

# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

## FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ

***Desarrollo de un sistema de información para la administración de puntos de distribución y diseño de rutas para la repartición de bienes en entidades dedicadas a la ayuda social***

Tesis para optar el Título de Ingeniero Informático, que presenta el bachiller:

**Luigi Gianfranco Terán Avila**

**ASESOR: Mag. Johan Paul Baldeón Medrano**

Lima, octubre de 2013

## Tabla de Contenido

Resumen del proyecto de fin de carrera .....	1
1 CAPÍTULO 1: GENERALIDADES .....	2
1.1 Definición de la problemática .....	2
1.2 Objetivo general .....	6
1.3 Objetivos específicos .....	7
1.4 Resultados esperados.....	7
1.5 Alcance y limitaciones .....	8
1.6 Métodos y procedimientos .....	9
1.7 Justificación y viabilidad .....	11
1.8 Plan de proyecto .....	13
1.8.1 Estructura de descomposición del trabajo .....	14
1.8.2 Cronograma de Actividades .....	16
2 CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL Y ESTADO DEL ARTE .....	17
2.1 Marco Conceptual .....	17
2.2 Revisión del estado del arte .....	21
2.2.1 Sistema de Ventas JR SOFTWARE, distribuidora de alimentos y camiones reparto de alimentos.....	21
2.2.2 Desarrollo de un nuevo sistema de información y logístico para la distribución de productos a domicilio .....	22
2.2.3 Análisis de las estrategias de distribución y ventas utilizadas por la empresa de alimentos polar comercial en Cumaná, estado Sucre .....	23
2.2.4 Organización del sistema de suministro y distribución de una empresa de Catering 23	
2.2.5 DRSOFT: Un soporte computacional para el diseño de rutas de distribución .....	24
2.2.6 Reseña del software disponible en Colombia para el diseño de rutas de distribución y servicios .....	25
2.3 Discusión sobre los resultados de la revisión del estado del arte .....	26
3 CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO.....	28
3.1 Historias de usuario.....	28
3.2 Arquitectura de la solución .....	30
3.2.1 Definiciones y acrónimos .....	31
3.2.2 Representación de la arquitectura .....	31
3.2.3 Vistas de componentes del sistema.....	33
3.2.4 Calidad .....	34
3.3 Diseño de interfaz gráfica.....	34
3.4 Arquitectura de la información .....	36
3.4.2 Modelo de Base de Datos .....	38
3.4.3 Diccionario de datos.....	40
4 CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS.....	42
4.1 Construcción .....	42
4.1.1 Tecnología usada.....	42
4.1.2 Complementos técnicos.....	44
4.1.3 Realización de los componentes de Administración de puntos de distribución y Mostrar diseño de rutas .....	46
4.1.4 Realización del algoritmo para el componente del diseño de las rutas.....	46
4.2 Pruebas .....	47
4.2.1 Estrategia de pruebas .....	48
4.2.2 Tipos de pruebas.....	49
4.2.3 Casos de pruebas principales.....	50

4.2.4	Resultado de la ejecución de las pruebas .....	53
5	CAPÍTULO 5: OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	57
5.1	Observaciones .....	57
5.2	Conclusiones .....	58
5.3	Recomendaciones y trabajos futuros .....	59
6	Referencias .....	61



## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1.1: Representación del itinerario.....	6
Ilustración 1.2: Estructura de descomposición del trabajo.....	14
Ilustración 1.3: Cronograma de actividades.....	16
Ilustración 3.1: Vista general de sistema SocialSoft.....	32
Ilustración 3.2: Ventana "Registrar beneficiario".....	35
Ilustración 3.3: Ventana "Asignar punto a beneficiario".....	36
Ilustración 3.4: Diseño físico de la Base de Datos.....	39
Ilustración 4.1: Ciclo de la ejecución de las pruebas.....	48
Ilustración 4.2: Etapa de la estrategia de pruebas.....	49



## Índice de Tablas

Tabla 1.1: La pobreza no es estática .....	3
Tabla 1.2: Objetivos específicos (OE).....	7
Tabla 1.3: Resultados esperados (RE).....	8
Tabla 2.1: Comparación de software existentes .....	26
Tabla 3.1: Historia de usuario "Generar diseño de rutas" .....	30
Tabla 3.2: Historia de usuario "Mostrar diseño de rutas" .....	30
Tabla 3.3: Definición Cliente, servidor .....	31
Tabla 3.4: Definición de MVC y CI .....	31
Tabla 3.5: Tabla beneficiario .....	41
Tabla 4.1 Ventajas sistemas web .....	43
Tabla 4.2: Características de los frameworks .....	45
Tabla 4.3: Clase de equivalencia "Puntos de distribución" .....	51
Tabla 4.4: Caso de prueba "Puntos de distribución" .....	54
Tabla 4.5: Pruebas primera integración .....	54
Tabla 4.6: Pruebas segunda integración .....	55
Tabla 4.7: Pruebas tercera integración .....	55
Tabla 4.8: Pruebas de validación .....	55
Tabla 4.9: Pruebas de aceptación "Registrar puntos de distribución" .....	56



## **Resumen del proyecto de fin de carrera**

Las entidades del sector ayuda social, las cuales se dedican a mejorar las condiciones de vida de las personas más necesitadas y con menos recursos, tienen problemas para gestionar una gran cantidad de información y realizar una correcta administración de los puntos de distribución y la planificación del diseño de rutas para los vehículos encargados de repartir los bienes (alimentos, vestimenta y materiales).

La propuesta del presente proyecto de fin de carrera tiene como propósito el desarrollo de un sistema de información que contribuya a las entidades del sector ayuda social en los procesos de distribución de bienes y planificación del diseño de rutas. Principalmente se busca la automatización de estos procesos, para que así se lleve un control exhaustivo para el diseño de las rutas que seguirán los vehículos de distribución con los que se abastecerán a los beneficiarios registrados en el sistema de información.

Para establecer su buen desempeño se llevó a cabo una comparación con los sistemas de información mencionados en el estado del arte, esto para rescatar las funcionalidades más importantes y posteriormente incorporar nuevas funcionalidades que den un valor agregado al sistema de información.

## 1 CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

En el todo el mundo existen entidades del sector ayuda social, estas suelen tener problemas para manejar información variada tales como usuarios, bienes, beneficiarios, puntos de distribución y la planificación del diseño de rutas, por ello se decidió realizar el desarrollo del presente proyecto de fin de carrera.

En el presente capítulo se presenta la problemática del tema a solucionar y la planificación del anteproyecto del proyecto de fin de carrera.

### 1.1 Definición de la problemática

La pobreza es una definición relativa, ya que las condiciones por las que atraviesa una persona u hogar son susceptibles a cambios en el tiempo y espacio. Por otro lado la pobreza no es única y esto se refleja en los diversos estudios sobre clasificación de pobres que existen. No todos los pobres están en esa situación por la misma razón, lo cual implica que cuando se habla de “los pobres” no se trata de un grupo homogéneo. Por el contrario, existe una importante heterogeneidad de situaciones de pobreza con necesidades y demandas diferentes. Por lo que se han propuesto diversas formas de clasificar a los pobres. (Contraloría General de la República del Perú: 2010).

Como ejemplo, y para que se tenga una idea de las dimensiones de esta discusión, (**véase la Tabla 1.1**) se puede observar que, entre los años 2003 y 2006, el 67% de los hogares experimentaron algún lapso de pobreza. Es decir, algunos hogares salen temporalmente de la condición de pobreza de un año a otro. A la inversa, solo el 22% de los hogares (un tercio de los pobres), fue pobre los cuatro años seguidos (pobres crónicos), aunque esta cifra se incrementa en el caso del sector rural. Las características y determinantes de cada tipo de pobreza son diferentes. (Contraloría General de la República del Perú: 2010).

	Ningún año pobre	Al menos 1 año pobre	1 año pobre	2 años pobre	3 años pobre	4 años pobre
<b>Panel 1998 – 2001</b>						
<b>Perú total</b>	32%	68%	15%	14%	14%	25%
Lima Metropolitana	45%	55%	22%	15%	10%	8%
Urbano	48%	52%	16%	11%	12%	13%
Rural	14%	86%	12%	16%	17%	41%
<b>Panel 2003 – 2006</b>						
<b>Perú total</b>	33%	67%	16%	14%	15%	23%
Lima Metropolitana	46%	54%	22%	14%	11%	8%
Urbano	40%	60%	18%	14%	13%	16%
Rural	22%	78%	14%	15%	18%	33%

**Tabla 1.1: La pobreza no es estática**

Fuente: INEI (2002).

La condición de pobreza está muy ligada a problemas de desnutrición por el hecho de no tener los recursos suficientes para una buena alimentación. En nuestro país los riesgos y consecuencias de la desnutrición crónica nos afectan en gran medida, lamentablemente la desnutrición crónica a menudo es invisible para la sociedad en su conjunto e imperceptible para las personas que la padecen. La manifestación inmediata de aspectos tan comunes como poca talla para la edad, poca capacidad para el aprendizaje, entre otros factores no permiten vislumbrar los daños irreparables ni sus futuras implicaciones. (Contraloría General de la República del Perú: 2010).

De acuerdo al documento publicado por el PMA (Programa Mundial de Alimentos) “La desnutrición crónica en América Latina y el Caribe” señala, entre varios puntos, que el hambre y la desnutrición afectan a cerca de 53 millones (10%) de personas de América Latina y el Caribe. Casi 9 millones (16%) de niñas y niños menores de cinco años padecen desnutrición crónica o retardo en talla. (PMA: 2007).

Aun cuando Perú cuenta con suficientes alimentos para su población, la falta de disponibilidad, el poco acceso, su mala distribución, así como el bajo nivel de educación, salud, agua y otros factores, hace que uno de cada cuatro peruanos padezca de hambre y malnutrición crónica. En el ámbito rural la cifra supera el 40%. (ENDES: 2000).

Para solucionar esta pobreza y desnutrición en nuestro país existen una gran cantidad de programas de asistencia social y ONGs que se dedican a la labor de brindar ayuda para mejorar en gran medida las necesidades de estas personas, una de las tareas realizadas por estas instituciones es repartir bienes equitativamente para las personas más necesitadas en nuestro país, para ello se enfrentan día a día en las tareas de administración de puntos de distribución y el diseño de rutas, las cuales son tareas que no son bien planificadas por estas instituciones, debido a factores económicos o por desconocimiento.

Esta mala planificación para la distribución de bienes llevado a cabo por parte de los programas de asistencia social y ONGs es uno de los problemas más graves, ya que esto desencadena que no se optimicen recursos y que ciertas comunidades o lugares alejados a la capital que necesitan de ayuda, sean dejados de lado y no se les facilite la ayuda necesaria para combatir esta realidad que afecta a gran parte de nuestra población. (Contraloría General de la República del Perú: 2010).

Los puntos de distribución tomados en cuenta para la repartición de bienes pueden crecer con el tiempo e ir cambiando su estructura interna dependiendo de la cantidad de pobladores (beneficiarios) que haya en un momento dado. Estos datos no son actualizados debidamente, ya que el proceso de empadronamiento, depuración y selección de beneficiarios son inexactos, lo que genera un problema de desactualización de padrones y a su vez que no haya controles exhaustivos sobre la cantidad óptima de alimentos a otorgar a cada punto de distribución. Por

lo tanto esta falta de automatización y control en los procesos de distribución de bienes y planificación del diseño de rutas por parte de las entidades encargadas puede desencadenar en una mala planificación de la repartición y un mal uso de recursos. (Contraloría General de la República del Perú: 2010).

Por otro lado, la repartición de bienes es ineficaz e ineficiente, debido a que usualmente se enfrentan al problema del diseño de rutas para su distribución y en la mayoría de casos esta no es automatizada, lo cual puede conllevar a una pérdida de tiempo y de recursos para la entidad encargada. Además si se presentan los casos de aumento o disminución de puntos de distribución esto puede llevar a una pérdida de tiempo para la planeación de repartición de los recursos a entregar, lo cual puede variar si se desean utilizar cierta cantidad de vehículos para su distribución, medio importante que también puede ser susceptible a cambios. Por lo tanto este es un ambiente muy dinámico, por lo que sugiere una automatización que incluya a todas estas variables.

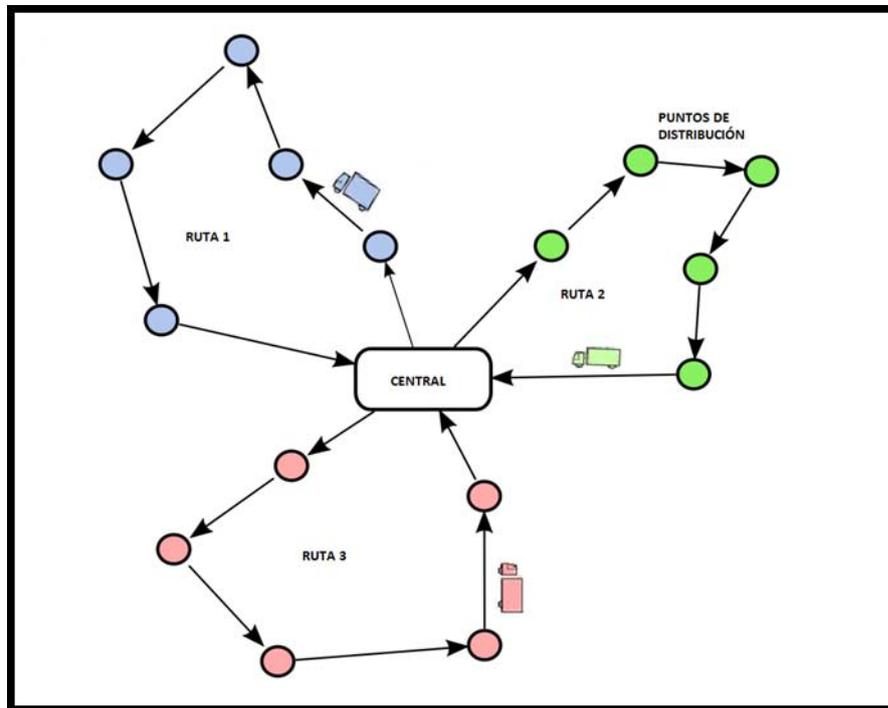
El problema que abordaremos en este trabajo se da cuando existe un solo origen desde donde parten los vehículos hacia varios destinos, el cual se conoce como un problema de tipo VRP, el cual se explicará a continuación:

Para llevar a cabo el transporte de bienes, se tiene un almacén central (depósito de los bienes a repartir), en el cual se llenarán los vehículos con la cantidad de bienes que este transportará y que este pueda soportar. Una vez que estos vehículos estén preparados para empezar su recorrido, partirán desde la central hacia los puntos de distribución asignados a cada uno, para así abastecer por completo a todos los puntos de distribución que se establezcan.

En general para realizar lo planteado es necesario establecer una ruta para cada vehículo con el que se cuente para realizar la distribución. Representación gráfica de estos itinerarios **(véase en la Ilustración 1.1)**.

Dada la complejidad, demoras en la realización de los procesos y un control insuficiente que muchas veces ocasiona pérdidas para las entidades (programas de asistencia social u ONGs) existen soluciones informáticas que ayudan a esta labor. En el mercado existen sistemas de información para la administración y planeación de la distribución de recursos y el diseño de rutas, pero dichos

programas tiene un precio muy elevado, por lo que algunas entidades no tienen las posibilidades para su adquisición.



**Ilustración 1.1: Representación del itinerario**

Con el escenario descrito anteriormente, se puede apreciar que estas instituciones no cuentan con herramientas informáticas que brinde el soporte para la administración de puntos de distribución y el diseño de rutas. Por ello este proyecto propone el desarrollo de un sistema de información para el apoyo en la distribución de bienes para entidades del sector ayuda social, tales como programas de asistencia social brindados por el estado y ONGs, en el cual se brindará la posibilidad de administrar los puntos de distribución, bienes a entregar, beneficiarios, realizar el diseño de las rutas y mostrar el itinerario a seguir por los vehículos todo ello desde las plataformas web.

## 1.2 Objetivo general

Analizar, diseñar e implementar un sistema de información para la administración de los puntos de distribución de bienes, así como la optimización de los recorridos de los vehículos repartidores, con el fin de abastecer a todos los puntos establecidos. Los procesos involucrados son los de distribución de bienes y planificación del diseño de rutas. Orientando la solución a entidades del sector ayuda social, tales como ONGs y programas de asistencia social.

### 1.3 Objetivos específicos

Los objetivos específicos elegidos para el presente proyecto se detallan a continuación (véase la Tabla 1.2).

CÓDIGO	OBJETIVO ESPECÍFICO
OE1	Adaptar las mejores prácticas de los procesos de distribución y planificación de rutas en un sistema de información diseñado para entidades del sector ayuda social tales como ONGs y programas de asistencia social.
OE2	Proveer un mecanismo integrado de los procesos de distribución y planificación de rutas diseñado para entidades del sector ayuda social tales como ONGs y programas de asistencia social.
OE3	Proveer un repositorio centralizado de los datos que son necesarios para la gestión de los procesos de distribución y planificación de rutas en entidades dedicadas a la ayuda social.
OE4	Proveer un medio que aproxime una mejora de las rutas que pueden tomar los vehículos de asistencia desde su punto de origen hacia su destino.
OE5	Proveer una herramienta informática para entidades del sector de ayuda social que automatice los procesos de distribución de bienes y planificación de rutas, así como realizar las pruebas pertinentes para su validación.

Tabla 1.2: Objetivos específicos (OE)

### 1.4 Resultados esperados

Los resultados esperados que se desprenden de los objetivos específicos de este proyecto se detallan a continuación (véase la Tabla 1.3).

CÓDIGO	RESULTADO ESPERADO	OBJETIVO ESPECÍFICO
RE1	Componente del sistema de información que aplique las mejores prácticas de los procesos de distribución y planificación de rutas para entidades del sector ayuda social.	OE1
RE2	Arquitectura del software que permita la integración de la parte web, y aplique las mejores prácticas de los procesos de distribución de bienes y planificación de la distribución de rutas.	OE2
RE3	Componente del sistema de información que plasme la base de datos que integre toda la información involucrada en los procesos de distribución de bienes y planificación de la distribución de rutas para entidades del sector ayuda social.	OE3
RE4	Componente del sistema de información que haga uso de un algoritmo metaheurístico adaptado para el diseño de rutas, el cual se implementará en el proceso de planificación de la distribución de rutas aplicado a entidades del sector ayuda social.	OE4

CÓDIGO	RESULTADO ESPERADO	OBJETIVO ESPECÍFICO
RE5	Software construido, el cual abarcará la automatización de los procesos de distribución de bienes y planificación de la distribución de rutas en entidades del sector ayuda social.	OE5
RE6	Documento de Pruebas del software desarrollado para entidades del sector ayuda social, que valide su correcto desarrollo.	OE5

**Tabla 1.3: Resultados esperados (RE)**

## 1.5 Alcance y limitaciones

El proyecto de fin de carrera tiene como ámbito de aplicación a entidades del sector ayuda social, específicamente programas de asistencia social brindados por el estado y ONGs que se dedican a esta labor. Se ha elegido este sector por la importancia que tienen éstos para el desarrollo de las personas con menos recursos económicos de nuestro país y también por el fácil acceso que se tiene de la información.

Este es un proyecto de implementación, pues se pretende desarrollar un sistema de información que sea de gran ayuda y que brinde las herramientas necesarias para que se lleve un buen control de las actividades a realizar, entre ellas están de administración de beneficiarios, bienes y puntos de distribución, distribución de bienes y planificación del diseño de rutas.

### Alcance

El sistema de información permite a los usuarios administrar puntos de distribución para la repartición de bienes en cualquier lugar ubicado en nuestro país. También se permite la administración de usuarios, bienes a distribuir, vehículos y beneficiarios.

Para el proceso de registro de beneficiarios solo se registra a una persona por vivienda y el número de familiares que tenga, con el fin de no realizar las distintas validaciones para el registro de beneficiarios.

A su vez, el sistema permite realizar el planeamiento de las rutas a ser tomadas por los vehículos que transportarán los bienes a los puntos de distribución elegidos.

Por último el sistema permite que las rutas planificadas se visualicen en un mapa, mediante un entorno gráfico.

### **Limitaciones**

No se está considerando los desastres naturales al momento de proponer las rutas a tomarse por los vehículos.

Para que la aplicación web pueda ser utilizada en su totalidad, es necesario contar con una conexión a internet o WIFI, de lo contrario, no se podrá realizar el planeamiento de las rutas.

## **1.6 Métodos y procedimientos**

En el presente proyecto se implementaron metodologías para la gestión del proyecto y para el desarrollo del producto en este caso la construcción de un sistema de información, a continuación se describirá los procedimientos que se realizaron en cada una de estas metodologías.

### **Metodología para la gestión del proyecto**

La metodología usada para la gestión del presente proyecto es Scrum, una metodología ágil, iterativa e incremental, la cual brinda resultados muy satisfactorios para el usuario (SCRUM: 2011). Si bien no hubo un equipo establecido para el desarrollo del proyecto, ya que este fue realizado por solo una persona, se adaptaron los pasos que sigue esta metodología.

### **Procedimientos a seguir en la metodología del presente proyecto**

Los pasos a seguir para desarrollar la metodología Scrum en el presente proyecto fueron los siguientes:

El cliente (asesor) brinda una lista de los requisitos del sistema (llamada historia de usuario), con el cual se obtuvo el Product Backlog (requerimientos del sistema). A continuación se priorizaron estas historias de acuerdo a su importancia y dificultad, por último se construyeron los Sprint Backlog (entregables parciales) según la priorización.

Se fueron presentando los Sprint Backlog del producto al asesor del proyecto al finalizar el tiempo establecido para cada uno de estos.

Una vez construidos, en cada sprint se desarrollaron las etapas de análisis y diseño, codificación, pruebas de control y calidad e integración. Al finalizar cada uno de estos sprint se tuvo una parte del producto final, los cuales fueron integrados cada vez que se finalizó el sprint correspondiente y así hasta que se obtuvo el producto final.

Los Sprint Backlog definidos para este proyecto de acuerdo a las historias de usuario encontradas en el “**Anexo Historias de usuario**” son cuatro, los cuales tomaron un tiempo variable entre 3 a 4 semanas cada uno, según su dificultad, (**véase en la Ilustración 1.4**) (cronograma del proyecto) realizado para la planificación del proyecto:

1. Subsistema de mantenimiento de usuarios, bienes y vehículos.
2. Subsistema de mantenimiento de beneficiarios.
3. Subsistema de mantenimiento de puntos de distribución.
4. Subsistema de planeamiento de rutas.

En esta metodología también se desarrolló la presentación de avances al momento de terminar un Sprint Backlog y se contestaron las siguientes preguntas de forma personal diariamente: ¿Qué hice el día de hoy?, ¿Qué haré el día de mañana? y ¿Qué impedimentos tengo para seguir adelante? Esto se realizó con el fin de detectar dificultades y para consultarlas con el asesor del proyecto y esté al tanto del avance.

Otro punto importante fue el desarrollo de un Scrum Task Board, en el cual se listaron mediante tarjetas lo siguiente: las tareas pendientes, las tareas en proceso y las tareas terminadas, ello para ver el avance del proyecto; por otro lado se realizó el Burndown Chart, que es una gráfica que refleja que tanto se está cumpliendo con las tareas asignadas en el presente Sprint Backlog, esto con el fin de adecuar en un futuro proyecto el tiempo estimado de los Sprint Backlog, esto se encuentra reflejado en el encontradas en el “**Anexo Lista de Tareas**”.

### **Metodología de desarrollo**

La metodología usada para el desarrollo del proyecto fue XP (Extreme Programming). Esta metodología tiene las etapas de análisis y diseño, codificación, pruebas e integración. (Extreme Programming: 2011).

Se implementó esta metodología debido a que se quiso priorizar el desarrollo del producto a realizar documentación exhaustiva que no beneficiara al producto final, esto considerando el corto tiempo que se tuvo para desarrollar la tesis. Solo se considera la arquitectura para el desarrollo, el diseño físico del modelado de la base de datos, el diseño de las interfaces gráficas y las pruebas del sistema.

Las características que se aplicaron de esta metodología son las siguientes:

- 1. Etapa de análisis y diseño:** En esta etapa se desarrolla el diseño físico sobre el cual se desarrolla el Sprint Backlog, el glosario de términos, los riesgos que pueden desencadenarse en el sprint y se decide si hay una funcionalidad extra dependiendo de lo que establezca el usuario.
- 2. Etapa de codificación:** En esta etapa se realiza el desarrollo de las iteraciones según se hayan definido en la etapa de análisis y diseño, dando como resultado parte del producto final.
- 3. Etapa de Pruebas:** En esta etapa se realizan las pruebas para verificar que el producto parcial a entregar sea funcional y no contenga errores o defectos.
- 4. Etapa de Integración:** En esta etapa se realiza la integración del producto realizado en el presente sprint con el desarrollado en el sprint anterior, para así obtener poco a poco el producto final, se realiza una integración incremental con una estrategia de integración descendente.

Estas cuatro etapas fueron desarrolladas para cada Sprint Backlog definido en la etapa de planificación del proyecto con la metodología Scrum, a excepción del primer sprint, en el cual no se realizó la etapa de integración.

## 1.7 Justificación y viabilidad

En esta sección se presenta la justificación de la realización del proyecto de fin de carrera y su viabilidad técnica, temporal y económica.

## Justificación

Es necesario efectuar el desarrollo de un sistema de información para la administración de puntos de distribución y el diseño de rutas para dar apoyo a entidades como programas sociales brindados por el estado y ONGs, con el fin de automatizar los procesos de distribución de bienes y planeamiento del diseño de rutas.

El desarrollo de este proyecto beneficiará de manera indirecta a familias que necesiten de ayuda de parte de entidades como programas de asistencia social u ONGs, brindándoles una mejor calidad de servicio en la entrega de bienes.

El proyecto resuelve el problema de la administración de puntos de distribución de bienes y el planeamiento del diseño de rutas para dicha repartición, todo ello aplicado a entidades tales como programas sociales y ONGs. Las aplicaciones prácticas del producto desarrollado en este proyecto permiten realizar la administración de puntos de distribución, la cual está constituido por una cantidad de familias que se encuentran geográficamente en un área común, permite el registro de nuevas familias en un punto de distribución existente, permite realizar el planeamiento del diseño de la distribución de rutas de los vehículos que harán la entrega de los bienes a dichos puntos de distribución y finalmente permite que se realicen consultas y reportes. Todo ello es de gran utilidad para los miembros que son usuarios del sistema de la entidad de ayuda social, esto para que se lleve un mejor control de los procesos de distribución de bienes y planeamiento del diseño de rutas.

## Viabilidad

Para el presente proyecto de fin de carrera se necesitaron recursos humanos y algunas herramientas informáticas. A continuación se mencionan estos puntos:

- **Viabilidad técnica**

Cabe mencionar que el producto final del proyecto de fin de carrera no será comercializado y solo será utilizado como motivo de la sustentación del proyecto de fin de carrera, por lo que no fue necesario conseguir licencias de tipo comercial para algunas de las herramientas utilizadas en el desarrollo del proyecto, estas herramientas son las siguientes: xampp (integra PHP, MySQL y Apache) complementando esto se usará el IDE NetBeans 7.2.1 y el Framework CodeIgniter que sirven para dar una mejor estructura y funciones de ayuda para el desarrollo.

Estas herramientas fueron elegidas por ser de libre distribución, por su grado de integración entre ellas, por tener documentación que ayuda a su correcto uso, por la cantidad de tutoriales (ejemplos prácticos) y por su gran prestigio y uso a nivel mundial para el desarrollo de sistemas de información.

La metodología empleada para la gestión del presente proyecto fue SCRUM y la usada para el desarrollo del producto final fue la metodología Extreme Programming (XP). Estas son dos metodologías ágiles, las cuales permitieron un desarrollo del proyecto y producto rápido y ordenado.

- **Viabilidad temporal**

El tiempo en el que se desarrolló el proyecto fue de cuatro meses y medio, a partir de inicios del mes de Agosto hasta el veinte de Diciembre. Sin embargo en el plan de proyecto se especificó que culminaría en cuatro meses, por lo que este tiempo restante se utilizó para algunos imprevistos ocurridos. Semanalmente se destinaron 15 horas al desarrollo del proyecto.

- **Viabilidad económica**

Los recursos humanos utilizados en el presente proyecto fueron la persona que se encargó del desarrollo del software. Esta tuvo un sueldo el cual fue de 15 soles por hora (se trabajó 3 hora diarias durante 4 meses y medio).

En la universidad se cuenta con servicios, tales como energía eléctrica, internet, transporte y computadoras de escritorio, los cuales facilitaron que estos costos se solventaran por parte de la universidad.

## 1.8 Plan de proyecto

A continuación se presenta la planificación temporal del proyecto, en el cual se desarrolla la estructura de descomposición del trabajo (EDT) y el cronograma de actividades.

El EDT se obtuvo mediante las historias de usuarios estas se encuentran en el “**Anexo Historias de usuario**”, estas historias se priorizaron de acuerdo a su importancia y dificultad de desarrollo y finalmente se unieron para formar entre ellas cuatro subsistemas.

### 1.8.1 Estructura de descomposición del trabajo

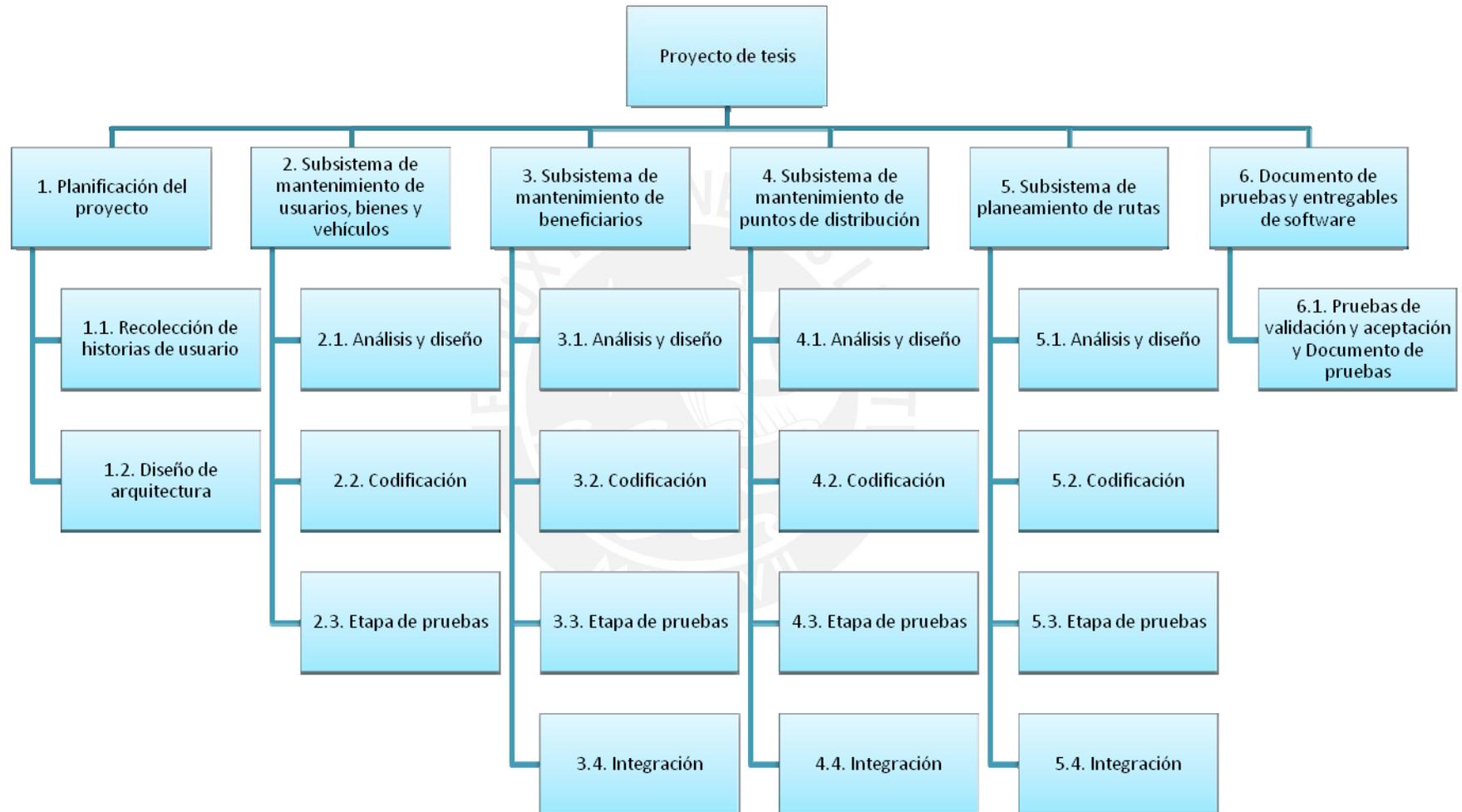


Ilustración 1.2: Estructura de descomposición del trabajo

## Descripción de la estructura de descomposición del trabajo

A continuación se detallan las actividades de la estructura de descomposición del trabajo, (véase en la Ilustración 1.2).

### 1. Planificación del proyecto

**1.1. Recolección de historias de usuario:** Se realizó la toma de historias del usuario, estas se encuentran en el “**Anexo Historias de usuario**”.

**1.2. Diseño de arquitectura:** Se realizó el diseño de la arquitectura del sistema. Se encuentra en el capítulo 3 del presente documento.

### 2. Subsistema de mantenimiento de usuarios, bienes y vehículos

**2.1. Análisis y diseño:** Se realizó el diseño y análisis del subsistema a desarrollar, esto se encuentra dentro del documento en el capítulo 3.

**2.2. Codificación:** Se realizó la codificación del subsistema.

**2.3. Etapa de pruebas:** Se realizaron las pruebas unitarias del subsistema, estas se encuentran en el capítulo 4 y en el “**Anexo Pruebas**”.

### 3. Subsistema de mantenimiento beneficiarios

**3.1. Análisis y diseño:** Se realizó el diseño y análisis del subsistema a desarrollar.

**3.2. Codificación:** Se realizó la codificación del subsistema.

**3.3. Etapa de pruebas:** Se realizaron las pruebas unitarias del subsistema.

**3.4. Integración:** Se realizó la integración del sistema y sus pruebas, estas pruebas se encuentran en el capítulo 4 y en el “**Anexo Pruebas**”.

### 4. Subsistema de mantenimiento de puntos de distribución

**4.1. Análisis y diseño:** Se realizó el diseño y análisis del subsistema a desarrollar.

**4.2. Codificación:** Se realizó la codificación del subsistema.

**4.3. Etapa de pruebas:** Se realizaron las pruebas unitarias del subsistema.

**4.4. Integración:** Se realizó la integración del sistema y sus pruebas.

### 5. Subsistema de planeamiento de rutas

**5.1. Análisis y diseño:** Se realizó el diseño y análisis subsistema a desarrollar.

**5.2. Codificación:** Se realizó la codificación del subsistema en el cual se incluyó el algoritmo metaheurístico para el diseño de las rutas.

**5.3. Etapa de pruebas:** Se realizaron las pruebas unitarias del subsistema.

**5.4. Integración:** Se realizó la integración del sistema y sus pruebas.

## 6. Documento de pruebas y entregable de software

**6.1. Pruebas de validación, aceptación y documento de pruebas:** Se realizaron las pruebas de validación, aceptación y finalmente se hizo el documento de pruebas del sistema.

### 1.8.2 Cronograma de Actividades

A continuación se presenta el cronograma de actividades detallando los días que se dedicaron al proyecto de fin de carrera, en los cuales se refleja cómo se distribuyeron las iteraciones identificadas en los sprint definidos en la etapa de planificación del proyecto. Las horas que se le dedicaron al proyecto semanalmente fueron alrededor de 15 horas. Esto se encuentra detallado a continuación (**véase en la Ilustración 1.3**).

Cabe resaltar que en el presente proyecto se realizó por cada sprint las etapas de análisis y diseño, codificación, etapa de pruebas e integración, por lo que la etapa de pruebas e integración se dio por cada sprint, para que finalmente se realizaran las pruebas generales del software completamente integrado, la cual no demandó mucho tiempo por haber ya cumplido la mayor parte de estas en cada sprint.

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	Proyecto	101 días?	mié 01/08/12	mié 19/12/12
2	1. Planificación del proyecto	10 días	mié 01/08/12	mar 14/08/12
3	Recolección de historias de usuario	3 días	mié 01/08/12	vie 03/08/12
4	Diseño de arquitectura	7 días	lun 06/08/12	mar 14/08/12
5	2. Subsistema de mantenimiento de usuarios, bienes y vehículos	15 días	mié 15/08/12	mar 04/09/12
6	Análisis y diseño	5 días	mié 15/08/12	mar 21/08/12
7	Codificación	15 días	mié 15/08/12	mar 04/09/12
8	Etapas de pruebas	5 días	mié 29/08/12	mar 04/09/12
9	3. Subsistema de mantenimiento de beneficiarios	15 días	mié 05/09/12	mar 25/09/12
10	Análisis y diseño	5 días	mié 05/09/12	mar 11/09/12
11	Codificación	9 días	mié 05/09/12	lun 17/09/12
12	Etapas de pruebas	5 días	mar 18/09/12	lun 24/09/12
13	Integración	1 día	mar 25/09/12	mar 25/09/12
14	4. Subsistema de mantenimiento de puntos de distribución	26 días?	mié 26/09/12	mié 31/10/12
15	Análisis y diseño	5 días	mié 26/09/12	mar 02/10/12
16	Codificación	15 días	mié 03/10/12	mar 23/10/12
17	Etapas de pruebas	5 días	mié 24/10/12	mar 30/10/12
18	Integración	1 día?	mié 31/10/12	mié 31/10/12
19	5. Subsistema de planeamiento de rutas	27 días	jue 01/11/12	vie 07/12/12
20	Análisis y diseño	5 días	jue 01/11/12	mié 07/11/12
21	Codificación	20 días	jue 01/11/12	mié 28/11/12
22	Etapas de pruebas	6 días	jue 29/11/12	jue 06/12/12
23	Integración	1 día	vie 07/12/12	vie 07/12/12
24	6. Documento de pruebas y entregables de software	2 días	mié 05/12/12	jue 06/12/12
25	Documento de pruebas	2 días	mié 05/12/12	jue 06/12/12
26	7. Tiempo extra para el proyecto	9 días	vie 07/12/12	mié 19/12/12
27	Cierre del proyecto	9 días	vie 07/12/12	mié 19/12/12

Ilustración 1.3: Cronograma de actividades

## 2 CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL Y ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se presentan los conceptos necesarios para la comprensión del presente proyecto de fin de carrera, las soluciones existentes en el mercado durante estos últimos 10 años y finalmente una breve discusión de las soluciones brindadas en comparación con la que se desarrolló en el presente proyecto.

### 2.1 Marco Conceptual

En esta sección, una vez que nos ubicamos en tiempo y espacio sobre el tema del proyecto, definimos el marco conceptual, de particular importancia, en el cual daremos a conocer los conceptos de los siguientes términos: programa social, ONG, padrón, centro de distribución, punto de distribución, beneficiarios, rutas de servicio y ciertos identificadores de desempeño que ayuden a la mejora del servicio.

- **Programa Social (definiciones y tipos)**

Los programas sociales son un componente esencial de las políticas sociales. La política social involucra los lineamientos para crear, cambiar o mantener las condiciones de vida que conducen al bienestar de las personas. Alternativamente,

un programa social puede ser entendido como un conjunto de proyectos que tienen un objetivo común (Contraloría General de la República del Perú: 2010).

- **Actores de las políticas sociales**

Los principales actores son el o los organismos que proponen o conciben los programas de ayuda social (Contraloría General de la República del Perú: 2010).

Estos son los siguientes:

- **Sectores sociales:** Son entidades que diseñan y ejecutan programas sociales. En algunos casos, los programas tienen administración autónoma del propio sector. En otros casos se encuentran descentralizados y el rol de los sectores es de coordinación y control.
- **Ministerio de economía y finanzas (MEF):** Evalúa los proyectos o iniciativas de los diversos sectores de la administración pública en relación o permanencia de programas sociales.
- **Contraloría General de la República (CGR):** Es el ente técnico rector del Sistema Nacional de Control, dotado de autonomía administrativa, funcional, económica y financiera, que tiene por misión dirigir y supervisar con eficiencia y eficacia el control de los programas sociales.
- **MIMDES:** El ministerio de la Mujer y Desarrollo Social, establece un Sistema para la Provisión de Servicios Sociales que implemente los Planes Nacionales, reestructurando las actuales formas de financiamiento, monitoreo, articulación y ejecución de los programas sociales a su cargo.

- **ONG de asistencia social**

Una organización no gubernamental (ONG) enfocada a la ayuda social es una entidad de carácter social, con diferentes fines integrantes, creada independientemente de los gobiernos, ya sea local, regional o nacional, así como también de organismos internacionales. (Contraloría General de la República del Perú: 2010).

- **Padrón**

Nómina de los vecinos o moradores de un pueblo. Este registro de personas se realiza para tener en cuenta la cantidad de personas que existen en cada familia para así poder realizar una eficaz y eficiente repartición de bienes por parte de los

programas sociales u ONGs. (Contraloría General de la República del Perú: 2010).

- **Punto de distribución**

Es el lugar de cada poblado dónde se dejarán los bienes que les corresponde a las personas inscritas en el padrón.

- **Centro de distribución**

Este centro es el almacén principal dónde hay una gran cantidad de bienes que son los que se repartirán a los puntos de distribución.

- **Beneficiario**

Se trata de la población meta a la que se destinan los esfuerzos y actividades del programa. La idea fundamental es que esta población tiene en común algún atributo, carencia o potencialidad que precisamente el programa trata de modificar o desarrollar (Contraloría General de la República del Perú: 2010).

En el caso peruano, el DS N° 002-2008-MIMDES define a los beneficiarios de los programas sociales como “personas en situación de vulnerabilidad, exclusión o pobreza, que acceden temporalmente a bienes o servicios de uno o más programas sociales”. En particular, es de interés generar un Padrón de Beneficiarios, definido como un documento que contiene de manera estructurada y sistematizada, información sobre los beneficiarios y el tipo de ayuda que reciben de los programas sociales (Contraloría General de la República del Perú: 2010).

El uso de un padrón de beneficiarios debe ser tomado como un instrumento de suma utilidad, pero que debe ser complementado con información del funcionamiento mismo de los propios programas y de sus beneficiarios.

- **Bienes a entregar y capacidad de carga de los vehículos**

Son todas aquellas cosas susceptibles de satisfacer necesidades humanas, en este caso pueden ser alimentos perecibles o no perecibles, vestimenta y materiales. La carga soportada por los vehículos de transporte encargados de llevar los bienes a distintos lugares es variable dependiendo del tipo de vehículo.

- **Rutas de servicio**

Son las rutas seguidas por los vehículos que se encargan de distribuir los bienes a repartir por los programas sociales u ONGs. Estas pueden ser diferentes rutas, las cuales dependen de factores como la cantidad de bienes que pueden transportar los medios utilizados y el número de transportes utilizados, como ejemplo podemos mencionar lo siguiente pueden existir 5 camiones y 50 puntos de distribución, en este caso se podrían seguir 5 rutas diferentes con tal que los camiones puedan llegar y abastecer a todos los puntos de distribución. El camión 1 puede repartir bienes a quince puntos de distribución, el camión 2 a seis puntos de distribución, el camión 3 a once puntos de distribución, el camión 4 a nueve puntos de distribución y el camión 5 a nueve puntos de distribución. Este diseño de rutas se realiza optimizando ciertas variables: minimizar el tiempo total de transporte, minimizar la distancia recorrida y/o minimizar la utilización de vehículos.

- **VRP (Vehicle Routing Problem)**

Se trata de averiguar las rutas de una flota de transporte para dar servicios a unos clientes. Este tipo de problemas pertenece a los problemas de optimización combinatoria. La función objetivo depende de la tipología y características del problema. Lo más habitual es intentar minimizar el coste total de operación, minimizar el tiempo total de transporte, minimizar la distancia recorrida, maximizar el servicio al cliente, minimizar la utilización de vehículos (PAOLO: 2000).

- **Algoritmos metaheurísticos**

Los algoritmos metaheurísticos son métodos aproximados diseñados para resolver problemas de optimización combinatoria, en los que los algoritmos heurísticos clásicos no son efectivos. A partir de los algoritmos metaheurísticos se pueden crear nuevos algoritmos híbridos, combinando diferentes conceptos. La mayor ventaja de los algoritmos metaheurísticos frente a otros métodos está en su gran flexibilidad, lo que permite usarlos para abordar una amplia gama de problemas (VÉLEZ: 2007).

Entre los algoritmos metaheurísticos más conocidos y exitosos se encuentran la búsqueda tabú, los algoritmos genéticos y las redes neuronales artificiales. Otras ideas recientes incluyen la optimización por colonias de hormigas, la búsqueda local iterativa y la computación evolutiva, entre otras. (VÉLEZ: 2007).

- **Algoritmo de búsqueda Tabú**

La contribución más importante de la búsqueda tabú consiste en que mientras los otros metaheurísticos guardan información sobre la mejor solución encontrada, la búsqueda tabú mantiene información almacenada sobre las últimas soluciones visitadas con el fin de usarla para guiar la búsqueda y evitar que el algoritmo se mueva a soluciones visitadas recientemente, por lo que se dice que la búsqueda tabú tiene memoria. En este sentido se dice que hay cierto aprendizaje y que la búsqueda es inteligente (VÉLEZ: 2007).

En cada iteración, el algoritmo explora el vecindario de la mejor solución encontrada. Se adopta como mejor solución a la mejor solución en el vecindario, aun si ésta no es mejor que la solución actual. Para que el algoritmo no se quede atrapado en un ciclo, se almacena la información relativa a las soluciones recientemente visitadas en una lista llamada lista tabú (VÉLEZ: 2007).

La lista tabú no es una enumeración de soluciones, ya que almacena soluciones completas, aun en pequeñas cantidades. Para acopiar información sobre el pasado reciente, la búsqueda tabú almacena los últimos movimientos, donde un movimiento es una operación por medio de la cual se alcanza una solución vecina a partir de la solución actual (VÉLEZ: 2007).

## 2.2 Revisión del estado del arte

En esta sección se describen las principales soluciones de software existentes en el mercado y conceptos que se puedan adaptar para la solución de la administración de los puntos de distribución y la planificación del diseño de rutas para los vehículos encargados de repartir la ayuda a los beneficiarios, todo ello realizado por un programa de ayuda social u ONG.

### 2.2.1 Sistema de Ventas JR SOFTWARE, distribuidora de alimentos y camiones reparto de alimentos

Es un sistema computacional sumamente fácil de utilizar que agiliza la tarea de forma inesperada y ayuda a administrar y controlar el cargamento para cierta cantidad de camiones de reparto, pedidos por zonas y hojas de ruta para efectuar los repartos. Luego de ingresar los pedidos se genera la orden de carga donde se agrupan los artículos sumando sus cantidades a cargar en cada vehículo, también emite la hora de ruta mostrando todos los pedidos de los repartos efectuados.

También cuenta con la posibilidad de tomar pedidos por medio de celulares, Pocket PC, Palm o Handheld (JR SOFTWARE: 2012).

Otro paso es generar la carga del vehículo, el sistema muestra en pantalla y/o impresora lo que se debe cargar en el vehículo totalizando la cantidad de bultos y un total en pesos del cargamento. Luego también se puede generar la hoja de ruta.

Entonces para finalizar con este caso práctico los pasos a seguir ordenadamente son los siguientes:

#### **Salida del Reparto Distribución de alimentos:**

1. Ingresar los pedidos.
2. Genera el reparto marcando un rango de fecha de pedidos comprendidos.
3. Generar la orden de carga, con la cual deberá efectuar el cargamento del vehículo.
4. Generar la hoja de ruta con la cual el repartidor hará el recorrido marcado.
5. Imprimir todos los pedidos para que al momento de llegar al domicilio del cliente descargue la mercadería correspondiente.

#### **Regreso del reparto:**

1. Al regresar el reparto a la empresa, se deben tomar los duplicados de los pedidos o la hoja de ruta e ingresar en el reparto los pedidos impagos, los pagos de saldos anteriores, etc.
2. En caso de pago de saldos anteriores deberá ingresar un recibo que afectará a la cuenta corriente del cliente.

El software presentado se adecua al problema que se planteó sobre el tema de proyecto de fin de carrera, los únicos cambios que se deben hacer es que los clientes ahora sean los beneficiarios. Se cambia el contexto de venta de productos a repartición de bienes.

### **2.2.2 Desarrollo de un nuevo sistema de información y logístico para la distribución de productos a domicilio**

En la presente tesis se plantea la elaboración de un sistema de distribución de productos a domicilio. Este sistema permite disminuir considerablemente la utilización de recursos en la empresa, para así reducir los costos asociados y así

tener mayor tiempo para enfocarse en la producción y calidad de sus productos. El sistema brinda un manejo eficiente de los itinerarios de los vehículos de repartición esto se logra mediante el uso de un algoritmo.

Para el desarrollo de este sistema se tiene que tener una constante comunicación entre las empresas asociada y el centro de distribución. Además es necesario determinar rutas de reparto óptimas, así como la cantidad de personal apropiadas.

Para la solución de asignar las rutas óptimas para la repartición de los productos, el modelo matemático es el algoritmo heurístico Mini-max, el cual obtiene un conjunto de soluciones posibles, dentro de las cuales se elige una solución que se alinee a lo requerido (ALARCÓN 2006: 59).

### **2.2.3 Análisis de las estrategias de distribución y ventas utilizadas por la empresa de alimentos polar comercial en Cumaná, estado Sucre**

En este estudio se permite conocer de qué manera llegan los productos a los diferentes establecimientos de la ciudad así como también en aquellos lugares que se encuentran alejados de la ciudad y se hace difícil el acceso.

Para ello la empresa Alimentos Polar Comercial APC-Agencia Cumaná organiza la venta entre minoristas y mayoristas, la define y las clasifica de la siguiente manera: “RDV de Despacho Propio y RDV de Preventa Tercerizada, los cuales se encargan de atender a los clientes minoristas; RDV de Compra Planificada y RDV de Intermediación que se encargan de los clientes mayoristas” (BR. MÁRQUEZ 2008: Cap3 - p.26).

Además, permite adquirir conocimientos de las estrategias de distribución que implementa esta empresa. Esta utiliza un sistema que le permite generar rutas para los diferentes beneficiarios, utilizando para ello un algoritmo de búsqueda local.

### **2.2.4 Organización del sistema de suministro y distribución de una empresa de Catering**

La distribución consiste en la transferencia de bienes y servicios del productor al consumidor, con el fin de que este reciba los productos que solicitó, a su vez estos deben ser entregados en el domicilio del consumidor.

La tarea principal de la Empresa Alimentos Polar Comercial APC-Agencia Cumaná es garantizar la distribución y venta de alimentos de calidad y a un precio justo para así lograr los objetivos planteados por la empresa.

APC-Agencia Cumaná como red de comercialización promueve el desarrollo productivo a través de la venta de productos elaborados en el país. En la tesis se menciona que se realizaron estudios y según esto la empresa maneja dos tipos de canal de distribución:

- **El Detallista:** siendo utilizados para llevar el producto del fabricante a los consumidores finales.
- **El Mayorista:** llevan los productos del fabricante a los detallistas y desde éstos a los consumidores finales.

Además, es importante indicar que la agencia aplica una distribución intensiva, la cual hace llegar los productos de la Unidad de Negocios de Alimentos Polar al mayor número de clientes posibles a fin de lograr una máxima cobertura del mercado y satisfacer las necesidades latentes del consumidor (ALBÁN: 2009).

### 2.2.5 DRSOFT: Un soporte computacional para el diseño de rutas de distribución

Las empresas de distribución o de producción y distribución se enfrentan diariamente al problema del planeamiento de rutas, el problema que se abordó en esta tesis es el siguiente:

Se tiene un centro o depósito y desde este hay que servir demandas de clientes situados en determinadas posiciones, respetando diversos condicionamientos y optimizando, en la medida de lo posible, un objetivo.

Este problema puede presentarse en numerosos y diversas áreas, no solo se trata de distribuir uno o varios productos, sino recoger materiales, desperdicios, información, y en otros no hay distribución ni recogida, sino que se trata de brindar un servicio, por lo que una formulación tradicional del problema a resolver puede ser la que se describe a continuación.

Existe una red de comunicación que une un conjunto de clientes  $A_1, A_2, \dots, A_n$  y disponemos de un depósito o almacén central  $A_0$  en el que se encuentran vehículos de capacidades determinadas y se desea determinar las rutas para servir a los clientes de los que se conoce su posición en la red y su demanda, que puede ser de uno o varios productos. En general para realizar el servicio es necesario establecer más de una ruta (varios vehículos o varias rutas de un mismo vehículo).

El algoritmo usado en esta solución es una modificación del CDS - Secuencial, a partir de este se construyó el sistema informativo DRSoft para la solución del problema de rutas de distribución.

El software DRSoft está destinado para diseñar rutas para la distribución utilizando de forma simultánea, varios criterios como son, el costo de transportación y el nivel de satisfacción de los clientes. El plan de distribución entregado por el software es la mejor solución que ha tomado en cuenta los criterios anteriores y su importancia.

Este sistema está destinado a almacenes o empresas que distribuyan productos a un número importante de clientes, donde los costos implicados en este proceso tienen un impacto significativo en los beneficios, pero donde el estado de satisfacción del cliente juega un importante papel en el posicionamiento de la empresa y en la fidelización de sus clientes, aspectos de gran importancia en estos momentos en la gestión empresarial (GARZA: 2004).

#### **2.2.6 Reseña del software disponible en Colombia para el diseño de rutas de distribución y servicios**

El diseño de rutas de vehículos es una de las funciones operativas más críticas del transporte, enmarcado en la gestión de cadenas de abastecimiento. En el mercado mundial existe una amplia diversidad de software para el diseño de rutas, que integran herramientas de optimización para resolver el problema de ruteo de vehículos (VRP de su definición en inglés Vehicle Routing Problem).

Teniendo en cuenta la gran cantidad de variaciones que existen para el VRP en la realidad, se encontró que existen software diseñado para la solución del VRPTW (Vehicle Routing Problem with Time Windows) en el cual los clientes especifican

intervalos de tiempo durante los cuales quieren ser atendidos. Del mismo modo, el software está diseñado para resolver casos como el OVRP (Open Vehicle Routing Problem), en el cual la flota no es de propiedad de la compañía sino de transportadores a los cuales se les contrata y no tienen que regresar al centro de distribución, y el VRP clásico.

Por otro lado los algoritmos más usados para realizar este tipo de tareas son los constructivos, la búsqueda Tabú, el recorrido simulado o el recorrido determinístico (GUTIÉRREZ: 2007).

### 2.3 Discusión sobre los resultados de la revisión del estado del arte

Una vez ya vistos en el estado del arte los sistemas de información brindados en estos 10 últimos años, procederemos a hacer una comparación de estas soluciones (véase la Tabla 2.1).

Como vemos los sistemas brindados son cliente servidor, debido a que son orientados a empresas de comercialización de productos, pero en nuestro caso se hará el sistema para entidades del sector ayuda social, para ello es más conveniente desarrollar en una arquitectura diferente, para que el sistema sea accesible en cualquier lugar.

	JR SOFTWARE	DRSoft
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Administración de vendedores</li> <li>- Administración de clientes.</li> <li>- Administración de puntos de distribución.</li> <li>- Administración del cargamento</li> <li>- Administración de artículos</li> <li>- Administración de stock y faltantes</li> <li>- Administración de pedidos</li> <li>- Facturación de pedidos</li> <li>- Hojas de rutas</li> <li>- Órdenes de pago</li> <li>- Reportes de los itinerarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Administración de puntos de distribución.</li> <li>- Administración de pedidos</li> <li>- Administración de bienes a distribuir</li> <li>- Administración de personal de ventas</li> <li>- Administración de clientes</li> <li>- Hojas de rutas</li> <li>- Reportes de los itinerarios</li> <li>- Facturas o boletas</li> </ul>
<b>Arquitectura</b>	Cliente – Servidor	Cliente - Servidor
<b>Sistema operativo</b>	Windows	Windows

**Tabla 2.1: Comparación de software existentes**

Gráfico obtenido de (GARZA: 2004) y (JR SOFTWARE: 2012).

Se corrobora, según el estado del arte, que se utilizan diversas formas para manejar la distribución de productos, por lo que se tomarán las mejores prácticas de estos estudios para realizar el presente proyecto de fin de carrera.

Se desarrolló un sistema de información que cubre las principales necesidades para los procesos de distribución de bienes y planificación del diseño de rutas para entidades del sector ayuda social, ésta se desarrolló en las plataformas web para dar una mayor flexibilidad al sistema.



### 3 CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO

En este capítulo se desarrolla el análisis y diseño del proyecto de fin de carrera, se detallan las historias de usuario, la arquitectura del sistema, la arquitectura de la información y finalmente las interfaces de usuario del sistema de información.

#### 3.1 Historias de usuario

Para el desarrollo de las historias de usuario se realizó una entrevista con un trabajador de la institución del estado PRONAA (Jefe de asistencia social), el cual sugirió algunos puntos que se necesitarían para un sistema de ayuda social para la solución de la problemática planteada en el presente proyecto de fin de carrera.

A continuación se describen los campos a detallar en cada historia de usuario y se mencionarán las historias de usuario que se considerarán para el sistema de información SocialSoft.

- **Número:** Número de la historia de usuario.
- **Nombre:** Nombre de la historia de usuario.
- **Usuario:** Persona que especifica la realización de una funcionalidad en el sistema.

- **Modificación de historia número:** Cantidad de veces que se ha modificado la historia de usuario, por pedido del usuario mediante un acuerdo establecido.
- **Iteración asignada:** Número de sprint en el que se desarrolló la historia de usuario.
- **Prioridad en negocio:** Nivel de importancia de la historia de usuario para el negocio.
- **Puntos estimados:** Puntaje estimado de la dificultad en el desarrollo de la historia de usuario.
- **Riesgo en desarrollo:** Nivel de impacto en el sistema por no haber desarrollado de forma correcta la historia de usuario.
- **Puntos reales:** Puntaje real de la dificultad en el desarrollo de la historia de usuario.
- **Descripción:** Descripción de la historia de usuario.
- **Observaciones:** Observaciones realizadas por parte del desarrollador para el desarrollo la historia de usuario.

### Lista de las historias de usuario

- Administrar usuarios
- Administrar bienes a entregar
- Administrar beneficiarios
- Administrar vehículos
- Administrar puntos de distribución
- Consultar búsqueda de puntos de distribución
- Generar diseño de rutas
- Mostrar diseño de rutas

### Detalle de las historias de usuario

A continuación se muestran las dos historias de usuario más importantes para el sistema.

<b>Número 07</b>	<b>Nombre:</b> Generar diseño de rutas
<b>Usuario:</b> CLIENTE	
<b>Modificación de historia número:</b> 0	<b>Iteración asignada:</b> 4
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos estimados:</b> 10 (1 - 10)
<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alta (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos reales:</b> 10 (1 - 10)
<b>Descripción:</b> El usuario ingresa al sistema y elige la opción Rutas, se muestra opciones para marcar los lugares dónde se desea realizar la distribución de bienes y la cantidad de vehículos a ser elegidos, el usuario llena el formulario, confirma y finalmente el sistema muestra los recorridos de los vehículos.	
<b>Observaciones:</b> Se debe realizar un algoritmo que optimice la distancia recorrida por los vehículos.	

**Tabla 3.1: Historia de usuario “Generar diseño de rutas”**

<b>Número 08</b>	<b>Nombre:</b> Mostrar diseño de rutas
<b>Usuario:</b> CLIENTE	
<b>Modificación de historia número:</b> 0	<b>Iteración asignada:</b> 4
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos estimados:</b> 8 (1 - 10)
<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alta (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos reales:</b> 8 (1 - 10)
<b>Descripción:</b> El usuario ingresa al sistema y elige la opción Mostrar rutas, se muestra opciones para elegir un diseño ya realizado anteriormente, luego el usuario presiona la opción visualizar y el sistema muestra un mapa donde se muestra la distribución de las rutas asignadas a los diferentes vehículos.	
<b>Observaciones:</b> Se debe la visualización del mapa en Google Maps.	

**Tabla 3.2: Historia de usuario “Mostrar diseño de rutas”**

Ver todas las historias de usuario en el “**Anexo Historias de usuario**”.

### 3.2 Arquitectura de la solución

En este punto se provee una vista de la arquitectura básica del sistema SocialSoft para el mantenimiento de puntos de distribución y planeamiento del diseño de rutas, describiendo la estructura de alto nivel del sistema y sus propiedades

globales. Se emplea para ello, una serie de vistas arquitectónicas que sirven para representar los diferentes aspectos del sistema de información.

### 3.2.1 Definiciones y acrónimos

A continuación se presentan las definiciones para el entendimiento de la arquitectura a desarrollar.

	DEFINICIÓN Y APLICACIÓN EN EL PROYECTO
<b>Cliente</b>	Capa final de una arquitectura de software. Esta puede ser una web o un dispositivo móvil.
<b>Servidor</b>	Entidad que provee los servicios de almacenamiento y acceso a los archivos, y a los servicios de aplicaciones. En este proyecto el servidor es brindado por la universidad, debido a tratarse de un proyecto de fin de carrera.

Tabla 3.3: Definición Cliente, servidor

	DEFINICIÓN Y APLICACIÓN EN EL PROYECTO
<b>MVC</b>	Modelo Vista Controlador. Es un patrón de diseño de Software que separa la vista, la lógica del negocio y los datos. Este patrón de modelo es usado en el desarrollo del presente sistema de información.
<b>CI</b>	CodeIgniter es un framework que implementa el patrón MVC para aplicaciones web con el lenguaje PHP. Este framework es usado en el desarrollo del presente sistema de información.

Tabla 3.4: Definición de MVC y CI

### 3.2.2 Representación de la arquitectura

**Cliente-Servidor:** Este es un modelo de aplicación distribuida en la que las tareas se reparten entre los proveedores de los recursos o servicios (llamados servidores) y los demandantes o consumidores de dichos servicios (llamados clientes).

Para el presente sistema de información SocialSoft se tiene al cliente web. La aplicación cliente servidor presentará tres capas debido a que la capa servidor, se dividirá en dos capas más, las cuales son: servidor de aplicaciones y servidor de base de datos.

**Modelo, Vista y Controlador (MVC):** El patrón de diseño utilizado para el este Sistema web SocialSoft será el Modelo-Vista-Controlador (MVC), pues las capas que la conforman se separan adecuadamente y se adaptan a este tipo de sistema.

A continuación se muestra cómo funciona este patrón MVC (véase en la Ilustración 3.1).

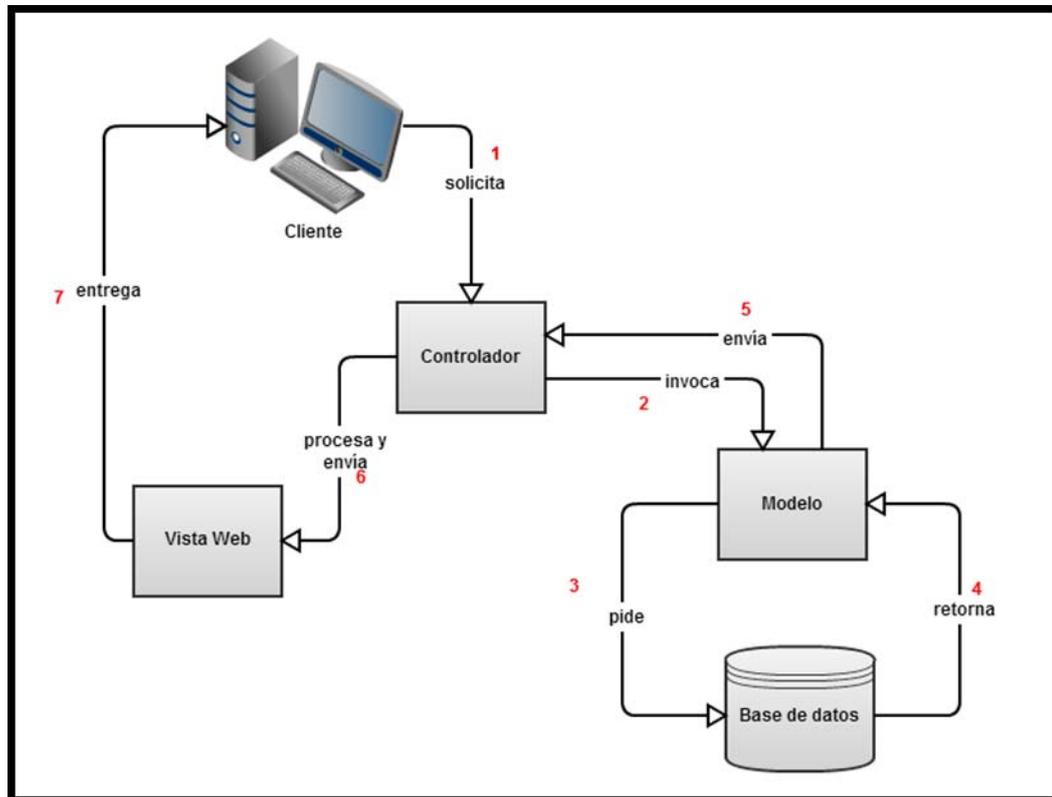


Ilustración 3.1: Vista general de sistema SocialSoft

El controlador recibe una petición para mostrar una vista, este se encarga de pedir al navegador que se le envíe la vista para así pueda ser visualizada en el navegador que esté siendo utilizado.

Por otro lado el controlador envía parámetros al modelo para que este se encargue de realizar consultas o alguna llamada a la base de datos de tal forma que retorne una respuesta para que finalmente el controlador pueda enviar estos datos a la vista para poder ser mostrarlos en la página web.

Los componentes de cada parte del modelo Vista-Controlador son las siguientes:

- **Vista:** Html, CSS, JavaScript, inline PHP.
- **Controlador:** Carga de modelos y vistas, llamadas a helpers, librerías y la lógica del negocio
- **Modelo:** Consultas a la base de datos.

El framework CodeIgniter implementa el patrón de diseño MVC, los conceptos que se agregan en este framework son los de helpers y librerías que son herramientas que ayudan a facilitar el manejo de algunas funcionalidades que se necesitaron a lo largo de la implementación del sistema de información.

### 3.2.3 Vistas de componentes del sistema

Debido a los documentos y al análisis previamente realizado, establecemos que los componentes más importantes son los siguientes: Mantenimiento de usuarios, bienes y vehículos, mantenimiento de beneficiarios, mantenimiento de puntos de distribución y planeamiento del diseño de rutas.

#### Principales componentes web

- **Mantenimiento de usuarios, bienes y vehículos:** Este componente nos permite realizar el mantenimiento de usuarios, vehículos y los distintos tipos de bienes a ser transportados por los vehículos distribuidores.
- **Mantenimiento de beneficiarios:** Este componente nos permite realizar el mantenimiento de todos los beneficiarios para que sean asignados a un punto de distribución.
- **Mantenimiento de puntos de distribución:** Este componente nos permite realizar el mantenimiento de los puntos de distribución, en ellos se encuentran los beneficiarios que son los que reciben los bienes transportados por los vehículos distribuidores.
- **Planeamiento del diseño de rutas:** Este componente se encarga de realizar el planeamiento del diseño de las rutas a seguir por los vehículos distribuidores de bienes, de tal forma que abastezcan a todos los puntos de distribución; también se realiza la visualización de dichas rutas en un mapa.

Los usuarios pueden acceder al sistema SocialSoft a través de un navegador web o desde un dispositivo móvil. Cada uno de estos, realizan las mismas tareas.

El usuario realiza una acción de consulta o escritura en el sistema, esta acción es solicitada al controlador, una vez este recibe la acción este invoca al Modelo para que este se comunique con el servidor donde se encuentra la base de datos, en

este punto el Modelo consulta o escribe los datos y retorna un resultado al controlador. A partir de este punto para que los datos puedan ser visualizados el controlador procesa y envía la vista con los datos hacia el dispositivo desde dónde se realizó la acción y es visualizada en este dispositivo ya sea una pc de escritorio o un móvil.

#### 3.2.4 Calidad

En este punto se definen las características principales de calidad para el funcionamiento del sistema de información con tolerancia a fallos y utilidad.

- La interfaz de usuario tiene en cuenta los factores de usabilidad necesarios para proporcionar una adecuada interacción al usuario. Para lograr alguna funcionalidad no hay más de tres transiciones de ventanas.
- El sistema garantiza la seguridad de la información, permitiendo el acceso solamente a usuarios autorizados, solo se manejan dos perfiles ellos son administrador y asistente.
- Se realizaron diferentes tipos de pruebas estas son las siguientes: unitarias, integración, de validación y aceptación. Las pruebas unitarias y de integración se llevaron a cabo durante el desarrollo del sistema de información. Y las pruebas de validación y aceptación se realizaron cuando se culminó el desarrollo de este, de tal forma que el usuario verificó que sus historias de usuario se hayan cumplido y que esté de acuerdo con los resultados esperados por este. Las pruebas se pueden ver en el “**Anexo Plan de pruebas**”.

### 3.3 Diseño de interfaz gráfica

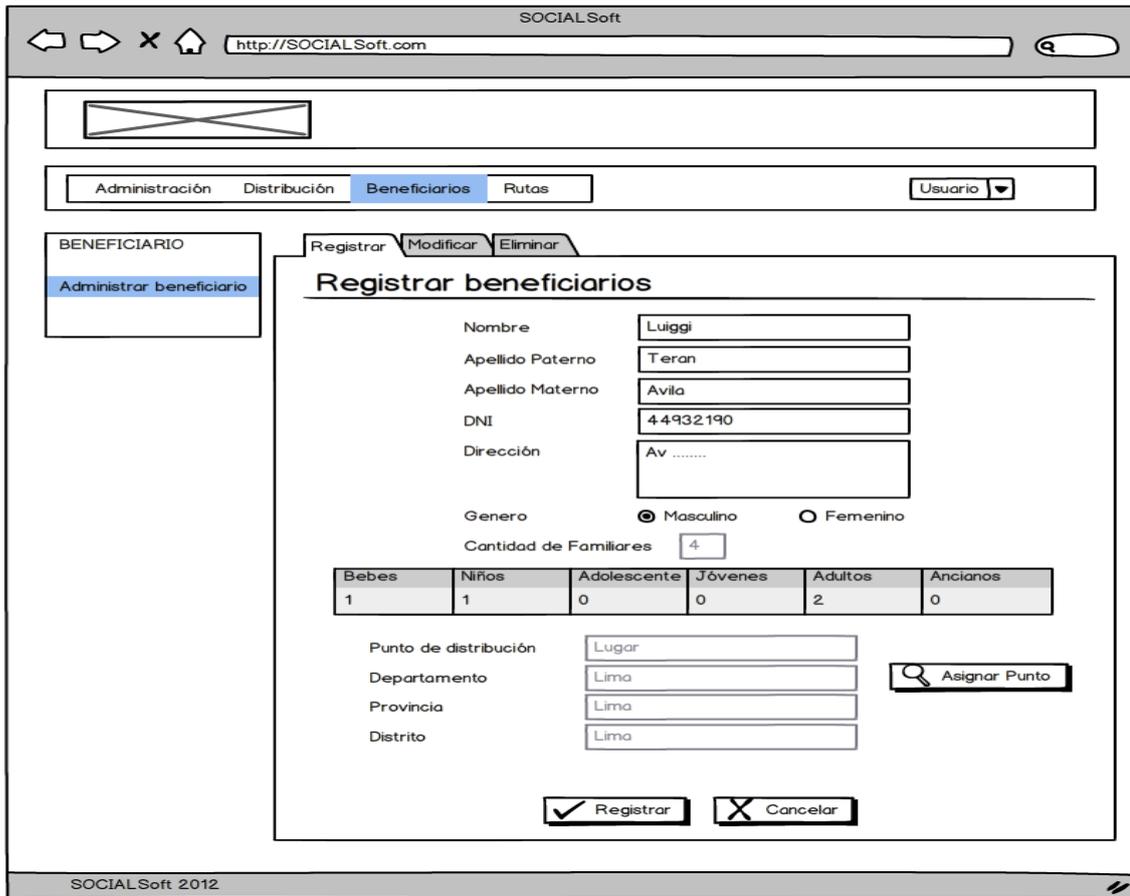
El presente punto contiene los estándares de interfaz gráfica y los diseños de las interfaces del sistema de información SocialSoft.

#### Diseño de interfaz general del sistema

El sistema contiene las secciones de Administración (usuarios y bienes), Distribución (Puntos de distribución y vehículos), Beneficiarios (administración de beneficiarios) y Rutas (Generación de rutas y mostrar rutas diseñadas). A continuación se muestra una interfaz, el detalle completo de todas las interfaces gráficas están ubicadas en el “**Anexo Diseño de interfaz gráfica**”.

### Ventana para el registro de un beneficiario

En esta ventana (véase en la Ilustración 3.2) se puede registrar a un beneficiario y se necesitan los siguientes campos Nombre, Apellido Paterno, Apellido Materno, DNI, Dirección, Genero, Cantidades de familiares por categorías, y asignar un punto de distribución mediante el botón asignar punto (véase en la Ilustración 3.3).



SOCIALSoft

http://SOCIALSoft.com

Administración Distribución **Beneficiarios** Rutas Usuario

BENEFICIARIO

Administrar beneficiario

Registrar Modificar Eliminar

### Registrar beneficiarios

Nombre: Luigi

Apellido Paterno: Teran

Apellido Materno: Avila

DNI: 44932190

Dirección: Av .....

Genero:  Masculino  Femenino

Cantidad de Familiares: 4

Bebes	Niños	Adolescente	Jóvenes	Adultos	Ancianos
1	1	0	0	2	0

Punto de distribución: Lugar

Departamento: Lima

Provincia: Lima

Distrito: Lima

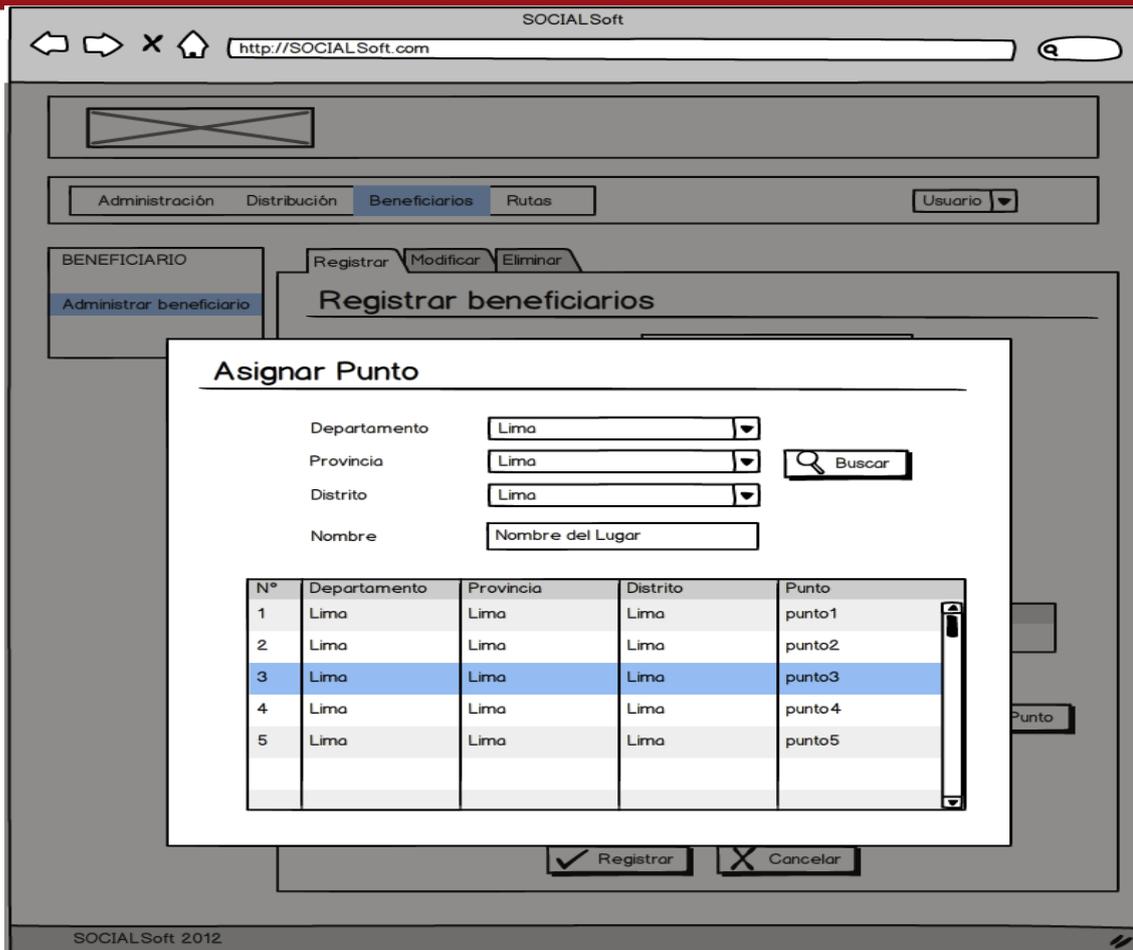
Asignar Punto

Registrar  Cancelar

SOCIALSoft 2012

Ilustración 3.2: Ventana "Registrar beneficiario"

Esto se realiza con el fin de identificar a todos los beneficiarios y que estos puedan ser incluidos en uno de los puntos de distribución ya registrados en el sistema.



**Ilustración 3.3: Ventana "Asignar punto a beneficiario"**

Luego de elegir el punto de distribución a asignar a dicho beneficiario se selecciona el botón Registrar en la ventana principal.

### 3.4 Arquitectura de la información

El objetivo de este punto es realizar el análisis de los datos y la forma cómo se gestiona la información para el desarrollo del sistema SocialSoft. El alcance abarca los siguientes puntos:

- Flujos de la información, donde se explica los inputs y outputs que tiene el sistema y las transacciones internas existentes.
- Diseño de base de datos, modelo relacional diseñado para almacenar la información que gestiona el sistema SocialSoft.

#### 3.4.1.1 Importación de Información (INPUTS)

Se usa un script inicial en el cual se carga información que es necesaria para la gestión del sistema. En este script se cargan los siguientes datos: un administrador principal, las categorías de beneficiarios que existen y algunos bienes que son asignados por defecto a cada uno de estos.

#### 3.4.1.2 Almacenamiento de Información

La forma de almacenar información a través del sistema es mediante las interfaces gráficas, en ellas se ingresan datos al sistema de información a través formularios.

#### 3.4.1.3 Diseño lógico

Para realizar este diseño se analizó las entidades a manejar de acuerdo a las necesidades del sistema de información. A continuación se listan las clases a utilizarse.

- **Usuario:** Esta se identificó debido a que manejará una lista de usuarios para el sistema.
- **Perfil:** Se identificó esta debido a que a cada usuario le corresponde un perfil específico, para poder otorgarle privilegios a cada perfil.
- **Bien:** Se identificó para llevar una adecuada administración de todos los bienes a repartir por la organización, ellos pueden clasificarse en varios tipos.
- **Categoría de Bien:** Se identificó debido a que los bienes necesitan una categorización para que sea más fácil su manejo a nivel del sistema.
- **Beneficiario:** Estas son las personas que recibirán los bienes a ser distribuidos, se identificó para poder llevar un registro de estos.
- **Categoría de Persona:** Es una subdivisión por edades de los beneficiarios, pueden ser bebés, niños, adolescentes, jóvenes, adultos o ancianos.
- **Punto de distribución:** Este se identificó para poder administrar todos los lugares a los cuales se repartirán los bienes que serán destinados a los beneficiarios.
- **Ruta:** Se utiliza esta entidad para poder realizar el diseño de las rutas a tomarse por los vehículos de transporte.

- **Vehículo:** Son identificados para llevar una correcta administración de los vehículos con los que cuenta la institución y para saber la capacidad de cada uno para poder utilizarla como una entrada para el diseño de las rutas.
- **Departamento, provincia y distrito:** Estas son identificadas para ubicar a los puntos de distribución en un área determinada en nuestro país.

### 3.4.2 Modelo de Base de Datos

A continuación se muestra el diseño físico de la base de datos, en el cual se guarda toda la información que se administra en el sistema de información SocialSoft.

#### 3.4.2.1 Diseño físico

En el diseño físico del modelado de base de datos se consideraron nueve entidades para el manejo de toda la información requerida en el sistema de información. Estas entidades son las siguientes: beneficiario, bien, punto, ruta, usuario, vehículo, departamento, provincia y distrito.

Estas entidades se consideran importantes, ya que estas son las que se administran en el sistema de información SocialSoft y dan soporte a todas las transacciones realizadas dentro del sistema, el diseño se físico (**véase en la Ilustración 3.4**).

Las tablas **perfil y usuario** se diseñaron con el fin de soportar a todos los usuarios del sistema, estos pueden tener diferentes perfiles (administrador y asistente), estos tienen una lista de funcionalidades, las cuales les permiten realizar distintas labores dentro del sistema.

Las tablas **bien, categoriab, bienxcategoriap, categoriap, beneficiarioxbienxcategoriap y beneficiario** se diseñaron con el fin de asociar los bienes a repartir a cada uno de los beneficiarios en el sistema.

Las tablas **departamento, provincia, distrito y punto** fueron diseñadas con el fin de localizar todos los puntos de distribución en una zona geográfica en nuestro país, para luego estos asociarlos a cada uno de los beneficiarios.

Finalmente las tablas **vehículo**, **ruta**, **puntoxruta** y **punto** se diseñaron con el fin de poder soportar las rutas a diseñarse, las cuales serán seguidas por los vehículos de repartición.

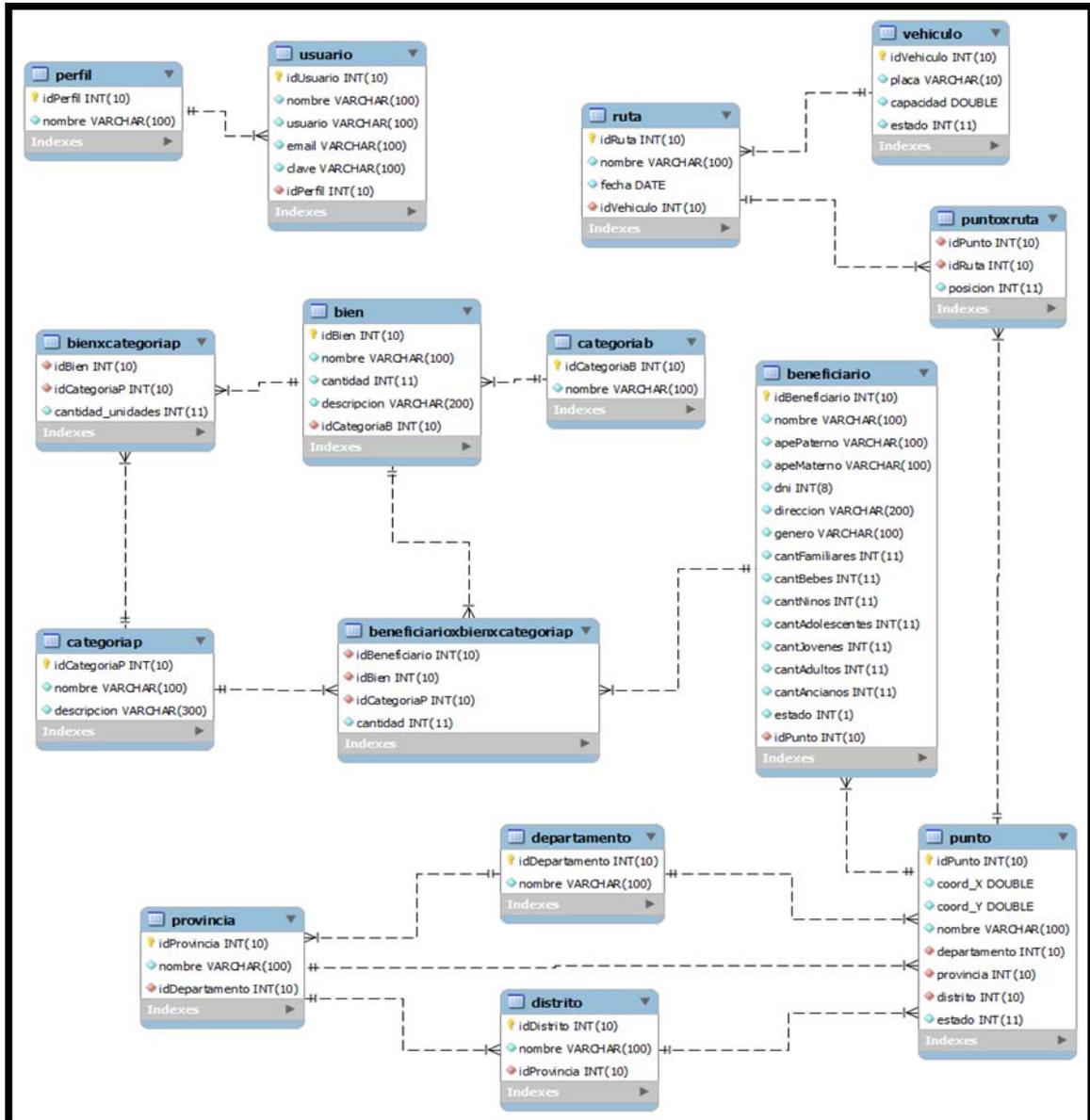


Ilustración 3.4: Diseño físico de la Base de Datos

Fuente: propia

### 3.4.3 Diccionario de datos

Se mencionan las principales tablas utilizadas en el modelo de base de datos así como los campos de cada una de estas y sus relaciones. La información completa de todo el diccionario de datos se encuentra en el “**Anexo Diccionario de datos**”.

#### Lista de tablas

- beneficiario
- bien
- categoriap
- categoriab
- beneficiarioxbienxcategoriap
- bienxcategoriap
- punto
- ruta
- puntoruta
- usuario
- perfil
- vehiculo
- departamento
- provincia
- distrito

#### Principales tablas del diseño físico

A continuación se describen los campos a detallar en cada una de las tablas.

- **Número:** Número de atributo en la tabla.
- **Nombre de la columna (lógica):** Nombre lógico del atributo.
- **Nombre de la columna (física):** Nombre físico del atributo.
- **Tipo de dato:** Tipo de dato del atributo.
- **PK:** Se llena este campo si el atributo es llave primaria de la tabla.
- **Nulidad:** Nulidad del atributo, si es **NULL** el atributo puede ser vacío, en caso de **NOT NULL** es un dato obligatorio.

**Tabla beneficiario**

N°	Nombre de columna (Lógica)	Nombre de columna (Física)	Tipo de dato	PK	Nulidad
1	idBeneficiario (PK)	idBeneficiario	INT(10)	PK	NOT NULL
	<b>Identificador del beneficiario</b>				
2	Nombre	nombre	VARCHAR(100)		NOT NULL
	<b>Nombre del beneficiario</b>				
3	apePaterno	apePaterno	VARCHAR(100)		NOT NULL
	<b>Apellido paterno del beneficiario</b>				
4	apeMaterno	apeMaterno	VARCHAR(100)		NOT NULL
	<b>Apellido Materno del beneficiario</b>				
5	Dni	dni	INT(8)		NOT NULL
	<b>DNI del beneficiario</b>				
6	Dirección	direccion	VARCHAR(200)		NOT NULL
	<b>Dirección del beneficiario</b>				
7	Genero	genero	VARCHAR(100)		NOT NULL
	<b>Genero del beneficiario</b>				
8	cantFamiliares	cantFamiliares	INT(11)		NOT NULL
	<b>Cantidad de familiares del beneficiario</b>				
9	cantBebes	cantBebes	INT(11)		NOT NULL
	<b>Cantidad de bebes</b>				
10	cantNinos	cantNinos	INT(11)		NOT NULL
	<b>Cantidad de niños</b>				
11	cantAdolescentes	cantAdolescentes	INT(11)		NOT NULL
	<b>Cantidad de adolescentes</b>				
12	cantJovenes	cantJovenes	INT(11)		NOT NULL
	<b>Cantidad de jóvenes</b>				
13	cantAdultos	cantAdultos	INT(11)		NOT NULL
	<b>Cantidad de adultos</b>				
14	cantAncianos	cantAncianos	INT(11)		NOT NULL
	<b>Cantidad de ancianos</b>				
15	Estado	estado	INT(1)		NOT NULL
	<b>Estado del beneficiario</b>				
16	idPunto (FK)	idPunto	INT(10)		NOT NULL
	<b>Identificador del punto</b>				

**Tabla 3.5: Tabla beneficiario**

Ver todas las tablas del diseño físico en el “Anexo Diccionario de datos”.

## 4 CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS

En este capítulo se desarrolla la construcción y pruebas del sistema de información SocialSoft y se detalla la tecnología usada para el desarrollo del sistema tanto así como los tipos de prueba que se realizaron para su correcta implementación.

### 4.1 Construcción

En este punto se detalla los aspectos tecnológicos y técnicos que se utilizaron para el desarrollo del sistema.

#### 4.1.1 Tecnología usada

El desarrollo del sistema de información SocialSoft se realizó de tal forma que soportara las plataformas web y móvil, esto se realizó para aprovechar la gran ventaja que tienen los sistemas web a diferencia de los de escritorio. A continuación se muestran algunas de estas ventajas (**véase la Tabla 4.1**).

Sistemas web	
Ventajas	Descripción
<b>No requiere instalar software especial (en los clientes)</b>	Para acceder a un software web solo se necesita disponer de un navegador de páginas web (Chrome, Firefox y Opera), los cuales suelen venir con el propio sistema operativo. Esto es debido a la arquitectura de las aplicaciones web, el navegador suele quedar relegado a mostrar el interfaz de usuario, mientras que toda la compleja lógica de negocio se lleva a cabo en el lado del servidor.
<b>Bajo coste en actualizar los equipos con una nueva versión</b>	No es necesario instalar algún equipo en los puestos de trabajo, ya que la actualización se realiza en el servidor, y esta es reflejada automáticamente por todos los usuarios.
<b>Acceso a la última y mejor versión</b>	Se evita que pueda existir algún equipo que ejecute una versión diferente y desactualizada.
<b>Movilidad</b>	Este concepto depende de la implantación del sistema en sí. Puede darse el caso que esté ubicado en un servidor web en Internet o bien disponemos de una intranet externalizada (extranet), esto permite que cualquier usuario con conexión a internet pueda acceder al sistema.
<b>Reducción de costes en los puestos clientes</b>	No es necesario un hardware potente en los puestos de trabajo, lo que se traduce en reducción de costes.

**Tabla 4.1 Ventajas sistemas web**

Para el desarrollo del presente sistema se puede aprovechar estas ventajas y utilizarlas para realizar un mejor desempeño de las tareas a realizarse.

Con respecto a los lenguajes de programación utilizados en el desarrollo del sistema SocialSoft se eligieron los siguientes:

#### **Sistema web:**

- **Lenguaje PHP:** Para el sistema web se decidió utilizar el lenguaje de programación PHP, por ser un lenguaje con una curva de aprendizaje corta y otras ventajas que se describen a continuación.

Es de uso libre, permite hallar fuentes de información gratuita y libre, nos da facilidad para usarlo, es extensible, es multiplataforma (se puede ejecutar en sistemas Linux, Windows, entre otros).

Otra cualidad de este lenguaje es que se orienta al desarrollo de aplicaciones web, una característica es que está muy embebido de código HTML de tal forma que es muy fácil ejecutarlo en el servidor.

- **JavaScript:** También se decidió usar el lenguaje JavaScript, este es utilizado principalmente para crear páginas web dinámicas, con esto se puede incorporar efectos y acciones al realizar eventos en una página web.
- **Ajax:** Por otro lado se decidió utilizar la tecnología asíncrona Ajax, es una técnica de desarrollo web para crear aplicaciones interactivas. Es una tecnología asíncrona, en el sentido de que los datos adicionales se solicitan al servidor y se cargan en segundo plano sin interferir con la visualización ni el comportamiento de la página. Es decir se ejecuta en el cliente, lo que permite realizar cambios sobre las páginas sin necesidad de recargarlas, lo que significa aumentar la interactividad, velocidad y usabilidad en las aplicaciones.

**Observaciones en el desarrollo:** La tecnología JavaScript y Ajax fueron utilizadas en todo el desarrollo del sistema, lo cual contribuyó mucho en la velocidad y usabilidad del sistema.

El sistema es compatible para una Tablet o un celular, para ello se hizo que las vistas se redimensionen dependiendo del tamaño del dispositivo usado esto usa el concepto de Responsive design (ETHAN: 2010).

#### 4.1.2 Complementos técnicos

Las necesidades primordiales para la realización del desarrollo del sistema de información SocialSoft en la plataforma web son las siguientes: Se necesitó un entorno para el desarrollo para plataforma web que sea de fácil manejo y que brinde facilidades tales como el autocompletado de funciones, documentación de funciones PHP y que provea soporte para Subversion (SVN). Por otro lado se necesitaron entornos de trabajo (frameworks) que sean ligeros y que faciliten el desarrollo del proyecto tanto para la estructura del sistema (MVC) y para la realización de la parte visual.

Por ello se llegó a la conclusión de usar para el desarrollo del sistema de información SocialSoft los siguientes entornos de programación, frameworks y librerías externas.

- **NetBeans 7.2.1:** Este entorno se utilizó para el desarrollo de sistema en la plataforma web, se decidió utilizar este por su facilidad de manejo y por cubrir las necesidades antes expuestas para el desarrollo del sistema SocialSoft.
- **CodeIgniter 2.1.2:** Se utilizó el framework CodeIgniter por su fácil curva de aprendizaje y porque desarrolla el patrón Modelo, Vista y Controlador, el cual es aplicado en el desarrollo de nuestro sistema. Este permite manejar una gran cantidad de librerías que facilitó el desarrollo, (véase la Tabla 4.2) en esta se detalla por qué se eligió el framework CodeIgniter.

Características	CakePHP	Symfony	Zend	CodeIgniter
Incorporación del patrón Modelo Vista Controlador orientado a objetos	Sí	Sí	Sí	Sí
Independiente del manejador de base de datos	Sí	Sí	Sí	Sí
Liviano	Bueno	Regular	Regular	Muy bueno
Estructura por defecto para aplicaciones (scaffolding)	Sí	Sí	Sí	Sí
Curva de aprendizaje	Media	Larga	Larga	Corta
Orientado a objetos	Sí	Sí	Sí	Sí
Despachador de peticiones HTTP	Sí	Sí	Sí	Sí
Documentación	Muy buena	Muy buena	Muy buena	Muy buena
Soporte para PHP5	Sí	Sí	Sí	Sí
Dificultad de configuración	Media	Alta	Alta	Baja

Tabla 4.2: Características de los frameworks

- **Bootstrap 2.1.1:** Se utilizó el framework Bootstrap para el desarrollo de las vistas del presente sistema, ya que facilita en gran medida el diseño de los estilos de componentes que existen en el sistema.
- **jQuery:** Se utilizó esta librería para el manejo de la codificación en JavaScript y Ajax, permite una mejor y más fácil manejo de estas tecnologías.

- **Google Maps V3:** Se utilizó esta librería con el fin de integrar el presente sistema para el manejo de los puntos de distribución a los que se repartirán los bienes así como para mostrar las rutas que tomarán los vehículos distribuidores. Este permite ver todo en un mapa de tal manera que sea más fácil su comprensión y visualización.

#### **4.1.3 Realización de los componentes de Administración de puntos de distribución y Mostrar diseño de rutas**

Para la realización de los componentes de Administración de puntos de distribución y Mostrar diseño de rutas en el sistema SocialSoft, se utilizó la librería de google **Google Maps V3**, la cual provee funcionalidades completas para la mostrar un mapa interactivo y poder realizar dibujos de los puntos de distribución, así como dibujar líneas que unan estos puntos. Todos los eventos asociados a estos componentes del sistema fueron realizados mediante JQuery y Ajax para poder realizar un mejor desempeño.

En el componente del sistema de Administración de puntos de distribución, se realizaron eventos tales como agregar, modificar y eliminar puntos de distribución mediante clics en la zona donde se encuentra el mapa, de tal forma que la manera de interactuar el usuario con el sistema sea muy práctica y de una gran facilidad.

Para el componente de sistema de Mostrar rutas, se realizó la unión de puntos del diseño de forma gráfica en un mapa interactivo, la ruta de cada vehículo es distinguida por un color único y un número de secuencia de tal forma que sea muy práctica y simple la forma de interpretar este diseño de las rutas de todos los vehículos de transporte.

#### **4.1.4 Realización del algoritmo para el componente del diseño de las rutas**

Previamente se realizó un estudio del algoritmo a utilizar para el diseño de las rutas, se concluyó en utilizar el algoritmo metaheurístico de búsqueda Tabú, el cual se distingue de otros algoritmos por el uso de la memoria, la cual tiene una estructura basada en una lista tabú y unos mecanismos de selección del siguiente movimiento. La lista tabú es una lista ligada en el contexto computacional, donde se registran aquellas soluciones o atributos de soluciones que no deben ser elegidas.

Para el desarrollo del algoritmo en este componente del sistema se realizó el algoritmo tabú, fue complicado su desarrollo debido a que la función de optimización fue la de

minimizar el tiempo de recorrido y minimizar la cantidad de vehículos de transporte dependiendo de la capacidad que transporta cada uno de estos. Así considerando las rutas que tomarán los vehículos por las vías de transporte en nuestro país y no unas simples líneas rectas entre los puntos de distribución.

Cabe mencionar que se está considerando que se minimizará el tiempo recorrido por los vehículos obteniendo información consultada a Google Maps según el nivel tráfico que tienen las vías de transporte, ello con el fin de calcular el tiempo promedio para ir de un punto a otro y así poder dar como respuesta la mejor ruta de servicio para distribuir los bienes a todos los puntos de distribución establecidos.

Las entradas y salidas para el desarrollo del subsistema de Planeamiento de las rutas son las siguientes:

**Entradas:** Vehículos, Puntos de distribución, Beneficiarios y bienes a ser entregados a los beneficiarios.

**Salidas:** Ruta para cada vehículo (secuencia de puntos de distribución que tienen como partida y llegada el almacén de la central de la organización) y los bienes a entregar en cada punto de distribución.

## 4.2 Pruebas

En este punto se presenta la estrategia de pruebas utilizada, los tipos de pruebas realizados, casos de prueba principales y los resultados de ejecución de las pruebas. A continuación se muestra el ciclo de la ejecución de las pruebas (**véase en la Ilustración 4.1**).

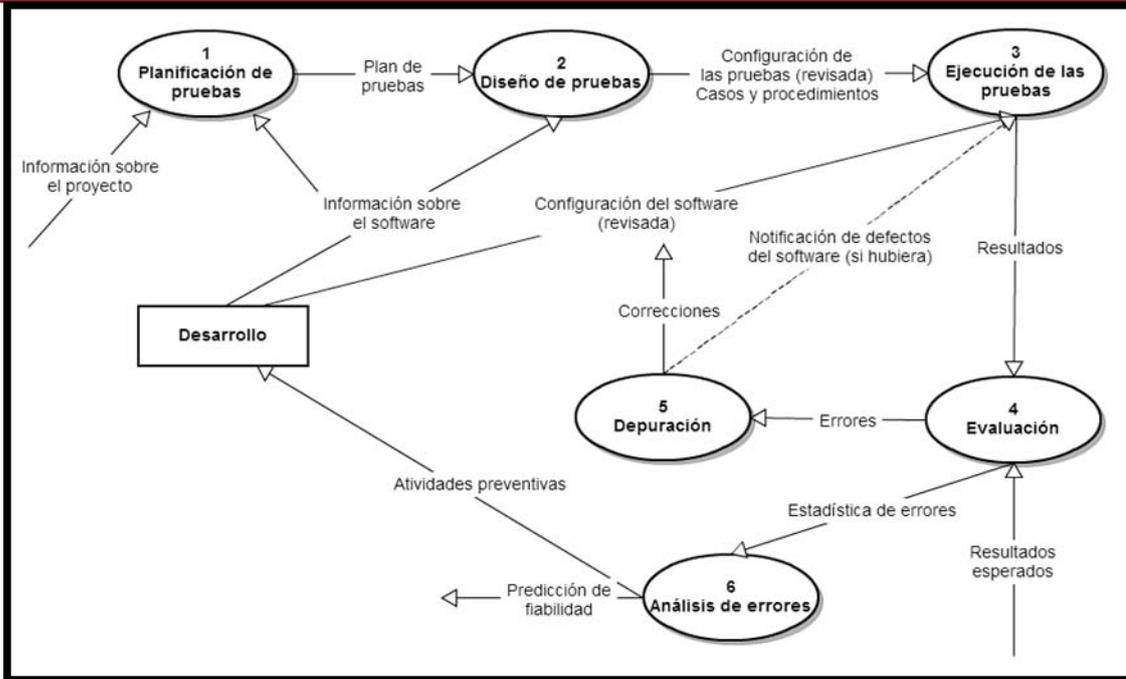


Ilustración 4.1: Ciclo de la ejecución de las pruebas

Fuente: propia

#### 4.2.1 Estrategia de pruebas

Para evaluar las características y la calidad del producto final, se definió una estrategia de pruebas.

Etapas de la estrategia de pruebas, (véase en la Ilustración 4.2).

- Se empezó por las pruebas a nivel de componente (Pruebas unitarias).
- A continuación se realizaron las pruebas de integración del sistema completo (Pruebas de integración).
- Luego se realizaron las pruebas de validación que son las que corroboraron si se cumple todo lo estipulado en las historias de usuario (Pruebas de validación).
- Finalmente con la aceptación del producto por parte del cliente se realizaron las pruebas de aceptación (Pruebas de aceptación).

#### Pasos seguidos para las pruebas

Se comenzó en las prueba de cada componente, que la realizó el propio personal de desarrollo en su entorno. En la etapa de diseño del software, los componentes probados se integraron para comprobar sus interfaces en el trabajo conjunto.

El software totalmente ensamblado se probó como un conjunto, para verificar si cumple o no las historias de usuario. Luego de estar validado se integró con el resto del sistema para probar su funcionamiento en conjunto y por último, el producto final se pasó a la prueba de aceptación para que el usuario compruebe en su propio entorno si lo acepta como está o no.

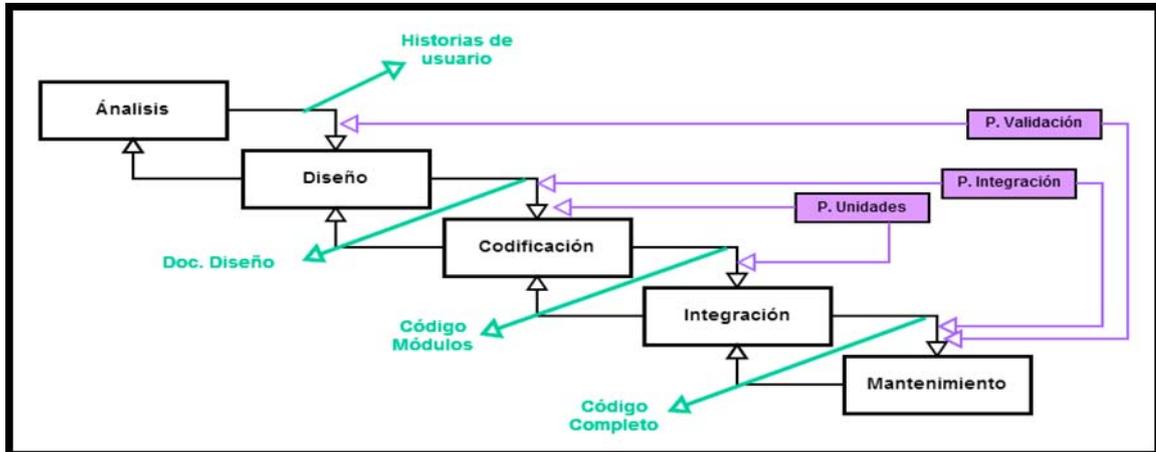


Ilustración 4.2: Etapa de la estrategia de pruebas

Fuente: propia

#### 4.2.2 Tipos de pruebas

Los tipos de pruebas utilizadas en este proyecto son las siguientes: Pruebas unitarias, pruebas de integración, pruebas de validación y finalmente las pruebas de aceptación (JOYANES: 2005).

- **Pruebas unitarias**

Este tipo de pruebas tuvo como objetivo validar la funcionalidad de cada componente. Por tal motivo se debe tener cuidado en identificar las funcionalidades críticas de cada uno de estos (JOYANES: 2005).

Para este proyecto se utilizó la técnica de clases de equivalencia, la cual consiste en identificar, para cada entrada de datos, las clases válidas e inválidas y las funcionalidades críticas que se describirán en los casos de prueba principales son puntos de distribución, registrar beneficiarios, diseño de rutas, mostrar rutas y elegir diseño.

- **Pruebas de integración**

Este tipo de pruebas cubre varias funcionalidades del sistema, por lo que permite analizar el flujo funcional del sistema a través de sus distintos componentes.

Se realizó una integración incremental con estrategia de integración descendente, al ir integrando el sistema se realizaron pruebas de regresión para asegurarse de que no se hayan introducido errores nuevos.

- **Pruebas de validación**

Es el proceso de prueba de un sistema integrado para comprobar el cumplimiento de todo lo descrito en las historias de usuario, el funcionamiento y rendimiento en las interfaces de software, de usuario y de operador.

Cada vez que se añade un nuevo componente como parte de una prueba de integración, el software cambia. Se establecen nuevos caminos de flujo de datos, pueden ocurrir nuevas E/S y se invoca una nueva lógica de control.

Estos cambios pueden causar problemas con funciones que antes trabajaban perfectamente. En el contexto de una estrategia de prueba de integración, la prueba de regresión es volver a ejecutar un subconjunto de pruebas que se han llevado a cabo anteriormente para asegurarse que los cambios no han propagado efectos colaterales no deseados (BERLE: 2006).

En este proyecto se realizaron casos basados en las historias de usuario de tal manera que se cumplan las especificaciones descritas en estas mismas.

- **Pruebas de aceptación**

Para estas pruebas se necesitó la participación del usuario para validar los criterios de aceptación previamente aprobados por el usuario, para este proyecto se está considerando que el usuario es el asesor del proyecto de fin de carrera.

#### **4.2.3 Casos de pruebas principales**

A continuación solo se detalla los casos de prueba más importantes para los componentes más críticos del sistema. Los demás serán detallados en el “**Anexo Plan de pruebas**”.

##### **Pruebas unitarias**

Para las pruebas unitarias se realizaron clases de equivalencia para que posteriormente en la ejecución de pruebas se realicen las pruebas necesarias para verificar su correcta validación en todos los casos existentes.

Puntos de distribución		
Campos	Clases válidas	Clases inválidas
<b>Departamento</b>	Departamento del Perú registrado en el sistema CV1	No aplica
<b>Provincia</b>	Provincia del Perú registrado en el sistema CV2	No aplica
<b>Distrito</b>	Distrito del Perú registrado en el sistema CV3	No aplica
<b>Latitud</b>	Cantidad numérica entera (llenada por defecto) CV4	No aplica
<b>Longitud</b>	Cantidad numérica entera (llenada por defecto) CV5	No aplica
<b>Nombre</b>	Cadena alfanumérica de longitud 30 CV6	Vacío CNV1
		Cadena alfanumérica de longitud > 30 CNV2

**Tabla 4.3: Clase de equivalencia "Puntos de distribución"**

#### **Pruebas de integración**

Para las pruebas de integración se realizó un flujo de prueba para cada integración.

Se definieron cuatro sprint, por lo tanto se realizaron tres integraciones. Los flujos definidos para cada integración del sistema son los siguientes:

**1. Primera Integración:** En esta primera fase se integró el sprint 1 y 2 en los cuales están las siguientes funcionalidades.

**Sprint 1:** Administración de usuarios, administración de bienes y administración de vehículos.

**Sprint 2:** Administración de beneficiarios.

#### **Flujo de prueba:**

- Registrar un usuario e ingresar al sistema con dicho usuario.
- Registrar dos nuevos bienes y asignarles cantidades específicas para cada categoría de persona.
- Registrar dos nuevos vehículos.
- Registrar dos beneficiarios con sus respectivos integrantes de familia.
- Finalmente cerrar sesión.

**2. Segunda Integración:** En esta segunda fase se integró el sprint 1, 2 y 3 en los cuales están las siguientes funcionalidades.

**Sprint 1:** Administración de usuarios, administración de bienes y administración de vehículos.

**Sprint 2:** Administración de beneficiarios.

**Sprint 3:** Administración de puntos de distribución y consulta de búsqueda de puntos de distribución.

**Flujo de prueba:**

- a. Registrar un usuario e ingresar al sistema con dicho usuario.
- b. Registrar dos nuevos bienes y asignarles cantidades específicas para cada categoría de persona.
- c. Registrar dos nuevos vehículos.
- d. Registrar cuatro puntos de distribución ubicados en distintos lugares en el Perú, modificar dos de estos puntos y eliminar un punto.
- e. Registrar dos beneficiarios con sus respectivos integrantes de familia y asignarle a cada uno un punto de distribución definidos en el paso anterior.
- f. Finalmente cerrar sesión.

**3. Tercera Integración:** En esta tercera fase se integró el sprint 1, 2, 3 y 4 en los cuales están las siguientes funcionalidades.

**Sprint 1:** Administración de usuarios, administración de bienes y administración de vehículos.

**Sprint 2:** Administración de beneficiarios.

**Sprint 3:** Administración de puntos de distribución y consulta de búsqueda de puntos de distribución.

**Sprint 4:** Diseñar rutas y mostrarlas en un entorno gráfico.

**Flujo de prueba:**

- a. Registrar un usuario e ingresar al sistema con dicho usuario.
- b. Registrar dos nuevos bienes y asignarles cantidades específicas para cada categoría de persona.
- c. Registrar dos nuevos vehículos.

- d. Registrar cuatro puntos de distribución ubicados en distintos lugares en el Perú, modificar dos de estos puntos y eliminar un punto.
- e. Registrar dos beneficiarios con sus respectivos integrantes de familia y asignarle a cada uno un punto de distribución definidos en el paso anterior.
- f. Realizar dos diseños de rutas para una cantidad mayor a 100 puntos de distribución.
- g. Realizar una visualización de los dos diseños anteriores y verificar que las rutas a seguir por los vehículos sean coherentes.
- h. Finalmente cerrar sesión.

### Pruebas de validación

Para las pruebas de validación se definieron criterios de validación, los cuales demostraron la conformidad con las historias de usuario definidas en la etapa de análisis. Para ello se tomó cada historia de usuario y se prosiguió a su realización una por una verificando que se cumpliera todo lo registrado en estas.

### Pruebas de aceptación

Para la realización de las pruebas de aceptación se realizaron pruebas alfa, las cuales son pruebas de aceptación realizadas en el lugar de desarrollo pero por el cliente, en este proyecto se usó el sistema de forma natural con el desarrollador como observador del usuario y este fue registrando los errores y los problemas de uso que ocurrieron.

#### 4.2.4 Resultado de la ejecución de las pruebas

En este punto se detallan las principales ejecuciones de las pruebas, el total de las pruebas se encuentra en el “**Anexo Plan de pruebas**”.

#### Pruebas unitarias

La ejecución de las pruebas unitarias se realizó al terminar cada sprint y sus resultados son mostrados en las siguientes tablas.

Pruebas Ventana Puntos de distribución	
<b>Objetivo Pruebas</b>	Probar el funcionamiento del flujo básico de la historia de usuario administrar punto de distribución.
<b>Precondición</b>	Ingresar al sistema con un usuario administrador o asistente.
<b>Resultados esperados</b>	Se registra un punto de distribución. Se muestran mensajes indicando el correcto funcionamiento o en

caso contrario la ausencia de un dato necesario o un error.		
N°	Prueba ejecutada	Resultado obtenido
1	CV1, CV2, CV3, CV4, CV5, CV6	Operación realizada con éxito, emite mensaje "Se registró el punto de distribución con éxito".
2	CV1, CV2, CV3, CV4, CV5, CNV1	El sistema mediante un mensaje indicará que falta ingresar el nombre del punto de distribución y marcará su borde de color rojo.
3	CV1, CV2, CV3, CV4, CV5, CNV2	El sistema no permite introducir cadenas alfanuméricas de una longitud mayor a 30 caracteres.

Tabla 4.4: Caso de prueba "Puntos de distribución"

### Pruebas de integración

La ejecución de estas pruebas de integración se llevaron a cabo al terminar las dos fases de integración de los sprint 1, 2, 3 y 4.

Primera integración		
Flujo de prueba		
N°	Pasos	Resultado
a	Registrar un usuario e ingresar al sistema con dicho usuario.	Correcto
b	Registrar dos nuevos bienes y asignarles cantidades específicas para cada categoría de persona.	Correcto
c	Registrar dos nuevos vehículos.	Correcto
d	Registrar dos beneficiarios con sus respectivos integrantes de familia.	Correcto
e	Finalmente cerrar sesión.	Correcto

Tabla 4.5: Pruebas primera integración

Segunda integración		
Flujo de prueba		
N°	Pasos	Resultado
a	Registrar un usuario e ingresar al sistema con dicho usuario.	Correcto
b	Registrar dos nuevos bienes y asignarles cantidades específicas para cada categoría de persona.	Correcto
c	Registrar dos nuevos vehículos.	Correcto
d	Registrar cuatro puntos de distribución ubicados en distintos lugares en el Perú, modificar dos de estos puntos y eliminar un punto.	Correcto
e	Registrar dos beneficiarios con sus respectivos integrantes de familia y asignarle a cada uno un punto de distribución definidos en el paso anterior.	Correcto
f	Finalmente cerrar sesión.	Correcto

Tabla 4.6: Pruebas segunda integración

<b>Tercera integración</b>		
<b>Flujo de prueba</b>		
<b>N°</b>	<b>Pasos</b>	<b>Resultado</b>
<b>a</b>	Registrar un usuario e ingresar al sistema con dicho usuario.	Correcto
<b>b</b>	Registrar dos nuevos bienes y asignarles cantidades específicas para cada categoría de persona.	Correcto
<b>c</b>	Registrar dos nuevos vehículos.	Correcto
<b>d</b>	Registrar cuatro puntos de distribución ubicados en distintos lugares en el Perú, modificar dos de estos puntos y eliminar un punto.	Correcto
<b>e</b>	Registrar dos beneficiarios con sus respectivos integrantes de familia y asignarle a cada uno un punto de distribución definidos en el paso anterior.	Correcto
<b>f</b>	Realizar dos diseños de rutas para una cantidad mayor a 100 puntos de distribución.	Correcto
<b>g</b>	Realizar una visualización de los dos diseños anteriores y verificar que las rutas a seguir por los vehículos sean coherentes.	Correcto
<b>h</b>	Finalmente cerrar sesión.	Correcto

Tabla 4.7: Pruebas tercera integración

### Pruebas de validación

La ejecución de estas pruebas de integración se llevó a cabo al terminar el desarrollo del sistema.

<b>Historias de usuario</b>		
<b>N°</b>	<b>Historia de usuario</b>	<b>Cubrimiento</b>
<b>1</b>	Administrar usuarios	Sí
<b>2</b>	Administrar bienes a entregar	Sí
<b>3</b>	Administrar vehículos	Sí
<b>4</b>	Administrar beneficiarios	Sí
<b>7</b>	Administrar puntos de distribución	Sí
<b>8</b>	Consulta de búsqueda de puntos de distribución	Sí
<b>9</b>	Generar diseño de rutas	Sí
<b>10</b>	Mostrar diseño de rutas	Sí

Tabla 4.8: Pruebas de validación

### Pruebas de aceptación

La ejecución de estas pruebas de aceptación se llevó a cabo luego de finalizar la ejecución de las pruebas de validación del sistema.

<b>Registrar puntos de distribución</b>	
<b>Nombre de la prueba</b>	Registrar puntos de distribución
<b>Requisitos asociados</b>	Ingresar al sistema con cualquier perfil.

<b>Acceso</b>	Pestaña "Distribución/Puntos de distribución"
<b>Actividades</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ingresar al sistema con un usuario de cualquier perfil.</li> <li>2. Se selecciona clic derecho en cualquier zona del mapa en el país de Perú y se presiona la opción "<b>Agregar punto</b>" e ingresan los siguientes datos:           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Departamento</li> <li>• Distrito</li> <li>• Provincia</li> <li>• Latitud (por defecto)</li> <li>• Longitud (por defecto)</li> <li>• Nombre</li> </ul> </li> </ol> <p>Se presiona el botón Agregar.</p>
<b>Resultados esperados</b>	Registro del punto de distribución y aparición del dicho punto en el mapa con su respectivo nombre.
<b>Éxito o Fallo</b>	Éxito

**Tabla 4.9: Pruebas de aceptación "Registrar puntos de distribución"**



## 5 CAPÍTULO 5: OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se desarrollan las observaciones, conclusiones y recomendaciones para una mejor comprensión del desarrollo del proyecto de fin de carrera.

### 5.1 Observaciones

Se ha dotado de una gran flexibilidad para generar el diseño de rutas en el sistema de información construido, esto para que se adecue a las necesidades generales de las organizaciones de ayuda social u ONGs.

Se hizo que la selección de puntos de distribución a seguir por los vehículos pueda ser seleccionada por el administrador del sistema, para que se permita realizar esta repartición según desee la organización.

Del global de los puntos de distribución registrados en el sistema se pueden elegir una cierta cantidad de puntos a los que se desea brindar ayudar. Se puede decidir solo brindar ayuda a las zonas más necesitadas de nuestro país y designar un destacamento para dichas zonas, para esto se debe realizar un diseño de rutas y elegir las zonas a las que se le desea brindar la ayuda y asignar una cierta

cantidad de vehículos que se tengan disponibles para realizar el diseño en el sistema de información, el cual dará como resultado las cantidades de bienes que debe llevar cada vehículo, la distancia que recorrerá cada vehículo y las rutas que estos seguirán para llegar a su destino.

También cabe resaltar que se ha desarrollado un sistema de información con gráficos de ayuda para los subsistemas de gestión de puntos de distribución y para la gestión de los diseños y visualizaciones de las rutas a seguir por los vehículos distribuidores. Esto en comparación con otros sistemas de información de repartición de bienes, en los cuales solo se registran y visualiza la información en tablas y texto. Esta mejora es una ventaja para la mejor comprensión de los resultados.

Para el planeamiento del diseño de rutas se utilizó el algoritmo metaheurístico de búsqueda Tabú, su función objetivo es minimizar el tiempo transcurrido para la entrega de los bienes, para ello se tomó en cuenta el tiempo de acuerdo al congestionamiento de las vías de transporte (tráfico), ello se logró mediante la API de Google Maps versión 3.

El sistema de información no contempla una buena administración de los beneficiarios en el sistema, ya que solo se está registrando a un apoderado por vivienda y el número de integrantes de familia, esto se realiza así, debido a que el fin de este proyecto de fin de carrera es centrarse en el planeamiento de la distribución y planeamiento del diseño de rutas de los vehículos.

## 5.2 Conclusiones

La metodología usada para el proyecto y para el desarrollo del sistema de información, ayudaron en gran medida, debido a que se realizaron etapas definidas y se llevó un control continuo de los avances del proyecto.

Una de las conclusiones a la que se puede llegar a partir del presente trabajo es que se ha desarrollado un sistema de información que ayuda y facilita el uso para la planeación de las rutas, también se hizo que la interacción entre el usuario y el sistema sea eficiente, para ello se utilizó herramientas como Ajax y JQuery para que la experiencia del usuario sea más rápida.

Por otro lado se ha dotado de una gran flexibilidad para generar el diseño de rutas en el sistema de información construido para que se adecue a las necesidades generales de este tipo de organizaciones, se han realizado subsistemas generales tales como gestión de usuarios del sistema, gestión de los bienes a ser repartidos, gestión de puntos de distribución a los cuales se les brindará ayuda, gestión de vehículos que brindan el servicio de transporte, gestión de los diseños de rutas a seguir por los vehículos (mediante el algoritmo metaheurístico de búsqueda Tabú).

El lenguaje de programación usado, los frameworks y librerías utilizadas para desarrollar el presente proyecto fueron de gran ayuda, debido a que estos tienen una buena documentación y ejemplos que facilitan su aprendizaje.

### **5.3 Recomendaciones y trabajos futuros**

La solución propuesta en el presente proyecto de fin de carrera es un sistema de información que ayuda a la distribución de bienes y planificación del diseño de rutas a ser seguidas por los vehículos de distribución que repartirán dichos bienes a distintos puntos localizados en nuestro país. En el proyecto se logró realizar la automatización de las rutas a ser tomadas por estos vehículos mediante un algoritmo, el cual toma las decisiones de establecer los puntos por los que pasará cada vehículo de distribución.

Con lo expuesto anteriormente se plantea proponer recomendaciones para futuros trabajos de tal forma que puedan basarse en el presente proyecto de fin de carrera, a continuación se mencionan las recomendaciones para trabajos futuros.

Como trabajo adicional y complementario a éste, con ayuda de tecnologías como GPS que pueden ser instaladas en cada vehículo de distribución, se puede realizar el seguimiento de dichos vehículos con el fin de saber si estos están siguiendo sus rutas establecidas, saber el tiempo en el que llegarán a cada punto, realizar alertas una central de control a todos los vehículos o cierta parte de estos, realizar alertas de parte de los vehículos a las centrales en caso de algún incidente o accidente, saber el estado de los puntos de distribución ya atendidos todo esto con el fin de llevar un control y realizar el monitoreo correspondiente a cada vehículo.

Otra recomendación es generar un tablero de control con algunos indicadores, estos pueden ser las cantidades de personas a las que se atienden por zonas y cantidad de puntos de distribución atendidos por zona. Ello con el fin de mostrar reportes de seguimiento y saber cuáles son las zonas a las que no se atienden o se atienden con menor frecuencia.

Finalmente, aprovechando la estructura y diseño del sistema desarrollado, se pueden generar nuevas vistas del sistema con la librería JQuery Movil con el fin de que también sea un sistema móvil y web, ello dependiendo desde que plataforma se ingrese.



## 6 Referencias

1. ALARCÓN CORREA, Chavaeth Pamela y ZURITA JÁTIVA, Paulo César.  
2006 *Desarrollo de un nuevo sistema de optimización y logística para la distribución de productos a domicilio: Parroquia de Cumbaya: titulado en Ingeniería industrial.* Ecuador: Universidad San Francisco de Quito.  
<<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/850/1/88201.pdf>>
2. ALBÁN LLERENA, Enrique; SALAS MONTERO, Roberto y VARGAS MONCAYO, Lizette.  
2009 *Organización del sistema de suministro y distribución de una empresa de catering: titulación de Economista con Mención en Gestión Empresarial.* Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ciencias Humanísticas y Económicas. Consulta: 11 de abril de 2012.  
<[http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D\\_Tesis\\_PDF/D-38905.pdf](http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-38905.pdf)>
3. ARGENTI, Olivio y MAROCCHINO, Cecilia.  
2007 “Abastecimiento y distribución de alimentos en las ciudades de los países en desarrollo y de los países en transición”. *Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación*, Roma.
4. ARISTEGUI, José Luis  
2010 “Los casos de pruebas en la prueba del software”. *Revista Lámpsakos*. Chile, número 3, pp. 27-34.
5. ATALAH S, Eduardo y RAMOS O, Rosario  
2005 “Informe de Consultoría: Evaluación de programas sociales con componentes alimentarios y/o de nutrición en Panamá” *Unicef*.  
<<http://www.bvsde.paho.org/texcom/nutricion/atalah.pdf>>

6. BR. MÁRQUEZ, Ayaris y BR. MUNDARAY, Ivonne.  
2008 *Análisis de las estrategias de distribución ventas utilizadas por la empresa alimentos Polar comercial en Cumaná estado de Sucre: titulación de Licenciado en Administración. Venezuela: Universidad de Oriente - Núcleo de Sucre. Consulta: 13 de abril de 2012.*  
<[http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/704/1/zip-TESIS\\_AM\\_IM--%5b00050%5d--%28tc%29.pdf](http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/704/1/zip-TESIS_AM_IM--%5b00050%5d--%28tc%29.pdf)>
  
7. COLMENARES PERDOMO, Daniel y GONZÁLES BUTRÓN, Edgar.  
2002 “Implementación de una heurística para el problema de planeación de rutas con ventanas de tiempo en sistemas de distribución”. *Revista Universidad de los Andes Bogotá – Colombia*, pp. 1-11.
  
8. Contraloría General de la República del Perú  
2010 Marco conceptual del control gubernamental de los programas sociales.  
**Fecha de consulta: 10 de abril de 2012**  
<[www.contraloria.gob.pe/wps/wcm/connect/79324f46-84f6-49a6-89de-d98b6d3ceeeb/marco\\_conceptual\\_control\\_gubernamental\\_GTN.pdf?MOD=AJPERES&attachment=true&CACHE=NONE](http://www.contraloria.gob.pe/wps/wcm/connect/79324f46-84f6-49a6-89de-d98b6d3ceeeb/marco_conceptual_control_gubernamental_GTN.pdf?MOD=AJPERES&attachment=true&CACHE=NONE)>
  
9. CORREA, Andrés Felipe; GÓMEZ, Héctor Manuel; LOAIZA, Jhon Fredy; LOPERA, Diana Catalina y VILLEGAS, Juan Guillermo  
2008 “Características del diseño de rutas de distribución de alimentos en el Valle de Aburrá”. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*. Antioquia - Colombia, número 45, pp. 172-83.
  
10. DIRECCIÓN DE GENERAL DE ASUNTOS ECONÓMICOS Y SOCIALES DEL MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS  
Caracterización del programa del Vaso de Leche  
**Fecha de consulta: 11 de abril de 2012**  
<[http://www.mef.gob.pe/contenidos/pol\\_econ/documentos/carac\\_vaso.pdf](http://www.mef.gob.pe/contenidos/pol_econ/documentos/carac_vaso.pdf)>

11. ETHAN MARCOTTE  
2010 Responsive Web Design  
**Fecha de consulta: 08 de noviembre de 2012**  
<<http://www.alistapart.com/article/responsive-web-design>>
  
12. Extreme Programming (XP)  
2001 Metodologías Ágiles  
**Fecha de consulta: 01 de junio de 2012**  
<<http://www.esp.uem.es/jccortizo/xp.pdf>>
  
13. FRANCESC ROBUSTÉ, José Magín y ESTRADA, Miquel  
2003 “Las nuevas tecnologías de la información y la distribución urbana de mercancías”. *Revista Transporte Urbano*. Cataluña – España, número 353, pp. 51-63.
  
14. GARZA RÍOS, Rosario y GONZÁLEZ SÁNCHEZ, Caridad.  
2004 “DRSOFT: Un soporte computacional para el diseño de rutas de distribución”. *Revista Investigación Operacional*, volumen 25, número 3 pp.260 – 269.
  
15. GUTIÉRREZ, Valentina; PALACIO, Juan David; VILLEGAS, Juan Guillermo.  
2007 “Reseña del software disponible en Colombia para el diseño de rutas de distribución y servicios”. *Revista Eafit*, volumen 43, número 145, pp. 60 – 80.
  
16. INEI  
2002 Plan Estadístico Nacional 2002  
**Fecha de consulta: 07 de abril de 2012**  
<[http://censos.inei.gob.pe/DocumentosPublicos/Plan Estadistico\\_2002.pdf](http://censos.inei.gob.pe/DocumentosPublicos/Plan_Estadistico_2002.pdf)>
  
17. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)  
2000 Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES)  
**Fecha de consulta: 11 de abril de 2012**  
<<http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0490/Libro.pdf>>

18. JOYANES AGUILAR, Luis  
2005 “IV Simposio internacional de sistemas de información e ingeniería de software en la sociedad del conocimiento”. Cartagenade Inidas - Colombia, volumen 1, pp. 1-512.
19. JR SOFTWARE  
2012 Sistema de distribución de alimentos  
**Fecha de consulta: 15 de abril de 2012**  
<<http://www.sistema-ventas.com.mx/software-distribucion-alimentos.html>>
20. MENDAÑA CUERVO y LÓPEZ GONZÁLEZ  
2005 “La Gestión Presupuestaria de Distribución con un Algoritmo Genético Borroso”. *Revista Información Tecnológica*. España, volumen 16, número 3, pp. 45-56.
21. OLIVARES, Sonia; GARCÍA, Carola y SALINAS, Gladys.  
2001 “Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación”. *Oficina Regional para América Latina y el Caribe*.
22. PAOLO TOTH, Daniele Vigo  
2000 “Models, relaxations and exact approaches for the capacitated vehicle routing problem”. *Revista Discrete applied mathematics*. Bologna - Italia, número 123, pp. 488-512.
23. Programa Mundial de Alimentos (PMA)  
2007 La desnutrición crónica en América Latina y el Caribe  
**Fecha de consulta: 11 de abril de 2012**  
<[http://www.onu.org.pe/upload/infocus/pma\\_desnutricioninfantil.pdf](http://www.onu.org.pe/upload/infocus/pma_desnutricioninfantil.pdf)>
24. RODRÍGUEZ, Alejandro y RUIZ, Rubén.  
2009 “El impacto de la asimetría en la resolución de problemas de distribución y rutas”. *XIII Congreso de Ingeniería de Organización*, Barcelona – España, pp. 1645 - 1654.

25. SCRUM  
2011 SCRUM Mannager Gestión de Proyectos  
**Fecha de consulta: 01 de junio de 2012**  
<[http://home.hib.no/ai/data/master/mod251/2009/articles/scrum.p  
df](http://home.hib.no/ai/data/master/mod251/2009/articles/scrum.pdf)>
26. VÉLEZ, Mario Cesar; MONTOYA, José Alejandro  
2007 “Metaheurísticos: Una alternative para la solución de problemas  
combinatorios en administración de operaciones”. *Revista EIA*.  
Medellín - Colombia, número 8, pp. 99-115.

