

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE
INFORMACIÓN APLICADA AL MONITOREO DEL ESTADO DE
CONTAINERS MARITIMOS**

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

LUIS ENRIQUE MENDOZA LULO

ASESOR: ING. ARTURO DIAZ ROSEMBERG

Lima, Setiembre del 2012

Resumen

La presente tesis consiste en el diseño e implementación de una plataforma que sirva como medio para brindar información a los importadores y exportadores acerca del estado de su mercadería durante el viaje marítimo entre un puerto y otro.

El primer capítulo presenta una definición del problema que tienen los contenedores durante el proceso de importación, indicando cuales son los principales problemas que ocurren durante las importaciones. Luego se hace el planteamiento de la solución en la cual se describen los alcances y las limitaciones del presente proyecto de tesis.

El segundo capítulo presenta el marco teórico necesario para hacer el diseño y la implementación de la plataforma. En este capítulo se ven los conceptos teóricos acerca del funcionamiento del GPS y de los sensores que funcionan en la etapa de adquisición de datos. Luego se presentan los conceptos teóricos como de los sistemas de comunicaciones móviles, de telefonía IP. Se incluye la situación de las plataformas de monitoreo en el mundo y en el Perú

El tercer capítulo presenta la arquitectura de solución que se planteó para la implementación de la plataforma. Al principio de este capítulo se hace una descripción de la arquitectura lógica de la plataforma para luego pasar a describir los servidores que se usarán en la plataforma. También se incluye una descripción de las herramientas tecnológicas que se usaron para su implementación como los lenguajes de programación y los AT-Commands.

El cuarto capítulo aborda los temas de diseño de la plataforma. En la primera parte se describen los servicios que brindará la plataforma una vez que se implemente, para ello se hace una división modular de la plataforma. Luego de realizar esta división se muestran los diagramas de flujo de cada módulo y se describen los módulos.

El quinto capítulo se divide en dos partes, la primera parte aborda los temas de la implementación de la plataforma. En esta parte se hace una descripción de la

implementación de la plataforma a nivel modular. En la segunda parte, se describe las pruebas de funcionamiento realizadas a la plataforma.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, además de proponer algunos trabajos futuros que permitan la ampliación de la plataforma no solo a nivel geográfico sino también a nivel modular.

Dedicatoria

*A mi papa Cesitar y a mi mama Anita
por su constante apoyo y aliento durante toda mi vida*

*A mi hermana Silvanita
por acompañarme en los malos y buenos momentos*

*A mi tía Shonino
por apóyame siempre*

*A la estrella que ilumina mis ideas,
guía mi camino y alimenta mis ilusiones*

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres por todo el apoyo que me han dado a lo largo de toda mi vida. Quiero darles las gracias por enseñarme a no rendirme y hacerle frente a todos los retos que se me presentan. También quiero agradecer a mi hermana por ser la que siempre estuvo dándome fuerzas a lo largo de toda mi carrera.

A mi abuelos por iluminarme con toda su experiencia, se que ellos siempre estarán a mi lado guiando mis pasos. Quiero agradecer a mi tía Sonia, por todo su apoyo incondicional que me ha brindado durante toda mi vida.

Quiero hacer un agradecimiento muy especial a mi asesor el Ing. Arturo Diaz Rosemberg por el tiempo y el apoyo que me dio para realizar este proyecto

También quiero agradecer a todos mis amigos que me acompañaron durante toda mi vida universitaria con los cuales compartí una de las mejores etapas de mi vida.

Índice

Índice	vi
Lista de Figuras	viii
Lista de Tablas	ix
Glosario	x
Introducción	1
Capítulo 1 Análisis y solución del estudio de caso	2
1.1 Definición del problema	2
1.2 Justificación del problema	3
1.3 Planteamiento de la solución.....	4
1.3.1 Alcances y limitaciones del proyecto	4
1.3.2 Esquema de la solución.....	5
Capítulo 2 Marco teórico y situación actual	6
2.1 Teoría de sensores	6
2.1.1 Sensores de temperatura	7
2.1.2 Sensores de humedad.....	8
2.2 Teoría del GPS	8
2.2.1 Funcionamiento del GPS	9
2.3 Voz sobre IP.....	10
2.3.1 Codecs	10
2.3.1.1 G.711	11
2.3.1.2 G.729.....	11
2.3.1.3 RPE-LTP.....	11
2.3.1.4 Comparación entre Códec	11
2.3.2 Protocolos de señalización.....	12
2.3.2.1 SIP	12
2.3.2.2 IAX	12
2.3.3 Interactive Voice Response IVR.....	13
2.4 Sistemas de comunicaciones móviles GSM y GPRS	13
2.4.1 Sistema GSM.....	13
2.4.1.1 Características del GSM	14
2.4.1.2 Servicios GSM.....	14
2.4.2 Sistema GPRS.....	15
2.4.2.1 Servicios del sistema GPRS.....	15
2.5 Situación en el Perú y otras partes del mundo.....	16
2.5.1 Situación en el mundo.....	17
2.5.2 Situación en el Perú	17
Capítulo 3 Arquitectura de la solución	19
3.1 Descripción de la arquitectura	19
3.2 PBX-IP	20
3.2.1 Asterisk.....	20
3.2.2 Asterisk Gateway Interfase AGI	21
3.3 Bases de datos	21
3.3.1 Base de datos espacial	22
3.4 Servidor de aplicaciones.....	23
3.5 Lenguajes de programación	23
3.5.1 Protocolo FastAGI	24

3.6	SMS vía AT-commands.....	24
3.6.1	AT-Commands	24
	Capítulo 4 Diseño de la solución	26
4.1	Descripción del servicio	26
4.1.1	Registro	27
4.1.2	Asociar contenedores	27
4.1.3	Consultas	27
4.1.4	Edición	27
4.1.5	Alertas	28
4.2	Diagramas de flujo de la plataforma	28
4.2.1	Diagrama de flujo de la aplicación telefónica	28
4.2.2	Diagrama de flujo de la aplicación web	30
4.2.3	Diagrama de flujo de la aplicación web móvil.....	32
4.2.4	Diagrama de flujo de las alertas	33
4.3	Diagrama entidad relación	35
4.2.5	Diccionario de datos	36
4.4	Descripción modular	40
4.3.1	Módulo de telefonía	40
4.3.2	Módulo web	40
4.3.3	Módulo de acceso móvil	41
4.3.4	Módulo de alertas	41
	Capítulo 5 Implementación y pruebas de la plataforma	42
5.1	Implementación de la plataforma.....	42
5.1.1	Implementación del servidor de base de datos.....	42
5.1.2	Implementación del servidor de aplicaciones	44
5.1.3	Implementación del servidor PBX.....	45
5.2	Pruebas de funcionamiento	45
5.2.1	Generador de datos.....	46
5.2.2	Modulo WEB.....	47
5.2.2.1	Rol de administrador	48
5.2.2.2	Rol de cliente.....	51
5.2.3	Modulo de acceso movil	53
5.2.4	Modulo de telefonía	55
5.2.5	Modulo de alertas	56
5.3	Pruebas de rendimiento del IVR.....	57
5.3.1	Configuración del sistema	57
5.3.2	Descripción de las pruebas	58
5.3.3	Número de llamadas concurrentes.....	58
5.3.4	Uso de CPU.....	59
5.3.5	Uso de memoria	60
	Conclusiones, Recomendaciones y Trabajos Futuros	61
6.1	Conclusiones.....	61
6.2	Recomendaciones	61
6.3	Trabajos Futuros	62
	Bibliografía	63
	Anexos	65

Lista de Figuras

FIGURA 1-1: PROBLEMAS EN LOS ENVÍOS MARÍTIMOS INTERNACIONALES.....	3
FIGURA 1-2: ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN.....	5
FIGURA 2-1: PLATAFORMA WEB SUNAT	18
FIGURA 3-1: ARQUITECTURA DE LA SOLUCIÓN	20
FIGURA 4-1: DIAGRAMA DE FLUJO-APLICACIÓN TELEFÓNICA.....	29
FIGURA 4-2: DIAGRAMA DE FLUJO-APLICACIÓN WEB MODULO ADMINISTRADOR.....	31
FIGURA 4-3: DIAGRAMA DE FLUJO-APLICACIÓN WEB MODULO CLIENTE	32
FIGURA 4-4: DIAGRAMA DE FLUJO-APLICACIÓN MOVIL	33
FIGURA 4-5: DIAGRAMA DE FLUJO-ALERTAS.....	34
FIGURA 4-6: DIAGRAMA ENTIDAD RELACIÓN.....	35
FIGURA 5.1: CAPTURA DE BASE DE DATOS	43
FIGURA 5.2: DIAGRAMA ENTIDAD RELACIÓN-GENERADOR DE DATOS	46
FIGURA 5.3: MODULO WEB-INGRESO A LA PLATAFORMA	48
FIGURA 5.4: MODULO WEB REGISTO DE CLIENTES	49
FIGURA 5.5: MODULO WEB REGISTO DE CONTENEDORES.....	49
FIGURA 5.6: MODULO WEB ASOCIAR BUSQUEDA DE CONTENEDORES.....	50
FIGURA 5.7: MODULO WEB ASOCIAR BUSQUEDA DE CLIENTES	51
FIGURA 5.8: MODULO WEB EDICIÓN DE USUARIO	51
FIGURA 5.9: MODULO WEB CONSULTA LISTA.....	52
FIGURA 5.10: MODULO WEB EDICIÓN DE PARAMETROS	52
FIGURA 5.11: MODULO WEB VER.....	53
FIGURA 5.12: MODULO ACCESO MOVIL-INGRESO A LA PLATAFORMA	54
FIGURA 5.13: MODULO ACCESO MOVIL-LISTA DE CONTENEDORES.....	54
FIGURA 5.14: MODULO ACCESO MOVIL-VISUALIZACIÓN DE UBICACIÓN.....	55
FIGURA 5.15: MODULO ALERTAS SMS	57
FIGURA 5.16: LLAMADAS CONCURRENTES.....	58
FIGURA 5.17: LLAMADAS CONCURRENTES DURANTE LAS DOS PRUEBAS	59
FIGURA 5.18: USO DE CPU	59
FIGURA 5.19: USO DE MEMORIA	60

Lista de Tablas

TABLA 2-1: CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES.....	7
TABLA 2-2: COMPÀRACION DE CODECS.....	12
TABLA 4-1: LISTA DE MENSAJES GRABADOS EN EL IVR.....	30
TABLA 4-2: LISTA DE MENSAJES DE ALERTA.....	34
TABLA 4-3: LISTA DE DATOS DE LA TABLA USUARIO.....	36
TABLA 4-4: LISTA DE DATOS DE LA TABLA CLIENTE.....	36
TABLA 4-5: LISTA DE DATOS DE LA TABLA CONTENEDOR.....	37
TABLA 4-6: LISTA DE DATOS DE LA TABLA PARAMETRO.....	37
TABLA 4-7: LISTA DE DATOS DE LA TABLA CONTENEDORXPARAMETRO.....	37
TABLA 4-8: LISTA DE DATOS DE LA TABLA CLIENTEXCONTENEDORXPARAMETRO.....	38
TABLA 4-9: LISTA DE DATOS DE LA TABLA SENSADO.....	38
TABLA 4-10: LISTA DE DATOS DE LA TABLA RECORRIDO.....	39
TABLA 4-11: LISTA DE DATOS DE LA TABLA ALARMA.....	39
TABLA 5-1: COMANDO DE INSTALACIÓN DE MySQL.....	43
TABLA 5-2: COMANDO DE HABILITACIÓN DE EVENTOS	43
TABLA 5-3: LISTA DE PUERTOS.....	45
TABLA 5-4: LISTA DE TABLAS DEL GENERADOR DE DATOS.....	46
TABLA 5-5: LISTA DE RESPUESTAS DEL IVR PARA EL INGRESO.....	55
TABLA 5-6: LISTA DE RESPUESTAS DEL IVR CONSULTA DE PARAMETROS.....	56
TABLA 5-7: LISTA DE RESPUESTAS DEL IVR CONSULTA DE ALERTA.....	56
TABLA 5-8: LISTA DE RESPUESTAS DEL IVR EDICION DE PARAMETROS.....	56
TABLA 5-9: LISTA DE SUCESOS DURANTE LA ALERTA TELEFONICA.....	56
TABLA 5-10: COMANDO DE HABILITACIÓN DE EVENTOS	57

Glosario

3GPP	3rd Generation Partnership Project
AGI	Asterisk Gateway Interfase
AMPS	Advanced Mobile Phone System
B/L	Bill of Landing
DBMS	Data Base Management System
FDD	Frequency Division Duplex
GIS	Geographic Information System
GLP	GNU General Public License
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
IAX	Inter-Asterisk eXchange
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
IVR	Interactive Voice Response
JVM	Java Virtual Machine
MEO	Medium Earth Orbit
MOS	Mean Opinion Score
MS	Mobile Station
NAT	Network Address Translation
PBX	Private Branch Exchange
PCM	Pulse-Code Modulation
PSTN	Public Switched Telephone Network
PTP	Point To Point
PTM	Point To Multipoint
QoS	Quality of Service
RDBMS	Relational Database Management System
RFID	Radio Frequency IDentification
RPE-LTP	Regular Pulse Excitation - Long Term Prediction
RTD	Resistance Temperature Detectors
SIP	Session Initiation Protocol
SQL	Structured Query Language
TCP	Transmission Control Protocol
TDMA	Time Domain Multiple Access
UNI	User Network Interface
VoIP	Voz sobre Ip
WWW	World Wide Web

Introducción

La necesidad del mercado económico es tener un conjunto amplio de herramientas que sirvan como apoyo para la gestión logística internacional. Los mercados globales tienen diferentes sistemas de apoyo logístico que les permite una mejor gestión en el proceso de exportación a otros países. El sector de las importaciones peruanas está en crecimiento, pero por tratarse de un mercado nuevo en vías de desarrollo aún carece de las herramientas necesarias para tener una buena gestión logística en el sector de las importaciones.

Esto junto con la necesidad que tienen los importadores por tener un seguimiento de sus productos a lo largo de la ruta, han hecho que se requiera de un sistema que sirva para monitorear los productos. Teniendo en cuenta que, este sistema debe de ser accesible para todos los usuarios. En esta tesis se plantea diseñar e implementar una plataforma que sirva para informar a los importadores el estado de los contenedores marinos, de tal manera de que, puedan tomar las medidas de prevención en caso de algún desperfecto.

Capítulo 1

Análisis y solución del estudio de caso

Este capítulo se enfoca en los problemas que sufre un contenedor durante la ruta proveedor-cliente. Además se explicara brevemente la solución planteada.

1.1 Definición del problema

Durante el proceso de importación marítima de contenedores pueden ocurrir distintos problemas. Estos problemas están divididos en dos sectores. El primer sector de problemas es aquel que se refiere a todos los problemas que ocurren durante el proceso de desaduanaje. Estos problemas pueden ser:

- Liquidación de productos
- Tiempo de desaduanaje
- Verificar la cantidad correcta de los productos

El segundo grupo de problemas hace referencia a los problemas que ocurren durante la ruta hacia el destino. Algunos de estos problemas son:

- Visibilidad de la ruta
- Daños en la ruta
- Condiciones del contenedor
- Terrorismo

Todos estos problemas pueden ocurrir en cualquier momento durante la ruta del transporte. Estos problemas hacen que la cadena de suministros sufra retrasos y sea ineficiente causando pérdidas económicas a los importadores y exportadores si es que no se toman las medidas preventivas para subsanar estos retrasos. Esto hace que sea necesario el uso de un sistema que sea fácil, económico y que satisfaga las necesidades del proveedor y del importador para estar al tanto de la situación de sus productos durante el envío.

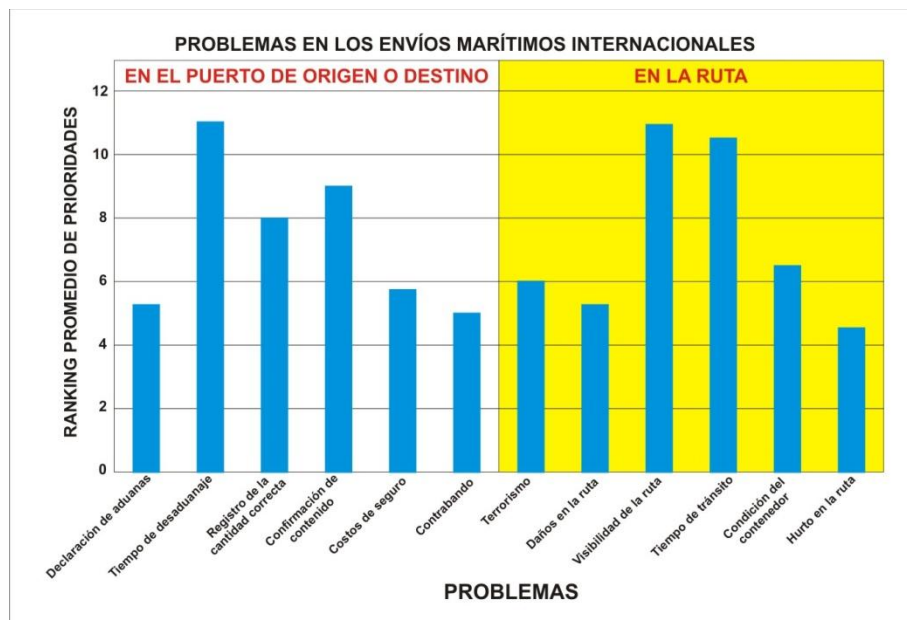


FIGURA 1-1: PROBLEMAS EN LOS ENVÍOS MARÍTIMOS INTERNACIONALES

Fuente: "Transportation Journal" [TRA2008]

1.2 Justificación del problema

El problema de la falta de información de la ubicación y del estado del contenedor hace que el cliente no sepa exactamente cuándo va a llegar la mercadería o si han surgido problemas durante la ruta. En algunos casos, los contenedores hacen trasbordo y el cliente no es informado, cada trasbordo puede durar días. Todo este tiempo de inmovilidad de la mercadería hace que el cliente pierda dinero y la falta de información hace que no pueda prever las medidas a tomar para equilibrar la falta de productos.

1.3 Planteamiento de la solución

Para cubrir las necesidades de los importadores y exportadores peruanos es necesario implementar una plataforma que cumpla con tres requisitos fundamentales: obtener información completa, oportuna y precisa del estado de sus productos durante el envío marítimo.

Teniendo en cuenta estos factores, se formula el diseño e implementación de una plataforma que sirva para informar del estado de los productos (ruta, temperatura y humedad) a los comerciantes. A su vez, se requiere que la plataforma sea utilizada por todos los niveles de usuarios involucrados en la cadena de suministro y que brinde la información de una manera accesible.

1.3.1 Alcances y limitaciones del proyecto

- La plataforma de información se dividirá en 3 módulos, los cuales son: el módulo web, el módulo de telefonía y el módulo móvil.
- La plataforma tendrá la capacidad de enviar alertas cada vez que se detecten sucesos que puedan dañar los productos o que puedan generar retrasos en el viaje.
- El usuario podrá modificar los niveles para las alertas por medio de la página web o por medio de una llamada telefónica.
- El usuario podrá ingresar a la plataforma mediante su dispositivo móvil o vía web para poder ver la ruta y podrá ver los parámetros que se están monitoreando en ese momento
- La plataforma enviará alertas al usuario una vez que se detecte que los parámetros monitoreados están fuera de lo normal. Las alertas se emitirán vía mensaje de texto y se hará una llamada al teléfono del usuario indicando el evento.
- La plataforma guardará un record de los eventos ocurridos durante el viaje y los tiempos de salida y llegada de los contenedores.
- Los importadores y exportadores podrán ingresar a la plataforma ingresando el número de *bill of landing* y el número de DNI o RUC según sea el caso.
- El proyecto no involucra la parte de adquisición de datos debido a que ya existen dispositivos en el mercado que cumple esos fines; pero se tocará el marco teórico acerca de los sensores y GPS que utilizan estos dispositivos, para obtener un panorama general del funcionamiento del sistema.

1.3.2 Esquema de la solución



FIGURA 1-2: ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN

Capítulo 2

Marco teórico y situación actual

El presente capítulo se enfoca en el desarrollo del marco teórico necesario para la realización de la plataforma y se aborda la situación actual del monitoreo de contenedores. En primer lugar, se hace un enfoque básico de los sensores y GPS que son usados en la etapa de adquisición de datos. En segundo lugar, se hace un enfoque a las teorías relacionadas con los tres módulos de la plataforma, los cuales son: conceptos de telefónica VoIP, teoría de redes celulares GSM/GPRS. Finalmente, se ve la situación del monitoreo en el mundo y en el Perú.

2.1 Teoría de sensores

Los sensores son dispositivos que reciben un tipo de energía de determinado medio y luego la convierten en otro tipo de energía para que pueda ser procesada. En general, los sensores tienen un funcionamiento parecido al de los transductores; pero, la gran diferencia entre ambos es que los sensores indican una ampliación en los sentidos para poder hacer mediciones de cantidades físicas que no pueden ser percibidas con facilidad por los sentidos. En robótica se conoce a los sensores como transductores de entrada, los cuales tienen la función de obtener información del ambiente para el cual fueron diseñados. [SEN2003]

Los sensores se pueden clasificar de las siguientes maneras:

- Por la forma de alimentar la energía para generar la señal de salida. Se puede clasificar en sensores moduladores y generadores. Los sensores moduladores hacen uso de una fuente auxiliar para la señal de salida. Los sensores del tipo generador hacen uso de una parte de la energía de la señal de entrada para producir la señal de salida.
- Según la señal de salida los sensores se pueden clasificar en digitales o analógicas. Las analógicas son aquellas que poseen una señal continua, en estos casos la información se encuentra en la amplitud. Los sensores digitales muestran señales discontinuas, el uso de este tipo de sensores facilita la transmisión de datos. Además, son más fiables pero no hay muchas magnitudes físicas para utilizar este tipo de sensores
- Por el modo de operación, los sensores se pueden clasificar como sensores de comparación o sensores de deflexión. Los sensores de deflexión obtienen las señales a partir del cambio físico que generan las magnitudes medidas en algún lugar del instrumento. En los sensores de comparación se evitan las deflexiones generando efectos iguales y opuestos al de la medida sensada. [SEN2003]

TABLA 2-1: CLASIFICACION DE LOS SENSORES

Fuente: "SENSORES Y ACONDICIONADORES DE SEÑAL" [SEN2003]

<i>Criterio</i>	<i>Clases</i>	<i>Ejemplos</i>
Aporte de energía	Moduladores Generadores	Termistor Termopar
Señal de salida	Analógicos Digitales	Potenciómetro Codificador de posición
Modo de operación	De deflexión De comparación	Acelerómetro de deflexión Servoacelerómetro

2.1.1 Sensores de temperatura

- **Termopares:** estos sensores son baratos y muy robustos. Para medir la temperatura usan dos cables con las mismas propiedades térmicas. Un cable funciona como muestra de referencia y el otro sirve para hacer las mediciones. Se procede a medir el voltaje y se obtienen los valores de

temperatura. Esto sucede ya que las propiedades eléctricas varían con la temperatura y se espera que en un lado el potencial sea diferente al lado de referencia.

- **Resistivos:** Utilizan resistencias RTD *Resistance Temperature Detectors*, los cuales hacen uso de la dependencia que tienen los conductores con la temperatura
- **Semiconductores:** Estos sensores hacen uso de la unión p-n polariza directamente. Esto se debe a que dicha juntura tiene un comportamiento exponencial dependiente de la temperatura.

2.1.2 Sensores de humedad

- **Capacitivos:** Estos sensores utilizan dos placas paralelas de material conductor como el oro y en el centro de estas placas va un elemento dieléctrico el cual es susceptible a la humedad. Esto hace que la carga y descarga del capacitor varíe de acuerdo con la humedad.
- **Resistivos:** Utilizan un polímero para sensar la humedad. Hacen uso de un circuito acondicionador para generar una salida.

2.2 Teoría del GPS

El GPS o *Global Positioning System* es un sistema que inicialmente fue creado con fines militares por el gobierno de los Estados Unidos pero con el paso del tiempo este sistema se ha hecho muy popular en las aplicaciones civiles. El propósito de este sistema es navegar y obtener la posición a lo largo de todo el planeta[LAW2001]. Para lograr este objetivo, el sistema se subdivide en tres etapas las cuales son:

- Sistema satelital
- Sistema de control terrestre
- Sistema del usuario

El sistema satelital está compuesto por un grupo de 24 satélites MEO que orbitan el globo terráqueo a unos 26560 Km, este grupo de satélites es conocido como

NAVISTAR MEO SYSTEM. Los cuales están ubicados en 6 planos orbitales con 55 grados de inclinación. Cada uno de estos planos posee 4 satélites.

El sistema de control terrestre está compuesto por las estaciones terrenas que se encargan de controlar el sistema satelital. Este control se realiza recibiendo las señales que envía el satélite con un conjunto de datos de control (telemetría). Una vez que se han recolectado los datos se procede a revisar si son correctos, en caso de que estos datos fueran incorrectos el centro de control procede a enviar la información de corrección al satélite.

Finalmente, se encuentra el sistema del usuario, el cual consiste en un receptor GPS el cual recolecta los datos del sistema satelital y luego procesa estos datos para calcular la posición. Con esto se logra un resultado con un margen de error de aproximadamente 15 metros. [MAR2004]

2.2.1 Funcionamiento del GPS

El modo de funcionamiento del GPS se basa en la medición de distancias entre el receptor y al menos tres satélites. Para obtener las distancias se utiliza la siguiente fórmula:

$$D_n = T \times V$$

D_n: distancia entre el satélite n y el receptor

T: tiempo del recorrido

V: Velocidad de propagación = Velocidad de la luz

La distancia entre el satélite y el receptor es considerado como si fuera el radio de una esfera cuyo centro es el satélite. La ubicación (X_n, Y_n, Z_n) de este centro es conocida pero la ubicación del receptor (X_r, Y_r, Z_r) no es conocida. Debido a que la ubicación del receptor presenta 3 incógnitas es necesario plantear 3 ecuaciones para hallar cada una de estas incógnitas, es por esto que se toman las distancias de al menos tres satélites diferentes para resolver la ecuación:

$$D_n = \sqrt{(X_n - X_r)^2 + (Y_n - Y_r)^2 + (Z_n - Z_r)^2}$$

La desventaja de usar este método es que el tiempo usado para calcular las distancias depende de la precisión de los relojes internos del satélite y del receptor. El reloj utilizado en el satélite tiene un gran nivel de precisión; sin embargo, el reloj de los receptores no es muy preciso ya que la precisión aumentaría los costos de

fabricación. Esta situación hace que se genere un factor de corrección en las ecuaciones:

$$Dn = \sqrt{(Xn - Xr)^2 + (Yn - Yr)^2 + (Zn - Zr)^2} - b$$

Donde b es el resultado de la desviación producida por el reloj. En estos casos se aumenta el número de satélites muestreados con el objetivo de disminuir el error. [COR2000]

2.3 Voz sobre IP

La Voz sobre IP es transmitir voz utilizando las redes de datos. La aplicación directa de la voz sobre IP viene a ser la telefonía IP. Para lograr esta transmisión, en primer lugar lo que se hace es la digitalización de la voz humana. Esto se logra utilizando diferentes métodos de codificación, la elección del método de codificación depende del usuario o del administrador de sistema. Con algunos métodos se logra mayor calidad de voz o menor ancho de banda. Todo dependerá del uso que se le dará al sistema. [IRO2010]

Una vez que se ha convertido la voz en un flujo de datos se procede a comprimir estos datos de tal manera que ocupen un ancho de banda menor. Luego, se procede a encapsular los datos en paquetes para que se pueda transmitir por Internet. Por tratarse de datos que deben de ser transmitidos en tiempo real es necesario que se utilicen determinados protocolos de señalización de tal manera que la transmisión entre los abonados sea en simultaneo y así lograr una conversación telefónica entendible. [CIS2000]

2.3.1 Codecs

Los *codecs* codifican y decodifican la información que se transmite o se recibe respectivamente. Los *codecs* pueden ser utilizados para manipular cualquier tipo de información ya sea voz, imágenes o video. Para el caso del presente capítulo solo se analizarán los principales *codecs* de voz utilizados para transmitir voz. [HUA2009]

Es necesario tener en cuenta las siguientes características para escoger un códec de voz:

- Calidad de la voz
- Ancho de banda
- Procesamiento

2.3.1.1 G.711

El G711 o PCM *Pulse Code Modulation* utiliza una tasa de transmisión de 64 kbps y una frecuencia de muestreo de 8Khz con una tolerancia de 50 ppm. La frecuencia de muestreo de este códec permite capturar todo el ancho de banda que emite la voz. Este códec funciona con la ley μ (utilizada por los sistemas americanos y japoneses) y con la ley A (utilizada por el resto del mundo).

Este códec solo convierte la señal de analógica a digital utilizando la modulación PCM, pero no comprime la información. Esto produce que la señal de audio tenga la misma calidad que una llamada hecha desde un teléfono analógico. La desventaja principal es que el ancho de banda es mucho mayor en comparación a otros codecs. [HUA2009]

2.3.1.2 G.729

G.729 surge con la necesidad de disminuir el ancho de banda necesario para la transmisión. El bitrate que se logra es de 8 kbps, el cual es menor al bitrate obtenido por otros codecs. Sin embargo, la disminución del ancho de banda hace que la calidad de voz disminuya logrando un MOS de 3.8[HUA2009]

2.3.1.3 RPE-LTP

El sistema celular GSM utiliza el códec RPE-LTP Regular Pulse Excited Long Term Prediction el cual tiene un bitrate de 13 kbps, una frecuencia de muestreo de 8 Khz y un MOS entre 3.7 y 3.5. Este códec reduce el uso de ancho de banda sacrificando la calidad de la voz.

Este tipo de códec utiliza un sistema predictivo ya que utiliza las muestras previas para poder predecir las muestras actuales. La voz se divide en partes de 20 ms, estas partes son enviadas al códec para ser comprimidos. [HUA2009]

2.3.1.4 Comparación entre Códec

La siguiente tabla muestra la comparación entre los diferentes códec:

TABLA 2-2: COMPARACIÓN DE CÓDECS

Fuente: "DOCUMENTO DE TELECOMUNICACIONES DIGITALES" [HUA2009]

CÓDEC	Fs	BITRATE	MOS	OBSERVACIÓN
G711	8KHz	64Kbps	4.3	Consume un mayor ancho de banda pero la calidad es mejor.
G729	8KHz	8Kbps	3.8	Se reduce el ancho de banda pero la calidad disminuye
RPE-LTP	8KHz	13Kbps	3.5-3.7	Códec utilizado en los sistemas celulares GSM

2.3.2 Protocolos de señalización

Los protocolos de señalización son los encargados de iniciar, modificar y finalizar una llamada. A continuación se explican el protocolo de señalización SIP y IAX los cuales son utilizados para telefonía IP. [MOR2010]

2.3.2.1 SIP

El protocolo SIP *Session Initiation Protocol* desarrollado por la IETF y estandarizado en los RFC 2543 y 3261. Este protocolo es de la capa de aplicación y es utilizado para la inicialización, modificación y finalización de sesiones que manejan elementos multimedia como la voz y el video. En la actualidad este protocolo ha sido usado para un gran número de aplicaciones como las llamadas telefónicas, mensajería instantánea, conferencias multimedia, etc.

SIP es una simplificación del protocolo H.323 (ITU-T) y se basa en HTTP. Para su funcionamiento hace uso de otros protocolos independientes e intercambiables como el SDP y el RTP. Esto hace que SIP sea uno de los protocolos más utilizados en el mercado ya que es más flexible, simple y esta más integrado al internet, [CIS2000]

2.3.2.2 IAX

IAX o Inter-Asterisk Exchange es el protocolo de señalización peer to peer que inicialmente fue diseñado para los servidores de código abierto Asterisk, pero hoy en día también es usado para las conexiones cliente-servidor. En la actualidad, este protocolo ha sido reemplazado por su segunda versión llamada IAX2; por ello, durante el resto del desarrollo de la presente tesis hare referencia a la segunda versión como IAX. [VOI2010]

Este protocolo fue inicialmente concebido para ser utilizado en conexiones VoIP; sin embargo, también puede ser utilizado para otras conexiones, como el video. IAX fue creado para cumplir los siguientes requisitos:

- Reducir el ancho de banda
- Dar transparencia a NAT
- Transmitir los planes de marcación
- Eficiencia de recursos utilizados para *paging* y intercomunicación

2.3.3 Interactive Voice Response IVR

Es un sistema de respuesta de voz interactiva que sirve para interconectar a los usuarios con diferentes sistemas de información a través de la línea telefónica. Este sistema es muy usado actualmente por diversos negocios, el cual es muy flexible para incorporar a la lógica del negocio.

El usuario realiza las consultas al IVR pulsando las teclas del teléfono, estos a su vez generan tonos los cuales son convertidos por los servidores en señales digitales; luego se procesan las consultas y se generan respuestas dinámicas o estáticas según sea el caso.

2.4 Sistemas de comunicaciones móviles GSM y GPRS

En sus inicios, las comunicaciones móviles solo permitían la transmisión de voz y eran costosas. Esto debido a que en un inicio se utilizaban sistemas analógicos (como el AMPS) en lugar de digitales. Además, existía una gran diversidad de sistemas móviles en diferentes países lo que impedía utilizar un mismo equipo móvil al pasar de un país a otro.

Hoy en día las comunicaciones móviles han ido aumentando muy rápidamente, esto trajo consigo la implementación de nuevos servicios de voz y datos a través de las redes móviles. En la presente sección se explicará los sistemas móviles GSM y GPRS

2.4.1 Sistema GSM

El sistema GSM Global System for Mobile communication es un estándar que aparece en el año 1982 formado por el instituto europeo para la normalización en

telecomunicaciones. Este estándar surge para solucionar la incompatibilidad que existía entre los sistemas móviles de los países europeos.

El objetivo era tener un solo sistema móvil para todos los países europeos de tal manera que se pueda hacer crecer el mercado móvil europeo y así competir con otros sistemas móviles. Esto trajo consigo que los usuarios puedan trasladarse de un país a otro sin tener la necesidad de cambiar de celular en cada país. [GSM2001]

2.4.1.1 Características del GSM

Las principales características del sistema de comunicaciones móviles GSM son las siguientes:

- Diseñado para operar en la banda de los 900 Mhz, pero en algunos casos puede operar en los 1900 Mhz
- La técnica de acceso múltiple utilizada en los sistemas móviles GSM es TDMA Time Division Multiple Access con 8 timeslots
- Utiliza FDD como técnica de duplicación
- Tiene un ancho de banda de 200 Khz por cada portadora
- El ancho de banda total es de 25 Mhz
- Tiene un máximo de 125 canales de frecuencia
- El número máximo de canales de frecuencia y el numero de time slots hace que se obtenga un total de 1000 canales
- Codificación de señales vocales RPE-LTP que opera a una tasa de 13 kbps o a 6.5 kbps
- La velocidad de transmisión de datos es de 9600 bps
- Uso de celdas para incrementar el servicio
- Soporta el servicio de mensajes cortos SMS de alrededor de 160 caracteres.

2.4.1.2 Servicios GSM

EL sistema GSM tiene diferentes servicios que son ofrecidos por la interface usuario-red UNI *User Network Interface*. Estos servicios son diseñados a partir de los ya existentes en el ISDN orientados a las líneas de telefonía fija. Es por esto que los servicios que brinda GSM se clasifican de la misma manera que los servicios ISDN. Esta clasificación es la siguiente:

- **Servicio portador:** Estos servicios consisten en la transmisión de datos desde un terminal, la transmisión de datos puede ser síncrona o asíncrona y la velocidad puede oscilar entre 300 y 9600 bps con 13 kbps para transmitir voz.
- **Teleservicios:** Entre los teleservicios más importantes se encuentran la voz, los SMS y la transmisión de FAX.
- **Servicios suplementarios:** Este grupo se refiere a los servicios suplementarios de ISDN y solo pueden ser utilizados junto con los teleservicios [GSM2001]

2.4.2 Sistema GPRS

En sus inicios el uso de GSM para transmitir ráfagas de tráfico hacia un uso ineficiente de los recursos, para solucionar este problema surge el sistema GPRS *General Packet Radio Services*. Con la aparición del GPRS la transmisión de datos por la red de acceso inalámbrica mejora y se simplifica. Pero para poder lograr esto se necesita hacer cambios y mejoras en la infraestructura de la red GSM. Los objetivos principales del sistema GPRS son los siguientes [CIS2002]:

- Arquitectura abierta
- Servicios basados en IP
- Uso de una misma infraestructura para las diferentes interfaces aire
- Integrar la infraestructura de telefonía y internet
- Aprovechar la inversión existente en IP
- Servicios innovadores independientes de la infraestructura

El sistema GPRS por provenir de GSM posee características de este sistema, pero la velocidad de transmisión de datos de GPRS es mucho mayor y oscila entre los 9.6 y 171 kbps. GPRS utiliza de manera simultánea los recursos de la interface aire para poder realizar las transmisiones de datos.

2.4.2.1 Servicios del sistema GPRS

GPRS trajo consigo una nueva manera de tarifar los servicios que brinda, ya que basa los cobros en el tamaño de los paquetes que son transferidos. Mientras que en el sistema de conmutación de circuitos se cobraba por el tiempo que duraba la conexión, es decir el usuario debía de pagar por el tiempo que estaba conectado aunque no esté transfiriendo paquetes.

Esta nueva forma de tarifar hizo que surgieran nuevos servicios basados en la transmisión de datos. Los servicios de portador son aquellos que se transmiten entre dos terminales utilizando la conmutación de paquetes. Teniendo en cuenta este esquema, los servicios portadores se subdividen en 2 categorías las cuales son: servicios punto a punto PTP y punto a multipunto PTM. GPRS tiene la capacidad de enviar y recibir SMS, acceso a información de bases de datos, acceso a la *World Wide Web*, etc. [GSM2001]

Uno de los factores de medición dentro de los sistemas de telecomunicaciones es la calidad de servicio QoS, en GPRS es un factor muy variable, esto se debe a que por GPRS se puede cursar muchos servicios y cada uno de estos tiene que ser analizado de una manera diferente. Para analizar el QoS en GPRS se toman en cuenta los siguientes parámetros:

- Retardo
- Prioridad del servicio
- Fiabilidad
- *Throughput*

Los servicios en GSM y GPRS pueden cursarse en simultáneo, para ello se necesita que el dispositivo móvil este diseñado para ello. El estándar GPRS define 3 móviles para poder lograr correr servicios GSM y GPRS, estos tipos son:

- **Clase A:** Son los móviles que soportan servicios GSM y GPRS en simultaneo
- **Clase B:** Escucha las señales GSM y GPRS en simultáneo, pero solo atiende un servicio a la vez.
- **Clase C:** GSM y GPRS pueden ser usados en un tiempo determinado, pero no pueden ser utilizados simultáneamente con excepción de los SMS

2.5 Situación en el Perú y otras partes del mundo

En la actualidad, un mundo globalizado como el nuestro ha hecho que surjan diferentes herramientas para el seguimiento o monitoreo de contenedores marítimos. La tendencia mundial es tener un seguimiento de lo que sucede durante la ruta del contenedor y durante el proceso de desaduanaje.

2.5.1 Situación en el mundo

Los métodos que existen en la mayoría de países están orientados a un seguimiento por nodos; es decir, existe un seguimiento de los contenedores cada vez que éstos pasan por cada puerto. La adquisición de datos puede hacerse de diferentes maneras. Algunos de estos métodos son:

- Uso de formularios llenados a mano para luego ingresar la información a una plataforma WEB
- Uso de aplicaciones móviles para el ingreso de la información a la plataforma
- Uso de RFID para obtener las ubicaciones en lugares determinados

Esta necesidad por el seguimiento de los contenedores no solo surge para optimizar la gestión logística, sino también sirve como una medida de seguridad y prevención a la seguridad nacional. Esta última perspectiva está siendo analizada al detalle por algunos países como los Estados Unidos que implementó el plan “*Container Security Initiative*” con el objetivo de proteger los sistemas primarios (puertos) de posibles ataques terroristas. [CON2010]

2.5.2 Situación en el Perú

En el Perú, los problemas ocurridos dentro del proceso de desaduanaje pueden ser monitoreados por los usuarios gracias a la información que brinda el portal web de la SUNAT [SUN2010]. Gracias a esta plataforma WEB los usuarios pueden ver en que parte del proceso de desaduanaje se encuentran sus productos. Sin embargo, en el Perú no existe una plataforma de información para monitorear el estado de los contenedores que este orientado a usuarios de todos los niveles dentro del contenedor.

SUNAT OPERATIVIDAD ADUANERA

ADUANAS Comunicados Aduaneros / TRIBUTOS INTERNOS Descargas

¿Quiénes Somos? Gestión Transparente Legislación Publicaciones Educándonos Indicadores Remates

Quejas y Sugerencias Customs Information Oportunidades Laborales Buscador

Inicio > Operatividad Aduanera

INFORMACIÓN EN LÍNEA

- Aplicación del IDV por P.A.
- Una DUA
- País origen/destino
- Una Solicitud (Salida-Reingreso)
- Mercancía Inmovilizada por IFGRA
- Cuenta Corriente - Gradualidad
- Tasas Externas - SENASA - Partidas - Servicios
- Consulta de Saldo de Contingentes Arancelarios
- TPI 802, 803 y 804 - Tipo de Margen
- Comunidad del Operador **Nuevo**
- Consulta de designación de almacén o terminal portuario **Nuevo**
- Un Expediente
- Una Aduana
- Un Exportador
- Un Importador
- Una Partida (Movimiento)
- Una Partida (Arancel)
- Un fraccionamiento
- Actas de Inmovilización - Incautación
- Inmovilización Electrónica por IPCF
- Consulta Código de Bases - ZOFRATACNA

COMUNICADOS ADUANEROS

- 09.11.10 A los Operadores de Comercio Exterior y Público en General **Nuevo**
- 09.11.10 Charla de Envíos de Entrega Rápida : Transmisiones de los procesos de Manifiesto, de los procesos de la Declaración Simplificada y registros WEB del Acta Traslado **Nuevo**
- 08.11.10 Envíos de Entrega Rápida
- 05.11.10 Charla "Operatividad Del Régimen De Importación Para El Consumo"
- 02.11.10 Conferencia a los Agentes de Carga Internacional sobre Operatividad del Proceso de Carga
- 28.10.10 Acreditación de Capacitación del Personal Auxiliar de Despacho - Resultados del Examen de Suficiencia
- 21.10.10 A los Transportistas Terrestres que realicen Tránsito Aduanero Internacional
- 21.10.10 Conferencia: Procedimiento de Envíos de Entrega Rápida
- 20.10.10 Conferencia: "Acabados Y Grados De Elaboración De Textiles"
- 19.10.10 Acreditación de Capacitación del Personal Auxiliar de Despacho
- 15.10.10 Entrada en Vigencia del Nuevo Proceso de Despacho Aduanero Intendencias de Aduana Marítima y Aérea Del Callao Procesos de Manifiesto de Carga E Importación para el Consumo
- Historico de Comunicados Aduaneros ...

ATENCIÓN ADUANERA

- Horarios de atención referentes a envíos de Teledespacho
- Inscripción de Avisos Electrónicos
- Asignación de Especialistas por Terminal de Almacenamiento **Nuevo**

TELEDESPACHO WEB

- Teledespacho Web
- WebServicios & Avisos
- Manual Usuario
- Manual WebServicios

DESPACHO

FIGURA 2-1: PLATAFORMA WEB SUNAT

Fuente: "SUNAT" [SUN2010]

Capítulo 3

Arquitectura de la solución

Este capítulo se divide en dos partes; la primera parte, hace una descripción acerca de la arquitectura de solución que se utilizará para el diseño e implementación de la plataforma. La segunda parte, describe todas las herramientas tecnológicas que serán utilizadas para realizar la arquitectura planteada.

3.1 Descripción de la arquitectura

Teniendo en cuenta lo planteado en el capítulo 1, se realizará la arquitectura de solución teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Brindar la información de una manera completa, oportuna y precisa
- Utilizar los diferentes medios de comunicación para enviar la información, de tal manera que todos los usuarios involucrados en la cadena de suministro tengan acceso a la información de una manera rápida.

Analizando estos dos puntos y los alcances del proyecto presentados en el capítulo 1 se propone una arquitectura de solución en la cual se usarán los siguientes elementos:

- Servidor de aplicaciones
- Servidor de Base de datos
- PBX-IP

El servidor de base de datos tendrá la información relacionada con los contenedores, ya sea por la ubicación, umbrales para las alertas y otros

parámetros, también tendrá información básica de los usuarios como número de documento relacionado con cada contenedor y los números telefónicos. El servidor de aplicaciones será el encargado de procesar la información proveniente de la base de datos y enviar las alertas al servidor PBX y al modem GSM; asimismo, tendrá la aplicación web.

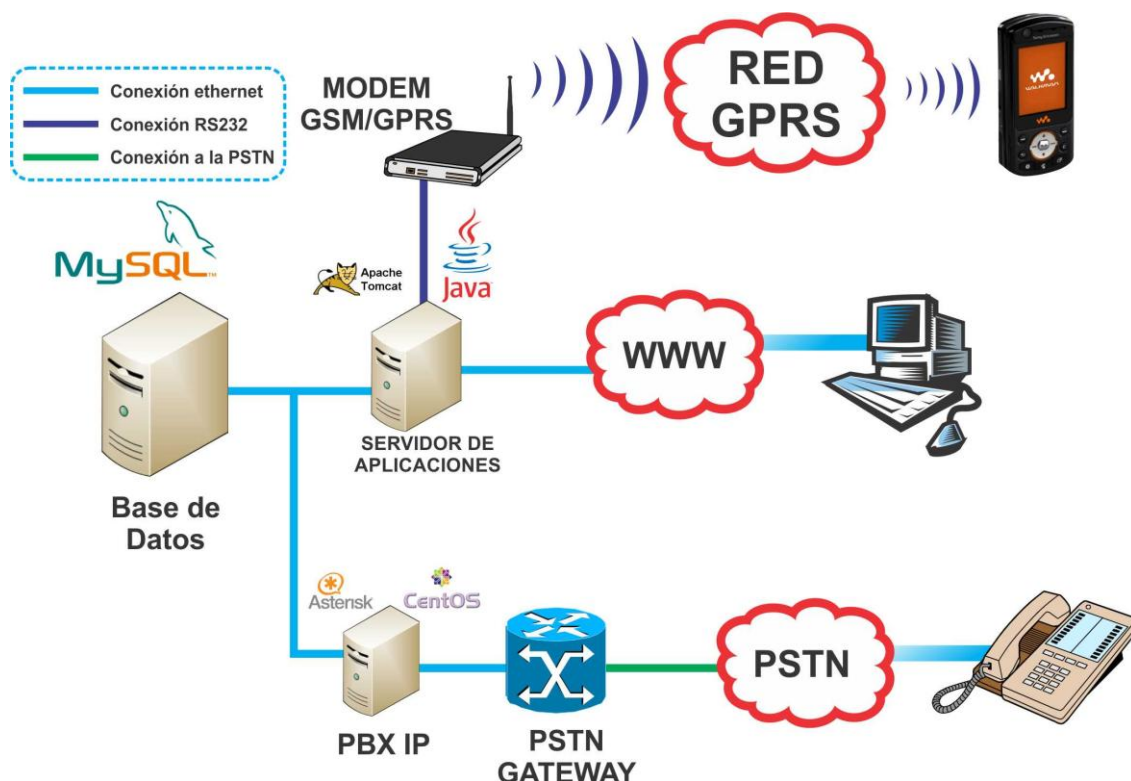


FIGURA 3-1: ARQUITECTURA DE LA SOLUCIÓN

3.2 PBX-IP

El servidor PBX-IP estará conformado primordialmente por software libre, el sistema operativo que se utilizará para la implementación será CentOS, este sistema operativo es una distribución de Linux basada en Red Hat. Se eligió este sistema operativo ya que está orientado a servidor además, es un SO que es muy estable y que hace un uso eficaz de los recursos. En este servidor se instalará Asterisk ya que es el encargado de que el servidor funcione como una central telefónica y pueda hacer las llamadas y demás funciones propias del IVR.

3.2.1 Asterisk

Asterisk es una solución basada en software libre, fue desarrollada por la empresa Digium y fue registrada bajo la licencia GPL. Básicamente, asterisk funciona como

una simulación de una central telefónica y no necesita ningún hardware adicional para realizar las operaciones de la central. Con esto se logra que la evolución de las centrales analógicas a centrales digitales [AST2007]. Hoy en día asterisk se ha vuelto uno de los software de conectividad más utilizados para telefonía IP, esto se debe a que posee las siguientes ventajas:

- Es compatible con diversos estándares existentes en el mercado como SIP H.323 y IAX, esto permite que pueda integrarse fácilmente con centrales tradicionales (no basadas en IP) y con centrales telefónica IP
- Funciona de manera híbrida ya que puede gestionar comunicaciones analógicas y digitales.
- Adaptable a las necesidades del negocio a un precio menor
- Permite la implementación de un gran número de servicios telefónicos
- Es un sistema escalable ya que puede ser diseñado para una pequeña o gran cantidad de usuarios

3.2.2 Asterisk Gateway Interfase AGI

La interfase AGI sirve como nexo entre asterisk y los diferentes lenguajes de programación como Java, PHP, C++. Con AGI es posible controlar el comportamiento del servidor PBX para que realice determinadas funciones cuando sucedan determinados eventos. En esta tesis, AGI será útil para programar las acciones que tendrá el IVR. Para su funcionamiento AGI toma los datos de dos maneras diferentes. La primera hace referencia a los datos provenientes de asterisk, los cuales pasan por el camino llamado STDIN. La segunda manera hace referencia a los datos que se dirigen hacia asterisk, este camino es llamado STDOUT. Con ello, se logra que el lenguaje de programación pueda generar data para que sea enviada por STDOUT y recopilar los datos enviados por STDIN para su procesamiento. [CON2007]

3.3 Bases de datos

Las bases de datos son repositorios permanentes en los cuales se guarda grandes cantidades de información que tienen un propósito específico. Uno de los pasos claves a la hora de diseñar una base de datos es el modelado de los datos. Este modelado debe de realizarse siguiendo la lógica del negocio que se aplicará. Para poder gestionar todos estos datos es necesario utilizar un DBMS *Data Base Management System*, con esto se logra que se pueda acceder de una manera

controlada a la base de datos para: construirla, definirla, manipularla, hacer consultas y actualizaciones. [SIS2003]

La plataforma necesitará un lugar donde guardar toda la información referente a los contenedores (temperatura, humedad, posición) y la de usuarios que tendrán acceso a esta información. Para este fin, se eligió utilizar el gestor de base de datos MySQL, el cual se caracteriza por lo siguiente:

- Es rápido, multiusuario y robusto
- Está bajo la licencia opensource GNU, es decir que puede ser modificado para necesidades específicas.
- MySQL usa el lenguaje estructurado SQL, el cual está estandarizado por la mayoría de bases de datos relacionales
- Está orientado a ser un sistema del tipo cliente/servidor ya que se generan subprocesos en el servidor para cada usuario (cliente) lo cual permite el ingreso de múltiples usuarios
- MySQL es multiplataforma, es decir que puede ser usado en cualquier sistema operativo.

MySQL será utilizado en el desarrollo de la plataforma ya que es un DBMS orientado al esquema cliente/servidor y soporta múltiples usuarios. Además, MySQL soporta el modelamiento de datos espacial. [PHP2005]

3.3.1 Base de datos espacial

Al tratarse de un sistema que recopila datos del tipo geográfico como son las coordenadas de las posiciones que recorre el container, se necesitará un modelamiento de los datos distinto para que faciliten su programación en el servidor de aplicaciones. Este tipo de modelamiento es conocido como modelamiento espacial ya que está orientado a determinar la posición, forma y orientación en el espacio de los objetos, es utilizado en aplicaciones del tipo GIS *Geographic Information System*. [SPA2007]

MySQL incluye la extensión espacial desde la versión 4.1, esta extensión está basada en el OpenGIS Simple Especifications For SQL. Este documento reúne los conceptos necesarios para desarrollar RDBMS teniendo en cuenta el modelamiento espacial. [INT2002]

3.4 Servidor de aplicaciones

La plataforma funcionará con un servidor de aplicaciones Apache Tomcat. Se eligió este servidor de aplicaciones ya que es opensource y es un servidor que está diseñado para alojar aplicaciones java. Apache Tomcat fue desarrollado por la *Apache software foundation*, una de las grandes ventajas de usarlo es que no consume muchos recursos además de poder funcionar en cualquier plataforma ya que solo necesita una *JVM Java Virtual Machine*. [BEG2007]

3.5 Lenguajes de programación

Además de contener la aplicación web, el servidor de aplicaciones necesitará interrelacionarse con el modem GSM mediante el puerto RS 232 y con la PBX-IP. Para lograr este objetivo se decidió utilizar el lenguaje de programación Java debido a que, posee librerías para interactuar con asterisk y con el puerto RS 232, el cual enviará los mensajes de texto de las alerta. Este lenguaje de programación fue diseñado para ser independiente de la máquina que se utilice, las principales características de Java son las siguientes:

- Java es multitareas ya que puede ejecutar diversas aplicaciones al mismo tiempo, esto se debe a que utiliza hilos para poder correr cada tarea en simultáneo con las demás. Esto hace que las aplicaciones puedan disminuir el tiempo de ejecución.
- No permite que el programador use punteros, esto evita que el pueda alterar sectores de la memoria. Además, java exige que se definan los tipo de datos que se van a utilizar y se convierta en un lenguaje de programación robusto.
- Java es un lenguaje de programación orientado a objetos POO lo que permite que la complejidad de las aplicaciones se reduzca (basado en divide y vencerás); esto hace que pueda reutilizar partes de la aplicación para otras funciones.
- Es un lenguaje de programación que es interpretado, es decir utiliza un intérprete llamado JVM Java Virtual Machine para poder correr las aplicaciones.
- Java es multiplataforma, esta es una de las principales características ya que gracias al uso de JVM se puede utilizar java desde cualquier sistema operativo, como es el caso de Windows, Linux u otro SO. Esto permite su portabilidad. [JAV2004]

3.5.1 Protocolo FastAGI

AGI tradicionalmente utiliza scripts para manejar los planes de llamadas, esto generaba la necesidad de que se tenga todos los scripts dentro del servidor PBX, lo cual a su vez necesitaba que se la JVM esté en el mismo servidor, esto era ineficiente. Para solucionar este problema se diseñó FastAGI el cual utiliza una conexión TCP/IP para poder interactuar con el servidor PBX-IP, con esto se logra que la aplicación java pueda estar en el mismo equipo o en un equipo externo. [AST2007]

3.6 SMS vía AT-commands

Parte del sistema de alertas para la plataforma está compuesta por los mensajes de texto SMS, para implementar esta funcionalidad se utilizarán los AT-Commands. Los cuales son comandos que se envían a un modem GSM para configurarlo y poder enviar mensajes de texto. La especificación técnica de la 3gpp define un conjunto de protocolos que sirven como interfase entre el MS *Mobile Station* y un equipo externo. Para el caso de la plataforma, el equipo externo será el servidor de aplicaciones y el MS será el modem GSM. La transmisión de datos entre el MS y el equipo externo puede realizarse de las siguientes formas:

- Modo bloque: se establece la comunicación de manera binaria, incluyendo correctores de error.
- Modo PDU: este modo utiliza envío de caracteres combinados con códigos hexadecimales, este modo es usado para lenguajes de bajo nivel
- Modo texto: la comunicación está basada en el envío de caracteres, esto se logra utilizando los AT-commands y es utilizado en lenguajes de alto nivel.

[MOB2005]

Debido a que la presente tesis está orientada al uso de lenguajes de alto nivel se utilizará el modo texto.

3.6.1 AT-Commands

Los AT-commands son comandos que fueron desarrollados con el fin de configurar módems, para el caso de la plataforma se utilizará un modem GSM. Son llamados AT-commands ya que cada comando viene precedido de AT, estos comandos se clasifican en 4 dependiendo del uso que se le dé:

- Configuración general: sirven para configurar la comunicación entre el equipo móvil y el equipo externo
- Configuración de mensajes: sirve para configurar los mensajes de texto en el MS
- Comandos de recepción: permiten que el terminal externo pueda tener acceso a los mensajes que recibe el MS
- Comandos de transmisión: permiten enviar mensajes desde el terminal externo. [MOB2005]

Capítulo 4

Diseño de la solución

Este capítulo abarca todos los conceptos relacionados con el diseño de la plataforma, los cuales servirán como guía para realizar la implementación de la misma. Antes de hacer el diseño de todas las partes de la plataforma, se plantea una descripción del servicio. Teniendo en cuenta lo definido del servicio se procederá a realizar los diagramas de flujo y diagrama entidad relación de la plataforma. Finalmente, con todos los procesos anteriores se procederá a realizar una descripción de cada uno de los módulos de la plataforma

4.1 Descripción del servicio

El usuario interactuará con la plataforma mediante un computador, un dispositivo móvil o mediante llamadas. Cada una de estas formas de acceso será capaz de realizar determinadas tareas las cuales están divididas en 5 grupos según la función que realizan, estos grupos son los siguientes:

- Registro
- Asociar contenedores
- Consultas
- Edición
- Alertas

A continuación se describe cada uno de estos grupos y se explica por cuál de los medios mencionados se tendrá acceso.

4.1.1 Registro

El registro es la función que se encarga de registrar a los usuarios y contenedores en el sistema; además, se encarga de relacionar el contenedor con el usuario registrado. En este punto es necesario resaltar que un contenedor puede tener más de un usuario, esto se debe a que en su interior puede tener pallets que pertenezcan a otros usuarios del sistema.

Este registro solo podrá hacerlo el personal administrador de la plataforma. Los datos que ingresarán a la plataforma relacionada con los usuarios serán: el nombre del usuario (razón social o nombre), el RUC o el DNI; el número de teléfono y el correo electrónico. Para el caso del contenedor se ingresarán las dimensiones del contenedor, los puertos y fechas de origen y de destino. Cuando se registre un contenedor se podrá ingresar los niveles umbral para cada uno de los parámetros (temperatura y humedad).

4.1.2 Asociar contenedores

Para que cada usuario pueda acceder a los datos de su respectivo contenedor será necesario relacionarlo con este. Para lograr este fin el personal que administra la plataforma relacionará a los clientes con los contenedores. Esta asignación incluye relacionar el B/L de cada cliente con cada contenedor.

4.1.3 Consultas

Se podrán hacer consultas a la plataforma acerca del estado del contenedor que ha sido asociado al usuario. Para realizar cada consulta el usuario deberá ingresar al sistema utilizando su DNI o RUC y una contraseña. La plataforma tendrá la capacidad de mostrar un mapa con el recorrido que está siguiendo el contenedor. Además, se fijarán los puntos en el mapa en los cuales ha ocurrido algún suceso fuera de lo común como por ejemplo, el incremento de la temperatura o humedad fuera de los umbrales permitidos o la apertura del contenedor antes de llegar al puerto de origen. También se mostrarán los valores en los cuales se encuentra el contenedor en la actualidad.

4.1.4 Edición

Este grupo tiene dos tipos de edición, una edición relacionada con los datos del usuario y la otra relacionada con los parámetros. Para el primer caso, solo se podrán hacer las ediciones de los datos de correo electrónico y teléfonos. El

segundo tipo de edición, editará los valores máximos y mínimos que tendrá cada parámetro para poder configurar las alertas.

4.1.5 Alertas

La plataforma tendrá dos formas de enviar alertas a los usuarios, una será mediante mensajes de texto y la otra será emitiendo una llamada telefónica. Ambas alertas se emitirán cuando ocurra una de las siguientes situaciones:

- Uno de los parámetros se encuentra fuera del rango de los umbrales que han sido predefinidos por el usuario.
- El contenedor ha sido abierto antes de llegar al puerto de destino.
- Si el contenedor se ha detenido en algún punto diferente de algún muelle.

4.2 Diagramas de flujo de la plataforma

En la presente sección se mostrarán los diagramas de flujo correspondientes a cada parte de la plataforma teniendo en cuenta, las funciones definidas en la sección anterior.

4.2.1 Diagrama de flujo de la aplicación telefónica

El diagrama de flujo de la figura 4-1 se muestra el diagrama de flujo correspondiente a la edición y a las consultas.

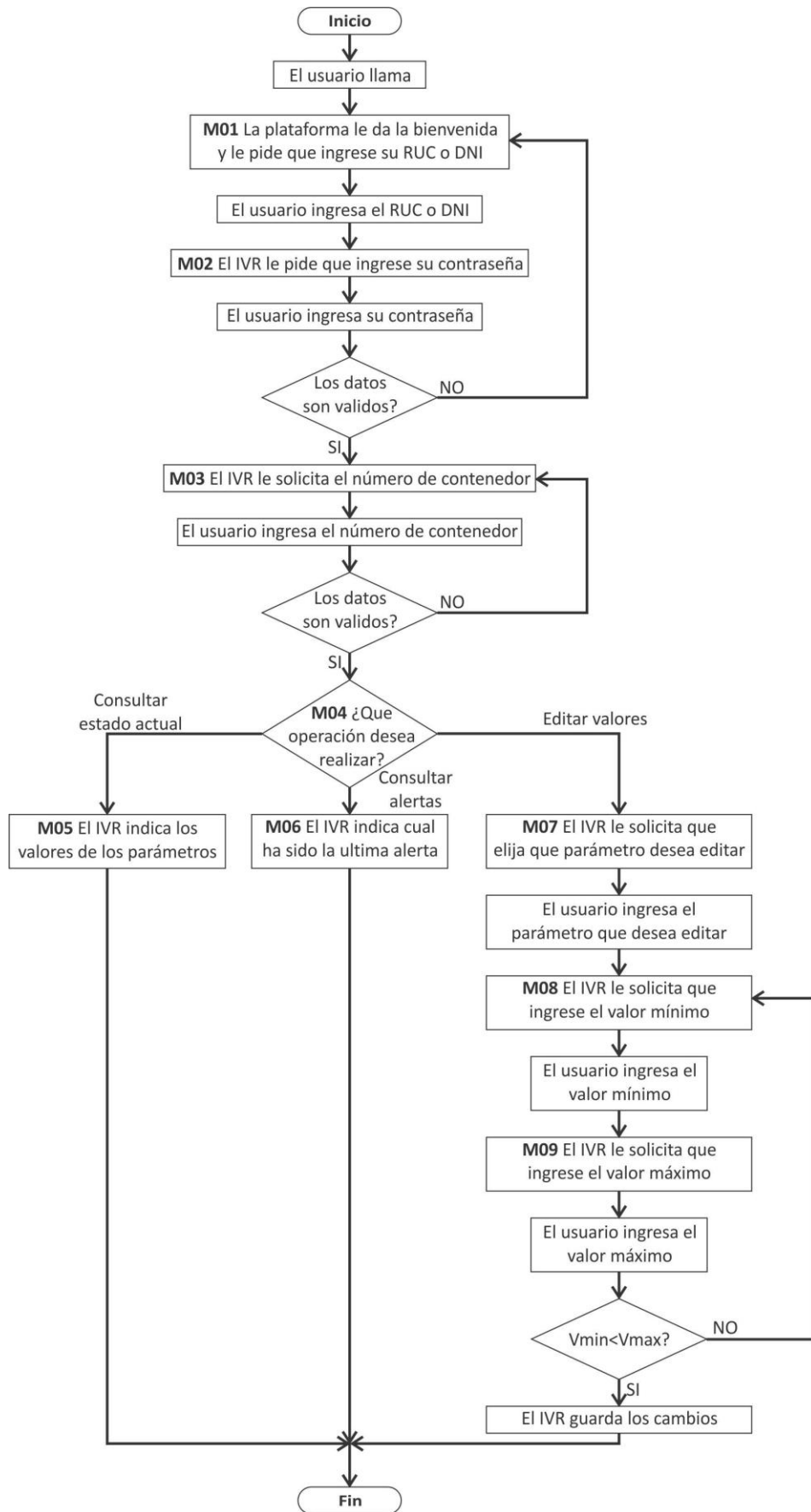


FIGURA 4-1: DIAGRAMA DE FLUJO-APLICACIÓN TELEFÓNICA

TABLA 4-1: LISTA DE MENSAJES GRABADOS EN EL IVR

Nro.	Mensaje
M01	Bienvenido a la plataforma de monitoreo de contenedores, por favor ingrese su número de RUC o de DNI
M02	Por favor ingrese su contraseña
M03	Por favor ingrese el número de contenedor al cual desea acceder
M04	Marque 1 para ver los parámetros actuales del contenedor, marque 2 para ver la última alerta, marque 3 para editar los valores de los umbrales
M05	La temperatura es de AAA, la humedad es de BBB
M06	La ultima alerta registrada fue EEEEEEEEE (temperatura, humedad, apertura, retraso)
M07	Marque 1 para editar los rangos de la temperatura, marque 2 para editar los rangos de la humedad
M08	Por favor ingrese el valor mínimo
M09	Por favor ingrese el valor máximo

4.2.2 Diagrama de flujo de la aplicación web

En las figuras 4-2 y 4-3 se muestra el diagrama de flujo de la aplicación web.

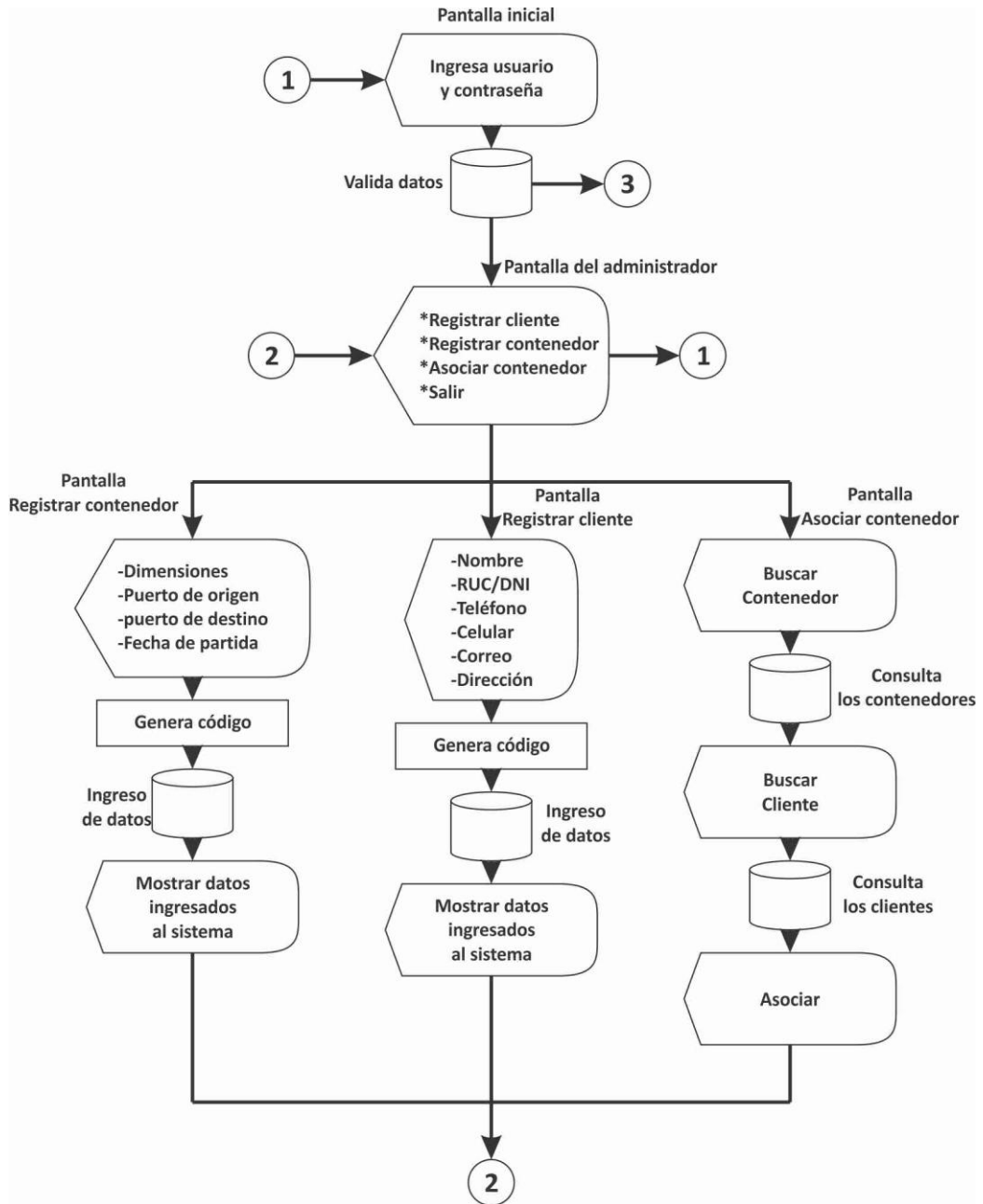


FIGURA 4-2: DIAGRAMA DE FLUJO-APLICACIÓN WEB: MODULO ADMINISTRADOR

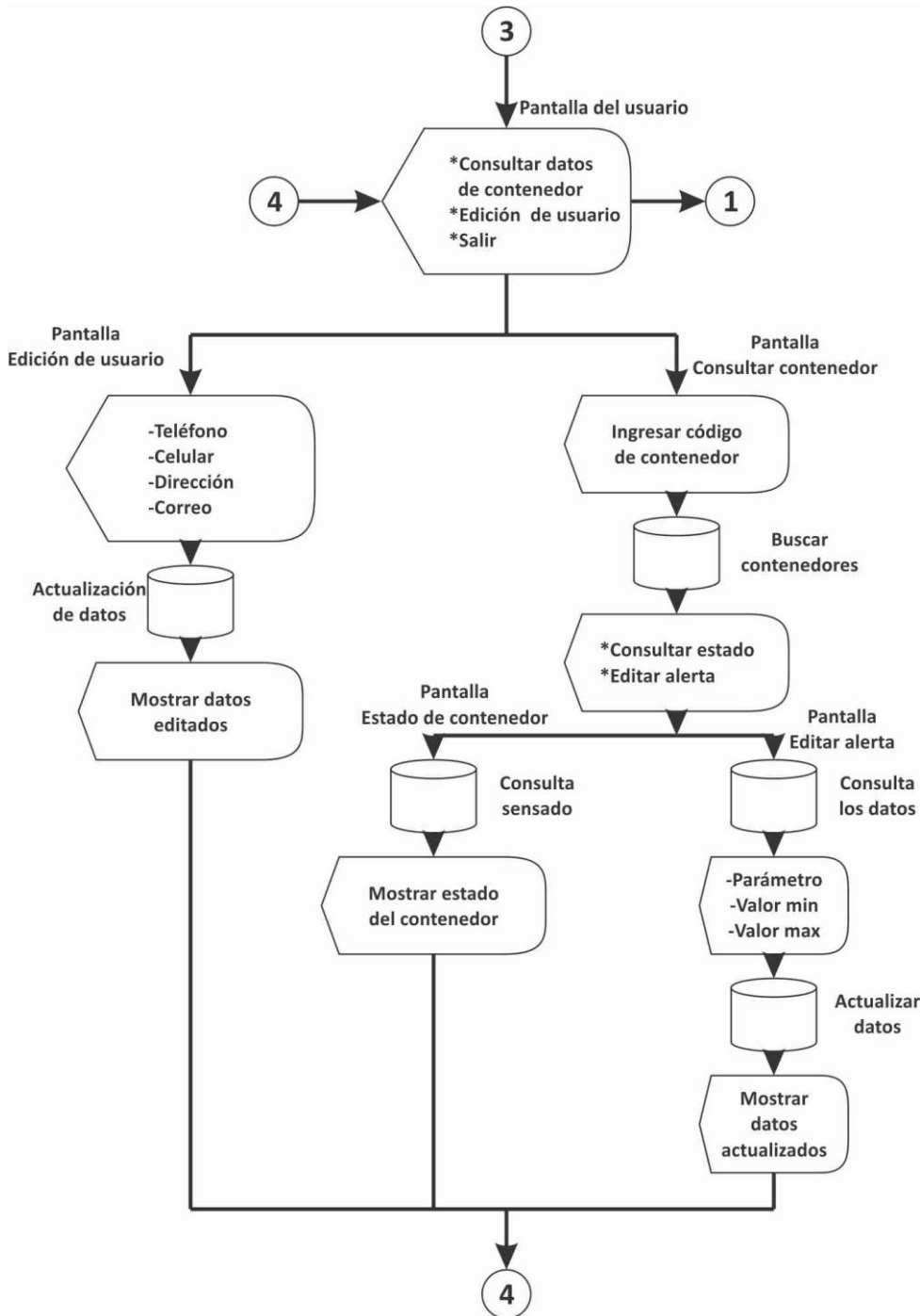


FIGURA 4-3: DIAGRAMA DE FLUJO-APLICACIÓN WEB: MODULO CLIENTE

4.2.3 Diagrama de flujo de la aplicación web móvil

El funcionamiento de la aplicación web para dispositivos móviles se indica en el diagrama de flujo de la figura 4-4

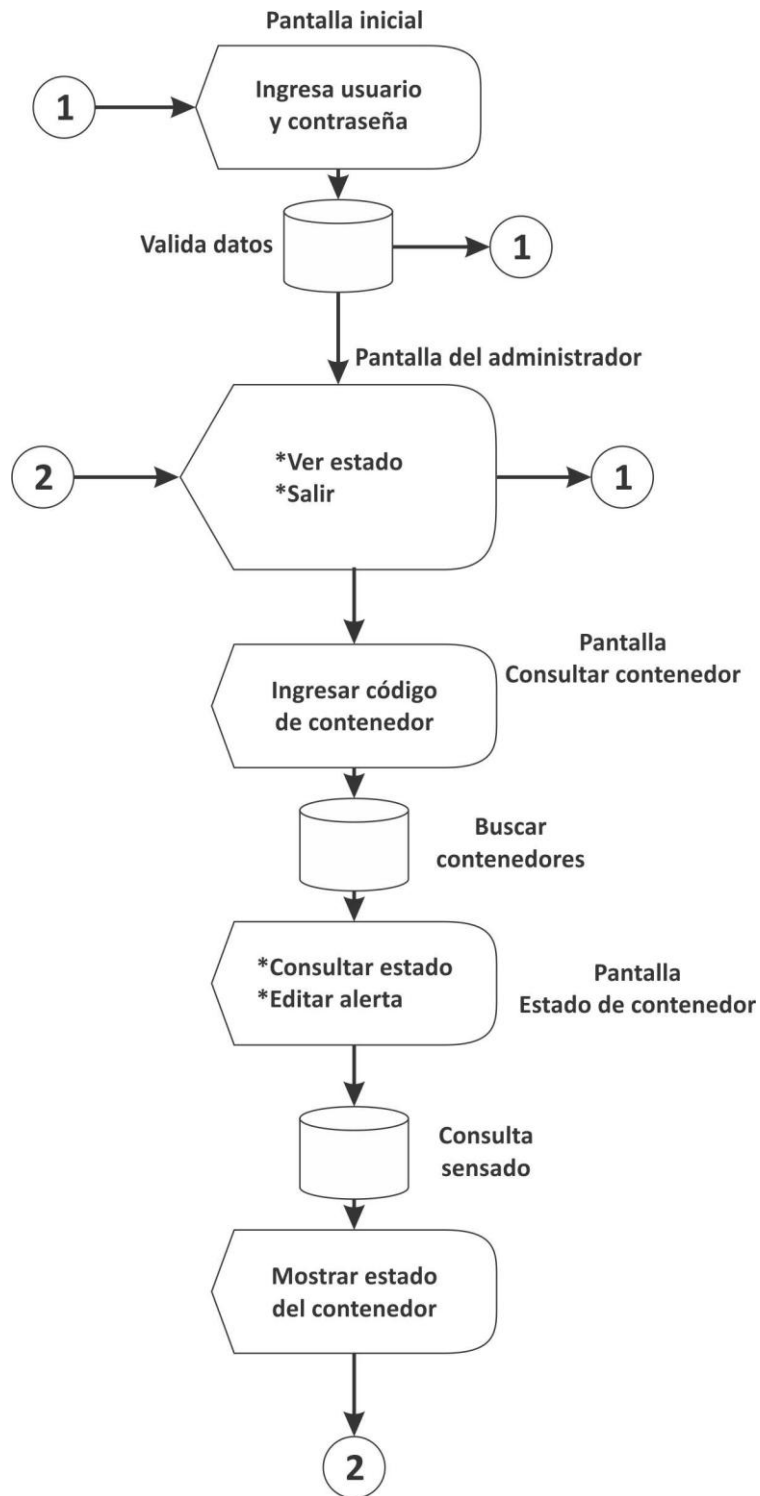


FIGURA 4-4: DIAGRAMA DE FLUJO-APLICACIÓN MÓVIL

4.2.4 Diagrama de flujo de las alertas

Como se explicó anteriormente las alertas se emiten de dos maneras. Una es utilizando mensajes de texto y la otra es realizando llamadas. En la figura 4-5 se

muestra el diagrama de flujo de las alertas que son enviadas vía SMS y mediante llamadas telefónicas.

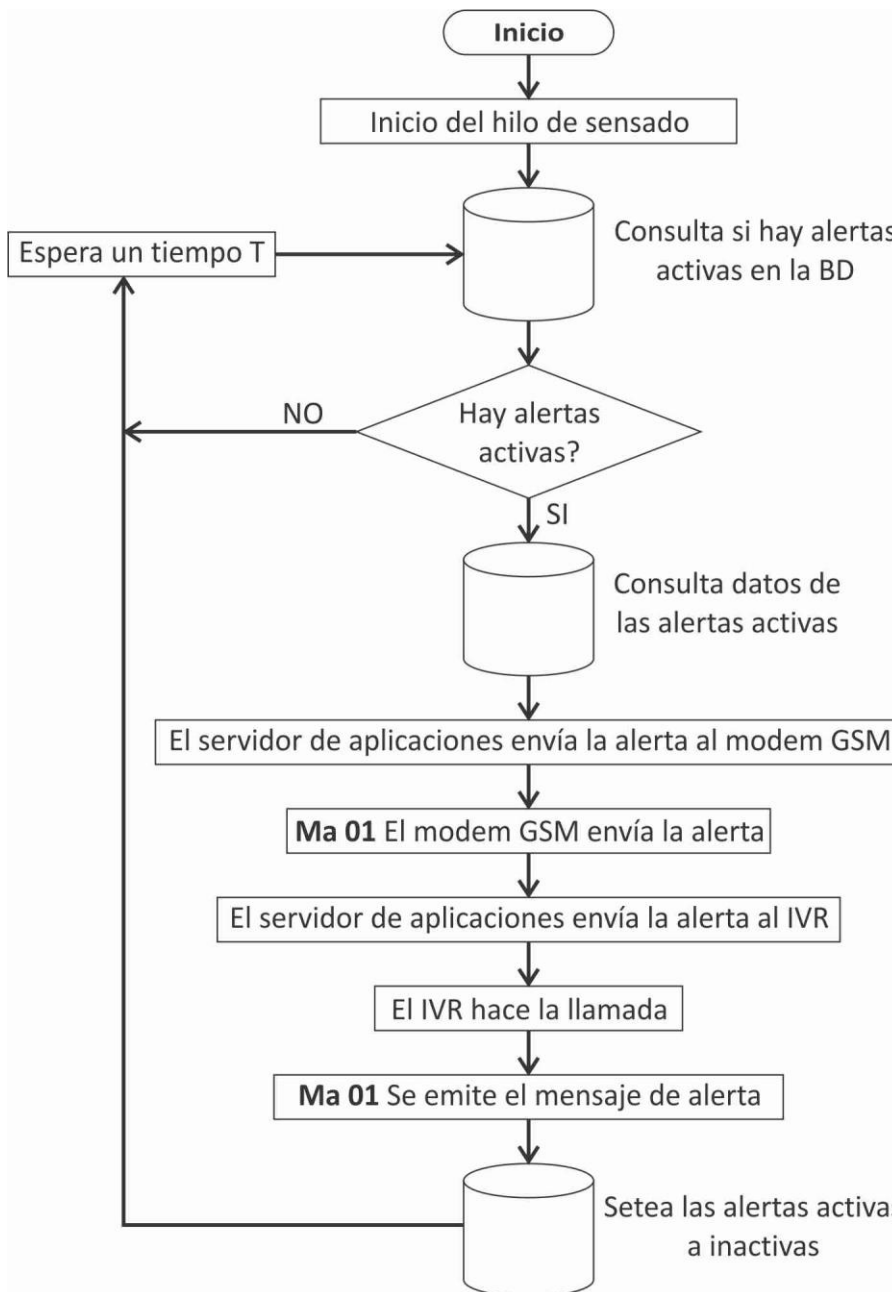


FIGURA 4-5: DIAGRAMA DE FLUJO-ALERTAS

TABLA 4-2: LISTA DE MENSAJES DE ALERTA

Nro.	Mensaje
Ma01	Se ha registrado una alerta de DDDDDDDD (temperatura, humedad, abertura o retraso)

4.3 Diagrama entidad relación

Las bases de datos son repositorios permanentes en los cuales se guarda grandes cantidades de información que tienen un propósito específico. Uno de los pasos claves a la hora de diseñar una base de datos es el modelado de los datos. Este diagrama se muestra en la figura 4-6

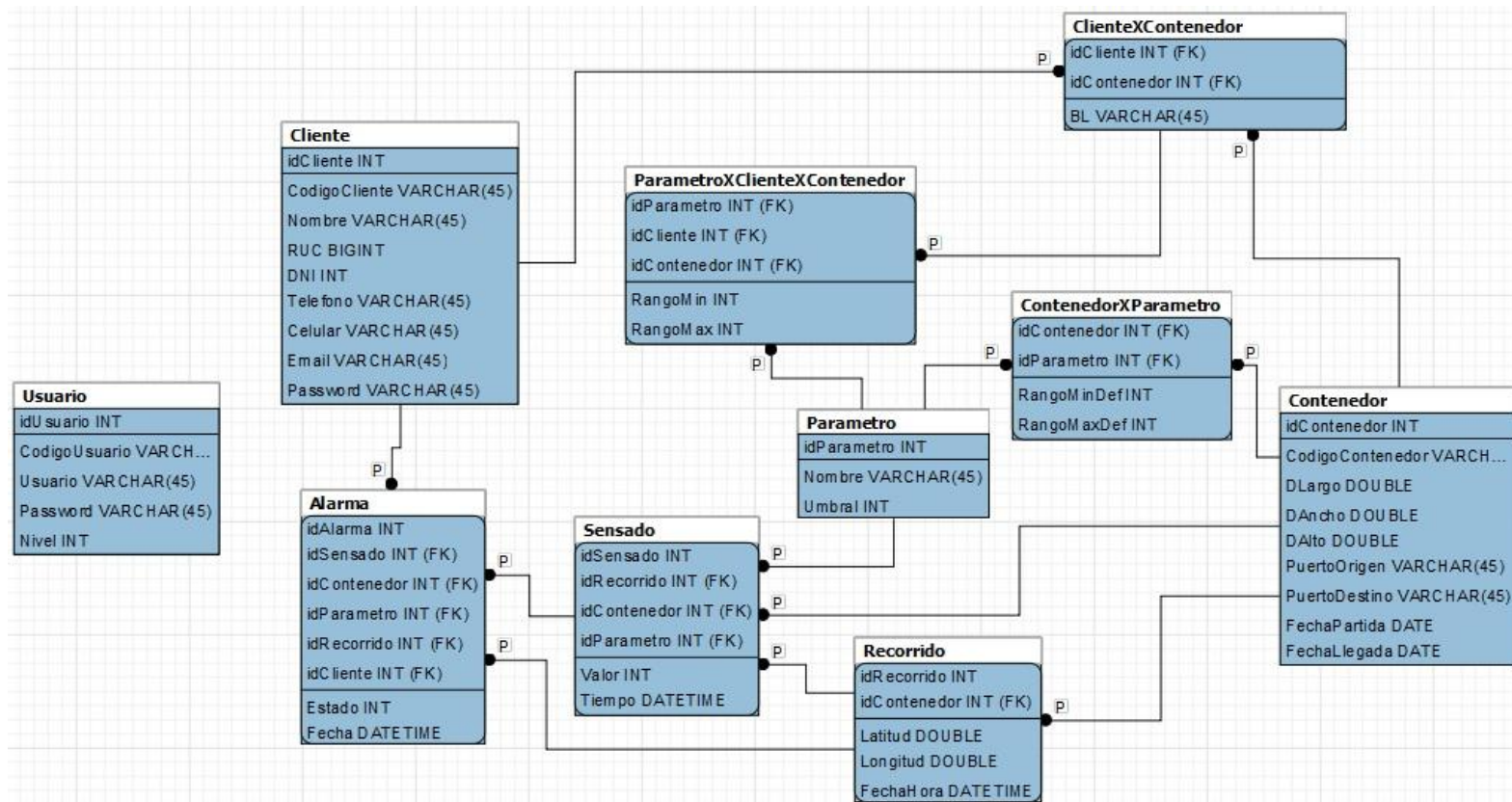


FIGURA 4-6: DIAGRAMA ENTIDAD RELACIÓN

4.2.5 Diccionario de datos

Al tratarse de un sistema que recopila datos del tipo geográfico como son las coordenadas de las posiciones que recorre el container, se necesitará un modelamiento de los datos distinto para que faciliten su programación en el servidor

Tabla Usuario

TABLA 4-3: LISTA DE DATOS DE LA TABLA USUARIO

Nombre	Tipo de dato	Descripción
idUsuario	INT	Llave primaria de la tabla Usuario, es el identificador de cada usuario
Usuario	VARCHAR	Define el nombre de usuario de cada administrador o de cada cliente según sea el caso. Sirve como parte de la validación para ingresar al sistema
Password	VARCHAR	En este campo se almacenará la contraseña correspondiente a cada usuario. La contraseña que se guardará estará encriptado en la base de datos
Nivel	INT	Define que tipo de acceso tendrá el usuario, para este caso solo se definen dos tipos de acceso: el acceso como cliente y el acceso como administrador

Tabla Cliente

TABLA 4-4: LISTA DE DATOS DE LA TABLA CLIENTE

Nombre	Tipo de dato	Descripción
idCliente	INT	Es la llave primaria y define cuál es el código de cliente utilizando solo valores numéricos
Nombre	VARCHAR	Este campo indica el nombre o razón social del cliente.
RUC	INT	Aquí se define el número de Registro Único de Contribuyente y es un valor numérico de 11 caracteres, este campo puede ser nulo
DNI	INT	Se define el valor del Documento Nacional de Identidad y el número de caracteres numéricos es 8; además, este campo puede ser nulo
Telefono	VARCHAR	En este campo se almacena el número telefónico del Cliente que será utilizado por el IVR para enviar las alertas
Celular	VARCHAR	En este campo se coloca el número celular del cliente,

		la plataforma utilizará este número para enviar los SMS de alerta
Email	VARCHAR	Aquí se almacena el correo electrónico de cada Cliente del sistema

Tabla Contenedor

TABLA 4-5: LISTA DE DATOS DE LA TABLA CONTENEDOR

Nombre	Tipo de dato	Descripción
idContenedor	INT	Llave primaria de la tabla contenedor, sirve para identificar cada contenedor
DLargo	DOUBLE	Indica el largo del contenedor
DAncho	DOUBLE	Indica el ancho del contenedor
DAlto	DOUBLE	Indica el alto del contenedor
PuertoOrigen	VARCHAR	Este campo indica cuál es el puerto de origen del contenedor
PuertoDestino	VARCHAR	Este campo indica cuál es el puerto de destino del contenedor
FechaPartida	DATE	Este campo indica cuál es la fecha en la que salió el contenedor del puerto de origen
FechaLlegafa	DATE	Este campo indica cuál es la fecha en la que arribo el contenedor al puerto de destino

Tabla Parametro

TABLA 4-6: LISTA DE DATOS DE LA TABLA PARAMETRO

Nombre	Tipo de dato	Descripción
idParametro	INT	Llave primaria de la tabla parámetro, sirve para identificar el parámetro
Nombre	VARCHAR	Este campo indica cuál es el nombre del parámetro

Tabla ContenedorXParametro

TABLA 4-7: LISTA DE DATOS DE LA TABLA CONTENEDORXPARAMETRO

Nombre	Tipo de dato	Descripción
idContenedor	INT	Llave primaria y tiene una relación fuerte con la tabla contenedor, sirve para identificar cada contenedor
idParametro	INT	Llave primaria y tiene una relación fuerte con la tabla parámetro, sirve para identificar el parámetro

RangoMinDef	INT	Se define el valor mínimo para las alarmas que tendrá seteado un contenedor por default
RangoMaxDef	INT	Se define el valor máximo para las alarmas que tendrá seteado un contenedor por default

Tabla ClienteXContenedorXParametro

TABLA 4-8: LISTA DE DATOS DE LA TABLA CLIENTEXCONTENEDORXPARAMETRO

Nombre	Tipo de dato	Descripción
idCliente	INT	Es la llave primaria, tiene una relación fuerte con la tabla Cliente. Define cuál es el código de cliente utilizando solo valores numéricos
idContenedor	INT	Llave primaria y tiene una relación fuerte con la tabla contenedor, sirve para identificar cada contenedor
idParametro	INT	Llave primaria y tiene una relación fuerte con la tabla parámetro, sirve para identificar el parámetro
RangoMin	INT	Se define el valor mínimo para las alarmas que asignará el cliente
RangoMax	INT	Se define el valor máximo para las alarmas que asignará el cliente

Tabla Sensado

TABLA 4-9: LISTA DE DATOS DE LA TABLA SENSADO

Nombre	Tipo de dato	Descripción
idSensado	INT	Llave primaria, identifica cada valor sensado de cada contenedor
idContenedor	INT	Llave primaria y tiene una relación fuerte con la tabla contenedor, sirve para identificar cada contenedor
idParametro	INT	Llave primaria y tiene una relación fuerte con la tabla parámetro, sirve para identificar el parámetro
Valor	INT	En este campo se almacena el valor de cada parámetro que ha sido sensado en un contenedor determinado
Tiempo	DATETIME	Este campo indica el momento en el que se ha hecho el sensado

Tabla Recorrido

TABLA 4-10: LISTA DE DATOS DE LA TABLA RECORRIDO

Nombre	Tipo de dato	Descripción
idRecorrido	INT	Llave primaria, identifica cada valor de recorrido que fue sentido
idContenedor	INT	Llave primaria y tiene una relación fuerte con la tabla contenedor, sirve para identificar cada contenedor
Latitud	DOUBLE	Indica la latitud en la cual se encuentra el contenedor en un determinado momento
Longitud	DOUBLE	Indica la longitud en la cual se encuentra el contenedor en un determinado momento
FechaHora	DATETIME	Indica el momento en el cual se ha hecho el sentido del recorrido del contenedor

Tabla Alarma

TABLA 4-:11 LISTA DE DATOS DE LA TABLA ALARMA

Nombre	Tipo de dato	Descripción
idAlarma	INT	Llave primaria que sirve como identificador de la alarma
idSensado	INT	Llave primaria la cual tiene una relación fuerte con la tabla Sensado, identifica cada valor sentido de cada contenedor
idContenedor	INT	Llave primaria y tiene una relación fuerte con la tabla contenedor, sirve para identificar cada contenedor
idParametro	INT	Llave primaria y tiene una relación fuerte con la tabla parámetro, sirve para identificar el parámetro
idRecorrido	INT	Llave primaria y tiene una relación fuerte con la tabla recorrido, identifica cada valor de recorrido que fue sentido
idCliente	INT	Es la llave primaria, tiene una relación fuerte con la tabla Cliente. Define cual es el código de cliente utilizando solo valores numéricos
Estado	INT	Este valor indica si la alarma ya ha sido transmitida al cliente o no. Para la implementación se fijaron 2 valores 0 para las alarmas inactivas y 1 para las alarmas activas

4.4 Descripción modular

Como se mencionó en los alcances del proyecto del capítulo 1, la plataforma estará dividida en 3 módulos. Cada modulo realizara un determinado grupo de funciones que fueron descritas en la sección 4.1., a continuación se explicará cuales son las funciones que realiza cada modulo

4.3.1 Módulo de telefonía

Este módulo corresponde a la interacción telefónica de la plataforma con el usuario. El usuario llamará al número designado, la plataforma validara, que se trata de un usuario registrado en el sistema. Luego de la validación, la plataforma le pedirá que ingrese el código de uno de los contenedores, al cual está asociado para realizar las operaciones. El IVR le permitirá elegir una de las siguientes operaciones:

- Consulta de parámetros: La plataforma le indicará al usuario cuáles son los valores de temperatura, humedad y posición, también le indicara si el contenedor está abierto o si no se está moviendo. Además le dirá cual es la distancia que existe entre el contenedor y el puerto de destino.
- Consulta de alertas: Esta opción le permitirá al usuario oír cual fue la última alerta que se registró. Se indicará cuál es el tipo de alerta y la fecha en la que ocurrió este evento.
- Edición de rangos: Al ingresar a esta opción la plataforma le pedirá al usuario que indique cual de los dos parámetros desea editar (humedad o temperatura). Una vez que el usuario seleccione uno de los parámetros la plataforma le pedirá que ingrese el nuevo valor máximo y mínimo

4.3.2 Módulo web

El módulo web posee todas las funcionalidades con excepción de las alarmas. Al ingresar al módulo web se le solicitará al usuario que ingrese sus datos. Si es un cliente, podrá tener acceso a las siguientes funcionalidades:

- Consultas
- Edición de usuario
- Edición de parámetros

Si el usuario es un administrador podrá tener acceso a las siguientes funciones:

- Registrar usuario
- Registrar contenedor
- Asociar contenedor

4.3.3 Módulo de acceso móvil

El módulo de acceso móvil es la relacionada con el acceso de datos mediante un dispositivo móvil. El usuario ingresara al sistema y solo podrá visualizar un mapa con el recorrido y los valores actuales de cada parámetro.

4.3.4 Módulo de alertas

El módulo de alertas consiste de una aplicación en el servidor de aplicaciones que se encontrará sensando constantemente los valores de los parámetros y en caso de que exista alguna falla en el contenedor se procederá a buscar el número telefónico y de celular del usuario al cual está asociado este contenedor. Una vez que se han cargado los datos de los usuarios se procede a realizar la llamada telefónica indicando que tipo de falla ha sido detectada. Luego se procede a enviar las alertas vía SMS, para ello se transmiten AT-comands por el puerto RS-232 hacia el modem GSM este se encarga de transmitir los mensajes de texto.

Capítulo 5

Implementación y pruebas de la plataforma

El siguiente capítulo está dividido en dos partes. La primera parte consiste en la descripción de la implementación de los servidores de la plataforma que fueron descritos en la arquitectura y diseño de la solución, capítulos 3 y 4 respectivamente. En la segunda parte de este capítulo se presentan las pruebas de funcionamiento de la plataforma.

5.1 Implementación de la plataforma

Para la implementación de todos los servidores de la plataforma se utilizó una PC con las siguientes características:

- Procesador: Intel E7200 CORE2DUO 2.53 Ghz
- Memoria: DDR2 de 2GB
- Disco duro:320GB
- Sistema operativo: CentOS 5.5

A continuación, se describe la implementación de cada uno de los servidores

5.1.1 Implementación del servidor de base de datos

El repositorio para el servidor de bases de datos que se utilizó fue mysql versión 5.0.77 y para poder realizar la instalación en CentOS se utilizó el comando de la tabla 5.1 . Este repositorio contiene las tablas del diagrama entidad relación que se diseñó en el capítulo 4, además contiene una serie de procedimientos y eventos con la finalidad de generar los datos en la tabla alertas. El script que se corrió para

la implementación de la base de datos se encuentra en la sección 1 de los anexos. En la siguiente figura se observan las tablas creadas a partir del script.

TABLA 5-1: COMANDO DE INSTALACIÓN DE MySQL

Comando
yum -y install mysql mysql-server

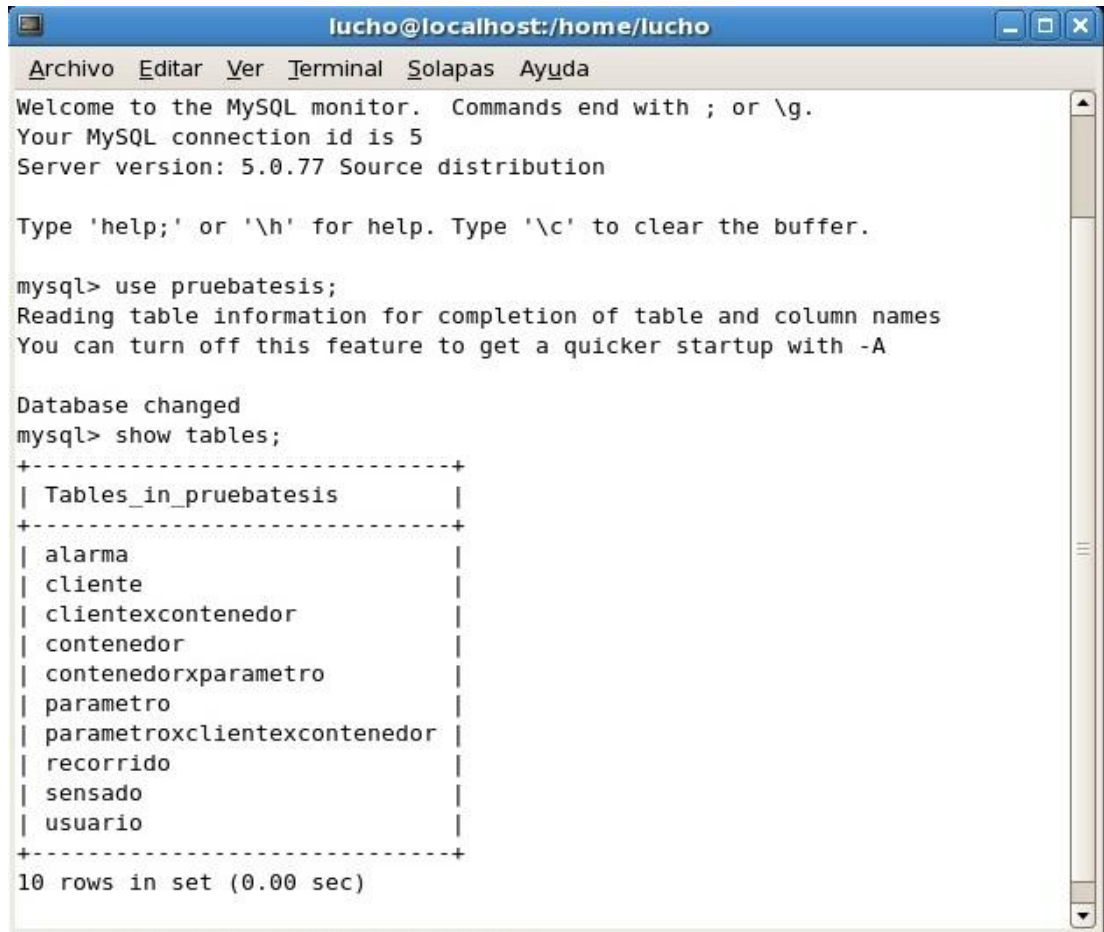


FIGURA 5-1: CAPTURA DE BASE DE DATOS

Adicionalmente, para el funcionamiento de los eventos que ejecutan los procesos de generación de alertas se hizo la inserción del comando de la tabla 5.2 .Este comando es utilizado para iniciar todos los eventos declarados en el script de creación de base de datos. Si no se ejecuta no se podrá realizar la generación de alertas y la tabla alarmas permanecerá vacía.

TABLA 5-2: COMANDO DE HABILITACIÓN DE EVENTOS

Comando
set global event_scheduler = 1;

5.1.2 Implementación del servidor de aplicaciones

En el servidor de aplicaciones contiene el Apache Tomcat 5.5. En este contenedor de servlets se levantaron los siguientes ficheros:

- Tsmonitor.war: Este fichero contiene el modulo web de la plataforma. Para que los clientes y administradores del sistema puedan acceder al modulo web se utiliza la dirección: <http://www.tsmonitor.com>
- Tsmovil.war: Este fichero contiene el modulo de acceso móvil. Para que los clientes del sistema puedan acceder al modulo de acceso móvil se utiliza la dirección: <http://www.tsmovil.com>

Para el funcionamiento de ambos ficheros se incluyo la librería mysql-connector-java-5.0.5-bin la cual sirve para realizar la conexión entre las aplicaciones java con la base de datos MySQL. Además, en el caso del modulo de acceso móvil se utilizo el framework JQuery mobile para que la aplicación sea compatible con la mayoría de los dispositivos móviles del mercado.

Adicionalmente, se ejecuta el fichero GeneraAlarmas.Jar el cual se encarga de generar el hilo que a su vez realiza la adquisición de los datos para realizar las llamadas y enviar los mensajes de texto. Para el funcionamiento de este fichero se utilizaron las siguientes librerías:

- Quartz-1.8.4: Esta librería es la encargada de generar los hilos en un sistema. En este escenario será usado para generar un hilo que realice la función de generación de alarmas cada cierto tiempo.
- JAVACOMM 2.0: Esta librería es la encargada de la interacción con los puertos seriales y paralelos de la PC. Para el caso de la plataforma, esta librería sirve para interactuar con el puerto COM1 para enviar los mensajes de texto en forma de AT-Commands
- Asterisk-java-1.0.0: La librería asterisk-java sirve para realizar la conexión entre la aplicación java y el asterisk. Esta librería será encargada de generar

las alarmas una a todos los clientes involucrados una vez que el hilo se ejecute.

Los archivos y las librerías descritos anteriormente se encuentran en la sección 2 de los anexos, además se incluye un manual de instrucciones de los AT-Commands.

5.1.3 Implementación del servidor PBX

La implementación del servidor PBX se hizo instalando el asterisk sobre el sistema operativo CentOS. Para que el servidor PBX pueda ser usado como un IVR es necesario editar el archivo extensión.conf llamado como el dialplan. Este archivo sirve para indicar cuáles son las acciones que ocurrirán cuando suceda una llamada telefónica.

extensions.conf:

[plataforma]

exten => 2001,1,Agi(agi://192.168.1.35/ivr_plataforma.agi)

Adicionalmente, para el funcionamiento del IVR es necesario mapear el script JAVA que contiene todas las instrucciones del IVR en el archivo fastagi-mapping.properties. Para lograr esto se debe de incluir la siguiente línea en el archivo mencionado:

fastagi-mapping.properties

ivr_plataforma.agi=IVRScript

5.2 Pruebas de funcionamiento

Estas pruebas son realizadas teniendo en consideración que todos los contenedores seguirán la misma ruta. La ruta que se eligió para las pruebas fue una ruta comercial entre Asia-Perú realizada por los buques del Grupo TECNAPO. En la tabla 5-3 se muestran los puertos del recorrido que harán los contenedores y las coordenadas en las que se encuentran.

TABLA 5-3: LISTA DE PUERTOS

Orden	Puerto	Latitud	Longitud
1	Keelung	25.1500611	121.751453
2	Hong Kong	22.33268333	114.128858

3	Xiamen	24.51988056	118.085525
4	Shanghai	30.63690556	122.049303
5	Busan	35.12307222	129.056119
6	Manzanillo	19.06585	-104.292297
7	Callao	-12.050975	-77.1399194

5.2.1 Generador de datos

Debido a que en los alcances de la presente tesis, se definió que la plataforma no se enfocaría en hacer el desarrollo para la parte de adquisición de datos, se ha implementado un generador de datos para poder realizar las pruebas de la plataforma. En la figura 5-2 se muestra el diagrama entidad relación de la base de datos del generador y en la tabla 5-4 se describen las tablas del diagrama.

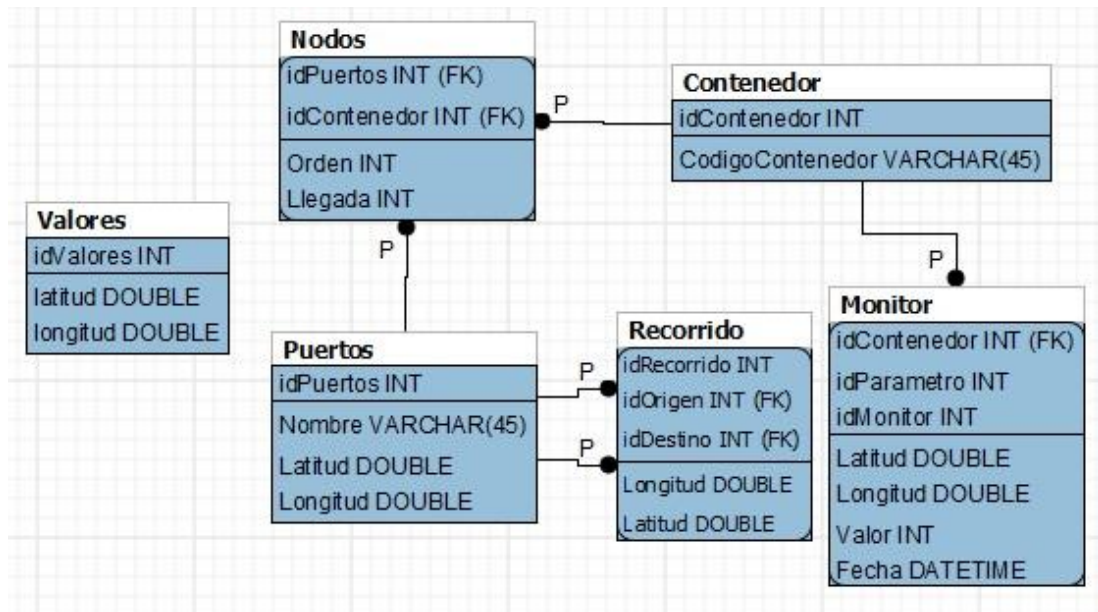


FIGURA 5-2: DIAGRAMA ENTIDAD RELACIÓN-GENERADOR DE DATOS

TABLA 5-4 LISTA DE TABLAS DEL GENERADOR DE DATOS

Tabla	Descripción
Contenedor	Contiene los datos de todos los contenedores que estará sensando, los contenedores de esta tabla son una réplica de los contenedores de la base de datos de la plataforma
Puertos	Contiene la lista de puertos que recorren los contenedores, además se incluye la latitud y la longitud
Valores	Esta tabla contiene la distancia de los movimientos que dará el generador de datos para llegar de un punto a otro.

	Contiene dos distancias, una para los movimientos de la latitud y otra para los movimientos de longitud
Nodos	Esta tabla contiene el itinerario de recorrido entre cada puerto de los contenedores, además especifica cuál es el puerto de destino
Recorrido	La tabla recorrido contiene todos los puntos que recorrerán los contenedores desde el puerto de origen hasta el puerto de destino. Adicionalmente, se incluyen indicadores de recorrido entre nodos
Monitor	La tabla monitor contiene todo el sensado que se genera, esta tabla a su vez se replica en las tablas recorrido y sensado de la base de datos de la plataforma

Para que los datos de la tabla Monitor puedan generarse automáticamente se ha programado un evento en la base de datos, de tal manera que se ejecute el procedimiento Generador de una manera constante y automática. El procedimiento Generador es el encargado de realizar los inserts en la tabla monitor que a su vez replicara los datos en las tablas de la plataforma. En la parte 3 de los anexos se encuentran los scripts de la implementación de las tablas, procedimientos y eventos de la base de datos del generador.

5.2.2 Modulo WEB

Para que el usuario pueda entrar al modulo WEB debe de entrar a la página <http://www.tsmonitor.com> una vez que el usuario ingresa deberá ingresar sus datos como se muestra en la figura 5-3. Una vez que se ha ingresado el usuario tendrá diferentes opciones dependiendo del rol que se le haya establecido en la base de datos.

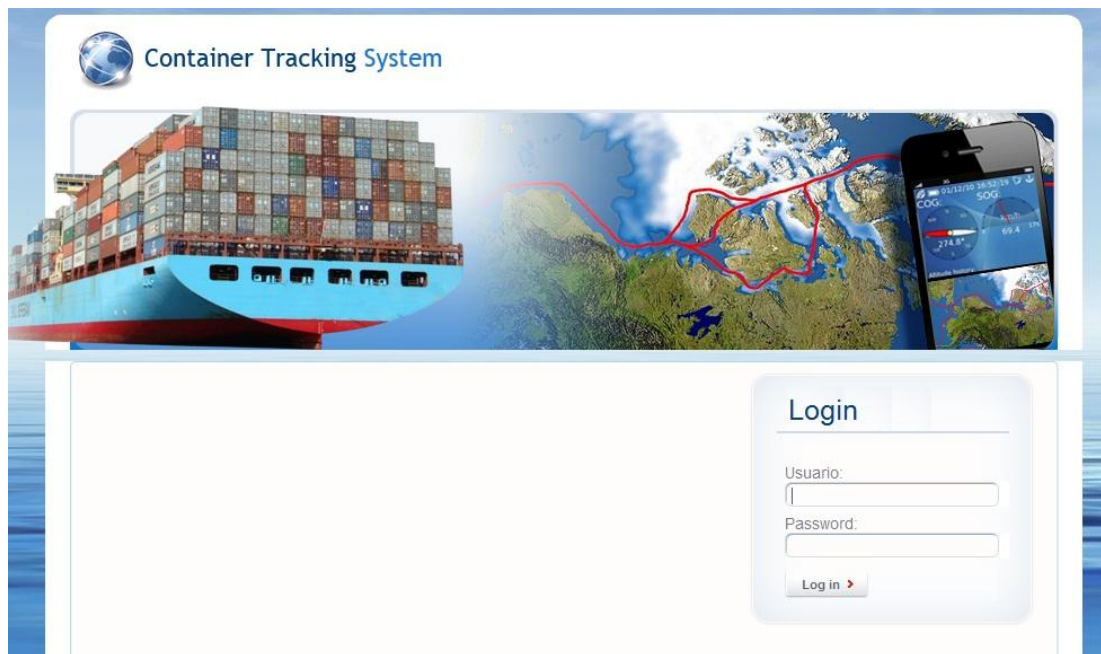


FIGURA 5-3: MODULO WEB-INGRESO A LA PLATAFORMA

En el capítulo 4 se definieron 2 roles para los usuarios, los cuales son administradores y clientes. Primero se harán las pruebas de funcionamiento con un rol de administrador y luego con el rol de cliente.

5.2.2.1 Rol de administrador

Luego de que se a ingresado como administrador, el usuario tendrá la posibilidad de realizar las siguientes funciones:

- Registrar cliente: Como se observa en la figura 5-4 los administradores de la plataforma registrarán los datos del cliente, para esto ingresarán datos como nombre, RUC, teléfono y celular. Para el caso de las pruebas, se creará el cliente TECHNO NEON E.I.R.L.

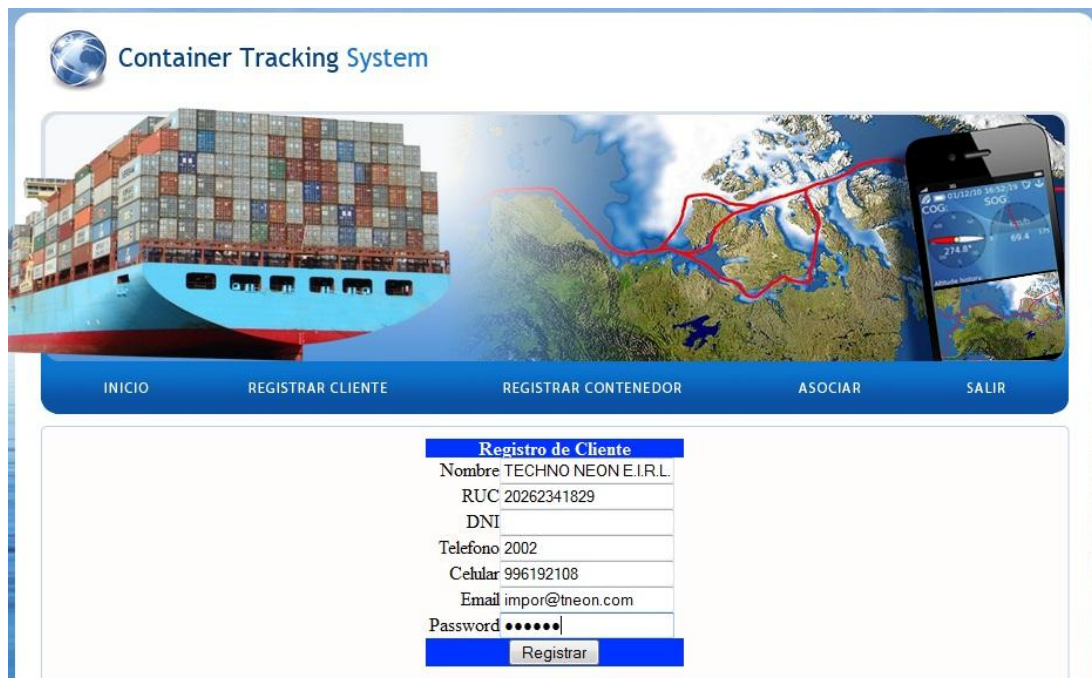


FIGURA 5-4: MODULO WEB REGISTO DE CLIENTES

- Registrar contenedor: En esta interfaz el administrador ingresará las dimensiones del contenedor en mm, los puertos de origen y destino. También se ingresarán los valores de los umbrales por default. Los datos ingresados en esta parte son solo para ser tomados como referencia. En la figura 5-5 se observa la interfaz con los datos que ingresa el administrador.

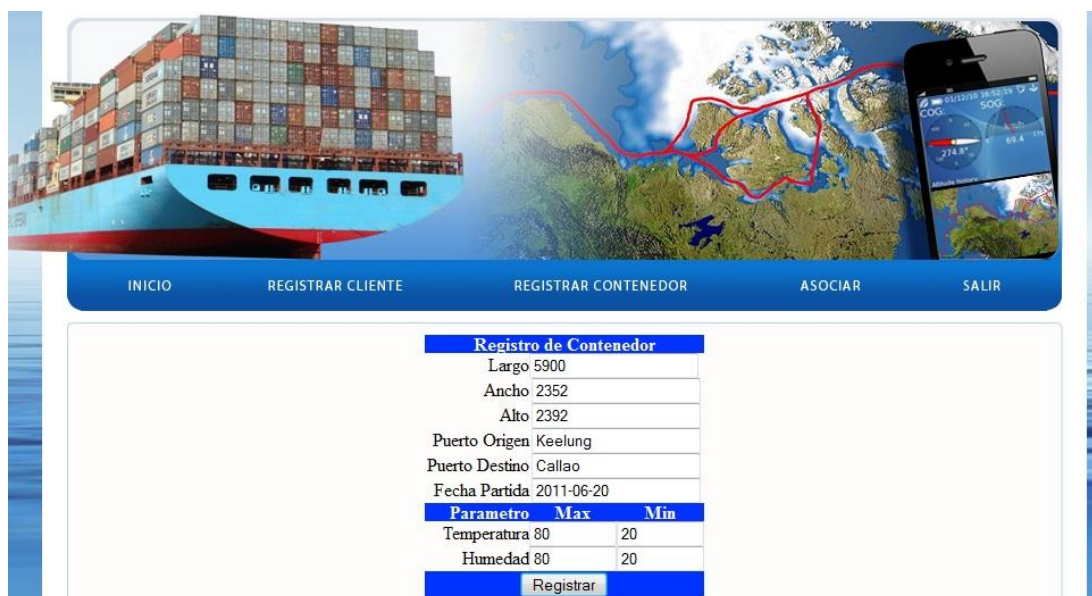


FIGURA 5-5: MODULO WEB REGISTO DE CONTENEDORES

- Asociar contenedor: Para asociar un contenedor a un cliente o a un grupo de cliente se siguen dos procesos de búsqueda. El primer proceso consiste en buscar el contenedor al cual se le asociarán el o los clientes, en la figura 5-6 se observa esta búsqueda, para esta prueba se selecciona el contenedor con código CONT000003 que tiene como puerto de origen Keelung y como puerto de destino el Callao.

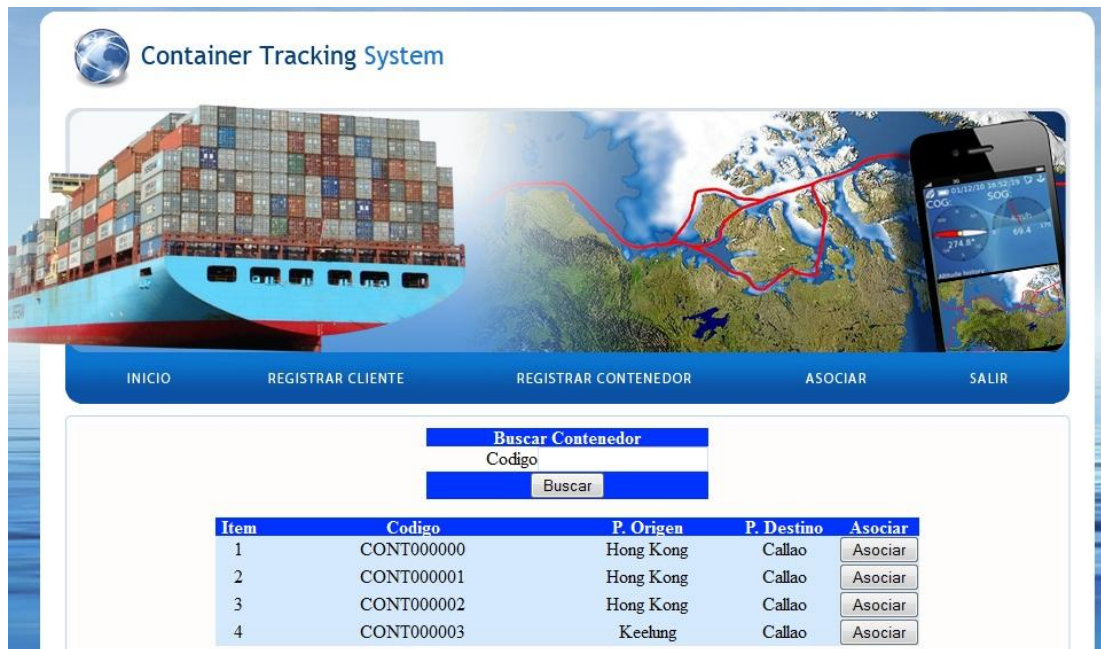


FIGURA 5-6: MODULO WEB ASOCIAR BUSQUEDA DE CONTENEDORES

El segundo proceso de búsqueda involucra a los clientes que se asociarán al contenedor, para el caso de la prueba se asociaran 3 clientes dentro de los que está el cliente TECHNO NEON E.I.R.L. el cual fue registrado al inicio. En la figura 5-7 se muestra la asociación de estos 3 clientes al contenedor mediante el uso de CheckBox, luego de hacer la selección se procede a presionar el botón Asociar para generar la asociación. Una vez que el administrador haya finalizado sus operaciones podrá salir del sistema con el botón salir.

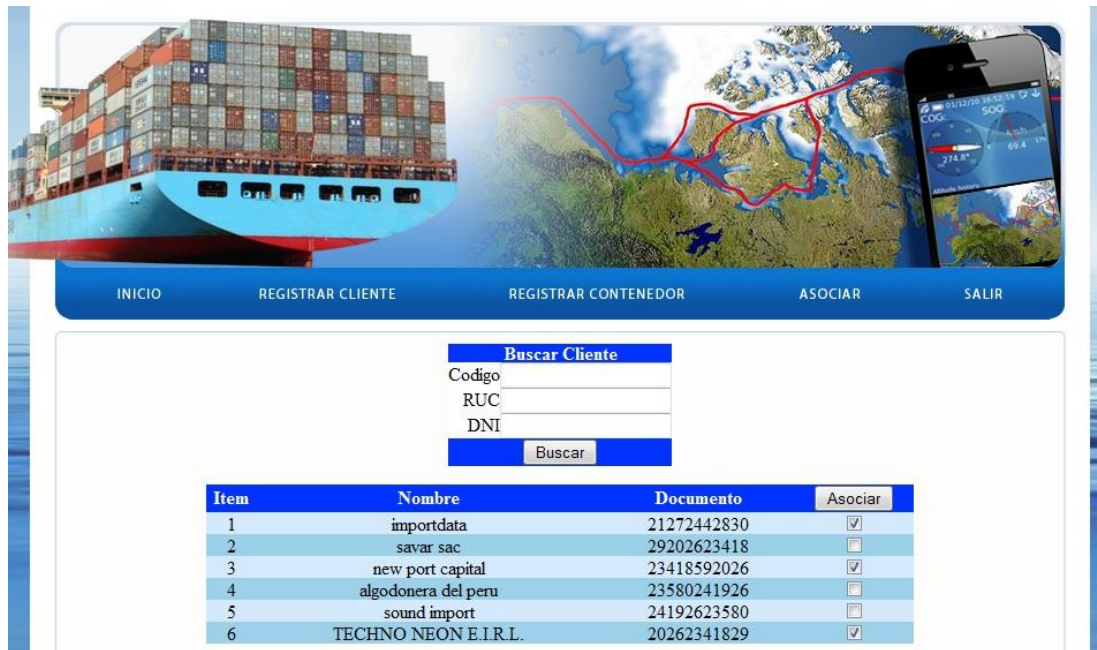


FIGURA 5-7: MODULO WEB ASOCIAR BUSQUEDA DE CLIENTES

5.2.2.2 Rol de cliente

Luego de que se ha ingresado al sistema como cliente, el usuario tendrá la posibilidad de realizar las siguientes funciones:

- Edición de usuario: En la figura 5-8 se muestra la interfaz de edición de usuarios, al ingresar a esta opción el usuario visualizará los datos que se encuentran grabados actualmente en el sistema y luego podrá editarlos.

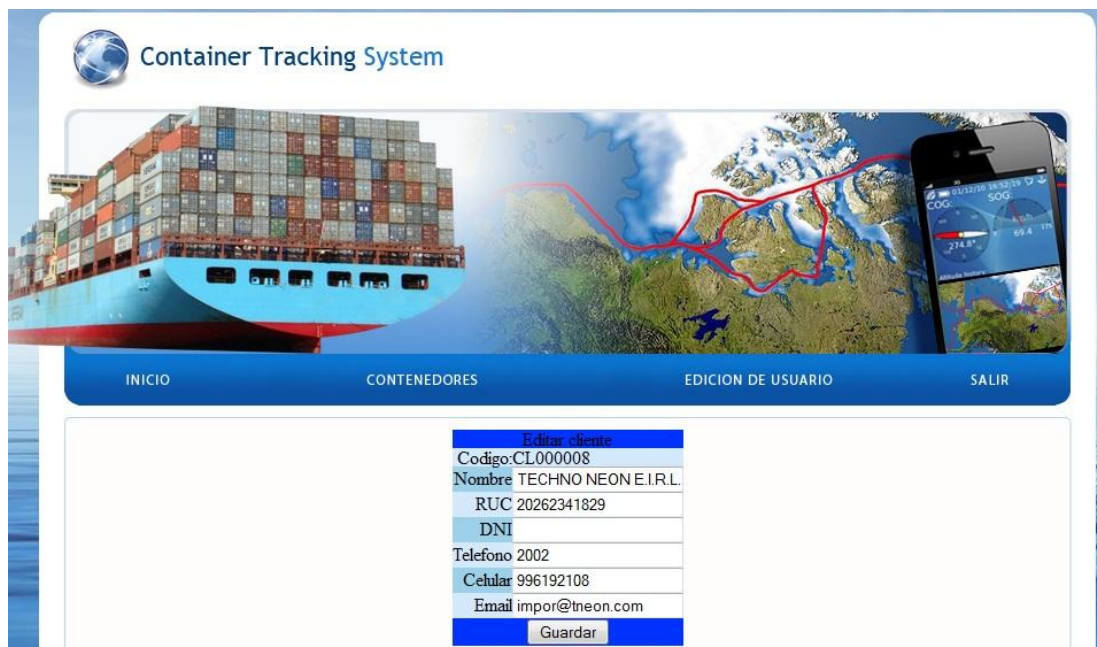


FIGURA 5-8: MODULO WEB EDICIÓN DE USUARIO

- Consulta contenedores: El cliente al entrar a esta opción visualizará un listado con todos los contenedores que estén asociados a él como se ve en la figura 5-9. En esta sección el usuario cuenta con dos botones, el primero es el botón editar la cual se vincula con la pantalla de la figura 5-10, en esta pantalla el usuario podrá editar los umbrales para las alertas. El segundo botón muestra el recorrido del contenedor tal como se ve en la figura 5-11.



FIGURA 5-9: MODULO WEB CONSULTA LISTA



FIGURA 5-10: MODULO WEB EDICIÓN DE PARAMETROS



FIGURA 5-11: MODULO WEB EDICIÓN VER

Una vez que el administrador hay finalizado sus operaciones podrá salir del sistema con el botón salir.

5.2.3 Modulo de acceso movil

Para hacer las pruebas del modulo de acceso móvil se utilizo el add-on Modify Headers 0.7.0.2 para el navegador mozilla firefox. Como se describió en el capítulo 4, este modulo solo será para que los clientes accedan utilizando un dispositivo móvil para realizar las consultas. El usuario entra a la aplicación móvil con la dirección <http://www.tsmovil.com> , al entrar a esta URL aparecerá una pantalla como la de la figura 5-12 en la cual se pide al usuario que se loguee.

TS MOVIL

Usuario: *
TECHNONEON

Password: *
●●●●●●

Ingresar

FIGURA 5-12: MODULO ACCESO MOVIL-INGRESO A LA PLATAFORMA

Una vez que el usuario a entrado a la plataforma móvil aparecerá una lista con todos los contenedores que le han sido asociados como se observa en la figura 5-13. En esta figura se puede apreciar que solo aparece el contenedor CONT000003 ya que este fue el que se asocio inicialmente a la empresa TECHNO NEON E.I.R.L.



FIGURA 5-13: MODULO ACCESO MOVIL-LISTA DE CONTENEDORES

Al hacer click en el CONT000003 el usuario entrara a ver cuál es la posición de su contenedor tal como se aprecia en la figura 5-14. Una vez que el usuario termine de hacer sus consultas podrá salir presionando el botón salir.



FIGURA 5-14: MODULO ACCESO MOVIL-VISUALIZACIÓN DE UBICACIÓN

5.2.4 Modulo de telefonía

Para las pruebas del modulo de telefonía se utilizo el software ZoIPer en una computadora con Windows 7. Se hicieron las pruebas de funcionamiento llamando a la extensión 2001 y se probó todas las posibles rutas del diagrama de flujo dadas en el capítulo 4. Las respuestas que el IVR dio al usuario se encuentran en las tablas 5-5, 5-6, 5-7 y 5-8. En la tabla 5-5 se indica el ingreso del usuario al sistema que es común para todos los casos, en el resto de tablas se muestran las operaciones que puede realizar el usuario con el IVR

TABLA 5-5 LISTA DE RESPUESTAS DEL IVR PARA EL INGRESO

USUARIO	Realiza la llamada
IVR	Bienvenido a la plataforma de monitoreo de contenedores, por favor ingrese su número de RUC o de DNI
USUARIO	20262341829
IVR	Por favor ingrese su contraseña
USUARIO	*****
IVR	Por favor ingrese el número de contenedor al cual desea acceder
USUARIO	000003
IVR	Marque 1 para ver los parámetros actuales del contenedor, marque 2

	para ver la última alerta, marque 3 para editar los valores de los umbrales
--	---

TABLA 5-6 LISTA DE RESPUESTAS DEL IVR CONSULTA DE PARAMETROS

USUARIO	1
IVR	La temperatura es de normal, la humedad es normal
IVR	CUELGA

TABLA 5-7 LISTA DE RESPUESTAS DEL IVR CONSULTA DE ALERTA

USUARIO	2
IVR	La ultima alerta registrada fue de temperatura
IVR	CUELGA

TABLA 5-8 LISTA DE RESPUESTAS DEL IVR EDICION DE PARAMETROS

USUARIO	3
IVR	Marque 1 para editar los rangos de la temperatura, marque 2 para editar los rangos de la humedad
USUARIO	1
IVR	Por favor ingrese el valor mínimo
USUARIO	20
IVR	Por favor ingrese el valor máximo
USUARIO	80
IVR	CUELGA

5.2.5 Modulo de alertas

Las pruebas del modulo de alertas se hicieron esperando llamadas y mensajes de texto a los números que fueron registrado. En la figura 5-15 se muestra la alerta que fue recibida vía mensaje de texto, mientras que en la tabla 5-7 se muestra el resultado de la llamada de alerta.

TABLA 5-9 LISTA DE SUCESOS DURANTE LA ALERTA TELEFONICA

IVR	LLAMA
IVR	SE HA REGISTRADO UNA ALERTA DE TEMPERATURA
IVR	CUELGA



FIGURA 5-15: MODULO ALERTAS SMS

5.3 Pruebas de rendimiento del IVR

Para las pruebas de funcionamiento del IVR se utilizó el SIPP, el cual es un sistema desarrollado para generar llamadas simultáneas al IVR. Además se utilizó el cacti para poder realizar la medición del rendimiento de la memoria y el procesador.

5.3.1 Configuración del sistema

Para las pruebas del IVR se configuró el sistema para que realice las llamadas con un incremento de 8 llamadas por minuto con una duración de 15000 segundos cada una. Además, se configura el sistema para que realice las llamadas a la extensión 2001; ya que esta es la extensión que fue configurada en el servidor asterisk. En la tabla 5.10, se muestra el comando que se usó para que sipp funcione con estos valores.

TABLA 5-10: COMANDO DE HABILITACIÓN DE EVENTOS

Comando
sipp -sn uac -d 15000000 -s 603 -mp 10001 -i 192.168.1.33 -r 0.13333333333333333333333333333333 192.168.1.34

5.3.2 Descripción de las pruebas

Las pruebas se realizaron el 20 de agosto del 2012 desde las 21:25 hasta las 23:21, en total fue un periodo de 116 minutos. Se realizaron 2 pruebas, cada una de 47 minutos y con un periodo de 52 minutos. Adicionalmente, entre cada prueba se dio 13 minutos de descanso para los sistemas de tal manera que, se pueda estabilizar el uso de la memoria y de la CPU.

5.3.3 Número de llamadas concurrentes

Una vez que se realizaron las pruebas, se generó un total de 344 llamadas por cada prueba, con una tasa de 8 llamadas por minuto. Como se observa en la figura 5-16, el sistema deja de recibir llamadas una vez que atiende la llamada 344, esto se debe a que el sistema no puede alzar más canales SIP.

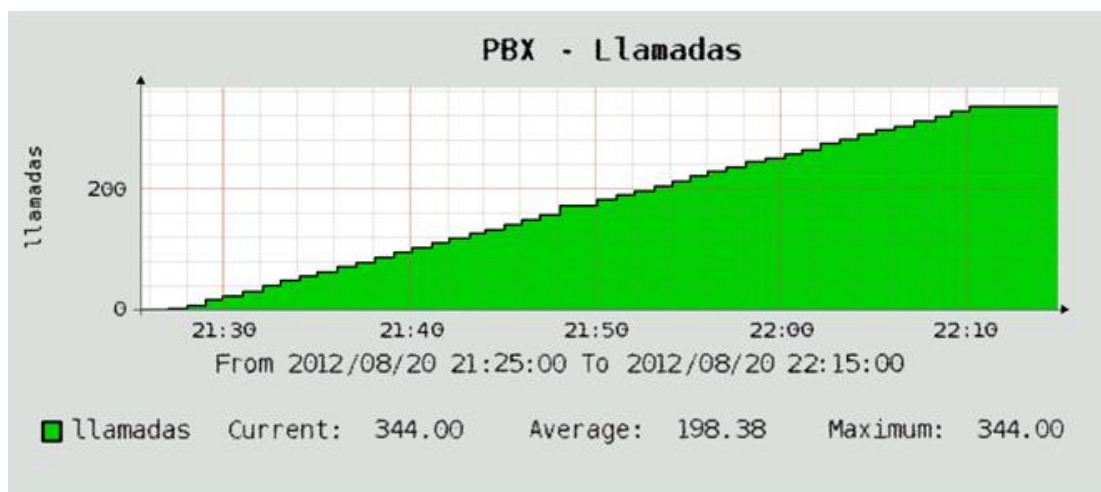


FIGURA 5-16: LLAMADAS CONCURRENTES

En la figura 5-17 se puede observar como se han ido incrementando el número de llamadas en las dos pruebas y en ambas se obtuvo un máximo de 344 llamadas.

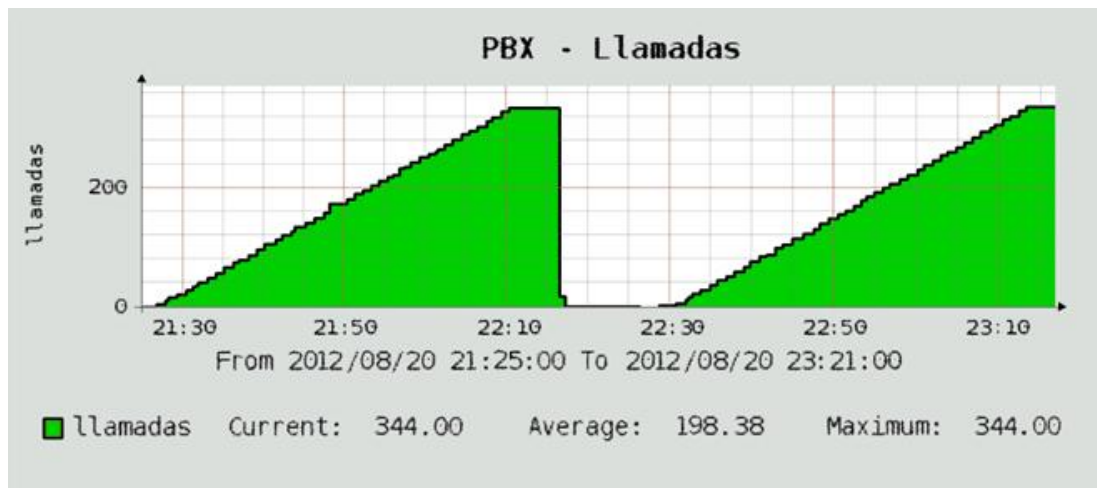


FIGURA 5-17: LLAMADAS CONCURRENTES DURANTE LAS DOS PRUEBAS

5.3.4 Uso de CPU

En la figura 5-18, se observa el uso que tuvo el CPU durante ambas pruebas, como se puede observar el servidor usó como máximo un 28.78% para el uso del IVR. Mientras que, hace el uso de un 24.49% para funciones propias del sistema

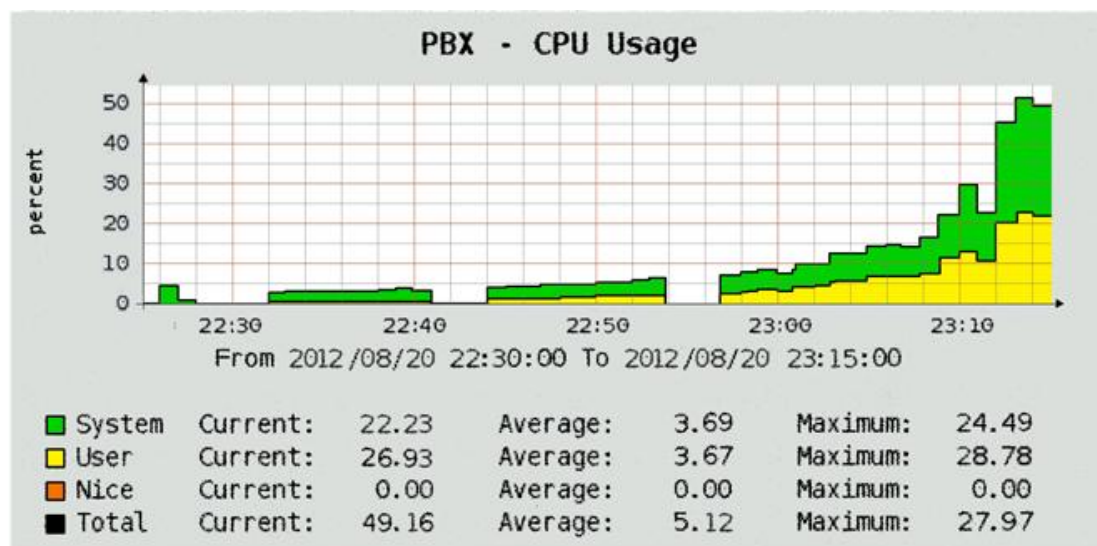


FIGURA 5-18: USO DE CPU

5.3.5 Uso de memoria

El uso de memoria que se observa en la figura 5-19, pertenece a las dos pruebas. Se observa que conforme se van incrementando las llamadas la memoria libre va disminuyendo.

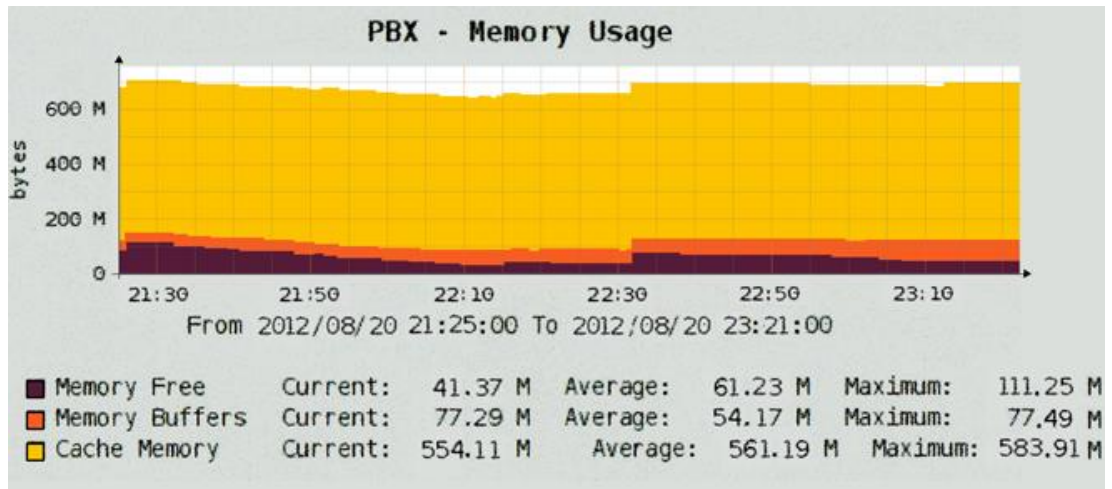


FIGURA 5-19: USO DE MEMORIA

Conclusiones, Recomendaciones y Trabajos Futuros

6.1 Conclusiones

Finalizado el presente proyecto, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Se identificó cuales eran los problemas que afrontan los contenedores durante las importaciones dividiendo los problemas en dos tipos. El primer tipo de problemas es el que ocurre durante la ruta marítima, mientras que el segundo tipo de problemas son aquellos que ocurren durante el proceso de desaduanaje.
- Se realizó la arquitectura de la plataforma, haciendo una descripción de cada componente de la plataforma. Esta arquitectura es orientada al uso de software libre.
- Se hizo el diseño de la solución dividiendo la plataforma en 4 módulos. El módulo WEB, el módulo de acceso móvil, el módulo de telefonía y el módulo de alertas.
- Se realizó exitosamente la implementación de todos los módulos de la plataforma utilizando la arquitectura que se planteó en este documento y teniendo en cuenta las funcionalidades planteadas en el diseño.
- Se hicieron las pruebas de funcionamiento de la plataforma. Comprobando el correcto funcionamiento de todos los módulos que se implementaron. Además se implementó un generador de datos para realizar las pruebas de recorrido.

6.2 Recomendaciones

Se sugieren, a continuación, algunas recomendaciones a tener en cuenta sobre el presente proyecto:

- Se recomienda optimizar la toma de datos de tal manera que en la base de datos solo se guarden las coordenadas de los puntos más representativos del trayecto. Con esto se logra que el tiempo para cargar los mapas en la aplicación móvil y en la aplicación web sean menores.
- Para un correcto funcionamiento de la plataforma es necesario determinar cuántas alertas en promedio se generan en un determinado tiempo, esto con el fin de elegir los equipos que mejor se adecuen a la plataforma. Con esto se pretende lograr que todas las alertas se transmita.
- Si bien es cierto que en este proyecto se utilizó el lenguaje de programación JAVA para la implementación de todas las plataformas, se recomienda que para el módulo de telefonía se utilice un lenguaje de programación como PHP para optimizar el uso de recursos.

6.3 Trabajos Futuros

Se proponen a continuación diversos trabajos derivados del presente proyecto:

- Hoy en día, existen dispositivos similares a los Global Position Trackers pero en los que se adiciona una cámara de video. En un futuro se podría agregar un modulo más a la plataforma para que el cliente pueda visualizar el estado de su mercadería durante el viaje. Pero esto traería un problema ya que se necesitaría un mayor ancho de banda satelital, una solución para esto sería utilizando formatos de comprensión que me permitan reducir el ancho de banda satelital o hacer que el dispositivo tome fotos cada cierto tiempo.
- En la actualidad, los importadores no tienen una forma ordenada de monitorear el estado de sus productos durante el proceso de desaduanaje. Para solucionar este problema se podría incluir el uso del RFID durante el proceso de desaduanaje de tal manera que el importador tenga toda la información acerca del desaduanaje de sus productos.
- Se podría ampliar el alcance del sistema para ya no limitarlo solo al seguimiento entre los puertos sino ampliar su alcance desde la ubicación del proveedor hasta la ubicación del cliente. Para el último tramo entre el puerto de destino y el cliente se podría utilizar la plataforma para enviar una alerta a la policía si el contenedor se ha abierto en la ruta final.

Bibliografía

- [AST2007] JIM VAN MEGGELEN, LEIF MADSEN, JARED SMITH. "Asterisk: the future of telephony". 2007
- [BEG2007] GIULIO ZAMBON, MICHAEL SEKLER. "Beginning JSP, JSF and Tomcat web development: from novice to professional". 2007
- [CHE2010] CHEE CUCALON, CHRISTIAN. Diapositiva de comunicaciones satelitales "tipos de orbita". PUCP, Perú. 2010.
- [CIS2000] VOICE OVER IP FUNDAMENTALS. Cisco Systems, Inc, U.S.A. 2000
- [CIS2002] CISCO MOBILE EXCHANGE(CMX) SOLUTION GUIDE Cisco Systems, Inc, U.S.A. 2002
- [CON2007] FLAVIO E. GONCALVES. "Configuration Guide for Asterisk PBX: How to Build and Configure a Pbx With Open Source Software Featuring Relas 1.4". 2007
- [CON2010] U.S. CUSTOMS AND BORDER PROTECTION. Container Security Initiative, U.S.A. 2006
- [COR2000] CORREIRA PAUL. "GUÍA PRÁCTICA DEL GPS". Francia, 2001
- [FLE2009] SABOUNGHI LEWIS. Presentacion de ISO TC204 CHOD & Plenary "WG7-Fleet Management & Commercial Freight Oprations Standards Activities". 2009
- [GSM2001] JORG EBERSPACHER, HANS-JORG VOGEL AND CHRISTIAN BETTSTETTER. "GSM switching, services and protocols". Alemania, 2001
- [HUA2009] HUAPAYA CAMACHO, JUAN. Documento de Telecomunicaciones Digitales "Vocoders". PUCP, Perú. 2009.
- [INT2002] PHILIPPE RIGAUX, MICHEL O. SCHOLL, AGNES VOISARD. "Introduction to spatial databases: with application to GIS". 2002
- [JAV2004] ELLIOTTE RUSTY HAROLD. "Java network programming". 2004
- [JOS2007] JOSUTTIS NICOLAI . "SOA in practice: The art of distributed system design". USA, 2007
- [KRA2005] KRAFZIG DIRK, BANKE KARLE, SLAMA DIRK . "Enterprises SOA Service-Oriented Architecture: Best practices". USA, 2005

- [LAW2001] LAWRENCE LETHAM. "GPS FÁCIL: USO DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL". España, 2001
- [MAR2004] MARTINEZ MOSO CÉSAR. Tesis para obtener la licenciatura en ingeniería en electrónica y comunicaciones "Adquisición de la posición de un vehículo utilizando GPS". UDLAP, México 2004
- [MOB2005] GWENAE“L LE BODIC. "MOBILE MESSAGING TECHNOLOGIES AND SERVICES SMS, EMS and MMS". 2005
- [PHP2005] ÁNGEL COBO, PATRICIA GOMEZ. "PHP y MySQL Tecnología para el desarrollo de aplicaciones web". 2005
- [SIS2003] PETER ROB, CARLOS CORONE. "Sistemas de bases de datos: diseño, implementación y administración". 2003
- [SEN2003] RAMÓN PALLÁS ARENY. "Sensores y acondicionadores de señal". 2003
- [SPA2007] ALBERT K. W. YEUNG, G. BRENT HALL. "Spatial database systems: design, implementation and project management". 2007
- [TRA2008] KUMAR, S., JENSEN, H., & MENGE, H. Analyzing Mitigation of Container Security Risks Using Six Sigma DMAIC Approach in Supply Chain Design. Transportation Journal,2008
- [ACE2010] ARQUITECTURA ORIENTADA A SERVICIOS URL: <http://www.accenture.com>
- [IRO2010] CURSO VOZ SOBRE IP Y ASTERISK v1.0 URL: <http://www.irontec.com>
- [MOR2010] PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN PARA EL TRANSPORTE DE VOZ SOBRE IP URL: <http://www.it.uc3m.es/~jmoreno/articulos/protocolssenalizacion.pdf>
- [VOI2010] ARQUITECTURA IAX URL: <http://www.voipforo.com/IAX/IAX-arquitectura.php>
- [SUN2010] SUNAT. URL: <http://www.sunat.gob.pe>

Anexos

Anexo1: Script base de datos de la plataforma

Se presenta en este anexo el script para generar la base de datos, su contenido se encuentra en la carpeta script del CD de anexos

Anexo2: Códigos de los programas de la plataforma

Se presenta en este anexo los códigos que se usaron para generar la plataforma, su contenido se encuentra en la carpeta programas del CD de anexos

Anexo3: Script base de datos del sensor

Se presenta en este anexo el script para generar la base de datos, su contenido se encuentra en la carpeta sensor del CD de anexos

Anexo4: Video demo

Se presenta un video demo del modulo web y del modulo web móvil, su contenido se encuentra en la carpeta video del CD de anexos

Anexo5: Hoja técnica del modem GSM

Se presenta la hoja técnica del modem GSM, su contenido se encuentra en la carpeta hoja_tecnica del CD de anexos