaje y Distribución), mientras que los demás usuarios solo tendrán permisos para consultar. Si algún elemento necesario no se encuentre dentro de los catálogos correspondientes o se requiera dar de baja (unidad médica, insumos y proveedores), será necesario ponerse en contacto con el Administrador para que lo dé de alta y actualice en el sistema. Véase Figura 17.



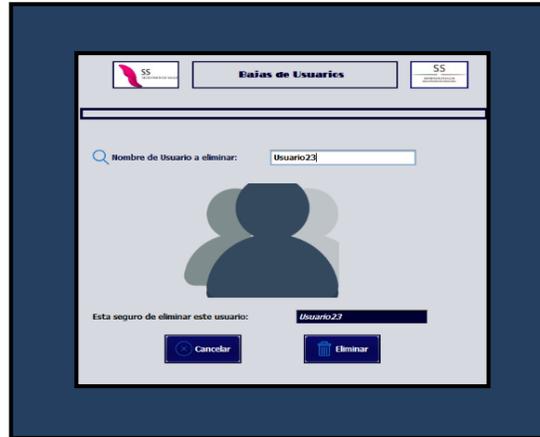
a)



b)



c)

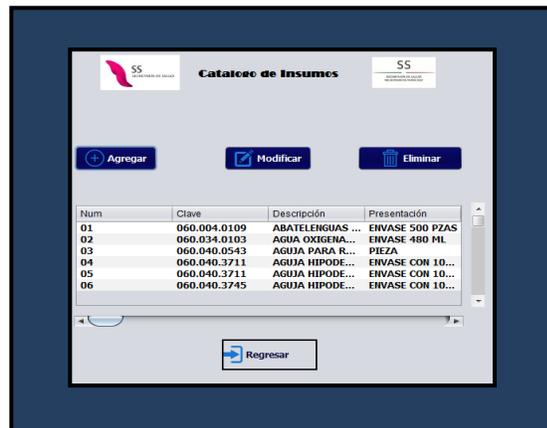


d)

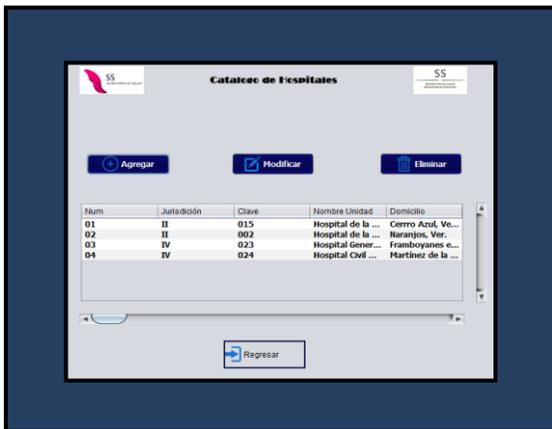
Figura 16. Pantalla (a) Menú usuarios, (b) Alta usuarios, (c) Consulta usuarios y (d) Baja usuarios.



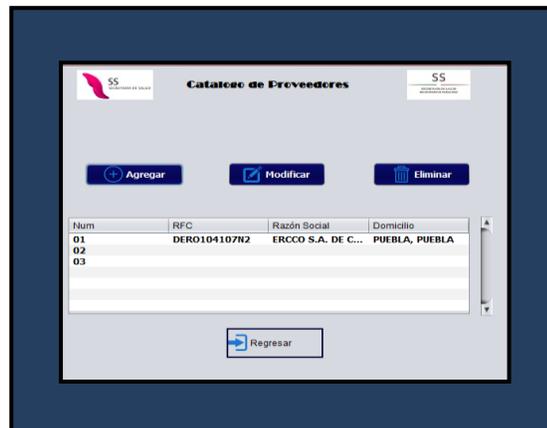
a)



b)



c)



d)

Figura 17. Pantalla (a) Menú catálogo, (b) Catálogo insumos, (c) Catálogo hospitales, (d) Catálogo proveedores.

Para realizar un nuevo registro, se tiene que dar clic en el botón Agregar y solicitar los datos de los insumos, unidades médicas o proveedores dependiendo de la opción elegida.

- Menú Control de insumos

En este menú el sistema contiene las opciones de Entradas y Salidas de los movimientos del inventario de insumos.

En las entradas de insumos se encuentran contenidas las acciones de registro de Entradas Nuevas, Cancelar Entradas y Consultas Entradas ya existentes.

En el apartado Entrada Nueva, se muestran al usuario diferentes tipos de ingresos al almacén. Aquí podrán tener acceso los usuarios generales del almacén, el menú está compuesto por: Compras Directas, Transferencias y Donaciones.

Entradas por Compras Directas. Son los insumos solicitados a los proveedores a través de algún tipo de adquisición. Véase Figura 18.

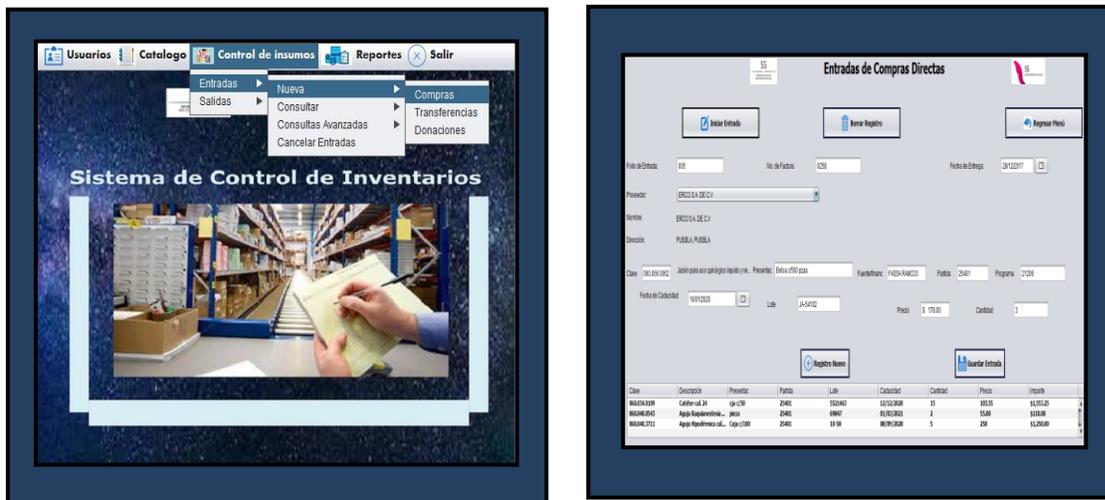


Figura 18. Menú Control de Inventarios/Nueva/Compra, (b) Entradas por compras Directas

Entradas por transferencias. Son entradas que provienen de algún almacén o una unidad administrativa. Véase Figura 19.

Entradas por donaciones. Estas entradas son las que realizan algunas unidades externas a la unidad médica. Véase Figura 19.



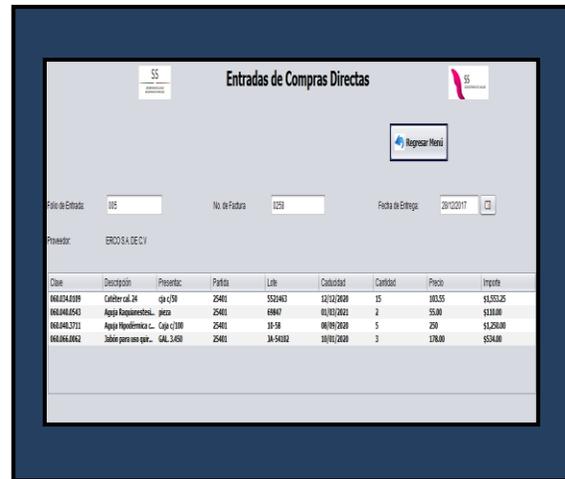
Figura 19. Pantalla (a) Entradas por Transferencias, (b) Entradas por Donaciones.

Después de añadir el registro al listado se tiene la posibilidad de seleccionarlo para actualizarlo o eliminarlo por algún error o cambio no previsto. Es posible cancelar todas las entradas borrando los registros ya capturados sin afectar los inventarios.

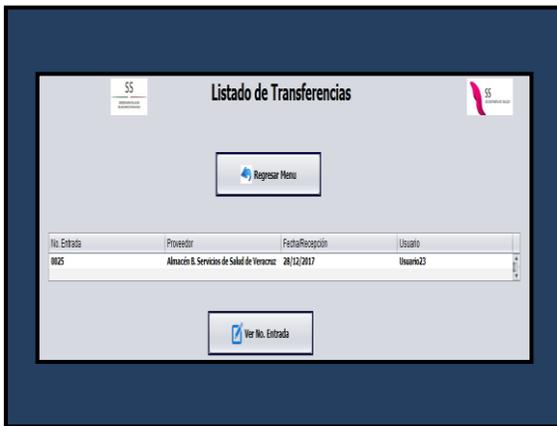
Submenú Entrada/Consultar. Se muestran al usuario diferentes tipos de consultas de las entradas realizadas. Aquí podrán tener acceso los usuarios generales del almacén, el menú está compuesto por: Compras Directas, Transferencias y Donaciones. Al seleccionar cualquier tipo de consulta, se desplegará una lista de todas las entradas registradas y solo bastara con seleccionar u oprimir el botón Ver Entrada, para que se haga el despliegado del vale de entrada con detalle de sus registros. Véase Figura 20.



a)



b)



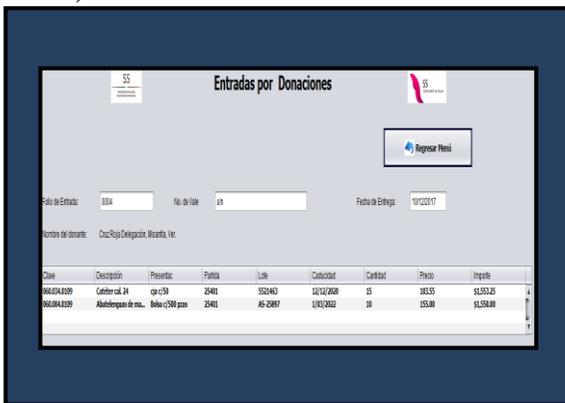
c)



d)



e)



f)

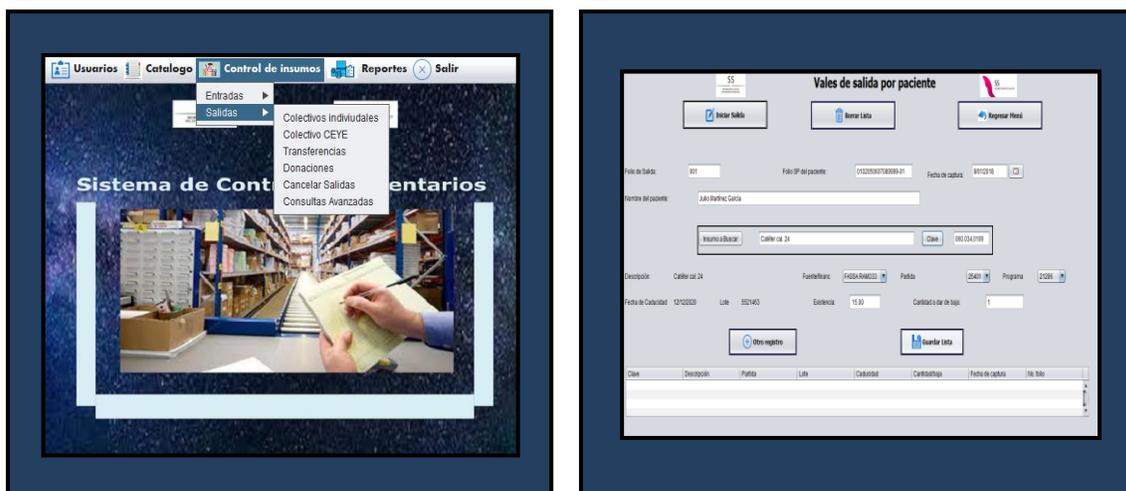
Figura 20. Pantalla (a) Consultas de Entradas por compras, (b) Detalle de la compra, (c) Consulta de Transferencias, (d) Detalle de la Transferencia, (e) Consulta de Donaciones, (f) Detalle Donaciones.

Cancelar Entradas. Esta opción permite cancelar aquellas entradas que se hayan generado por algún error en captura o cualquier cuestión que conlleve a una cancelación. Solo basta ingresar el número de folio de la entrada, y a continuación desplegará el detalle de la entrada. Véase Figura 21.



Figura 21. Cancelar Entradas.

En las salidas de insumos se registran todas las requisiciones como los colectivos individuales que corresponden a los pacientes hospitalizados, Colectivo al área de CEYE, Transferencias a otras unidades y Cancelación de cualquier tipo de salida que se haya generado. Véase Figura 22.



a)

B)

Figura 22. Pantalla (a) Menú Salidas, (b) Vale de Salida.

## **5.2. Determinación del Consumo promedio mensual**

Uno de los principales problemas que afecta al Hospital General de Misantla, es el desabasto de insumos por falta de una requisición exacta del material de curación. A continuación se presenta un algoritmo y un diagrama que muestran los pasos a seguir para generar un reporte de salidas de material de curación.

### **5.2.1. Proceso para determinar Consumo promedio mensual (CPM)**

En la figura 22, se presenta un algoritmo para pronosticar el CPM de insumos de material de curación que dará solución a una de las problemáticas de esta institución médica. Este proceso lo forma un conjunto de estrategias entre ellas cabe destacar los siguientes puntos:

El agente vistas envía la solicitud del de bajas al agente salidas paquete, enviándole la solicitud por el canal de transmisión.

Al momento de la recepción se hace una condición para revisar la lista de vales e insumos a dar de baja, y empezar el proceso.

La segunda condición es para saber si hemos llegado al mínimo de existencias, este proceso se realiza haciendo una solicitud de consulta y el tiempo de respuesta dependerá de que tantas solicitudes haya en ese momento. Si lo datos dan positivos se enviara una alerta de pedido y pasara al punto no. 4, por lo contrario seguiremos a la siguiente condición.

La tercera condición recibe el dato y verifica si hay suficientes insumos para realizar la baja. Si no existe cantidad suficiente regresa al paso no. 2 para seguir con el siguiente insumo. Por el contrario, se procede al llenar el formulario de baja

Se recibe el paquete y se hace la solicitud a los agentes registros, seguridad y acceso para poder realizar la actualización de la base de datos. Y se regresa al paso no. 2.

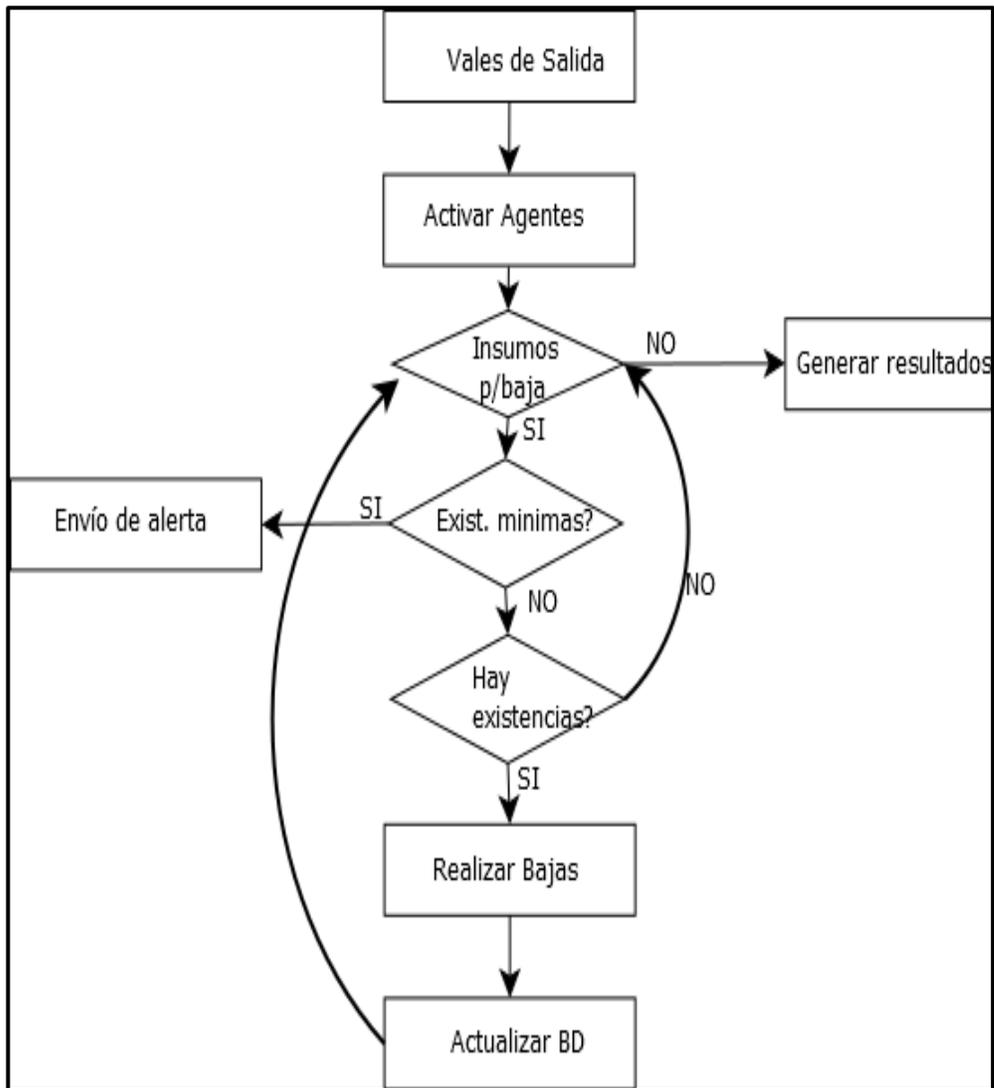


Figura 23 Algoritmo para determinar Consumo promedio mensual

### 5.2.2. Pronostico del CPM de insumos

La siguiente figura muestra un diagrama realizado con la herramienta Día. Este proceso ilustra la comunicación entre agentes, procesos y tablas para obtener un reporte del consumo de todos los insumos.

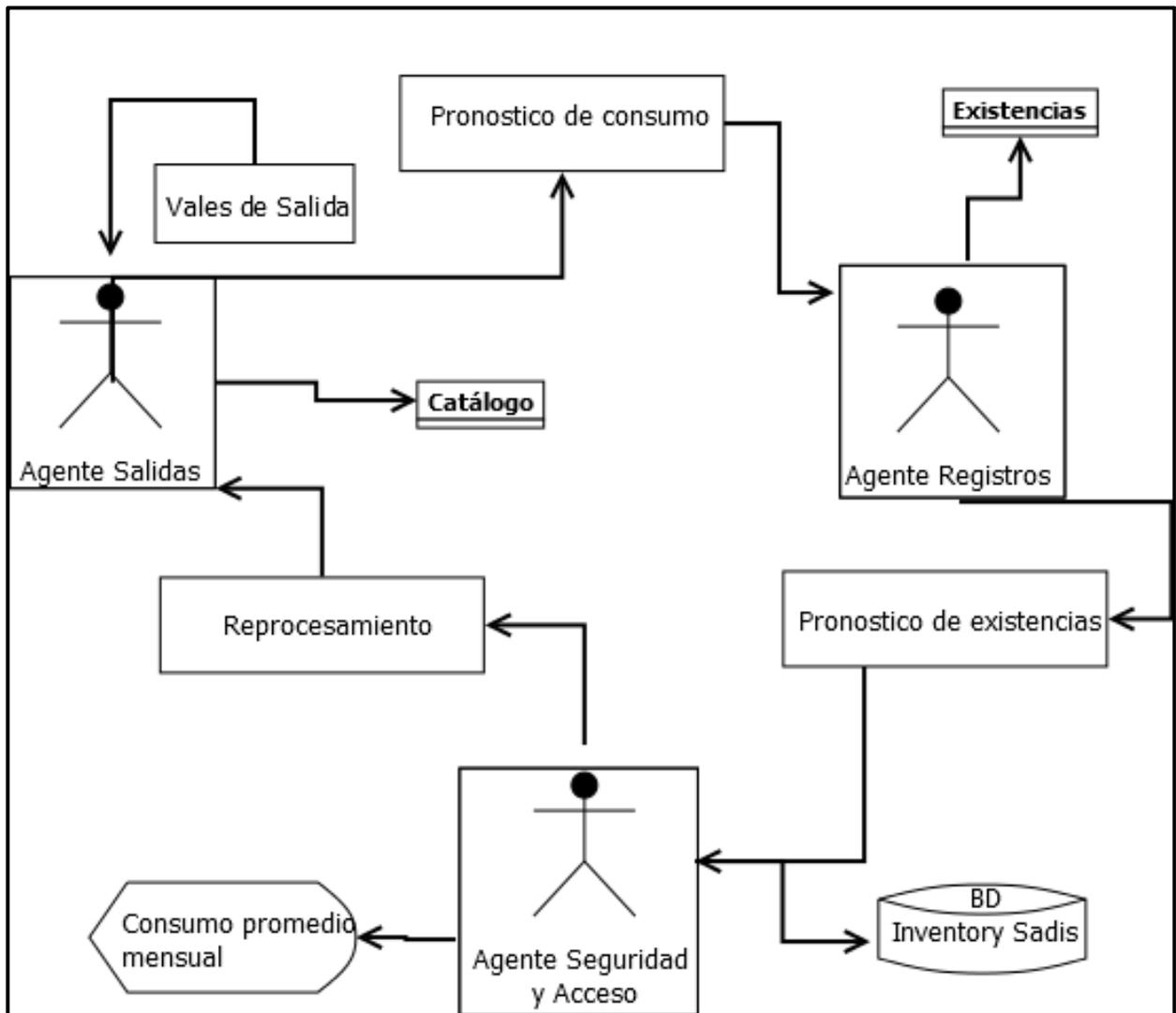


Figura 24 Pronóstico del Consumo promedio mensual

## **VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO**

En este trabajo de investigación de tesis, se ha presentado el análisis y diseño de una arquitectura multiagente, para el desarrollo de software bajo un entorno web, que servirá para llevar el control de inventarios de insumos del almacén del Hospital General de Misantla. Teniendo este software las siguientes funciones: manejo de la carpeta de insumos, proveedores, hospitales, entradas y salidas de material de curación, y generación de reportes y alertas.

Para el desarrollo de esta investigación se han tomado como referencia dos parámetros, que son: trabajos relacionados que ya han sido implementados obteniendo excelentes resultados y las necesidades y problemática que enfrenta el almacén de esta unidad médica. Todo esto sirvió para poder realizar un análisis de las actividades que se realizan en los almacenes y bajo que normas se rigen, dando como resultado la selección de datos a utilizar para la creación de la base de datos, el modelado de datos y agentes inteligentes.

Por lo tanto esta aplicación web, permitirá la interacción de oficina central con el almacén de la unidad médica, para llevar un monitoreo del material de curación del almacén, como lo son: entradas y salidas de insumos, material de lento movimiento y generación de reportes con los historiales de sus movimientos.

Para enriquecer esta investigación se publicó un artículo con el tema: “Arquitectura de un sistema multiagente para control de inventario”. Este fue presentado en el “Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Tuxpan 2017” y publicado en el portal de internet “AcademiaJournals.com”. El congreso se realizó en la ciudad de Tuxpan, Ver., del 27 al 29 de septiembre del 2017. La presentación del artículo fue recibida con mucho interés.

En relación al trabajo a futuro tenemos que:

- Diseñar y desarrollar una aplicación para implementar la arquitectura propuesta.
- Implementar el sistema a todos los hospitales de segundo nivel.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Secretaria de Salud.** *Servicios de Salud de Veracruz. Dirección de Administración Subdirección de Recursos Materiales. Departamento de Almacenaje y Distribución. "NORMAS, PROCEDIMIENTOS Y TECNICAS EN MATERIA DE ALMACENES"*, 2012.

**P Beynon-Davies<sup>1</sup> , C Carne<sup>1</sup> , H Mackay<sup>2</sup> and D Tudhope<sup>1</sup>, 1999** *"Rapid application development (RAD): an empirical review"*, *1 School of Computing, University of Glamorgan, Wales; 2 Sociology Discipline, The Open University, European Journal of Information Systems (1999)* , Página. 212.

**Ramez Elmasri y Shamkant B. Navathe (2010).** *FUNDAMENTALS OF Database Systems, 6th ed. p. cm. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, Pearson Education, Inc., publishing as Addison-Wesley. All rights reserved* Página 286-294.

**Wikipedia 2017,** "Cardinalidad en Base de datos", Wikipedia. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/325885721/Base-de-Datos-Definicion-Cardinalidad-y-Tipos-de-Cardinalidad>.

**Abraham Silberschatz, Henry F. Korth y S. Sudarshan, 2002** *"Fundamentos de Base de Datos"*. Cuarta edición. Carlos Coronel, Steven Morris, and Peter Rob, *"DATABASE SYSTEMS DESIGN, IMPLEMENTATION, AND MANAGEMENT "*, Traducción de la cuarta edición en inglés de *Database System Concepts*, 2010. Pág. 367.

**Stuart J. Russell y Peter Norvig, 2004,** *Inteligencia Artificial un Enfoque Moderno* RUSSELL, S. f.; NORVIG, P. Segunda Edición. PEARSON E11tICAClbY. S.A., Madrid. 2WM. Pág. 37-42.

**Antonio Abarca Álvarez 2011**, “*SISTEMA DE AGENTES PARA CONTROL DE STOCK DE ALMACÉN BASADO EN IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA*”, (Tesis doctoral). Universidad de Castilla-La Mancha. Pág. 71-74.

**Bellifemine, F., Poggi, A. y Rimossa, G. 2001**. *JADE a FIPA compliant agent development environment. Actos de consistencia. Proceedings of the fifth international conference on autonomous agents, ACM. 2001.*

**David Garlan and Mary Shaw January 1994 CMU-CS-94-166**, *An Introduction to Software Architecture School of Computer Science Carnegie Mellon University Pittsburgh, PA 15213-3890* Also published as “*An Introduction to Software Architecture,*” *Advances in Software Engineering and Knowledge Engineering, Volume I, edited by V.Ambriola and G.Tortora, World Scientific Publishing Company, New Jersey, 1993. Also appears as CMU Software Engineering Institute Technical Report CMU/SEI-94-TR-21, ESC-TR-94-21. ©1994 by David Garlan and Mary Shaw.*

**Valentín Álvarez Hilario, René E. Cuevas Valencia, José Mario Martínez Castro 2011**. “*Implementation of distributed transaction using intelligent agents*”. *REVISTA VINCULOS Vol 8 • Número 1 • ENERO - JUNIO 2011. Pag. 18-19.*

**LIU Sanya WANG Hongwei Institute of Systems Engineering (2014)** *Agent Architecture for Agent-based Supply Chain Integration & Coordination, Huazhong University of Science and Technology , P.8.*

**Diana C., Chistian Z., Alex J., Freddy D. (2014)**. *Development of a web system for the management of multi-warehouse inventory, accounting management, and creation of a digital repository of technical reports, using DSpace, primefaces technology and open source tools, for CROSSTRONIK CIA. LTDA. P.10.*

**Hanen Jemal, Zied Kechaou, Mounir Ben A., and Adel M. A. (2015).** A Multi Agent System for Hospital Organization, *International Journal of Machine Learning and Computing*, Vol. 5, No. 1, February 2015, P.6.

**Leo van M., John-Jules M. (2011)** *Decentralized Autonomous-Agent-Based Infrastructure for Agile Multiparallel Manufacturing*, Faculty of Science and Technology, Utrecht University of Applied Sciences, 978-0-7695-4349-9/11 \$26.00 © 2011 IEEE .DOI 10.1109/ISADS.2011.38. P. 8.

**Chengzhi Jiang, Zhaohan Sheng (2008)** Case-based reinforcement learning for dynamic inventory control in a multi-agent supply-chain system, Elsevier Ltd. All rights reserved, Contents lists available at ScienceDirect, Expert Systems with Applications, journal homepage: [www.elsevier.com/locate/eswa](http://www.elsevier.com/locate/eswa), P.11.

**Sara Saberi · Ali Shahandeh Nookabadi · S. Reza Hejazi (2012)** *Applying Agent-Based System and Negotiation Mechanism in Improvement of Inventory Management and Customer Order Fulfilment in Multi Echelon Supply Chain*, Department of System and Industrial Engineering, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran RESEARCH ARTICLE - SYSTEMS ENGINEERING, P. 11.

**Pavon Mestras, J. (2009).** *Estructura de las Aplicaciones Orientadas a Objetos. El patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC).* Madrid, Madrid, España. Microsoft. (2014). Microsoft Corporation. Obtenido de <http://support.microsoft.com/kb/158182/es>.

**CASEMaker Totem** ©Copyright 1997-2000 CASEMaker Inc. What is Rapid Application Development? U.S.A. 2001. Pag. 7

**García Portuondo, I. & Fonseca Suárez, L.** Desarrollo Rápido de Aplicaciones Apoyado en MDA. Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura. Cuba. 2010. Pag. 2

**Martin, James.** Rapid application development. Macmillan publishing company, 1991.

**Lan Gilfillan.** "LA BIBLIA DE MySQL". ANAYA (Multimedia). Página 39-40.

**Bruce Eckel.** "Piensa en Java". PRENTICE HALL es un sello editorial autorizado de PEARSON EDUCACIÓN, S.A. Segunda Edición. Última reimpresión, 2003

**R. Khosla, N. Ichalkaranje y L. C. Jain,** Design of Intelligent Multi-Agent systems", Human-Centredness, Architectures, Learning and Adaptation. Springer-Veriag Berlin Heideberg 2005.

**Jimmi A. Olarte M., Ludy A. García C., Roberto E. Salas R.** "OPTIMIZACIÓN DE INVENTARIOS A TRAVÉS DE AGENTES INTELIGENTES" Ingeniería en Telemática, Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá D.C., Colombia. Página 3.

**Jorge J. Gómez Sanz (2002).** "MODELADO DE SISTEMAS MULTI-AGENTE". Departamento de Sistemas Informáticos y Programación Facultad de Informática Universidad Complutense de Madrid. Tesis Doctoral. Página 18.