



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN**

**“SISTEMA DE PLANEACIÓN AVANZADA (APS) DE  
CARGA PORTUARIA”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN COMPUTACIÓN  
ESPECIALIZACIÓN SISTEMAS DE INFORMACIÓN  
ESPECIALIZACIÓN SISTEMAS TECNOLÓGICOS**

**Presentado por**

**Evelyn Patricia Echeverría Ruiz**

**Irina Judith Jácome Chocaír**

**David Joao Rodríguez Molina**

**Guayaquil - Ecuador**

**2005**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar agradecemos a Dios por guiarnos en nuestro camino, por ser quien nos ilumina siempre y porque nos acompaña en cada situación y está presente en nuestras decisiones.

A nuestros padres por ser nuestros pilares en nuestra educación y desarrollo personal, gracias a ellos que siempre han confiado en cada uno de nosotros y están en cada uno de los momentos que más los necesitamos.

Y a cada uno de nuestros maestros que han puesto un granito de arena para nuestro crecimiento como grandes profesionales ya que gracias a sus enseñanzas estamos listos para triunfar en el mundo.

## DEDICATORIAS

A nuestros padres

A nuestros hermanos

## TRIBUNAL DE GRADO

---

Ing. Carlos Monsalve Arteaga  
DECANO DE LA FIEC

---

Ing. Fabricio Echeverría Briones  
DIRECTOR DE TÓPICO

---

Dr. Enrique Peláez Jarrín  
VOCAL PRINCIPAL

---

Ing. Carlos Jordán Villamar  
VOCAL PRINCIPAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La Responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL ”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

---

Evelyn Patricia Echeverría Ruiz

---

Irina Judith Jácome Chocáir

---

David Joao Rodríguez Molina

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>II</b>
<b>DEDICATORIAS .....</b>	<b>III</b>
<b>TRIBUNAL DE GRADO.....</b>	<b>IV</b>
<b>DECLARACIÓN EXPRESA.....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>3</b>
1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN .....	3
1.1. ANTECEDENTES .....	4
1.2. PROCESO DE EMBARQUE DE BANANO.....	5
1.2.1 PROCESO DE ELECCIÓN DEL PERSONAL Y MAQUINARIAS .....	5
1.3. MANEJO DEL PERSONAL EN LA CARGA PORTUARIA .....	6
1.4. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	10
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>11</b>
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	11
2.1. TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN Y MÉTODOS DE .....	12
OPTIMIZACIÓN.....	12
2.1.1. SISTEMA DE PLANEACIÓN AVANZADA (APS).....	13
2.1.2. HEURÍSTICA .....	13
2.2. ALGORITMO GENÉTICO Y SU APLICACIÓN EN LA CARGA .....	15
PORTUARIA.....	15

<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>21</b>
3. ANÁLISIS DEL SISTEMA .....	21
3.1. ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS Y ALCANCE DEL SISTEMA .....	22
3.1.1. USUARIOS DEL SISTEMA .....	27
3.1.2. ACCESO DE LOS CLIENTES AL SISTEMA .....	28
3.1.3. PROCESOS DISPONIBLES .....	29
3.2. ANÁLISIS TÉCNICO .....	33
3.3. ANÁLISIS DE SEGURIDAD .....	36
3.4. ESPECIFICACIÓN DE CASOS DE USOS Y ESCENARIOS .....	37
3.5. DIAGRAMA DE OBJETOS .....	60
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>61</b>
4. DISEÑO DEL SISTEMA .....	61
4.1. DISEÑO ARQUITECTÓNICO DEL SISTEMA .....	62
4.2. DISEÑO DE LA INTERACCIÓN CON EL USUARIO .....	63
4.3. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS .....	67
4.4. DIAGRAMA DE CLASES DEL SISTEMA .....	68
4.5. DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES DEL SISTEMA .....	69
4.6. DIAGRAMAS DE INTERACCIÓN DE OBJETOS .....	74
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>89</b>
5. IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS .....	89
5.1. PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN .....	90
5.2. PRUEBAS REALIZADAS .....	91
5.3. PROBLEMAS PRESENTADOS EN LA IMPLEMENTACIÓN .....	94
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>95</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>96</b>
<b>APÉNDICE A: FLUJO DE VENTANAS Y LAYOUTS</b> .....	<b>97</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>98</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>98</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

### CAPÍTULO 1

Figura 1.1 .....9

### CAPÍTULO 2

Figura 2.1 .....16

Figura 2.2 .....19

Figura 2.3 .....20

### CAPÍTULO 4

Figura 4.1 .....62

Figura 4.2 .....64

Figura 4.3 .....65



# INTRODUCCIÓN

La presente tesis es basada en el desarrollo de un APS (Advanced Planning System) de Carga Portuaria, por medio de este trabajo queremos automatizar uno de los principales servicios en los puertos de Fertisa, Puerto Marítimo y Banana Puerto de Guayaquil, realizados por la compañía Dorint S.A., como es el embarque de banano, el cual desde estos puertos es exportado a los diferentes mercados internacionales, este trabajo requiere mucha planificación para lograr que el banano esté embarcado en el tiempo exacto y de manera correcta, es decir de acuerdo al tipo de estiba o embarque, y en perfecta condiciones.

Hemos realizado un APS ya que gracias a este tipo de sistemas logramos la optimización de planes y programas en función de restricciones de recursos y capacidades, que en el caso de la Carga Portuaria, a veces es limitado si se tienen varios embarques a la vez, y el tiempo destinado para cierto embarque se basa siempre en la cantidad de recursos disponibles, es así que tomando en cuenta todos los detalles que implica esta planificación, se logrará un sistema capaz de hacer dicho trabajo automáticamente basándose en los recursos que posee la empresa y optimizando a su vez al máximo el uso de los mismos, y de esta manera lograremos facilitar el trabajo de las personas encargadas de dicha labor de planificación.

A lo largo de esta tesis iremos explicando todos los pasos que conlleva hacer un trabajo de ésta índole así como los procesos que se hacen manualmente y posteriormente la automatización de éstos gracias al sistema.

# **CAPÍTULO 1**

## **1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN**

En esta sección se describirá los diferentes pasos que son necesarios para la planificación de un embarque de banano, se explica la forma en la que éste proceso es realizado convencionalmente, y se darán las justificaciones de la automatización de éste procedimiento con nuestro sistema.

## 1.1. ANTECEDENTES

El procedimiento actual para el embarque de banano se lo viene realizando de una manera no automatizada en donde la principal herramienta de trabajo para una buena planificación son las hojas de Excel y confiar en las decisiones que tome el individuo encargado de la planificación del embarque en base a su experiencia.

Prácticamente todo el manejo tanto de personal como de maquinarias respectivas que intervendrán en un embarque determinado se controla a través de Excel en donde se lleva un registro de todos los datos importantes del personal encargado de estibar las cajas de banano y de las diferentes maquinarias que se requieren para realizar este proceso.

La planificación consiste prácticamente en la elección del personal adecuado y maquinaria respectiva y está a cargo del Gerente de Operaciones de la empresa, el cual se basa específicamente en ciertos indicadores como: el rendimiento del personal y la maquinaria que se encuentre en mejor estado; para luego él escoger entre toda su información la que mejor satisfaga las necesidades, es decir el Gerente de Operaciones toma la decisión de qué personal y qué maquinaria participarán del embarque, todo este proceso se realiza en forma manual en base específicamente a su experiencia.

En los siguientes puntos se detallará con exactitud el proceso de embarque.

## **1.2. PROCESO DE EMBARQUE DE BANANO**

El proceso actual del embarque de banano conlleva seguir una serie de pasos consecutivos los cuales se detallan a continuación:

- Se reciben por parte del cliente (exportadora) las solicitudes de embarque de banano, con las especificaciones respectivas.
- Se analiza la capacidad para la entrega del servicio de acuerdo a la información de campo y los requerimientos del cliente.
- Se confirma la capacidad o proponen alternativas para satisfacer las necesidades del cliente dejando constancia de las mismas.
- Se rechaza o no el contrato entre ambas partes, con todas las especificaciones acordadas que se determinan claramente en el mismo.
- Se confirman los buques a la carga, dado y confirmado por el cliente para las áreas involucradas y su respectiva planificación.
- Se planifica la operación de acuerdo a las especificaciones entregadas por el cliente y se supervisa la inspección de la fruta.

### **1.2.1 PROCESO DE ELECCIÓN DEL PERSONAL Y MAQUINARIAS**

De acuerdo a lo solicitado por el cliente en este caso la exportadora, el Gerente de Operaciones es el encargado de elegir los supervisores, las cuadrillas, las maquinarias y los operadores que van a realizar el trabajo requerido.

El Gerente de Operaciones posee un plano de estiba, que es un plano del barco donde se encuentran identificadas las bodegas y las grúas que se van a usar para el embarque, aquí también se indica la capacidad de las bodegas.

El proceso de elección del personal y la maquinaria depende básicamente del rendimiento de las cuadrillas y de los operadores, del tipo de estiba que se va a realizar, entre otros aspectos. El Gerente de Operaciones es la persona que planifica de acuerdo a estos indicadores y en base a su experiencia; la planificación es casi diaria y se tiene que tomar decisiones inmediatas cuando se presenta un problema no previsto como puede ser una lluvia repentina lo que representa un atraso el trabajo teniendo que re-planificar personal y maquinaria.

### **1.3. MANEJO DEL PERSONAL EN LA CARGA PORTUARIA**

En el proceso de embarque de banano se encuentran vinculada muchas personas y cada una de ellas tiene un rol específico. A continuación se describen éstos roles:

**Jefe de Operaciones.-** Es el coordinador general encargado de la planificación del personal y maquinarias para un determinado embarque.

**Supervisores.-** La supervisión es una de las partes principales del control y la eficiencia, los turnos de trabajo son de 12 horas diarias con la presencia del supervisor en cada área de trabajo.

**Cuadrillas.-** Es un conjunto de 45 a 50 trabajadores alineados de acuerdo al programa de trabajo, laborando de dos a tres días a la semana.

**Operadores de Montacargas y manipuladores.-** Es un grupo de operadores homogéneos con experiencia que han demostrado estar adaptados a las operaciones tanto en bodega como en barco. Este grupo de trabajadores está compuesto por tres operadores de montacargas y siete manipuladores.

En cuanto a los equipos que se requieren en el servicio de estiba encontramos:

**Maquinarias Propias.-** La empresa dispone de 1 montacargas y 6 manipuladores electromecánicos, y su mantenimiento se ha realizado con revisiones continuas de la empresa vendedora, además de contar con dos mecánicos que realizan el chequeo diario de las máquinas.

**Maquinarias Alquiladas.-** Cuando el requerimiento del cliente sobrepasa el abastecimiento de las máquinas, se alquilan maquinarias a las empresas operadoras portuarias del Puerto Marítimo de Guayaquil.

**Equipos.-** Se dispone de 100 palets JET, 20 superpalets, 6 vinchas, 4 arañas, 2 canastas para manipuladores, 20 juegos de esunchadoras (tensoras y tenazas), equipo que permite trabajar con 3 cuadrillas simultáneamente.

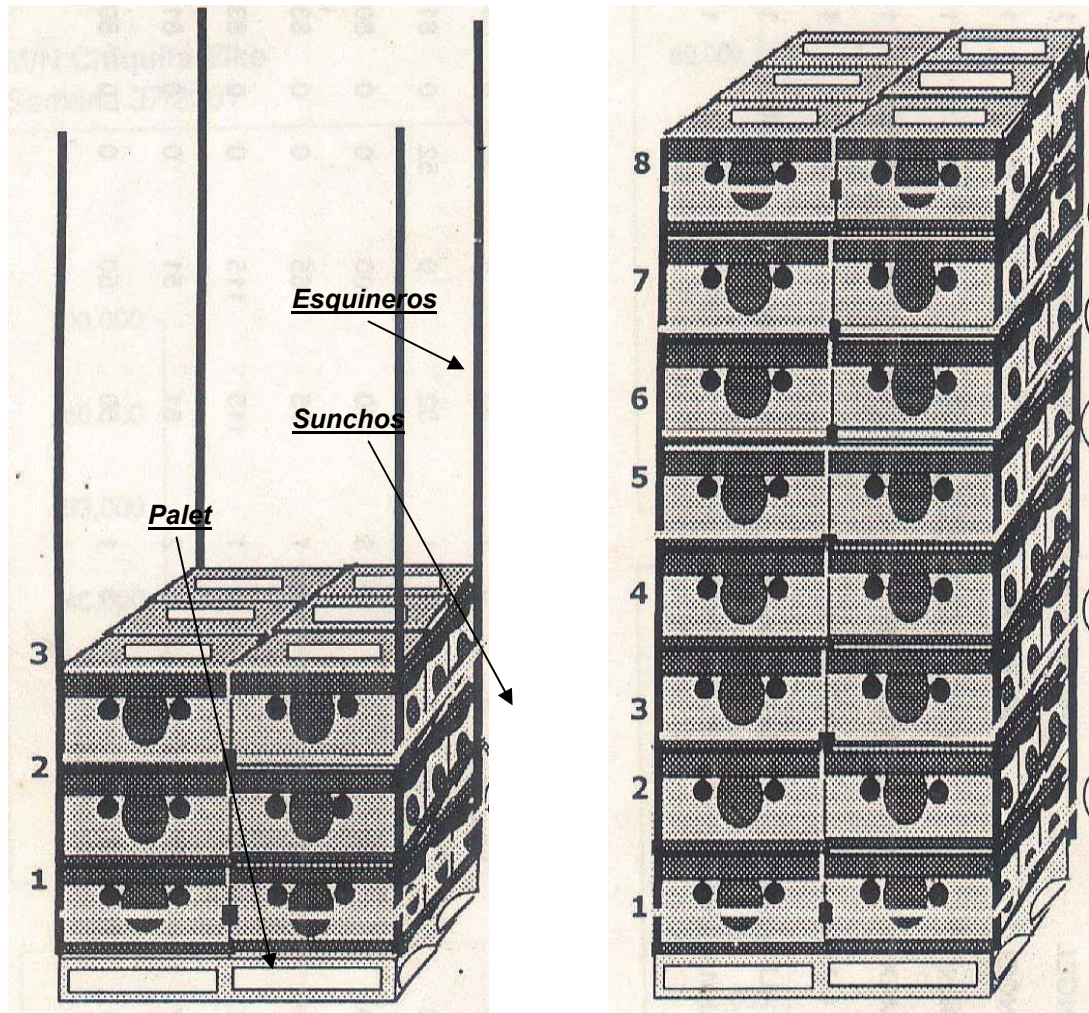
Un **palet** es una armazón de madera que sirve como base para colocar las cajas de banano y poder llevarlas a las bodegas del barco. Su contextura y ubicación de tablonos permite dar ventilación a la fruta una vez ubicadas en la bodega del barco.

Un **esquinero** tiene forma de un ángulo que puede ser de cartón o de plástico reciclado, su función es la de alinear uniformemente la ruma de las cajas con banano paletizadas. Cada palet lleva 4 esquineros

Un **suncho** es una cinta de plástico con polietileno con un ancho de 1,5 cm. y largo de 4.80 m., su función es la de fijar las cajas con banano con los esquineros y evitar el maltrato de las mismas. Cada palet lleva 6 tiras de sunchos.



En la figura 1.1 podemos apreciar un palet con las cajas de banano, los esquineros y los sunchos



**Figura 1.1 Palet con los sunchos, los esquineros y las cajas**

## 1.4. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

### Justificación

PCP (Planificador de Carga Portuaria) fue desarrollado con el propósito general de reducir el tiempo en que tarda la planificación y organización del embarque de banano en un barco determinado tomando en cuenta todos los recursos disponibles como el personal y maquinarias, esto ayudará notablemente a las empresas que manejen el sistema, en especial para Dorint S.A., ya que un pequeño retraso en el proceso puede ocasionar pérdidas económicas y atrasos en el trabajo.

### Objetivos

- Planificar, organizar y optimizar el uso de las maquinarias que se utilizan al momento del embarque de las cajas de banano.
- Planificar y organizar el personal que son necesarios al momento del embarque del banano, dependiendo del número de cajas que se tenga que embarcar y del espacio en el barco.
- Planificar los contratos con proveedores en caso de alquiler o compra de alguna maquinaria que no se tenga disponible a dicha hora del embarque.

# **CAPÍTULO 2**

## **2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

En este capítulo explicaremos las definiciones básicas en las cuales nos hemos basado para desarrollar nuestro proyecto. Se explicarán los conceptos de APS, Algoritmo Genético y Heurística.

## **2.1. TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN Y MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN**

El ingreso a la nueva era de e-business ha traído consigo cambios significantes en la forma de trabajar e interactuar entre personas y compañías. El surgimiento de nuevas tecnologías repletas de nuevos términos y conceptos, hace que el estar actualizado sea un verdadero reto para cualquier profesional de hoy en día.

Cuando se habla de tecnología de información, entramos en un territorio de fronteras cada vez más amplias y difusas por la capacidad simbiótica de mezclarse con otras tecnologías.

El futuro ambiente tecnológico, deberá considerar la adopción de modelos, que utilizan herramientas y estándares nuevos, y garantizan la omnipresencia de los servicios y la información, organizándose en forma federalizada y con una arquitectura de tres niveles claramente separados: la interfaz al usuario, la lógica de negocios y la gerencia transaccional de las bases de datos.

Por otro lado, existe una gran variedad de situaciones en las que el ser humano enfrenta a la necesidad de resolver algún problema que requiere ser optimizado. Estos problemas pueden encontrarse tanto en

aplicaciones de la Informática a otras ramas de la ingeniería, ciencias o economía (diseño y ajuste de trayectorias, control de sistemas, optimización de recursos o producción, etc.), como en temas específicos de la formación recibida (diseño y entrenamiento de redes de neuronas, reconstrucción de imágenes y reconocimiento de caracteres).

#### **2.1.1. SISTEMA DE PLANEACIÓN AVANZADA (APS)**

Los sistemas APS son sistemas avanzados de planificación que explotan las últimas tecnologías informáticas basadas en la optimización de resultados.

Un APS puede ser utilizado en la solución de un amplio rango de problemas estratégicos y tácticos para poder mejorar la ventaja competitiva que se tiene en el mercado globalizado con el fin de poder reducir tiempo y costos en las diferentes estrategias del negocio.

Los sistemas APS hacen uso de algoritmos heurísticos para lograr una optimización en los resultados, es así que se combinan con algoritmos como el Genético, Ant Colony, Recocido Simulado entre otros [1].

#### **2.1.2. HEURÍSTICA**

Muchos problemas de optimización no pueden ser abordados por métodos exactos, por su alto grado combinatorio o por la dificultad de generar un modelo basado en programación matemática que

represente exactamente una situación real. Para situaciones de ésta naturaleza han venido generando desde la década de los sesenta métodos conocidos como heurísticos, capaces de encontrar soluciones de buena calidad pero en muchos casos aproximada a la solución óptima.

En el primer tiempo se generaron métodos orientados específicamente a la resolución de cada problema, gran parte de estos métodos fueron generados inspirándose en la resolución de problemas de fácil representación pero muy difícil solución como son: el Problema del Vendedor Viajero; el Problema de la Mochila; el Problema de los Conjuntos de Cobertura; etc.

Por la naturaleza diferente de estos problemas los métodos que se generaron eran útiles apenas para el problema en el cual habían sido inspirados, a partir de los años ochenta se han generado una familia de métodos conocidos como meta-heurísticos que ahora tienen la capacidad de ser aplicables a problemas de diversa naturaleza. Es decir, una misma plantilla algorítmica puede ser utilizada para resolver problemas que provienen de diversos sectores.

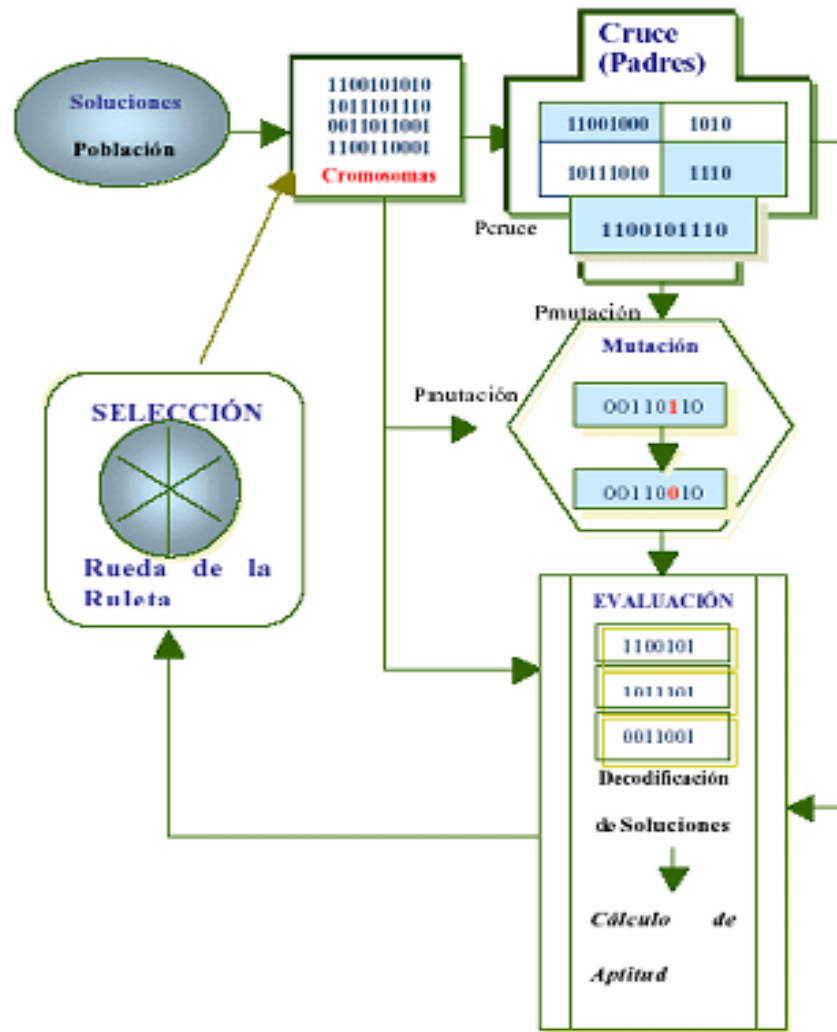
Los métodos meta-heurísticos más conocidos son:

- Búsqueda Tabú

- Simulated Annealing
- Algoritmos Genéticos
- Redes Neuronales
- Trayectoria de Hormiga [2]

## **2.2. ALGORITMO GENÉTICO Y SU APLICACIÓN EN LA CARGA PORTUARIA**

Un algoritmo genético simula la evolución de los procesos y los cambios genéticos en las estructuras de los cromosomas (Ver Figura 2.1) [3].



**Figura 2.1** Estructura general del Algoritmo Genético

Antes de hacer la descripción del algoritmo genético es necesario aclarar algunos elementos que entran en juego en la implementación de algoritmos genéticos y que son primordiales para entender cómo se implementó la búsqueda de la mejor planificación.



**Población:** Es el conjunto de soluciones potenciales, donde la población inicial puede ser elegida aleatoriamente, ésta cambia con el tiempo pero su tamaño se mantiene. Este parámetro representa la combinación inicial de maquinarias, operadores y cuadrillas. Desde éste punto de vista, un individuo en la población es una maquinaria específica, un operador en particular o una cuadrilla, y un conjunto de Maquinaria-Operador (individuos) generados en un primer momento al azar representa la población base con la que comienza el cruce y la búsqueda de la mejor planificación.

**Individuo:** Representa un elemento de la población.

**Generaciones:** Este parámetro define cuántas generaciones se desea que acontezcan en el proceso. Cuántas veces se deben cruzar los individuos hasta que pare el proceso de planificación.

**Sobrevivencia:** Este parámetro es uno de los más importantes. Define cuántos individuos se podrán aparear con el fin de producir descendientes aptos en el proceso. Desde el punto de vista biológico éstos son los individuos que sobreviven y tienen el derecho de procrear. Las maquinarias, personal, cuadrillas, o individuos, producto de cada generación serán valorados por su calidad de adaptación al medio. Este

parámetro seleccionará cuáles de ellos tienen el derecho de seguir pasando sus genes a las siguientes generaciones.

**Cromosomas:** Un cromosoma es una estructura de datos que contiene un "String" de parámetros con tarea o genes. Representa la combinación de Maquinarias-Operador y Cuadrilla, es decir nuestro cromosoma estará formado por estos 2 genes.

**Gen:** Un gen es una sección del cromosoma que usualmente codifica el valor de un simple parámetro, en nuestro sistema existen 2 genes, el primero será la combinación Maquinaria-Operador, y el segundo gen está formado por la cuadrilla.

**Alero:** Un alero es el valor de un gen, en nuestro sistema tenemos como aleros a las maquinarias, operadores de maquinarias y cuadrillas.

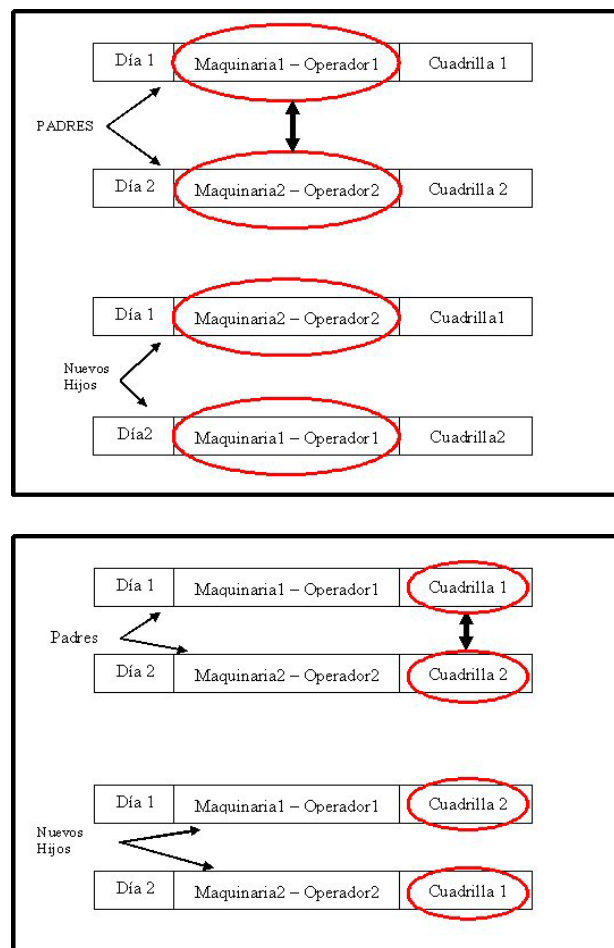
**El fitness:** De un individuo es un valor que refleja el performance.

**Una función de fitness:** Es un mapeo de los cromosomas en una población acordando los correspondientes valores de fitness.

**Penalización:** Es la manera que permite castigar a individuos de buen rendimiento pero que son indeseables.

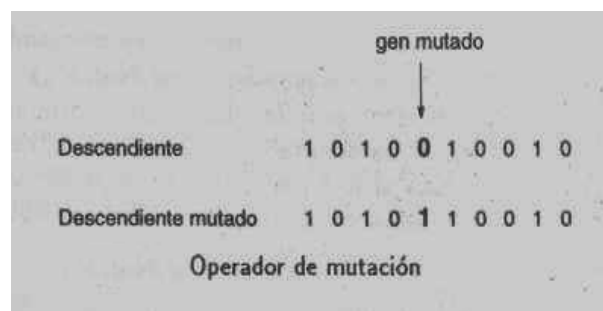
**Medida de Factibilidad:** Es la forma de asegurarse que el individuo es adecuado.

**Crossover (Cruzamiento):** Dos nuevos individuos pueden ser obtenidos de dos padres en el mating pool, recomblando a ambos padres. Existen 2 tipos de cruzamiento: one point crossover (Ver Figura 2.2) y two points crossover [4]



**Figura 2.2** One Point Crossover

**Mutation (Mutación):** Cada cierto número de nacimientos se producen unas mutaciones, que son individuos nuevos que se añaden a la población con código genético cambiado, sirven para que la especie no se estanquen en un mínimo local(Ver Figura 2.3).



**Figura 2.3** Mutación

# **CAPÍTULO 3**

## **3. ANÁLISIS DEL SISTEMA**

En este capítulo se describe el análisis completo del sistema PCP lo que conlleva dar a conocer todos los procesos que intervienen en el embarque de banano los cuales se automatizarán para facilitar la planificación de dichos procesos, así mismo se detallarán las herramientas utilizadas en el desarrollo del presente sistema.

### 3.1. ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS Y ALCANCE DEL SISTEMA

Nuestro sistema deberá optimizar uno de los procedimientos más importantes a la hora de planificar un embarque de banano como es: la planificación del personal y maquinaria que intervendrán en determinado embarque, dicha tarea es el principal problema que necesita ser automatizado con el fin de obtener rapidez y reducir los costos de operación por parte de la empresa que presta el servicio de estiba, es así que para llevar a cabo éste procedimiento es necesario tener un sistema que cumpla con características, que se detallan y explican a continuación:

- El sistema deberá tener un módulo de mantenimiento del personal donde se incluirán los operadores de maquinarias, estibadores y supervisores; éste módulo deberá ser capaz de: Ingresar un Empleado, Modificar su Status, Revisar sus Datos Personales y Ver el Personal por Tipo. Permitirá tener un control sobre los operadores, estibadores y supervisores que entrarán en el proceso de planificación de embarque.
- El sistema deberá contener también un módulo de mantenimiento de las maquinarias disponibles en la compañía de estiba, éste módulo deberá ser capaz de: Ingresar una nueva maquinaria con todas sus características, Cambiar los datos de determinada

Maquinaria y Ver las Maquinarias por tipo, éste módulo nos permitirá tener un control de las maquinarias que se tomarán en cuenta en el proceso de planificación de embarque.

- Un módulo de Proveedores que nos permitirá tener un control de los diferentes proveedores que brindan servicio a la empresa en diversas áreas, es así que éste módulo deberá contener: Ingreso de un nuevo Proveedor, Ver características del Proveedor y Ver proveedores por Tipo, éste módulo también es importante en el proceso de planificación de un embarque, ya que cuando se requieren de más maquinarias de las que posee la empresa, se hace uso de los proveedores de maquinarias, así como de los distintos proveedores que se puedan necesitar en determinado embarque.
- Finalmente y el más importante de los módulos será el de la planificación en sí, el cual nos permitirá planificar y organizar los recursos necesarios para determinado embarque, que implica maquinarias, operadores de maquinarias, estibadores y supervisores.

Para realizar la planificación en sí se debía escoger un Algoritmo Heurístico, debido a que los sistemas APS se valen de algoritmos heurísticos para lograr su objetivo, que es el de planificar y organizar

recursos de la mejor manera, para lo cual se hizo la prueba con tres tipos de Algoritmos Genéticos como son Redes Neuronales, Ant Colony y Algoritmo Genético.

En el caso de las Redes Neuronales el algoritmo requiere de entradas llamadas neuronas las cuales en nuestro caso podían estar representadas por las Maquinarias, Operadores y Cuadrillas, luego ésta red debe aprender por medio de un proceso de aprendizaje, que consiste en ecuaciones que van mostrando la variación de los pesos de las neuronas, pero al hacer éstas operaciones nos dimos cuenta de que nuestra red, en el momento que pasaba de un número determinado de entradas, convergía muy rápido es decir se quedaba atascada en una sola respuesta, por lo que nos dimos cuenta de que éste algoritmo no soporta un número grande entradas, lo que no aportaba mucho para nuestra solución, por lo que éste algoritmo fue descartado de nuestras opciones.

En el caso del Algoritmo Ant Colony, el cual es un método meta-heurístico que usa las estrategias de las hormigas reales para resolver la optimización de determinado problema, es un algoritmo que básicamente no nos brindaba mucha ayuda ya que el objetivo de éste es encontrar la ruta más corta entre dos puntos y no se ajustaba para nada en nuestro problema de planificar un determinado embarque, por lo que también se descartó totalmente la idea de usar éste algoritmo.



Finalmente el Algoritmo que se escogió es el Algoritmo Genético, ya que es el que mejor se acopló a nuestro problema de carga portuaria ya que logra representar de mejor manera una solución óptima para el problema de planificación, a continuación se explicará detalladamente las bases teóricas en las que basamos estas afirmaciones.

El algoritmo genético funciona comenzando con una población inicial, que es generada de soluciones que están conformados por cromosomas y éstos a su vez contienen genes, de ésta población inicial se escogen aquellos cromosomas que no tienen un alto grado de rendimiento ( fitness ) y se cruzan entre ellos, es decir un gen de un cromosoma formará parte de otro cromosoma y viceversa (intercambio de genes), una vez terminado este proceso los cromosomas cruzados pasan a formar parte de la población inicial y entre todo este conjunto de cromosomas escogemos los de mejor rendimiento hasta encontrar una solución óptima.

Los elementos que intervienen para conformar un cromosoma en nuestro sistema son: las maquinarias, operadores, supervisores, cuadrillas y día.

(Día, Maquinaria – Operador, Cuadrilla, Supervisor)→ Cromosoma

Es así como nuestro sistema por medio del Algoritmo Genético encontrará una serie de planificaciones óptimas para cualquier

embarque y permitirá al usuario escoger la que mejor se acople con los objetivos deseados.

Por éste motivo nuestro sistema cumplirá con los siguientes alcances:

El sistema permitirá al usuario ingresar los datos requeridos para determinada planificación como son:

- Número de Planificaciones para un embarque dado
- Número de maquinarias que se van a utilizar (montacargas, grúas y gatos)
- Número de cuadrillas
- Número de Cajas a estibar

Y los datos en general del embarque como:

- Nombre del embarque
- Tipo de embarque (granel o palatizado)
- Semana (fecha).

Una vez realizadas las operaciones necesarias, el usuario podrá observar las diferentes planificaciones para un mismo embarque y escoger la que mejor satisfaga sus necesidades. El usuario podrá almacenar las planificaciones que él considere importantes.

El sistema también proveerá el manejo de un historial de todas las planificaciones realizadas y almacenadas, en donde el usuario solo

tendrá que escoger la semana que desea ver y el nombre del embarque.

A continuación se describirán de manera más detallada algunos requisitos que también cumplirá el sistema de manera que complementa todos los módulos anteriormente detallados.

### **3.1.1. USUARIOS DEL SISTEMA**

La persona encargada de manejar y manipular el sistema será el Jefe de Operaciones que es el coordinador general encargado de la planificación tanto del personal como la maquinaria a la hora de un embarque determinado de acuerdo a las programaciones diarias de trabajo. Cumple con diversas actividades como:

- Realizar los contratos de equipos y maquinarias a fin de satisfacer los requerimientos.
- Organiza y distribuye las cuadrillas de trabajadores y equipos de operadores de maquinarias a los lugares de trabajo.
- Dispone de reuniones continuas con el personal a su cargo, supervisores, capataces, etc. a fin de evaluar las actividades realizadas.

- Cumplir y hacer cumplir las disposiciones y reglamentos de las normas que rigen en los lugares donde se presta servicio de estiba, equipos y maquinarias seleccionados.

Por éstas razones el Jefe de Operaciones será la única persona encargada de manipular la planificación de cierto embarque en el sistema, así como todo el resto de opciones que el sistema brinde.

Así mismo se tendrán a Supervisores y Secretarias que podrán hacer uso del sistema para las opciones de mantenimiento, que incluyen Ingresos, Consultas, etc.

### **3.1.2. ACCESO DE LOS CLIENTES AL SISTEMA**

Nuestro Sistema PCP tendrá dos tipos de usuario los cuales tendrán privilegios distintos:

- Administrador
- Usuario Secundario

El usuario Administrador será el único que posea todos los privilegios de acceso al sistema y podrá utilizar todas las funciones que el sistema brindará tales como:

- Planificar, en donde se realizarán las diferentes planificaciones de un embarque para una fecha específica.
- Poder consultar el historial de las planificaciones realizadas.

- Tener acceso a ingresos, consultas, modificaciones y eliminaciones de maquinarias, proveedores, cuadrillas, estibadores, operadores y supervisores como también el contrato de alquiler de maquinarias en caso de ser necesario. Todas estas opciones y operaciones del sistema estarán habilitadas para este usuario sin tener restricciones de uso.

Mientras que el Usuario Secundario podrá manejar todas estas opciones del sistema a excepción de la planificación que estará a cargo solo por el Administrador como se lo mencionó anteriormente.

### **3.1.3. PROCESOS DISPONIBLES**

En esta sección se describirá de manera más detallada las diferentes planificaciones tanto de maquinarias, personal y proveedores que se deben llevar a cabo en el sistema, para lograr una sola planificación que es la que seguirá en determinado proceso de embarque.

#### **3.1.3.1. PLANIFICACIÓN DEL PERSONAL DE ESTIBA**

El sistema permitirá ingresar el número de cuadrillas que se requieren para un embarque específico, tomando en cuenta que un

embarque puede durar más de un día, se tiene un algoritmo el cual de manera aleatoria escoge las diferentes cuadrillas que requiere el usuario, las cuales son las necesarias para embarcar todas las cajas del producto en el tiempo establecido para el embarque, dichas cuadrillas elegidas trabajarán en el proceso de estiba, si el embarque llegara a demorar varios días, las cuadrillas escogidas rotarán en los días de trabajo, caso contrario, las cuadrillas operarán todos los días hasta que finalice el embarque.

### **3.1.3.2. PLANIFICACIÓN DE MAQUINARIAS**

El sistema permitirá ingresar el número de maquinarias es decir permitirá ingresar el número de montacargas, el número de gatos y el número de grúas necesarias para un embarque específico, luego se escogerá de manera aleatoria los montacargas, gatos y grúas disponibles que requiere un embarque, a su vez la empresa tiene operadores para las maquinarias, es decir se tienen operadores de montacargas, de gatos y operadores de grúas; igualmente de manera aleatoria se escogerán los operadores disponibles que formarán aleatoriamente vectores compuestos de la siguiente manera: (Maquinaria, Operador) . Ejemplo:

(Montacarga2, Operador\_Montacarga3), (Gato5,  
Operador\_Gato2)

Una vez obtenidos todos los posibles pares ordenados, se elegirán al azar las cuadrillas y el supervisor que trabajarán en el embarque en un día específico es decir se obtiene todos los primeros cromosomas con la siguiente estructura:

(Dia, (Maquinaria,Operador), Cuadrilla, Supervisor)

Una vez obtenidos todos los cromosomas posibles se procederá a comparar cada uno de ellos, verificando las diferentes restricciones que se tienen a nivel de maquinarias, operadores y días, es aquí donde cada cromosoma tendrá una penalización la cual dependerá del tipo de infracción que tenga cada cromosoma es decir si cumple o no con las restricciones.

A continuación se presentan las diferentes restricciones que deben cumplir los cromosomas:

- Un mismo operador no puede tener asignada dos maquinarias distintas en un mismo día.
- Una maquinaria en especial no puede tener asignado dos operadores distintos en un mismo día.

Es así que después de hacer las penalizaciones respectivas se procederá a realizar el cruzamiento de aquellos cromosomas que han tenido las mayores penalizaciones y que son considerados no aptos para pasar a la siguiente generación, por lo que se escogerá un porcentaje de la población inicial y se procederá a realizar estas

operaciones, una vez que se realizan los cruzamientos respectivos estos nuevos cromosomas pasan a ser parte de la población inicial incrementando el número de cromosomas de la población. De todos esos cromosomas se escogen los que tengan menor penalización y pasan a la siguiente población.

### **3.1.3.3. PLANIFICACIÓN DE CONTRATOS CON PROVEEDORES**

En ciertas ocasiones no abastecerá el número de maquinarias que existan en stock debido a que puede haber varios embarques en un solo día, por este motivo el jefe de operaciones deberá alquilar las maquinarias necesarias para cubrir los embarques. Estas maquinarias no entran en el proceso de planificación anterior porque cada maquinaria alquilada tiene su propio operador perteneciente a la empresa que provee dicho servicio.

Otro contrato con proveedor es aquel que brinde servicio de comida ya que en el proceso de embarque entra en juego la alimentación de las cuadrillas, operadores y supervisores.

Por lo general los embarques son desarrollados en las noches así que siempre realizarán contratos para las cenas de los trabajadores.



### 3.2. ANÁLISIS TÉCNICO

Para este proyecto de tesis, se necesitaba escoger una tecnología actual, que soporte la manipulación de información y al mismo tiempo que sea agradable a la vista del usuario.

A continuación se detalla un cuadro comparativo de las diferentes tecnologías que existen en la actualidad para este tipo de sistemas. Éste cuadro fue obtenido en base a la experiencia adquirida por nosotros con el uso de los siguientes sistemas.

#### Aplicaciones:

	<b>Visual C++</b>	<b>C #.NET</b>	<b>Java</b>	<b>Visual Basic.NET</b>
<b>Descripción</b>	Orientada a objetos	Orientada a objetos	Orientada a objetos	Orientada a objetos
<b>Plataforma</b>	Microsoft Windows	Microsoft Windows	Toda Plataforma	Microsoft Windows
<b>Nivel de Popularidad</b>	Medio	Alto	Alto	Muy alto
<b>Facilidad de Aprendizaje</b>	Regular, pero con conocimientos en C	Si pero con conocimientos en C	Bueno	Si con conocimientos en Visual Basic
<b>Desempeño</b>	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

**Bases de datos:**

	<b>Access</b>	<b>Oracle</b>	<b>SQL Server 2000</b>
<b>Almacenamiento</b>	Pocos datos	Gran cantidad de datos	Gran cantidad de datos
<b>Plataforma</b>	Microsoft Windows	Toda Plataforma	Microsoft Windows
<b>Nivel de Popularidad</b>	Alto	Alto	Alto
<b>Facilidad de Aprendizaje</b>	Alto	Regular	Alto
<b>Desempeño</b>	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Todas estas tecnologías son relativamente fáciles de aprender, sin embargo se debe tener un conocimiento básico de él o los lenguajes de programación que éstas soportan y en el caso de las Bases de datos un conocimiento en modelamiento de datos.

SQL Server al igual que Oracle son sistemas de administración de base de datos que soportan gran cantidad de información y son utilizadas por grandes empresas a nivel mundial ya que son sistemas bien seguros y la probabilidad de pérdida de información es muy poca.

Para realizar este proyecto de tesis se decidió trabajar con la Herramienta Visual Basic.NET como aplicación y SQL Server como repositorio de

datos, por que son una buena alternativa que brinda muchas facilidades y mas que todo por su facilidad de aprendizaje y desempeño.

### **Requerimientos de Hardware y Software**

El sistema puede correr bajo la siguiente plataforma de hardware:

- Procesador Pentium III en adelante
- 128 MB de memoria RAM en adelante

Se escogerán éstas características como opción principal porque son aquellas que nos brindarán rapidez en la obtención de la información, no se necesitará tener exclusivamente éste Hardware pero es el que recomendamos.

Los requerimientos de software para el servidor son:

- Windows 2000, XP o NT, como sistema operativo, debido a que la herramienta en la que se desarrollará el sistema requerirá de éstas características en cuanto al Sistema Operativo.
- Visual Basic.NET, como aplicación.
- SQL Server 2000, como manejador de base de datos

Mientras que el requerimiento de software para el cliente será:

- Windows 2000, XP o NT, debido a la herramienta en la que se desarrollará la aplicación.

### **3.3. ANÁLISIS DE SEGURIDAD**

Para evitar la manipulación y alteración de información sin previo consentimiento, se implementará el manejo de usuarios a través de contraseñas de seguridad para el acceso de cualquier usuario al sistema.

En este caso cada persona que requiera acceder al sistema deberá hacerlo primero ingresando un usuario y una contraseña pre-establecidos y dependiendo del tipo de rol que sea, se tendrá o no los privilegios de administrador o usuario secundario.

### 3.4. ESPECIFICACIÓN DE CASOS DE USOS Y ESCENARIOS

<b>Caso de Uso 1:</b> Ingreso de Nuevo Proveedor	
<b>Actor:</b> Secretaria o Gerente de operaciones	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde la Secretaria o el Gerente de Operaciones debe ingresar un nuevo proveedor a la base de datos.-	
<b>Secuencia típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Proveedores</i> y ahí la opción de <i>Ingresar Nuevo Proveedor</i>	El sistema despliega la ventana de <i>Ingreso de Nuevo Proveedor</i> .
El usuario ingresa los datos necesarios para completar el formulario y guarda dichos datos.	El sistema valida las entradas y una vez que aceptan los datos, el sistema procede a guardar estos datos en la base de datos.

<b>Caso de Uso 2:</b> Consulta de Proveedores por Tipo	
<b>Actor:</b> Secretaria o Gerente de Operaciones	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde la Secretaria o el Gerente de Operaciones desean ver todos los proveedores existentes por tipo o categoría.	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Proveedores</i> y ahí la opción de <i>Ver x Tipo</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Ver Proveedor x Tipo</i> .
El usuario escoge la categoría que desea revisar.	El sistema muestra la lista existente de proveedores de esa categoría.

<b>Caso de Uso 3:</b> Consulta de Detalles de un Proveedor.	
<b>Actor:</b> Secretaria o Gerente de Operaciones	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde la Secretaria o el Gerente de Operaciones desean revisar las características de un proveedor específico.	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Proveedores</i> y ahí la opción de <i>Ver Proveedor</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Ver Proveedor</i> .
El usuario ingresa la identificación del proveedor que desea consultar.	El sistema muestra las características respectivas del proveedor ingresado.

<b>Caso de Uso 4:</b> Modificación de Detalles de un Proveedor.	
<b>Actor:</b> Secretaria o Gerente de Operaciones	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde la Secretaria o el Gerente de Operaciones desean modificar o actualizar las características de un proveedor específico.	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Proveedores</i> y ahí la opción de <i>Ver Proveedor</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Ver Proveedor</i> .
El usuario ingresa la identificación del proveedor que desea modificar.	El sistema muestra las características respectivas del proveedor deseado.
El usuario modifica algunas características del proveedor y escoge la opción modificar.	El sistema actualiza internamente las características del proveedor escogido.

<b>Caso de Uso 5:</b> Eliminación de Detalles de un Proveedor.	
<b>Actor:</b> Secretaria o Gerente de Operaciones	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde la Secretaria o el Gerente de Operaciones desean eliminar las características de un proveedor específico.	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Proveedores</i> y ahí la opción de <i>Ver Proveedor</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Ver Proveedor</i> .
El usuario ingresa la identificación del proveedor que desea eliminar.	El sistema muestra las características respectivas del proveedor deseado.

<b>Caso de Uso 6:</b> Realizar un nuevo pedido a un Proveedor.	
<b>Actor:</b> Secretaria o Gerente de Operaciones	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde la Secretaria o el Gerente de Operaciones desean realizar un nuevo pedido a algún proveedor en especial.	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Proveedores</i> y ahí la opción de <i>Nuevo Pedido</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Nuevo Pedido</i> .
El usuario ingresa los datos pertinentes que llenan el formulario de pedido para cierto proveedor.	El sistema valida las entradas del usuario y las pasa a la base de datos.

<b>Caso de Uso 7: Ingreso de Nuevo Estibador.</b>	
<b>Actor:</b> Secretaria o Gerente de Operaciones	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde la Secretaria o el Gerente de Operaciones desean realizar el ingreso de un nuevo estibador.	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Personal</i> y ahí la opción de <i>Nuevo Ingreso</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Nuevo Ingreso</i> .
El usuario ingresa los datos pertinentes del estibador llenando todos los campos obligatorios, incluyendo la cuadrilla a la cual pertenecerá dicho estibador.	El sistema valida las entradas del usuario, verificando que todos los datos obligatorios estén llenos, una vez comprobado esto, el sistema pasa las entradas a la base de datos.

<b>Caso de Uso 8: Ingreso de un Nuevo Operador.</b>	
<b>Actor:</b> Secretaria o Gerente de Operaciones	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde la Secretaria o el Gerente de Operaciones desean realizar el ingreso de un nuevo operador.	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Personal</i> y ahí la opción de <i>Nuevo Ingreso</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Nuevo Ingreso</i> .
El usuario ingresa los datos pertinentes del operador llenando todos los campos obligatorios.	El sistema valida las entradas del usuario, verificando que todos los datos obligatorios estén llenos, una vez comprobado esto, el sistema pasa las entradas a la base de datos.



<b>Caso de Uso 9:</b> Ingreso de un Nuevo Supervisor.	
<b>Actor:</b> Secretaria o Gerente de Operaciones	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde la Secretaria o el Gerente de Operaciones desean realizar el ingreso de un nuevo supervisor.	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Personal</i> y ahí la opción de <i>Nuevo Ingreso</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Nuevo Ingreso</i> .
El usuario ingresa los datos pertinentes del nuevo supervisor llenando todos los campos obligatorios.	El sistema valida las entradas del usuario, verificando que todos los datos obligatorios estén llenos, una vez comprobado esto, el sistema pasa las entradas a la base de datos.

<b>Caso de Uso 10:</b> Consulta de Operadores por Tipo.	
<b>Actor:</b> Secretaria o Gerente de Operaciones.	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde la Secretaria o el Gerente de Operaciones desean hacer la consulta de todo los operadores referente a una categoría..	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Personal</i> y ahí la opción de <i>Ver x Tipo</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Ver Personal x Tipo</i> .
El usuario escoge la categoría de operador que desea revisar.	El sistema despliega todos los operadores que coinciden con la búsqueda.

<b>Caso de Uso 11: Consulta de Supervisores.</b>	
<b>Actor:</b> Secretaria o Gerente de Operaciones.	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde la Secretaria o el Gerente de Operaciones desean hacer la consulta de todos los supervisores.	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Personal</i> y ahí la opción de <i>Ver x Tipo</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Ver Personal x Tipo</i> .
El usuario escoge la categoría de supervisor que desea revisar.	El sistema despliega todos los supervisores del sistema.

<b>Caso de Uso 12: Consulta de Cuadrilla.</b>	
<b>Actor:</b> Secretaria o Gerente de Operaciones.	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde la Secretaria o el Gerente de Operaciones desean hacer la consulta de determinada cuadrilla.	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Personal</i> y ahí la opción de <i>Ver x Tipo</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Ver Personal x Tipo</i> .
El usuario escoge la categoría de cuadrilla que desea revisar.	El sistema despliega todos los estibadores que pertenecen a la cuadrilla elegida.

<b>Caso de Uso 13:</b> Consulta de Personal específico.	
<b>Actor:</b> Secretaria o Gerente de Operaciones	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde la Secretaria o el Gerente de Operaciones desean realizar la consulta de las características de un personal en especial.	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Personal</i> y ahí la opción de <i>Ver Personal</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Ver Personal</i> .
El usuario escoge el tipo de personal que desea consultar ya sea operador, estibador o supervisor.	El sistema presenta los nombres pertenecientes al tipo de personal escogido.
El usuario escoge la persona que desea consultar.	El sistema despliega las características de la persona elegida.

<b>Caso de Uso 14:</b> Modificación de Personal específico.	
<b>Actor:</b> Secretaria o Gerente de Operaciones	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde la Secretaria o el Gerente de Operaciones desean realizar una actualización de las características de un personal en especial.	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Personal</i> y ahí la opción de <i>Ver Personal</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Ver Personal</i> .
El usuario escoge el tipo de personal que desea modificar ya sea operador, estibador o supervisor.	El sistema presenta los nombres pertenecientes al tipo de personal escogido.
El usuario escoge la persona que desea modificar.	El sistema despliega las características de la persona elegida.
El usuario realiza los cambios respectivos y escoge la opción modificar.	El sistema actualiza la nueva información del personal escogido.

<b>Caso de Uso 15:</b> Eliminación de Personal específico.	
<b>Actor:</b> Secretaria o Gerente de Operaciones	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde la Secretaria o el Gerente de Operaciones desean eliminar un personal en especial.	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Personal</i> y ahí la opción de <i>Ver Personal</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Ver Personal</i> .
El usuario escoge el tipo de personal que desea eliminar ya sea operador, estibador o supervisor.	El sistema presenta los nombres pertenecientes al tipo de personal escogido.
El usuario escoge la persona que desea eliminar.	El sistema despliega las características de la persona elegida.
El usuario escoge la opción eliminar.	El sistema elimina el personal escogido.

<b>Caso de Uso 16 :</b> Ingreso de nueva Maquinaria	
<b>Actor:</b> Secretaria o Gerente de Operaciones	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde la Secretaria o el Gerente de Operaciones desean realizar el ingreso de una nueva Maquinaria de cualquier tipo.	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Maquinarias</i> y ahí la opción de <i>Nuevo Ingreso</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Nuevo Ingreso de Maquinaria</i> .
El usuario ingresa los datos de la nueva maquinaria en la pantalla presentada.	El sistema valida las entradas del usuario y las guarda a la base de datos.

<b>Caso de Uso 17:</b> Consulta de Maquinarias por Tipo.	
<b>Actor:</b> Secretaria o Gerente de Operaciones	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde la Secretaria o el Gerente de Operaciones desean realizar la consulta de las Maquinarias existentes por Tipo.	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Maquinarias</i> y ahí la opción de <i>Ver x Tipo</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Ver x Tipo de Maquinaria</i> .
El usuario escoge la categoría de maquinarias que desea consultar.	El sistema recibe la categoría escogida y muestra las maquinarias que corresponden a ese grupo de Maquinarias.

<b>Caso de Uso 18:</b> Consulta de las características de una Maquinaria específica.	
<b>Actor:</b> Secretaria o Gerente de Operaciones	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde la Secretaria o el Gerente de Operaciones desean realizar la consulta de las características de una maquinaria en especial sin importar el tipo de Maquinaria..	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Maquinarias</i> y ahí la opción de <i>Características</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Ver Características por Maquinaria</i> .
El usuario ingresa la identificación de la maquinaria que se quiere consultar.	El sistema valida la identificación y en caso de ser válida, presenta la información respectiva de la Maquinaria.

<b>Caso de Uso 19:</b> Modificación de las características de una Maquinaria específica.	
<b>Actor:</b> Secretaria o Gerente de Operaciones	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde la Secretaria o el Gerente de Operaciones desean modificar o actualizar las características de una maquinaria específica.	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Maquinarias</i> y ahí la opción de <i>Características</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Ver Características por Maquinaria</i> .
El usuario ingresa la identificación de la maquinaria que se quiere modificar.	El sistema valida la identificación y en caso de ser válida, presenta la información respectiva de la Maquinaria.
El usuario modifica algunas características de la maquinaria y escoge la opción modificar.	El sistema actualiza internamente las características de la maquinaria escogida.

<b>Caso de Uso 20:</b> Eliminación de las características de una Maquinaria específica.	
<b>Actor:</b> Secretaria o Gerente de Operaciones	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde la Secretaria o el Gerente de Operaciones desean eliminar las características de una maquinaria específica.	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Maquinarias</i> y ahí la opción de <i>Características</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Ver Características por Maquinaria</i> .
El usuario ingresa la identificación de la maquinaria que se quiere eliminar.	El sistema valida la identificación y en caso de ser válida, presenta la información respectiva de la Maquinaria.
El usuario escoge la opción eliminar.	El sistema elimina internamente las características de la maquinaria escogida.

<b>Caso de Uso 21:</b> Planificación de un embarque.	
<b>Actor:</b> Gerente de Operaciones	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde el Gerente de Operaciones desea realizar la planificación de un embarque específico, para lo cual debe ingresar previamente todos los prerequisites necesarios para comenzar con la planificación.	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Planificación</i> y ahí la opción de <i>Ingreso de Datos</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Ingreso de Prerequisites para la planificación</i> .
El usuario ingresa los prerequisites necesarios para realizar la planificación del embarque.	El sistema valida las entradas del usuario y las guarda en la base de datos, de donde se extraerán luego para realizar la planificación respectiva.

<b>Caso de Uso 22:</b> Ver el historial de Planificaciones	
<b>Actor:</b> Gerente de Operaciones	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde el Gerente de Operaciones desea visualizar las diferentes planificaciones que se han realizado en el sistema las cuales están almacenadas en la BD.	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones que ese usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Planificación</i> y ahí la opción de <i>Ver Planificación</i>	El sistema despliega la ventana de <i>Ver Planificación</i> .
El usuario ingresa la semana que se desea ver y el nombre del embarque.	El sistema valida las entradas del usuario y las guarda en la base de datos, de donde se extraerán luego para visualizar la planificaciones respectivas.

<b>Caso de Uso 23: Cierre de Planificaciones</b>	
<b>Actor:</b> Gerente de Operaciones	
<b>Descripción:</b> Este caso de uso describe el escenario donde el Gerente de Operaciones desea dar por finalizado un embarque que ha sido previamente planificado.	
<b>Secuencia Típica de Eventos:</b>	
<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
El usuario ingresa su user y su password.	El sistema valida el user y password y da el ingreso al sistema activando las opciones de Administrador que este usuario tiene permitidas.
El usuario escoge la Opción de <i>Planificación</i> y ahí la opción de <i>Cierre de Planificaciones</i> .	El sistema despliega la ventana de <i>Cierre de Planificaciones</i> .
El usuario ingresa la semana de la cual desea cerrar una planificación.	El sistema muestra una lista de los diferentes embarques planificados en la semana ingresada por el actor.
El usuario escoge la planificación a cerrar.	El sistema coge la planificación y guarda en la base aquellas maquinarias, operadores y cuadrillas que están nuevamente disponibles.

## Escenarios

### Caso de uso 1: Ingresar Nuevo Proveedor

#### Escenario 1.1:

**El asistente ingresa un nuevo proveedor exitosamente.**

#### **Supuestos:**

- El asistente decide escoger del modulo de Proveedores la opción de nuevo ingreso.
- El asistente llena perfectamente los campos necesarios para el ingreso de nuevo proveedor.
- El nuevo proveedor no existe dentro del sistema.

#### **Salidas:**

- El sistema ingresa el nuevo proveedor.
- El sistema muestra un mensaje de ingreso exitoso.



**Escenario 1.2:****El asistente no puede ingresar un nuevo proveedor exitosamente.****Supuestos:**

- El asistente decide escoger del modulo de Proveedores la opción de nuevo ingreso.
- El asistente no llena todos los campos necesarios para el ingreso de nuevo proveedor.
- El nuevo proveedor ya existe dentro del sistema.

**Salidas:**

- El sistema no ingresa el nuevo proveedor.
- El sistema muestra un mensaje de ingreso no exitoso.

**Caso de uso 2: Consultar Proveedores por Tipo****Escenario 2.1:****El asistente consulta todos los proveedores por tipo exitosamente.****Supuestos:**

- El asistente decide escoger del modulo de Proveedores la opción de Ver por Tipo.
- El asistente escoge el tipo de proveedor que desea consultar.

**Salidas:**

- El sistema muestra todos los proveedores que pertenecen al tipo que el asistente escogió.

**Caso de uso 3: Consultar Detalles de un Proveedor****Escenario 3.1:****El asistente consulta el detalle de un proveedor exitosamente.****Supuestos:**

- El asistente decide escoger del modulo de Proveedores la opción de Ver Proveedor.
- El asistente escoge el proveedor que desea consultar.

**Salidas:**

- El sistema muestra el detalle del proveedor que se escogió.

## **Caso de uso 4: Modificación de Detalles de un Proveedor**

### **Escenario 4.1:**

**El asistente modifica el detalle de un proveedor exitosamente.**

#### **Supuestos:**

- El asistente decide escoger del modulo de Proveedores la opción de Ver Proveedor.
- El asistente escoge el proveedor que desea modificar.
- El asistente actualiza la información del Proveedor escogido y escoge la opción modificar.

#### **Salidas:**

- El sistema muestra el detalle del proveedor que se escogió.
- El sistema actualiza la información ingresada por el asistente.

## **Caso de uso 5: Eliminación de Detalles de un Proveedor**

### **Escenario 5.1:**

**El asistente elimina un proveedor exitosamente.**

#### **Supuestos:**

- El asistente decide escoger del modulo de Proveedores la opción de Ver Proveedor.
- El asistente escoge el proveedor que desea eliminar.

#### **Salidas:**

- El sistema muestra el detalle del proveedor que se escogió.
- El sistema elimina el proveedor escogido.

## **Caso de uso 6: Realizar un nuevo pedido a un proveedor.**

### **Escenario 6.1:**

**El asistente realiza un nuevo pedido a un proveedor exitosamente.**

#### **Supuestos:**

- El asistente decide escoger del modulo de Proveedores la opción de nuevo pedido.
- El asistente llena perfectamente los campos necesarios para el ingreso de nuevo pedido.

#### **Salidas:**

- El sistema ingresa el nuevo pedido.
- El sistema muestra un mensaje de nuevo pedido exitoso.

**Escenario 6.2:****El asistente no realiza un nuevo pedido a un proveedor exitosamente.****Supuestos:**

- El asistente decide escoger del modulo de Proveedores la opción de nuevo pedido.
- El asistente no llena todos los campos necesarios para el ingreso de nuevo pedido.

**Salidas:**

- El sistema no ingresa el nuevo pedido.
- El sistema muestra un mensaje de nuevo pedido no exitoso.

**Caso de uso 7: Ingresar Nuevo Estibador****Escenario 7.1:****El asistente ingresa un nuevo estibador exitosamente.****Supuestos:**

- El asistente decide escoger del modulo de Personal la opción de nuevo ingreso.
- El asistente llena perfectamente los campos necesarios para el ingreso de nuevo estibador.
- El nuevo estibador no existe dentro del sistema.

**Salidas:**

- El sistema ingresa el nuevo estibador.
- El sistema muestra un mensaje de ingreso exitoso.

**Escenario 7.2:****El asistente no puede ingresar un nuevo estibador exitosamente.****Supuestos:**

- El asistente decide escoger del modulo de Personal la opción de nuevo ingreso.
- El asistente no llena todos los campos necesarios para el ingreso de nuevo estibador.
- El nuevo estibador ya existe dentro del sistema.

**Salidas:**

- El sistema no ingresa el nuevo estibador.
- El sistema muestra un mensaje de ingreso no exitoso.

## **Caso de uso 8: Ingresar Nuevo Operador**

### **Escenario 8.1:**

**El asistente ingresa un nuevo operador exitosamente.**

#### **Supuestos:**

- El asistente decide escoger del modulo de Personal la opción de nuevo ingreso.
- El asistente llena perfectamente los campos necesarios para el ingreso de nuevo operador.
- El nuevo operador no existe dentro del sistema.

#### **Salidas:**

- El sistema ingresa el nuevo operador.
- El sistema muestra un mensaje de ingreso exitoso.

### **Escenario 8.2:**

**El asistente no puede ingresar un nuevo operador exitosamente.**

#### **Supuestos:**

- El asistente decide escoger del modulo de Personal la opción de nuevo ingreso.
- El asistente no llena todos los campos necesarios para el ingreso de nuevo operador.
- El nuevo operador ya existe dentro del sistema.

#### **Salidas:**

- El sistema no ingresa el nuevo operador.
- El sistema muestra un mensaje de ingreso no exitoso.

## **Caso de uso 9: Ingresar Nuevo Supervisor**

### **Escenario 9.1:**

**El asistente ingresa un nuevo supervisor exitosamente.**

#### **Supuestos:**

- El asistente decide escoger del modulo de Personal la opción de nuevo ingreso.
- El asistente llena perfectamente los campos necesarios para el ingreso de nuevo supervisor.
- El nuevo supervisor no existe dentro del sistema.

#### **Salidas:**

- El sistema ingresa el nuevo supervisor.
- El sistema muestra un mensaje de ingreso exitoso.

**Escenario 9.2:****El asistente no puede ingresar un nuevo supervisor exitosamente.****Supuestos:**

- El asistente decide escoger del modulo de Personal la opción de nuevo ingreso.
- El asistente no llena todos los campos necesarios para el ingreso de nuevo supervisor.
- El nuevo supervisor ya existe dentro del sistema.

**Salidas:**

- El sistema no ingresa el nuevo supervisor.
- El sistema muestra un mensaje de ingreso no exitoso.

**Caso de uso 10: Consultar Operador por Tipo****Escenario 10.1:****El asistente consulta todos los operadores por tipo exitosamente.****Supuestos:**

- El asistente decide escoger del módulo de Personal la opción de Ver por Tipo.
- El asistente escoge el tipo de Operador que desea consultar.

**Salidas:**

- El sistema muestra todos los operadores que pertenecen al tipo que el asistente escogió.

**Caso de uso 11: Consultar Supervisores****Escenario 11.1:****El asistente consulta todos los supervisores exitosamente.****Supuestos:**

- El asistente decide escoger del módulo de Personal la opción de Ver por Tipo.
- El asistente escoge el tipo supervisor.

**Salidas:**

- El sistema muestra todos los supervisores almacenados.

## **Caso de uso 12: Consultar Cuadrilla**

### **Escenario 12.1:**

**El asistente consulta todas las cuadrillas por tipo exitosamente.**

#### **Supuestos:**

- El asistente decide escoger del módulo de Personal la opción de Ver por Tipo.
- El asistente escoge el tipo de cuadrilla que desea consultar.

#### **Salidas:**

- El sistema muestra todos los miembros de la cuadrilla escogida.

## **Caso de uso 13: Consulta de Personal específico.**

### **Escenario 13.1:**

**El asistente consulta una persona específica exitosamente.**

#### **Supuestos:**

- El asistente decide escoger del módulo de Personal la opción de Ver Personal.
- El asistente escoge el tipo de personal que desea consultar.
- El asistente escoge el nombre de la persona que desea consultar.

#### **Salidas:**

- El sistema muestra todos los miembros del tipo de personal que escogió.
- El sistema muestra la información de la persona escogida.

## **Caso de uso 14: Modificación de Personal específico.**

### **Escenario 14.1:**

**El asistente modifica una persona específica exitosamente.**

#### **Supuestos:**

- El asistente decide escoger del módulo de Personal la opción de Ver Personal.
- El asistente escoge el tipo de personal que desea modificar.
- El asistente escoge el nombre de la persona que desea modificar.
- El asistente modifica la información de la persona que escogió.

**Salidas:**

- El sistema muestra todos los miembros del tipo de personal que escogió.
- El sistema muestra la información de la persona escogida.
- El sistema actualiza la información ingresada por el usuario.

**Caso de uso 15: Eliminación de Personal específico.****Escenario 15.1:****El asistente elimina una persona específica exitosamente.****Supuestos:**

- El asistente decide escoger del módulo de Personal la opción de Ver Personal.
- El asistente escoge el tipo de personal que desea eliminar.
- El asistente escoge el nombre de la persona que desea eliminar.

**Salidas:**

- El sistema muestra todos los miembros del tipo de personal que escogió.
- El sistema muestra la información de la persona escogida.
- El sistema elimina la persona elegida.

**Caso de uso 16: Ingresar Nueva Maquinaria****Escenario 16.1:****El asistente ingresa una nueva maquinaria exitosamente.****Supuestos:**

- El asistente decide escoger del módulo de Maquinarias la opción de nuevo ingreso.
- El asistente llena perfectamente los campos necesarios para el ingreso de nueva maquinaria.
- La nueva maquinaria no existe dentro del sistema.

**Salidas:**

- El sistema ingresa la nueva maquinaria
- El sistema muestra un mensaje de ingreso exitoso.

**Escenario 16.2:****El asistente no puede ingresar una nueva maquinaria exitosamente.****Supuestos:**

- El asistente decide escoger del módulo de Maquinarias la opción de nuevo ingreso.
- El asistente no llena todos los campos necesarios para el ingreso de nueva maquinaria.
- La nueva maquinaria ya existe dentro del sistema.

**Salidas:**

- El sistema no ingresa la nueva maquinaria.
- El sistema muestra un mensaje de ingreso no exitoso.

**Caso de uso 17: Consultar Maquinarias por Tipo****Escenario 17.1:****El asistente consulta todas las maquinarias por tipo exitosamente.****Supuestos:**

- El asistente decide escoger del módulo de Maquinarias la opción de Ver por Tipo.
- El asistente escoge el tipo de Maquinaria que desea consultar.

**Salidas:**

- El sistema muestra todas las maquinarias que pertenecen al tipo que el asistente escogió.

**Caso de uso 18: Consultar Características de una Maquinaria específica.****Escenario 18.1:****El asistente consulta las características de una maquinaria exitosamente.****Supuestos:**

- El asistente decide escoger del módulo de Maquinarias la opción de Características.
- El asistente escoge la maquinaria que desea consultar.

**Salidas:**

- El sistema muestra las características de la maquinaria que se escogió.



## **Caso de uso 19: Modificación de las características de una Maquinaria Específica**

### **Escenario 19.1:**

**El asistente modifica el detalle de un proveedor exitosamente.**

#### **Supuestos:**

- El asistente decide escoger del módulo de Maquinarias la opción de Características.
- El asistente escoge la maquinaria que desea consultar.

#### **Salidas:**

- El sistema muestra las características de la maquinaria que se escogió.
- El sistema actualiza la información ingresada por el asistente.

## **Caso de uso 20: Eliminación de las características de una Maquinaria Específica**

### **Escenario 20.1:**

**El asistente elimina las características de una Maquinaria Específica.**

#### **Supuestos:**

- El asistente decide escoger del módulo de Maquinarias la opción de Características.
- El asistente escoge la maquinaria que desea consultar.

#### **Salidas:**

- El sistema muestra las características de la maquinaria que se escogió.
- El sistema elimina la maquinaria escogida.

## **Caso de uso 21: Planificar un embarque**

### **Escenario 21.1:**

**El asistente planifica un embarque exitosamente.**

#### **Supuestos:**

- El asistente decide escoger del módulo de Planificación la opción de Ingreso de Datos.

- El asistente llena perfectamente los campos necesarios para realizar una planificación de un embarque.

**Salidas:**

- El sistema almacena la nueva planificación
- El sistema muestra un mensaje de planificación exitosa.

**Escenario 21.2:**

**El asistente no puede realizar una planificación exitosa.**

**Supuestos:**

- El asistente decide escoger del módulo de Planificación la opción de Ingreso de Datos.
- El asistente no llena todos los campos necesarios para realizar una planificación de un embarque.

**Salidas:**

- El sistema muestra un mensaje de fallo en la planificación.

**Caso de uso 22: Ver el Historial de Planificaciones.****Escenario 22.1:**

**El asistente consulta el historial de planificaciones exitosamente.**

**Supuestos:**

- El asistente decide escoger del módulo de Planificación la opción de Ver Planificaciones.
- El asistente escoge la semana en que se realizó el embarque que desea consultar.
- El asistente escoge embarque que desea consultar.

**Salidas:**

- El sistema muestra las características de la planificación del embarque que escogió.

**Caso de uso 23: Cerrar Planificación.****Escenario 23.1:****El asistente cierra la planificación de un embarque exitosamente.****Supuestos:**

- El asistente decide escoger del módulo de Planificación la opción de Cierre de Planificación
- El asistente escoge la semana en que se realizó la planificación del embarque que desea cerrar.
- El asistente escoge la planificación del embarque que desea cerrar.

**Salidas:**

- El sistema cierra la planificación del embarque que escogió.

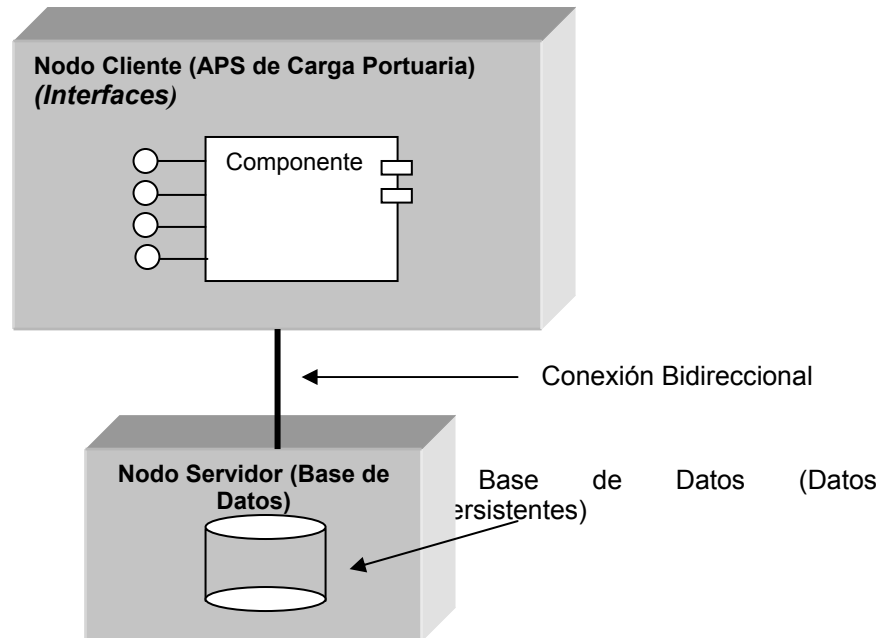


# **CAPÍTULO 4**

## **4. DISEÑO DEL SISTEMA**

En este capítulo se describe el diseño del sistema PCP desde la arquitectura, interacción con el usuario, cómo se administra la base de datos (servidor), las características esenciales y comportamiento de las clases utilizadas dentro del sistema de manera que se tenga una idea clara y concisa de cómo interactúa PCP desde cualquier punto de vista.

#### 4.1. DISEÑO ARQUITECTÓNICO DEL SISTEMA



**Figura 4.1 Arquitectura del sistema**

La Figura 4.1 esquematiza la arquitectura del sistema en el cual se muestra la relación entre el cliente y el servidor.

El cliente contiene el componente (Software - Interfaces) el cual posee varias interfaces las cuales especifican las diferentes operaciones de las clases, mientras que el servidor es la Base de Datos donde se almacena los datos persistentes.

## 4.2. DISEÑO DE LA INTERACCIÓN CON EL USUARIO

En esta sección definiremos el diseño de la interfaz con el usuario. Para esto hemos considerado algunos factores de usabilidad tales como: la visibilidad, la consistencia, la familiaridad, la satisfacción del usuario y la flexibilidad.

El diseño del PCP se lo realizó no solo pensando en la planificación de carga portuaria, se añadieron algunas opciones como son: los ingresos, consultas, modificaciones y eliminaciones de proveedores, personal y maquinarias. Estas opciones fueron incorporadas para poder mantener actualizada la información que se requiere al momento de la planificación.

En la figura 4.2 se muestra la pantalla inicial del sistema, éste se encuentra claramente dividida en tres partes las cuales la vamos a explicar a continuación:

En la parte superior se encuentran botones de acceso rápido a la pantalla de consulta de los diferentes proveedores, personal, maquinarias y un acceso rápido a la pantalla de ingreso de los datos para la planificación. En la parte izquierda se encuentran los botones que despliegan las diferentes opciones que posee dicho objeto, por ejemplo para un proveedor existe la opción de nuevo ingreso, de ver por

tipo, ver proveedor, y nuevo pedido; los otros botones desplegaran las opciones que poseen. En la parte central del sistema se van a presentar las pantallas de acuerdo a la opción que se haya escogido.



**Figura 4.2 Pantalla Inicial del sistema**

El sistema fue hecho de tal manera que al usuario le sea fácil de recordar donde se encuentra cada cosa, además los menús que se despliegan de cada botón siguen la misma secuencia lo que hace que sea mucho más fácil para el usuario su uso. Otra consideración que se tomó fue la de mostrar un solo menú cada vez que se presiona un botón dando así al usuario el enfoque a la opción escogida.

Como podemos ver en la figura 4.3 es muy fácil para el usuario poder ver el cambio que se realiza en la parte central del sistema conociendo



siempre donde se encuentra ubicado. Los colores escogidos para las distintas acciones del sistema fueron seleccionados de tal manera que el usuario se sienta a gusto al usar el sistema. Otro de los aspectos que se tomó en cuenta fue el tipo de letra la cual debía ser totalmente legible.

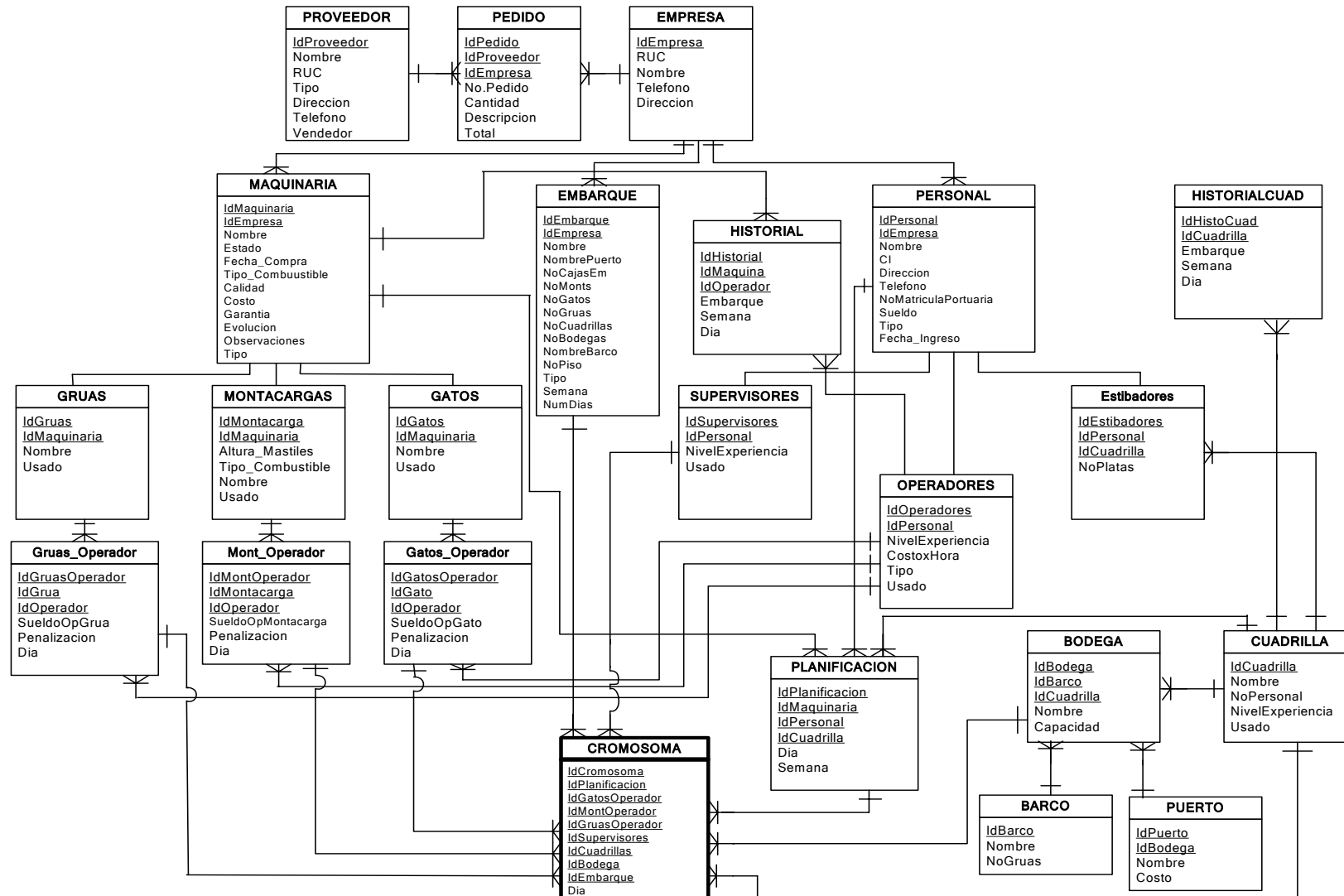
En cada una de las pantallas se encuentran claramente agrupadas las entradas y salidas del sistema; las etiquetas son muy representativas de acuerdo a lo que se quiera realizar; las pantallas no se encuentran sobrecargadas de elementos, y todos los campos se encuentran validados, además se muestran mensajes cada vez que el usuario cometa algún error o realice un acción exitosa.



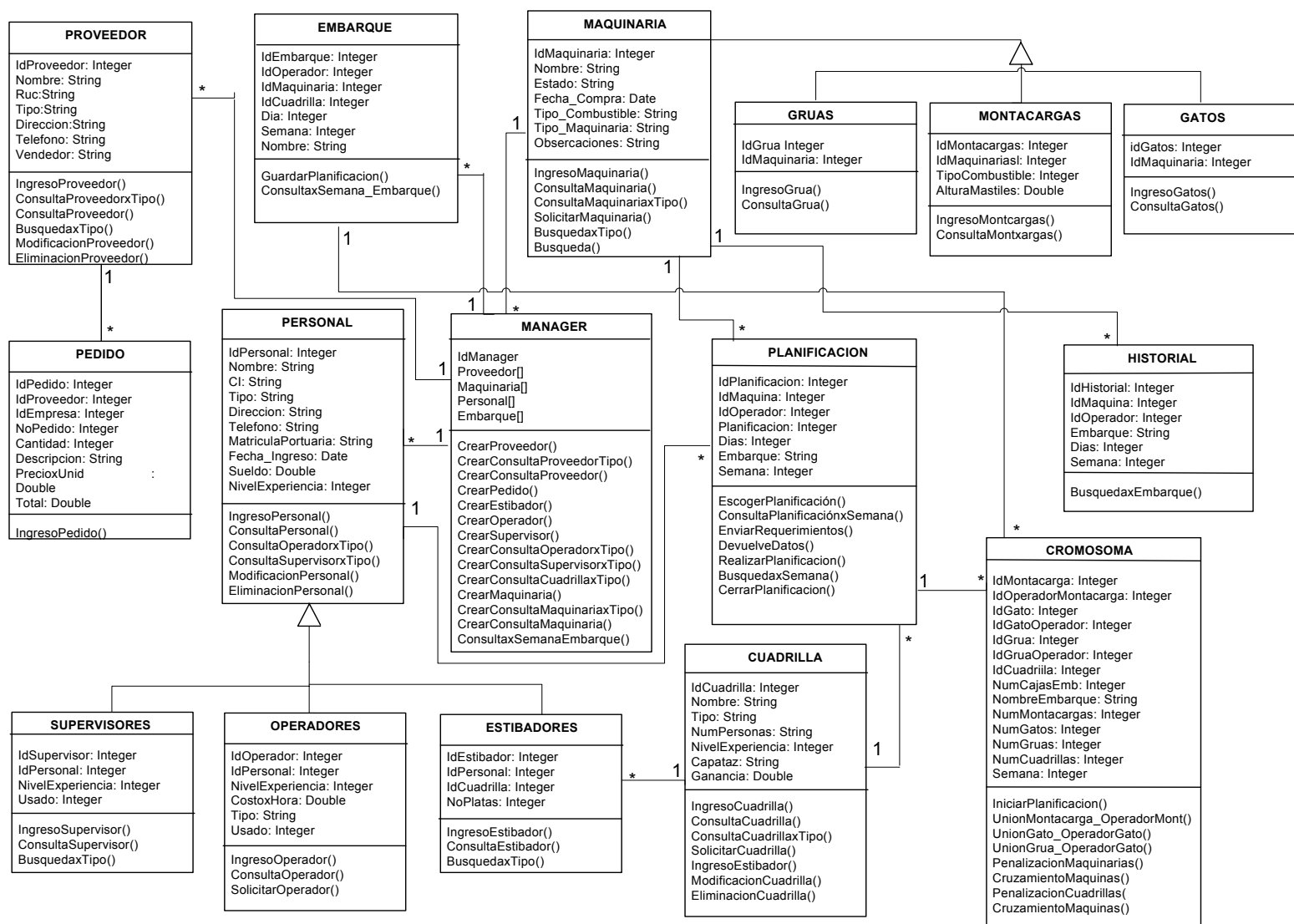
**Figura 4.3** Pantalla inicial de la opción Proveedores

Con lo que respecta a la pantalla de ingreso de los datos de planificación se consideraron los mismos estándares que se venían usando en las demás opciones. Esta pantalla fue diseñada con ayuda del Gerente de Operaciones de DORINT S.A. el cual nos dio las pautas para el perfecto ingreso y orden de las entradas en la pantalla y como mostrar los resultados obtenidos para cada una de las planificaciones.

### 4.3. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS



#### 4.4. DIAGRAMA DE CLASES DEL SISTEMA



## 4.5. DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES DEL SISTEMA

PROVEEDOR	
IdProveedor	: Integer
Nombre	: String
Ruc	: String
Tipo	: String
Direccion	: String
Telefono	: String
Vendedor	: String
IngresoProveedor(IdProveedor: Integer, Nombre: String, Ruc: String, Tipo: String, Direccion: String, Telefono: String, Vendedor: String) ConsultaProveedorxTipo(IdProveedor: Integer, Tipo:String) ConsultaProveedor(IdProveedor: Integer) BusquedaxTipo(tipo: String) ModificacionProveedor(IdProveedor: Integer) EliminacionProveedor(IdProveedor: Integer)	

MAQUINARIA	
IdMaquinaria	: Integer
Nombre	: String
Estado	: String
Fecha_Compra	: Date
Tipo_Combustible	: String
Tipo_Maquinaria	: String
Observaciones	: String
IngresoMaquinaria(IdMaquinaria : Integer, Nombre: String, Estado: String, Fecha_Compra: Date, Tipo_Combustible: String, Tipo_Maquinaria: String, Observaciones: String) ConsultaMaquinaria(IdMaquinaria: Integer) ConsultaMaquinariaxTipo(IdMaquinaria: Integer, Tipo_Maquinaria:String) SolicitarMaquinaria()ModificacionMaquinaria(IdMaquinaria: Integer) BusquedaxTipo(Tipo_Maquinaria: String) Busqueda()	

PERSONAL	
IdPersonal	: Integer
Nombre	: String
CI	: String
Tipo	: String
Direccion	: String
Telefono	: String
MatriculaPortuaria	: String
Fecha_Ingreso	: Date
Sueldo	: Double
NivelExperiencia	: Integer
IngresoPersonal(IdPersonal : Integer, Nombre: String,CI: String, Tipo: String, Direccion: String, Telefono: String, MatriculaPortuaria: String, Fecha_Ingreso: Date, Sueldo: Double, NivelExperiencia: Integer) ConsultaPersonal(IdPersonal: Integer) ConsultaOperadorxTipo(Tipo: String) ConsultaSupervisorxTipo(Tipo: String) ModificacionPersonal(IdPersonal: Integer) EliminacionPersonal(IdPersonal: Integer)	

<b>CUADRILLA</b>	
IdCuadrilla	: Integer
Nombre	: String
Tipo	: String
NumPersonas	: String
NivelExperiencia	: Integer
Capataz	: String
Ganancia	: Double
IngresoCuadrilla(IdCuadrilla: Integer, Nombre: String, NumPersonas: String, NivelExperiencia: Integer, Capataz: String, Ganancia: Double) ConsultaCuadrilla(IdCuadrilla: Integer) ConsultaCuadrillaXTipo(IdCuadrilla: Integer, Tipo: String) SolicitarCuadrilla(IdCuadrilla: Integer) IngresoEstibador(IdCuadrilla: Integer, Nombre: String, Ganancia: Double) ModificacionCuadrilla(IdCuadrilla: Integer) EliminacionCuadrilla(IdCuadrilla: Integer)	

<b>OPERADOR</b>	
IdOperador	: Integer
IdPersonal	: Integer
NivelExperiencia	: Integer
CostoxHora	: Double
Tipo	: String
Usado	: Integer
IngresoOperador(IdOperador: Integer, IdPersonal: Integer, NivelExperiencia: Integer, CostoxHora: Double, Tipo: String, Usado: Integer) ConsultaOperador(IdOperador: Integer, Tipo: String) SolicitarOperador()	

<b>SUPERVISOR</b>	
IdSupervisor	: Integer
IdPersonal	: Integer
NivelExperiencia	: Integer
Usado	: Integer
IngresoSupervisor(IdSupervisor: Integer, IdPersonal: Integer, NivelExperiencia: Integer, Usado: Integer) ConsultaSupervisor(IdSupervisor: Integer) BusquedaXTipo()	

<b>ESTIBADOR</b>	
IdEstibador	: Integer
IdPersonal	: Integer
IdCuadrilla	: Integer
NoPlatas	: Integer
IngresoEstibador(IdEstibador: Integer, IdPersonal: Integer, IdCuadrilla: Integer, NoPlatas: Integer) ConsultaEstibador() BusquedaXTipo()	

PEDIDO	
IdPedido	: Integer
IdProveedor	: Integer
IdEmpresa	: Integer
NoPedido	: Integer
Cantidad	: Integer
Descripcion	: String
PrecioxUnid	: Double
Total	: Double
IngresoPedido(IdPedido: Integer, IdProveedor: Integer, IdEmpresa: Integer, NoPedido: Integer, Cantidad: Integer, Descripcion: String, PrecioxUnid: Double, Total: Double)	

PLANIFICACION	
IdPlanificacion	: Integer
IdMaquina	: Integer
IdOperador	: Integer
Planificacion	: Integer
Dias	: Integer
Embarque	: String
Semana	: Integer
EscogerPlanificación(IdPlanificacion: Integer) ConsultaPlanificaciónxSemana(IdPlanificacion: Integer, Semana: Integer) EnviarRequerimiento(IdPlanificacion: Integer, IdMaquina: Integer, IdOperador: Integer, Planificacion: Integer, Días: Integer, Embarque: String, Semana: Integer) DevuelveDatos() RealizarPlanificacion() BusquedaxSemana() CerrarPlanificacion()	

HISTORIAL	
IdHistorial	: Integer
IdMaquina	: Integer
IdOperador	: Integer
Embarque	: String
Dias	: Integer
Semana	: Integer
BusquedaxEmbarque(Embarque: String)	

EMBARQUE	
IdEmbarque	: Integer
Nombre	: String
NombrePuerto	: String
NoCajasEm	: Integer
NoMonts	: Integer
NoGatos	: Integer
NoGruas	: Integer
NoCuadrillas	: Integer
NoBodegas	: Integer
NombreBarco	: String
NoGalpon	: Integer
NoPiso	: Integer
Tipo	: String
Seman	: Integer
NUmDias	: Integer
GuardarPlanificacion(IdEmbarque: Integer, Nombre: String, NombrePuerto: String, NoCajasEm: Integer, NoMonts: Integer, NoGatos: Integer, NoGruas: Integer, NoCuadrillas: Integer, NoBodegas: Integer, NombreBarco: String, NoGalpon: Integer, NoPiso: Integer, Tipo: String, Seman: Integer, NUmDias: Integer) ConsultaxSemana_Embarque(Semana: Integer)	

HISTORIAL	
IdManager: Integer	
Proveedor[]	
Maquinaria[]	
Personal[]	
Embarque[]	
CrearProveedor() CrearConsultaProveedorTipo() CrearConsultaProveedor() CrearPedido() CrearEstibador() CrearOperador() CrearSupervisor() CrearConsultaOperadorxTipo() CrearConsultaSupervisorxTipo() CrearConsultaCuadrillaxTipo() CrearMaquinaria() CrearConsultaMaquinariaxTipo() CrearConsultaMaquinaria() ConsultaxSemanaEmbarque()	




	IdMontacarga : Integer IdOperadorMontacarga : Integer IdGato : Integer IdGatoOperador : Integer IdGrua : Integer IdGruaOperador : Integer IdCuadrilla : Integer NumCajasEmb : Integer
	<b>NUMMONTACARGAS</b>
IdMontacarga : Integer IdMaquinaria : Integer AlturaMastiles : Integer TipoCombustible : String Nombre : String Usado : String	NombreEmbarque : String NumMontacargas : Integer NumGatos : Integer NumCruas : Integer NumCuadrillas : Integer Semana : Integer
IngresoMontacarga(IdMontacarga: Integer, IdMaquinaria: Integer, AlturaMastiles: String, TipoCombustible: String, Nombre: String, Usado: Integer)	
ConsultaMontacarga(IdMontacarga: Integer, IdMaquinaria: Integer)	
ModificaMontacargas(IdMontacarga: Integer, IdMaquinaria: Integer, AlturaMastiles: String, TipoCombustible: String, Nombre: String, Usado: Integer)	
EliminaMontacargas(IdMontacargas)	

### IniciarPlanificacion()

	UnionMontacarga_OperadorMont(IdMontacarga: Integer, IdOperadorMontacarga: Integer)
	UnionGato_OperadorGato(IdGato: Integer, IdOperadorGato: Integer)
	UnionGrua_OperadorGato(IdGrua: Integer, IdOperadorGato: Integer)
	PenalizacionMaquinarias( IdOperador_Montacarga: Integer, IdPenalizados[*])

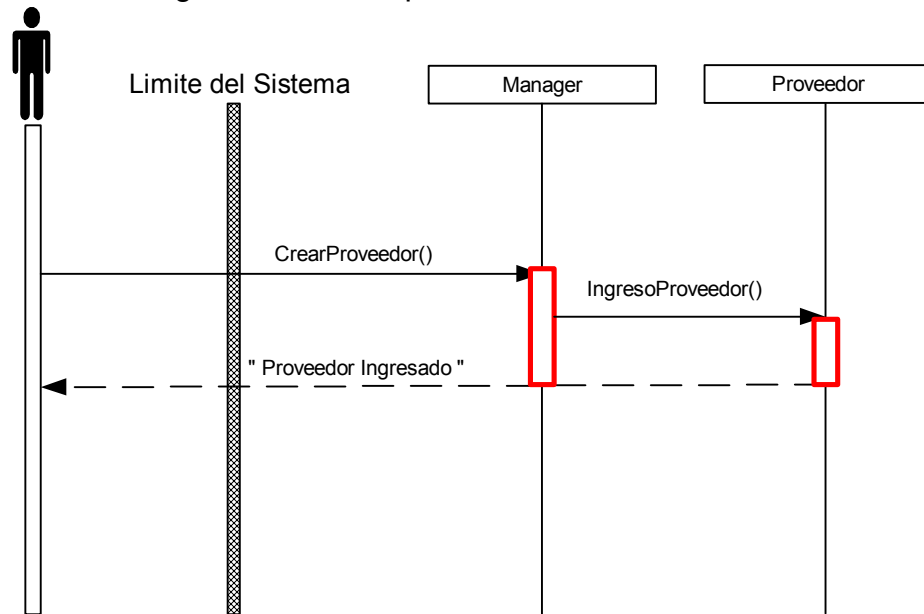
CruzamientoMaquinas( IdPenalizados: Integer)

PenalizacionCuadrillas(IdCuadrilla : Integer) : IdPenCuad

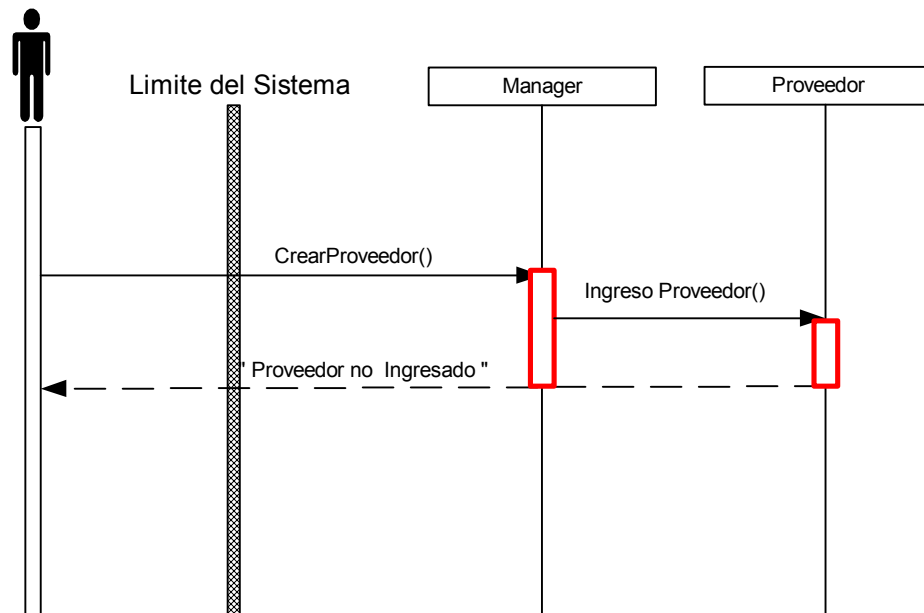
CruzamientoMaquinas( IdCuadrillas: Integer)

## DIAGRAMAS DE INTERACCIÓN DE OBJETOS

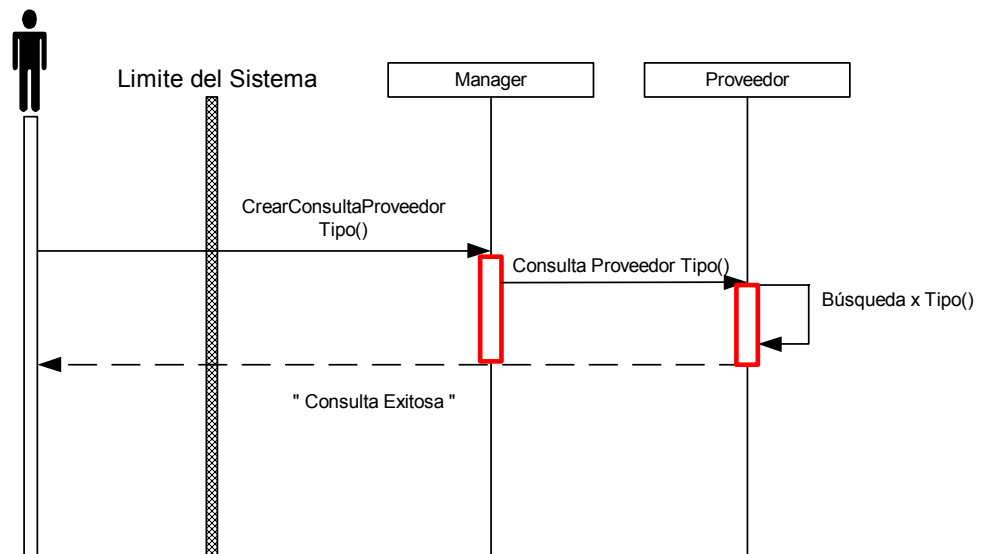
1.1 El asistente ingresa un nuevo proveedor exitosamente.



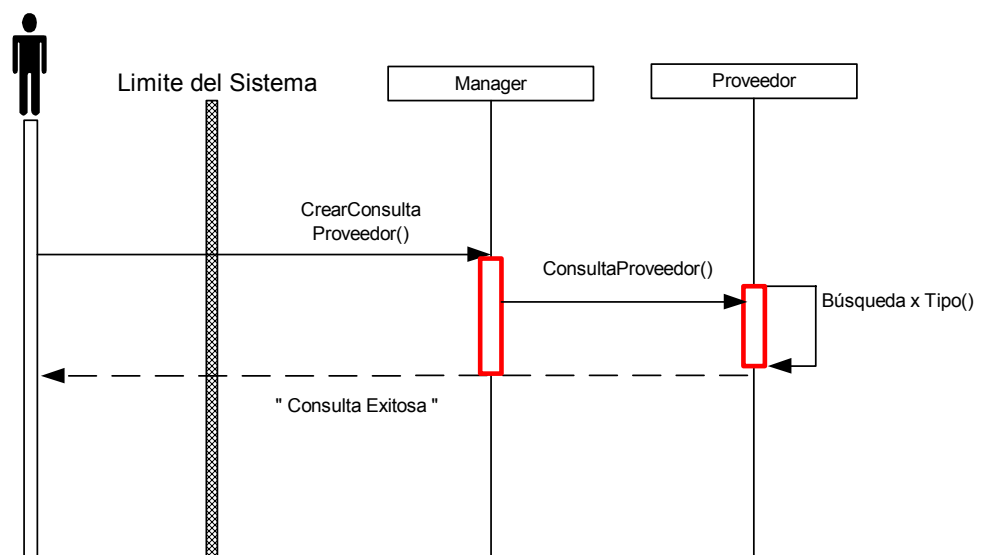
1.2 El asistente no puede ingresar un nuevo proveedor exitosamente.



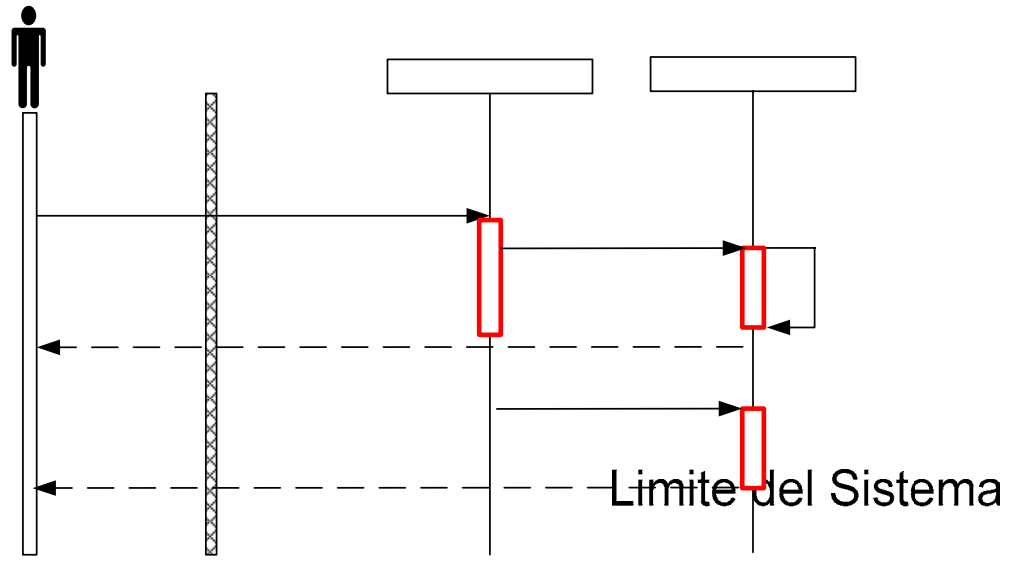
2.1 El asistente consulta todos los proveedores por tipo exitosamente.



3.1 El asistente consulta el detalle de un proveedor exitosamente.

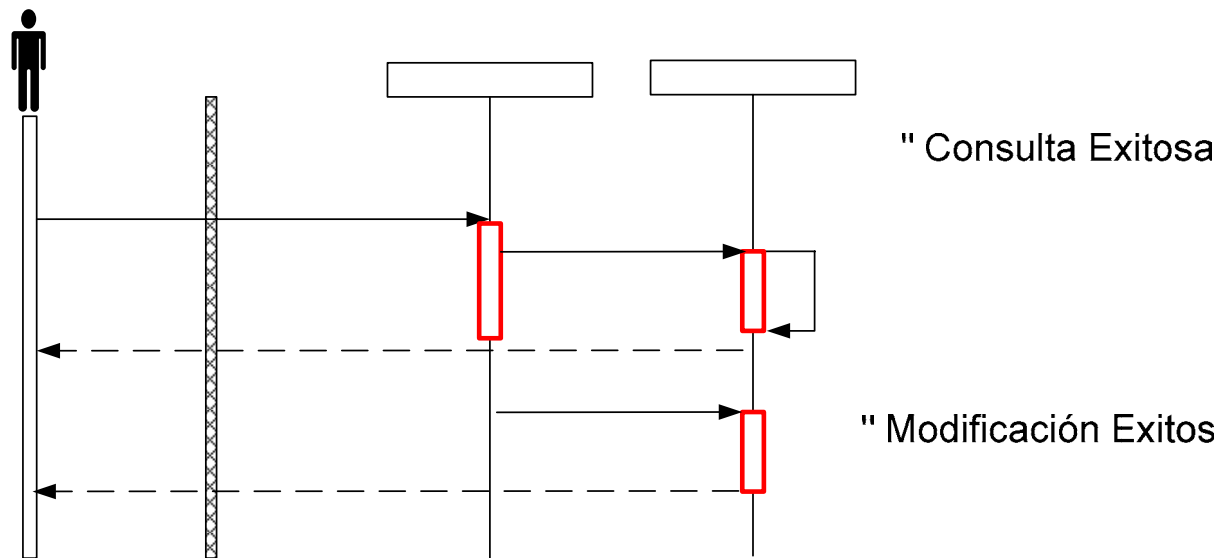


4.1 El asistente modifica el detalle de un proveedor exitosamente.

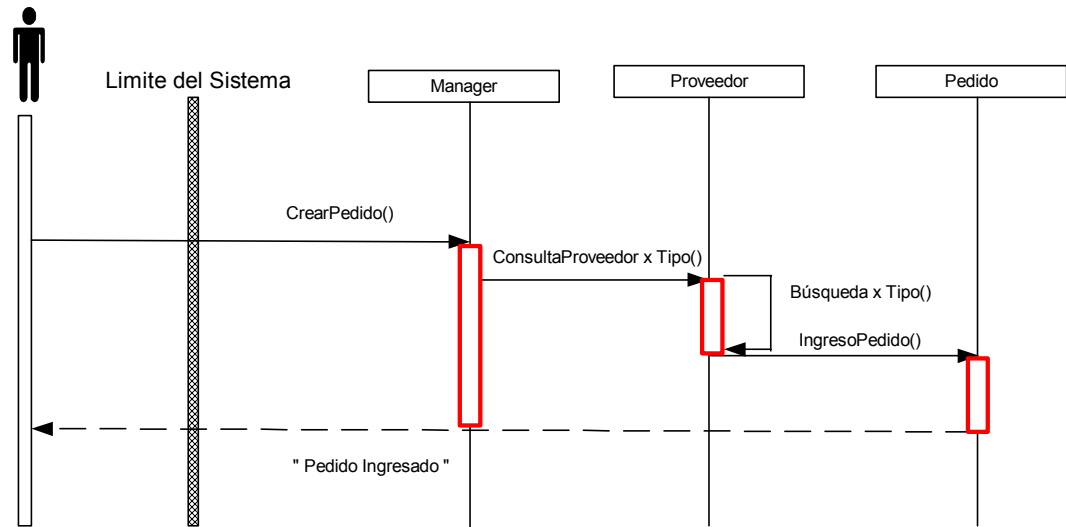


CrearConsulta  
Proveedor()

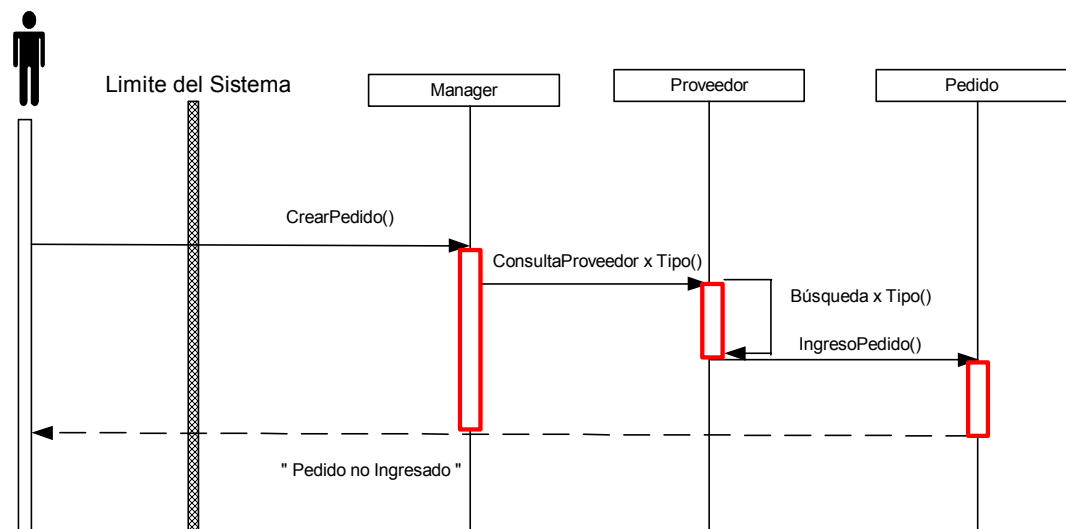
5.1 El asistente elimina un proveedor exitosamente.



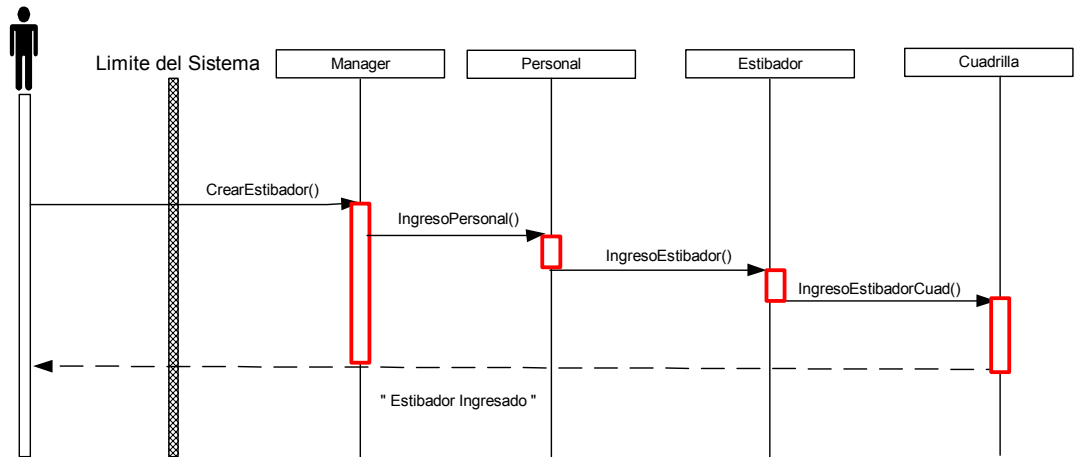
### 6.1 El asistente realiza un nuevo pedido a un proveedor exitosamente.



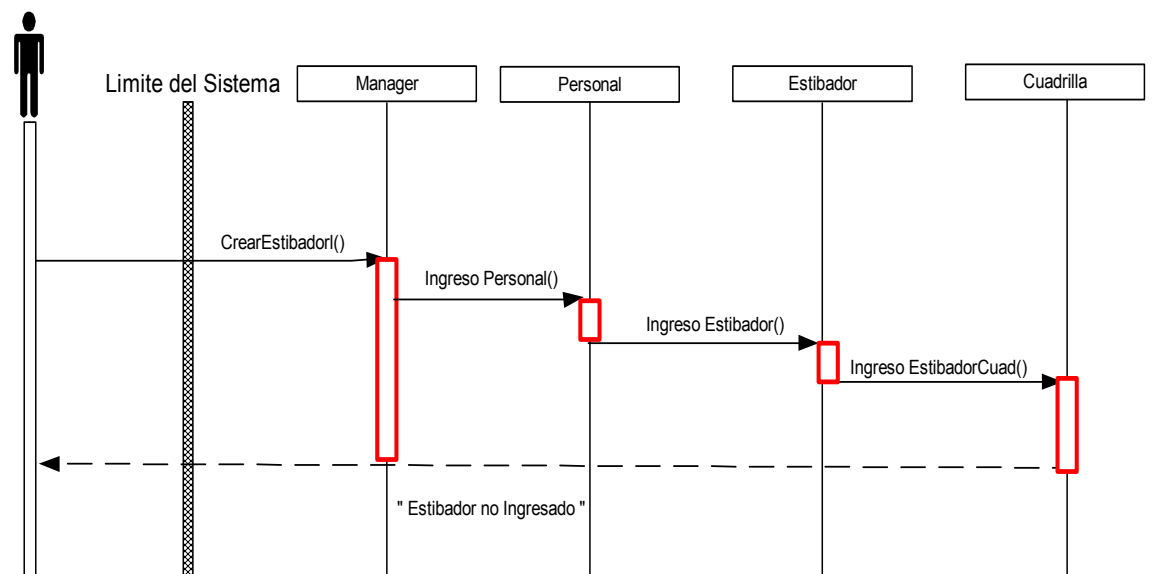
### 62 El asistente no realiza un nuevo pedido a un proveedor exitosamente.



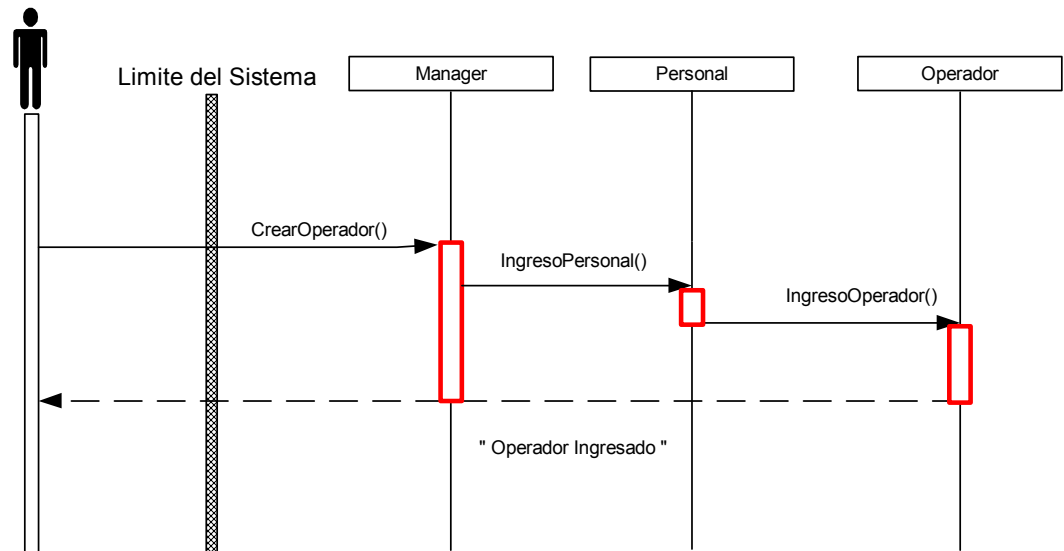
### 7.1 El asistente ingresa un nuevo estibador exitosamente.



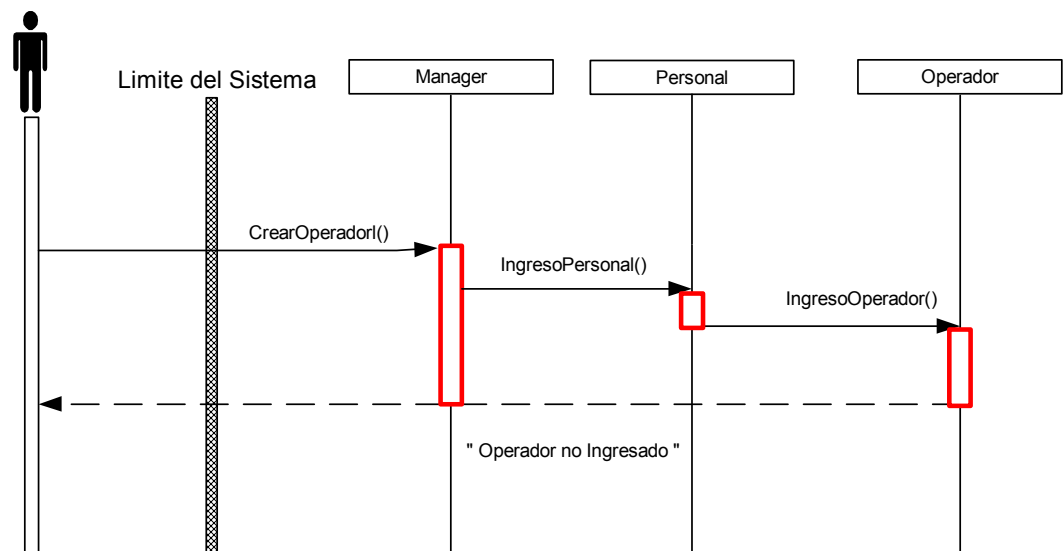
7.2 El asistente no puede ingresar un nuevo estibador exitosamente.



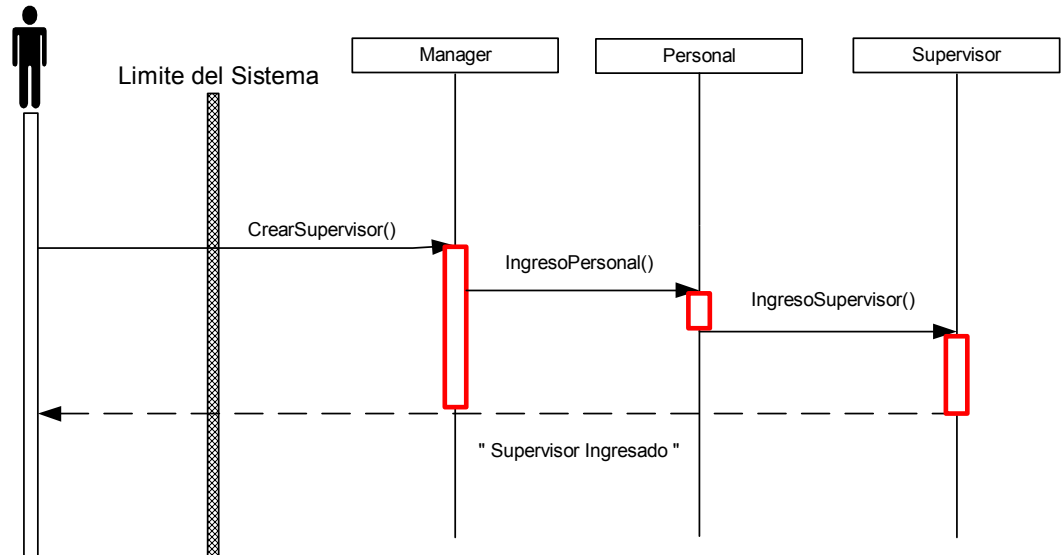
8.1 Ingreso de un Nuevo Operador



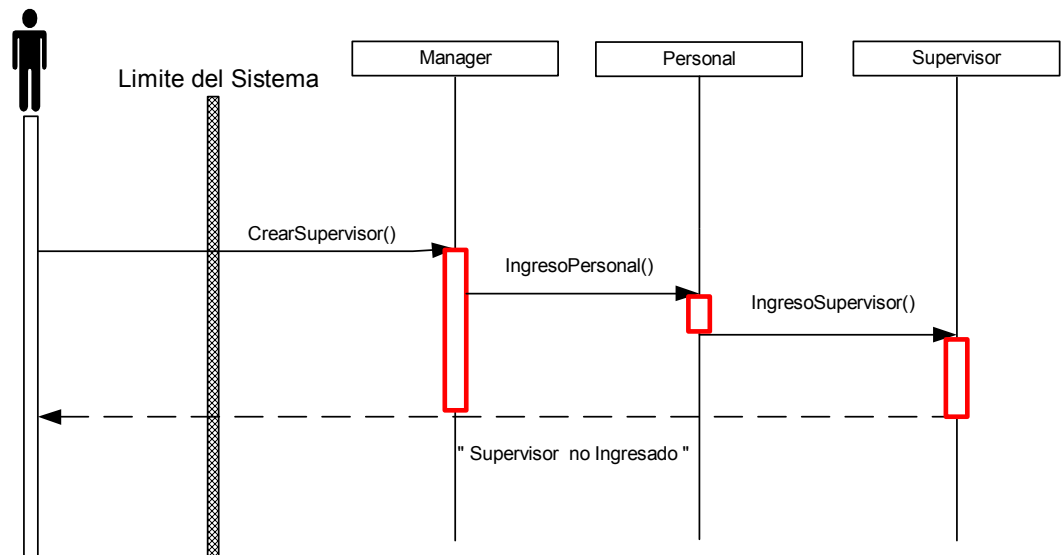
8.2 El asistente no puede ingresar un nuevo operador exitosamente.



9.1 El asistente ingresa un nuevo supervisor exitosamente.

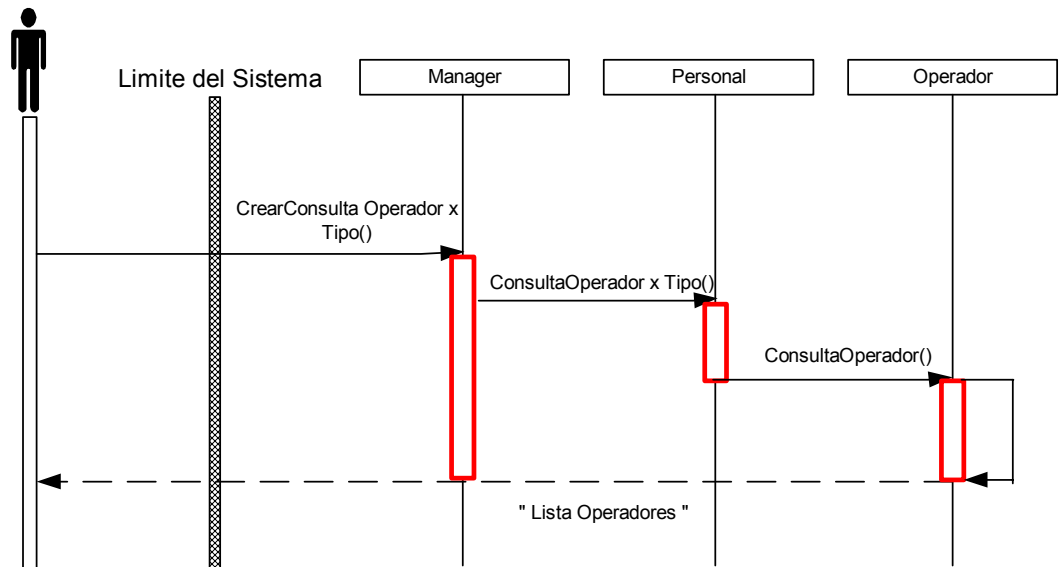


9.2 El asistente no puede ingresar un nuevo supervisor exitosamente.

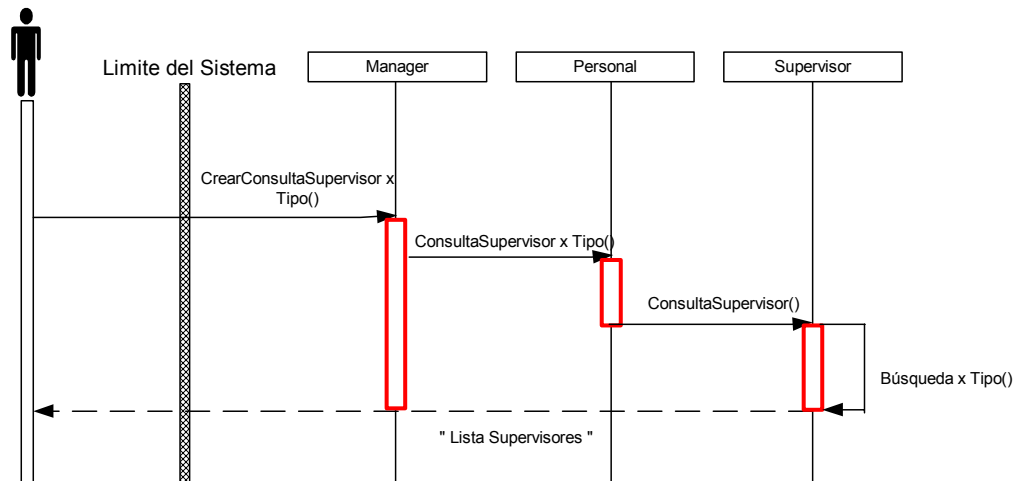


10.1 El asistente consulta todos los operadores por tipo exitosamente.

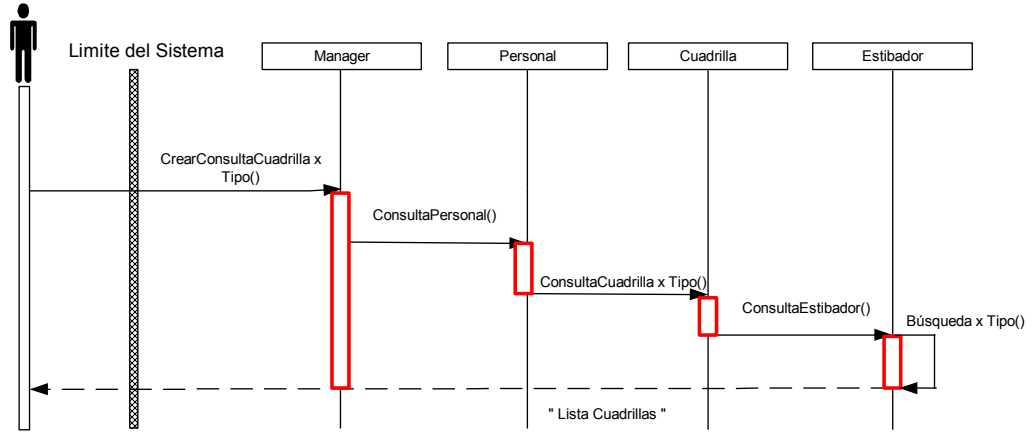




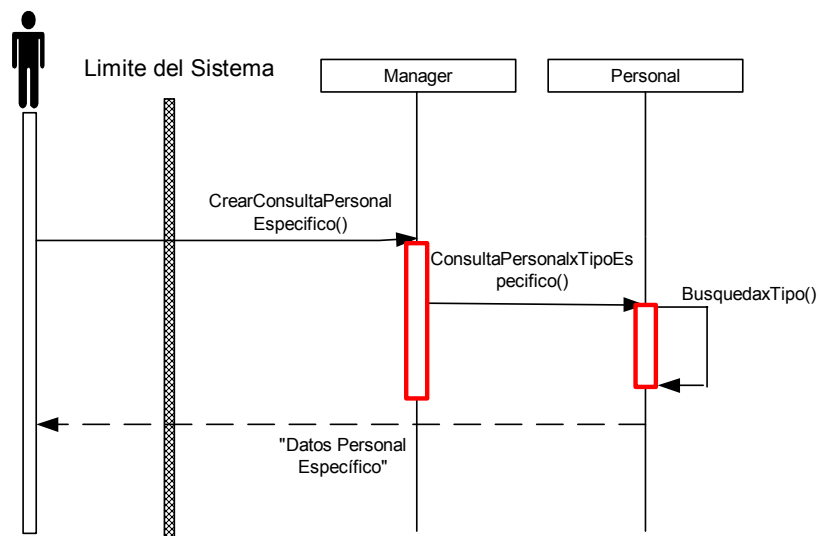
11.1 El asistente consulta todos los supervisores por tipo exitosamente.



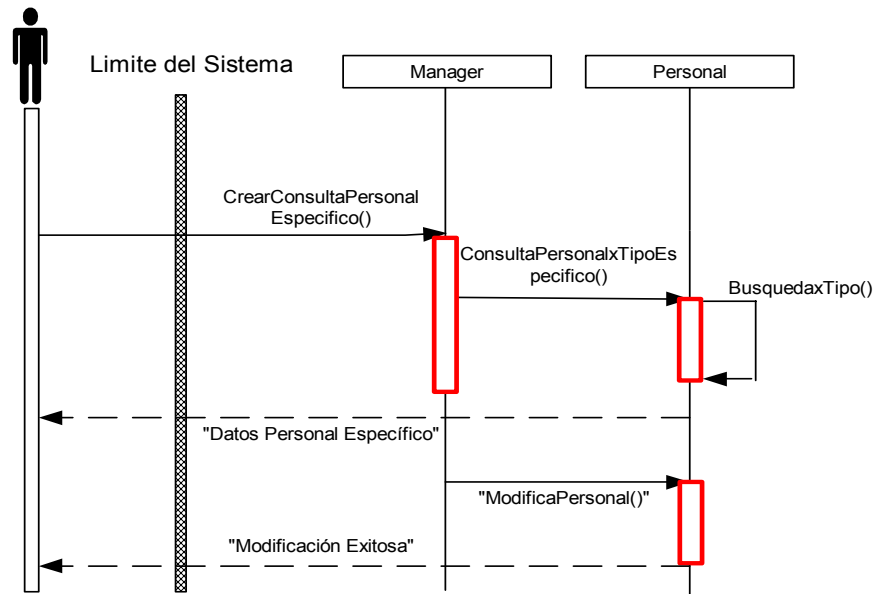
12.1 El asistente consulta todas las cuadrillas por tipo exitosamente.



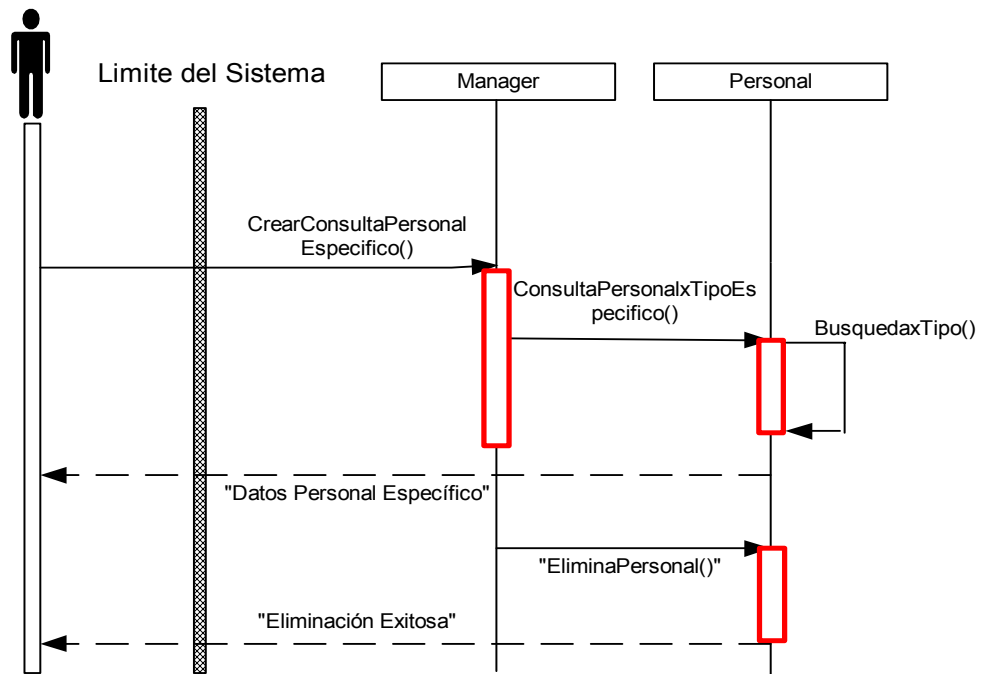
### 13.1 El asistente consulta un Personal específico



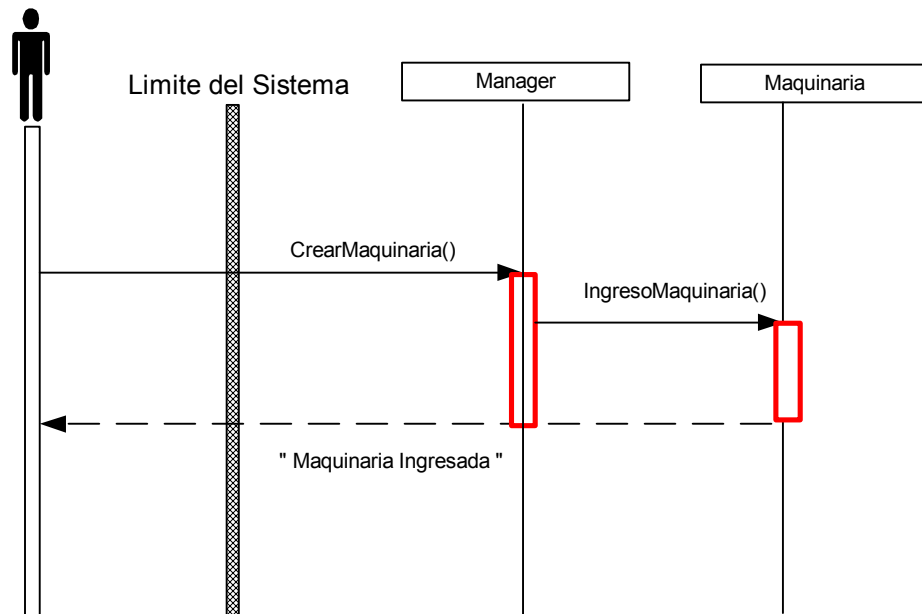
### 14.1 Modificación de Personal específico



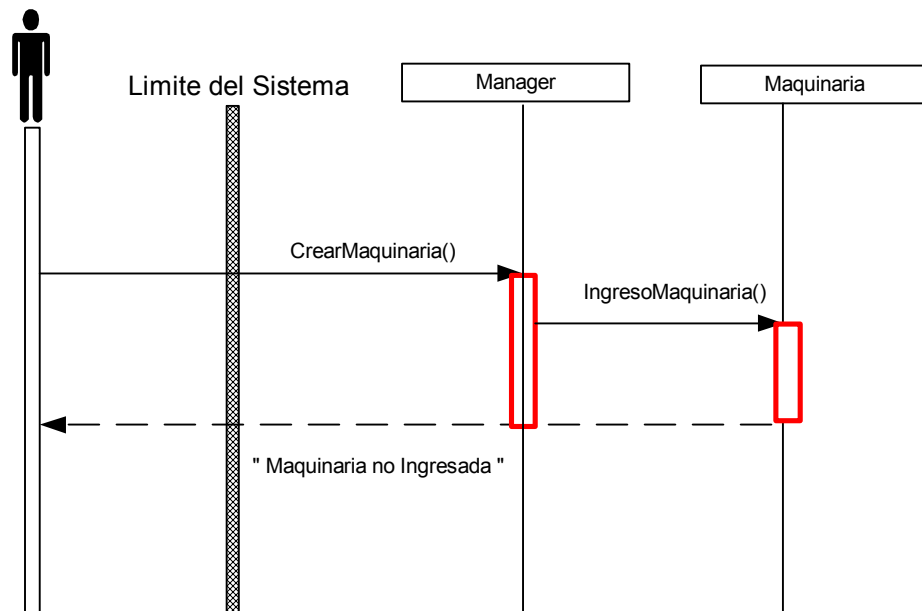
### 15.1 Eliminación de Personal específico



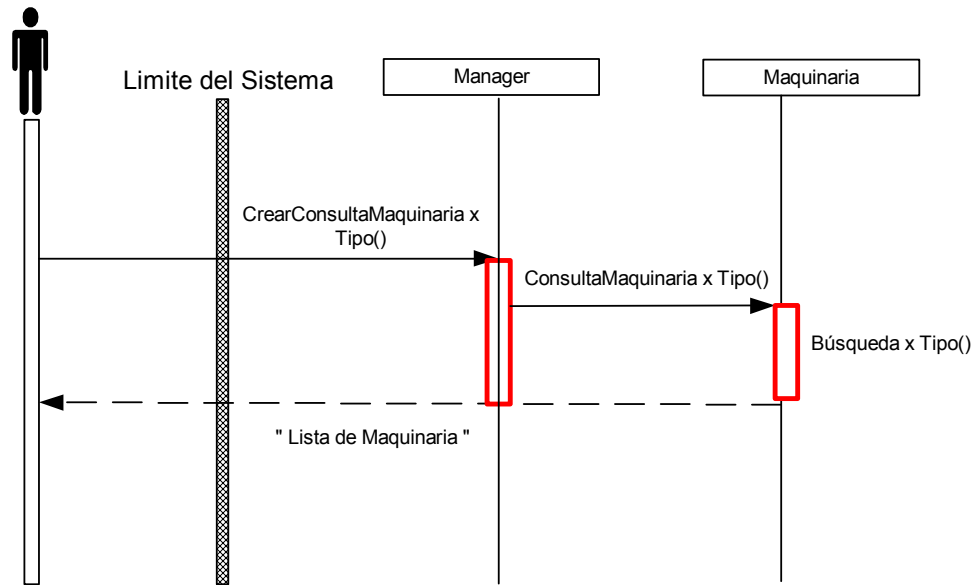
### 16.1 El asistente ingresa una nueva maquinaria exitosamente.



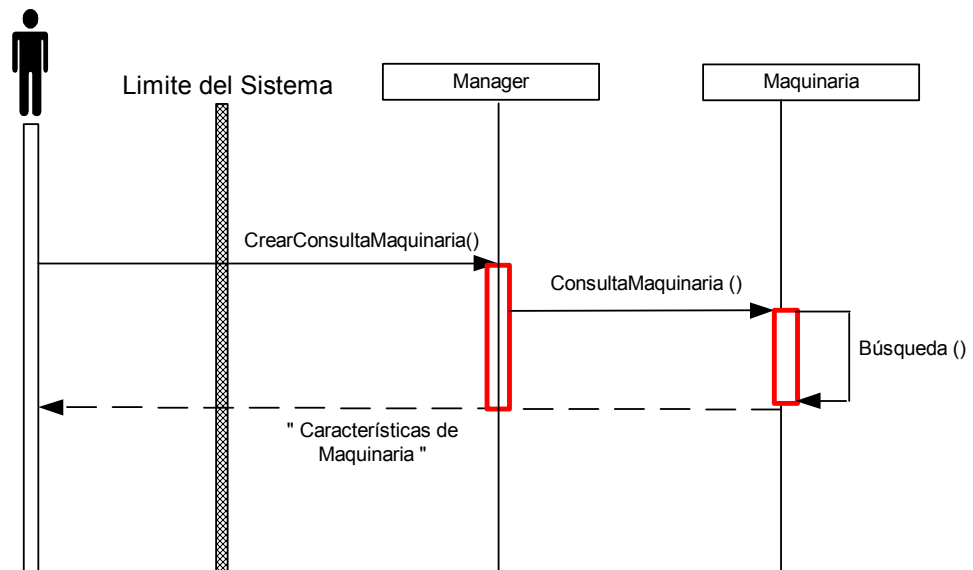
16.2 El asistente no puede ingresar una nueva maquinaria exitosamente.



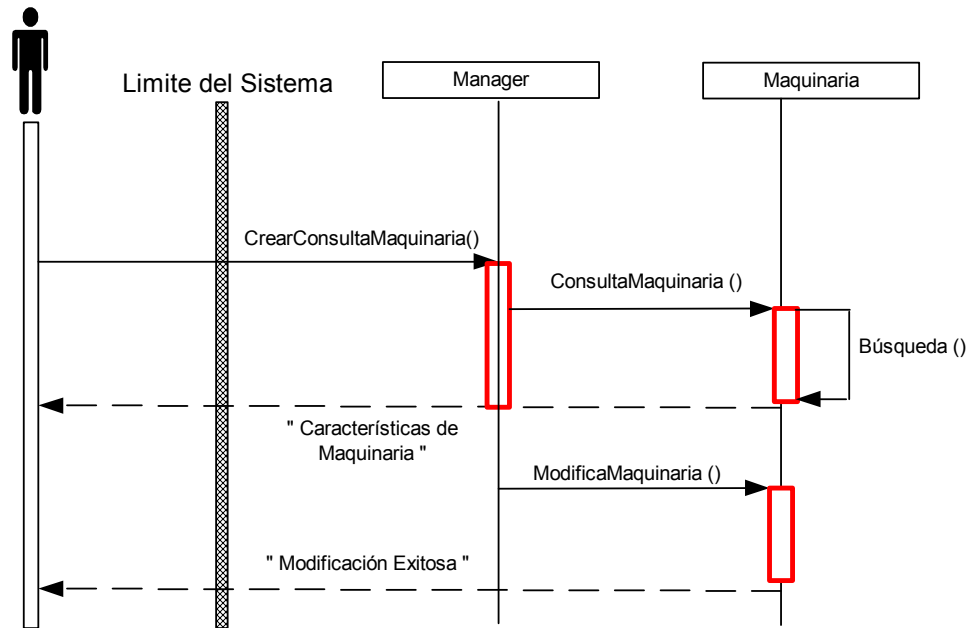
17.1 El asistente consulta todas las maquinarias por tipo exitosamente.



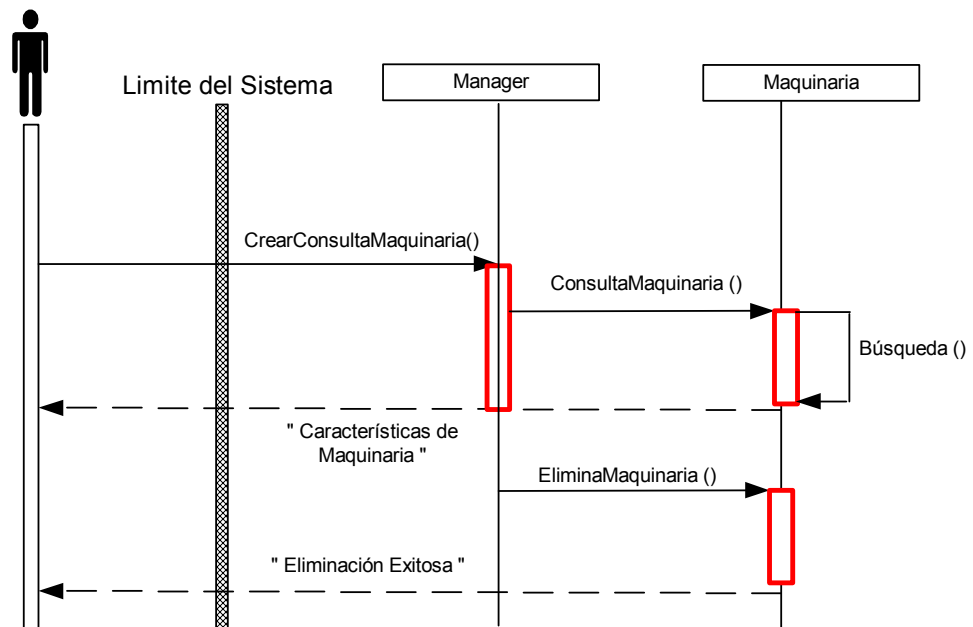
18.1 El asistente consulta las características de una maquinaria exitosamente.



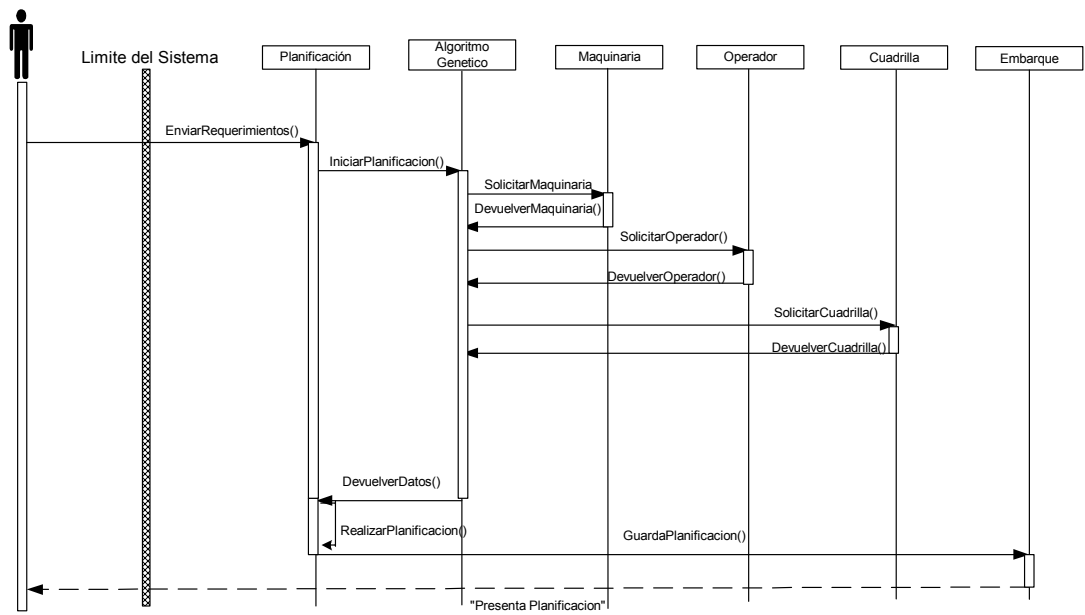
19.1 Modificación de las características de una Maquinaria específica.



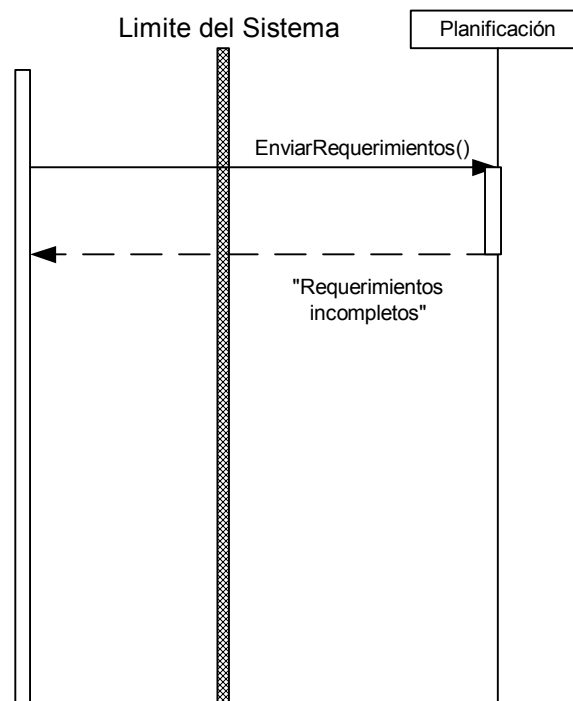
### 20.1 Eliminación de las características de una Maquinaria específica.



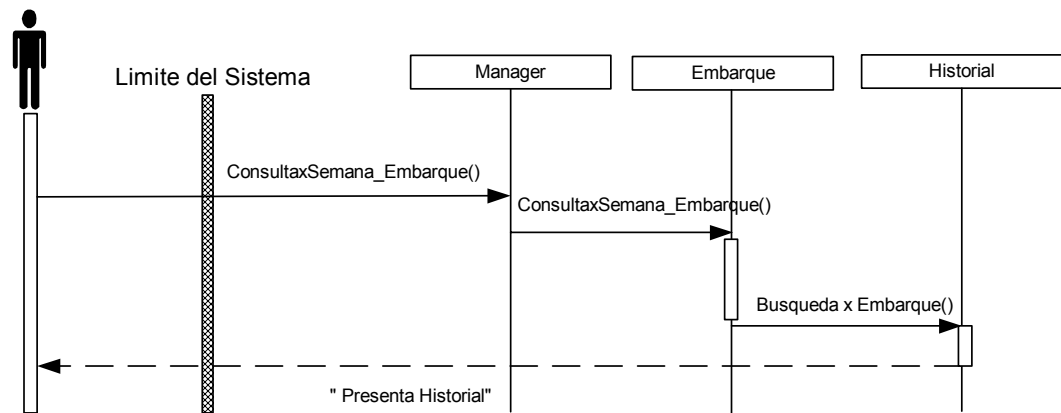
### 21.1 El asistente planifica un embarque exitosamente.



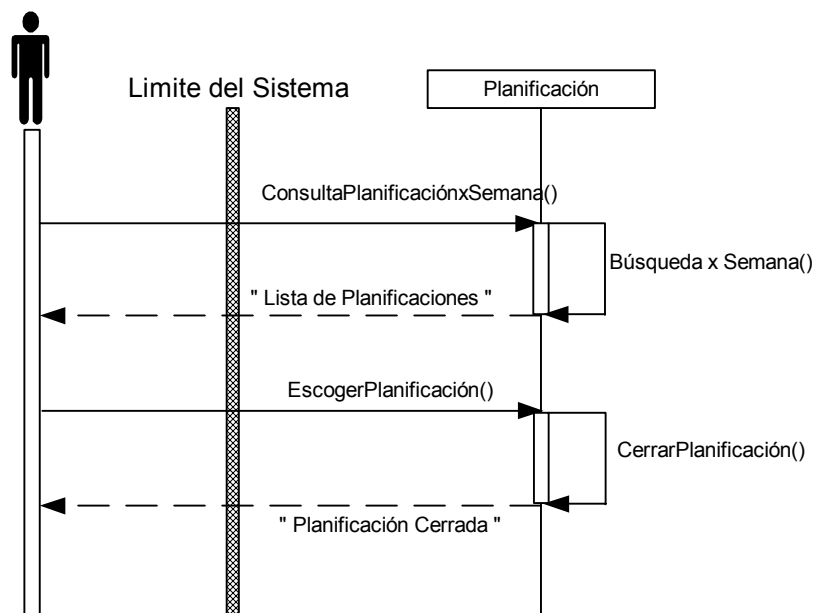
21.2 El asistente no puede realizar una planificación exitosa.



22.1 El asistente consulta el historial de planificaciones exitosamente.



23.1 El asistente cierra la planificación de un embarque exitosamente.





# **CAPITULO 5**

## **5. IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS**

En este capítulo explicaremos todo el proceso de implementación de PCP que se dividió básicamente en tres partes:

- Proceso de Implementación
- Pruebas Realizadas
- Problemas Presentados en la Implementación

A lo largo de este capítulo se explicará con detalle todo lo que conllevó la realización de cada una de estas tres etapas importantes para que el sistema pueda ser usado con total confianza por el usuario final, y que garantizan que todos los requisitos hayan sido cumplidos en su totalidad.

## 5.1. PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

Como primer paso en la implementación se crearon reglas en toda la programación, tales como:

- Mantener siempre los nombres de variables acordes con lo que representaban, para así, mantener un orden y mejor entendimiento de la programación.
- Documentar cada parte del código que necesite una explicación extra, para tener un claro entendimiento de las diferentes funciones y procedimientos que forman parte del sistema.
- Se mantuvo un formato para las pantallas en cuanto a diseño, colores y fuentes.

Previamente a establecer todos estos estándares realizamos una investigación en cuanto al lenguaje de programación en el que íbamos a trabajar como fue el Visual Basic.Net, para capacitarnos en esta herramienta y conocer todas las diferencias que tenía con otros lenguajes en los que previamente se había trabajado. De esta manera pudimos conocer todas las ventajas de esta nueva herramienta, que hereda muchas cosas del Visual Basic 6.0, pero que también tiene sus marcadas diferencias, en las cuales nos enfocamos un poco más para evitar menos contratiempos a la hora del desarrollo de la aplicación.

Para llevar a cabo esta implementación se necesitó la implementación de un Sistema de Base de Datos en Microsoft SQL Server 2000 a la cual se conectarán todos los diversos usuarios del sistema. Las máquinas que servirán como estaciones clientes se las tuvo que conectar a la red Lan en donde funcionará el sistema y por medio del cual se conectarán al Servidor de Base de Datos, así mismo se les instaló los componentes necesarios para que el sistema funcione como es el Spread para .Net., el cual es un componente que nos permite simular una hoja de Excel en el cual se pueden presentar datos de toda índole, de manera más clara y ordenada, éste componente es necesario para aquellas pantallas que muestran resultados, ya sea resultados de alguna búsqueda o de la planificación en sí.

## **5.2. PRUEBAS REALIZADAS**

Se realizaron diversas pruebas del sistema para poder verificar que todos los requisitos hayan sido tomados en cuenta y que estos cumplieran perfectamente su función. A continuación se dará una descripción de las diferentes pruebas que se realizaron.

La primera prueba que se realizó fue la verificación por módulo, de esta manera se pudo identificar los errores de cada uno de los módulos por separado y corregirlos en el momento, es así que se realizaron las siguientes pruebas:

- Para el módulo de **PROVEEDORES** se comprobó en primer lugar que los datos se guarden correctamente validando todos los campos obligatorios, luego se comprobó la segunda parte más importante en este módulo como es la creación de un nuevo pedido, aquí se probó que todas las validaciones estén correctas es decir que los ítems ingresados correspondan al proveedor escogido para el pedido, así como que se escoja un proveedor válido.
  
- Para el módulo de **PERSONAL** se validó que todos los ingresos de nuevos personales se hicieran de manera correcta, añadiéndolos a los tipos respectivos y verificando que los campos ingresados sean coherentes entre sí, como también las consultas y modificaciones respectivas se hagan correctamente.
  
- Para el módulo de **MAQUINARIAS** se verificó la parte de ingreso y modificación ya que éste módulo es uno de los pilares en el momento de la planificación, y junto con el personal son los recursos que entran en juego en una planificación de embarque.
  
- Para el módulo de **PLANIFICACIÓN** que es donde se concentra el centro del problema, ya que es el que permitirá la planificación del embarque basándose en los módulos de Maquinarias y Personal, se

probó en sí la parte de la planificación, comprobando coherencias en cuanto a los datos ingresados, como son el número de las diferentes maquinarias y personal que se necesita así como el número de cajas estibadas, una vez realizado este proceso se probó el algoritmo en sí para verificar que todos los recursos en general se estén considerando al momento de la planificación.

Al realizar estas pruebas unitarias comprobamos que los errores eran mínimos, por la confusión de alguna variable o por alguna consulta a la base de datos equivocada.

Luego de haber realizado estas pruebas de manera unitaria, se procedió a probar el sistema de manera integrada, haciendo uso de los ingresos en los diferentes módulos pilares para luego con esos nuevos ingresos probar el módulo principal que es el de Planificación.

Luego de haber realizado las pruebas bases en General se procedió a probar el sistema con unos de los usuarios del sistema para detectar posibles fallas ya sea a nivel de programación, como a nivel de presentación, es decir poder detectar problemas de fondo y forma, y poder corregirlas antes de que el sistema entre en funcionamiento completo.

Después de las pruebas se hicieron las pruebas de seguridad del sistema para evitar cualquier complicación en el camino, en esta parte se hicieron

las debidas instalaciones de los parches del Sistema Operativo y de los componentes usados por el sistema como el Spread 7.0 para .Net.

Una vez terminadas estas pruebas y corregido todo lo que pudimos encontrar gracias a ellas, se procedió a instalar el sistema en las máquinas que utilizarán el sistema, para comenzar a dar marcha al uso del sistema y permitir las planificaciones automáticas de los embarques de banano.

### **5.3. PROBLEMAS PRESENTADOS EN LA IMPLEMENTACIÓN**

El único problema que se presentó en el momento de la implementación fue que a la primera semana de uso del sistema, hubo cierta resistencia por parte de algunas personas para usar el sistema, pero fueron problemas que se solucionaron muy pronto ya que al encontrar ellos mismos las diferentes facilidades brindadas por el sistema, se sintieron poco a poco mas familiarizados con el sistema y seguros de usarlo.

## **CONCLUSIONES**

1. Los sistemas APS son eficientes cuando se necesita planificar y organizar muchos recursos críticos a la vez, dando óptimos resultados que se reflejan en la rapidez de una tarea considerada como crítica y en la disminución de los costos de la empresa que los usa.
2. En nuestro caso específico de la planificación de los embarques en los diferentes puertos de Guayaquil, mostró grandes resultados ya que una tarea que antes implicaba algunas horas en ser realizadas, ahora gracias al sistema PCP se realiza en cuestión de minutos y de manera óptima.
3. Para la optimización de la planificación de los embarques de banano se utilizó el algoritmo genético de tipo Heurístico que permitió sistematizar y optimizar la planificación tomando en cuenta las restricciones que existen en éste tipo de planificaciones.
4. La inversión que hacen las empresas en sistematizar procesos se puede recuperar de manera eficaz siempre y cuando se tomen decisiones que ayuden de una u otra forma a optimizar y reducir costos de dichos procesos. Por tal motivo PCP brinda la oportunidad al usuario tomador de decisiones escoger la mejor alternativa de planificación que cubra todas

las expectativas y ayude a minimizar los gastos de cualquier empresa de servicio de estiba.

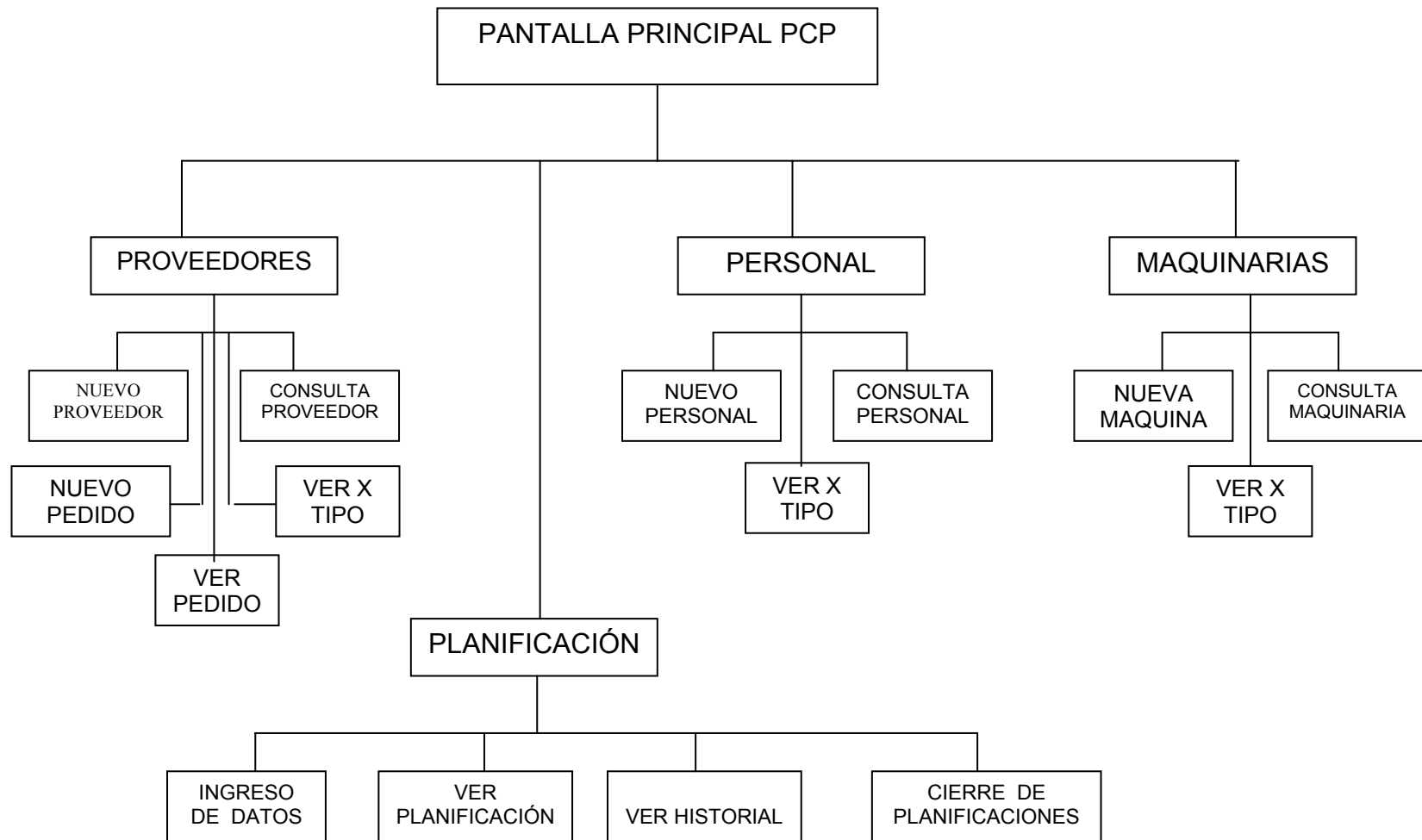
5. Realizar una planificación de procesos determinados de forma manual requiere un periodo largo de estudio de todas las actividades y operaciones que se necesitan ejecutar para llevar a cabo dichos procesos; se requiere de un alto grado de experiencia para poder entender, manipular y escoger las soluciones más satisfactorias de planificación. Pero implantando la automatización de este proceso de estiba utilizando PCP solo se requiere capacitar al usuario en el uso del sistema para lo cual no se necesitaría mayor tiempo.

## **RECOMENDACIONES**

1. Sugerimos el uso de algoritmos heurísticos como el algoritmo genético para planificar y organizar los diversos recursos críticos que se tienen dentro de un problema cuyo objetivo es el optimizar dichos recursos.
2. Utilizar nuestro Planificador de Carga Portuaria en todas y cada una de las empresas encargadas de la planificación de embarques de banano con el fin de reducir tiempo y costos.



## APÉNDICE A: FLUJO DE VENTANAS Y LAYOUTS



## REFERENCIAS

- [1] [http://www.dw-ltd.com/dw\\_docs/DW-DT-027%20-%20APS.pdf](http://www.dw-ltd.com/dw_docs/DW-DT-027%20-%20APS.pdf)  
Advanced Planning and Scheduling (APS) por Jesus Maria Velasquez Bermudez (artículo.pdf)
- [2] <http://www.optimos.usach.cl/PH.htm#tabu>
- [3] <http://www.cidse.itcr.ac.cr/revistamate/contribuciones-v6-n1-may2005/Geneticos/Index.htm>
- [4] [http://www.frro.utn.edu.ar/isi/algoritmosgeneticos/html\\_data/3algoritmos/Algoritmo.htm](http://www.frro.utn.edu.ar/isi/algoritmosgeneticos/html_data/3algoritmos/Algoritmo.htm)

## BIBLIOGRAFÍA

- The art of Object  
Por: Yun-Tung Lau, Ph.D.
- Banano Ecuatoriano, Perspectiva  
Por: Ing. José Riofrío Sáenz