

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

**ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
GESTIÓN DEL SERVICIO DE AMBULANCIAS PARA LA
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS DE UNA EMPRESA
ASEGURADORA EN LIMA**

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

Alfonso Gabriel Bedoya Suárez
Christopher Christian Laurente Rodríguez

ASESOR: César Augusto Aguilera Serpa

Lima, noviembre de 2014

Dedicatoria

De Christopher:

A mis padres Emiliano y Catalina quienes me enseñaron que el fracaso es la semilla del éxito. Además a mis hermanos: María, Sergio, Percy, Alex por todo su apoyo y en especial a Dante por guiarme desde el cielo.

De Alfonso:

A mis padres Alfonso y Milagros por la perseverancia de luchar bajo cualquier circunstancia. A mis hermanas Angela y María Paz; mi prima Caro; mis tías Elisa y Patty; y a mi mejor amiga Vane.

De manera general a nuestros seres queridos por su apoyo incondicional y permitir que eso sea el inicio de un gran proyecto.

Resumen

En la actualidad, el número de compañías aseguradoras en el mercado peruano se encuentra en crecimiento y un mayor número de personas adquieren sus servicios de emergencias médicas. Cuando ocurre una emergencia los accidentados tienen que llamar por teléfono lo cual resulta laborioso y tedioso debido a que cada aseguradora tiene un número de teléfono particular. No existe un número único y fácil de recordar de emergencia para que los asegurados puedan comunicarse rápidamente con una central única y ser atendidos a la brevedad.

La central telefónica de cada aseguradora recibe las llamadas y tiene que comunicarse por teléfono con la ambulancia más cercana al lugar del accidente brindando la información necesaria para la atención de la emergencia. Además, el chofer de la ambulancia decide en base a su experiencia cuál será la ruta a tomar para llegar al lugar de la emergencia. Sin embargo, el desplazamiento de las ambulancias se ve afectado por el gran incremento que afronta el parque automotor de Lima Metropolitana, lo cual genera un problema de tránsito e impide que las ambulancias lleguen en el menor tiempo posible al lugar de la emergencia.

La solución que se plantea para la problemática expuesta es crear una central de emergencias, la cual procesará las alertas en tiempo real. Además, se plantea crear una historia clínica resumida electrónica, en donde se tendrá la información básica digitalizada del asegurado.

Los asegurados enviarán alertas con su identificación y geolocalización a la central mediante un botón de pánico de un equipo móvil y la central de emergencias gestionará los pedidos de atención en tiempo real enviando la emergencia a la ambulancia idónea.

Los choferes de las ambulancias tendrán una ayuda de ruteo con tráfico en tiempo real desde el punto donde se encuentran hasta el lugar de la emergencia. Por otro lado, los paramédicos tendrán la histórica clínica resumida electrónica del asegurado de manera digital para informarse al detalle de los datos relevantes de la víctima y lleguen preparados al lugar del siniestro.

Para que la atención sea agilizada el chofer podrá hacer una búsqueda de los centros médicos adecuados para llevar al accidentado sin tener en cuenta la disponibilidad de ellos. Esta solución intenta disminuir el tiempo en atender una emergencia desde que ocurre hasta llegar a un centro médico tras el accidente. También se brindará estadísticas de la gestión para saber el número de incidentes, tipo de emergencias y frecuencias de atención.

Tabla de contenido

TABLA DE ILUSTRACIONES	3
1 CAPÍTULO 1: GENERALIDADES	4
1.1 PROBLEMÁTICA	4
1.2 MARCO TEÓRICO	6
1.2.1 MARCO CONCEPTUAL	7
1.3 ESTADO DEL ARTE	12
1.3.1 FORMAS APROXIMADAS DE RESOLVER EL PROBLEMA	13
1.3.2 PRODUCTOS COMERCIALES PARA RESOLVER EL PROBLEMA	13
1.3.3 PRODUCTOS NO COMERCIALES (DE INVESTIGACIÓN) PARA RESOLVER EL PROBLEMA	14
1.3.4 CONCLUSIONES SOBRE EL ESTADO DEL ARTE	15
2 CAPÍTULO 2: OBJETIVOS Y RESULTADOS ESPERADOS	16
2.1 OBJETIVO GENERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2.3 RESULTADOS ESPERADOS	16
2.4 HERRAMIENTAS, MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	17
2.4.1 MAPEO	17
2.4.2 HERRAMIENTAS	19
2.4.3 METODOLOGÍAS	20
2.5 ALCANCE	21
2.5.1 LIMITACIONES	21
2.5.2 RIESGOS	22
2.6 JUSTIFICACIÓN Y VIABILIDAD	23
2.6.1 JUSTIFICATIVA DEL PROYECTO DE TESIS	23
2.6.2 ANÁLISIS DE VIABILIDAD DEL PROYECTO DE TESIS	23
2.7 PLAN DE ACTIVIDADES	24
3 CAPÍTULO 3: MODELO DE LA HISTORIA CLÍNICA RESUMIDA Y DEL PROCESO DE ATENCIÓN DE EMERGENCIA OPTIMIZADO	24
3.1 MODELO DE LA HISTORIA CLÍNICA RESUMIDA	24
3.2 MODELO DEL PROCESO DE ATENCIÓN DE EMERGENCIA OPTIMIZADO	25
4 CAPÍTULO 4: INFORME DE ARQUITECTURA FUNCIONAL DEL SISTEMA IMPLANTADA EN EL SERVIDOR.	30
4.1 ATRIBUTOS DE CALIDAD	30
4.1.1 RENDIMIENTO	30
4.1.2 DISPONIBILIDAD	32
4.2 TÁCTICAS DE CALIDAD	33
4.2.1 TÁCTICA DE CALIDAD PARA EL ATRIBUTO DE RENDIMIENTO	33
4.2.2 TÁCTICA DE CALIDAD PARA EL ATRIBUTO DE DISPONIBILIDAD	34

4.3	REQUERIMIENTOS ARQUITECTÓNICAMENTE SIGNIFICATIVOS (ARCHITECTURALLY SIGNIFICANT REQUIREMENTS - ASR)	34
4.3.1	LISTADO DE ASR	34
4.3.2	PATRONES PARA CUMPLIR LOS ASR RELACIONADOS	35
4.3.3	MODELO DE INTERACCIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA	36
5	<u>CAPÍTULO 5: ALGORITMO IMPLEMENTADO PARA LA ASIGNACIÓN AUTOMÁTICA DE UNIDADES DE AMBULANCIAS A LOS PUNTOS DE EMERGENCIA CON PRIORIDADES DE TIEMPO, DISTANCIA Y TURNO DE LLEGADA DE LA ALERTA.</u>	37
5.1	ESTRUCTURAS DE DATOS EMPLEADOS EN EL ALGORITMO	37
5.2	PSEUDOCÓDIGO DEL ALGORITMO CON CRITERIO VORAZ	38
5.3	DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL ALGORITMO CON CRITERIO VORAZ	38
5.4	DISCUSIONES	39
6	<u>CAPÍTULO 6: ESQUEMA DE SERVICIOS QUE MUESTRE Y DESCRIBA LAS FORMAS DE INTEGRACIÓN ENTRE LAS APLICACIONES DE LA SOLUCIÓN</u>	40
6.1	MÓDULO DE ALERTA	40
6.1.1	ENVÍO DE ALERTA	40
6.1.2	RECEPCIÓN DE ALERTA	40
6.1.3	ATENCIÓN DE ALERTA	40
6.1.4	ASIGNACIÓN DE ALERTAS	40
6.2	MÓDULO DE AMBULANCIA	40
6.2.1	ESPERA DE ALERTA	41
6.2.2	CONFIRMACIÓN DE ALERTA	41
6.2.3	CANCELACIÓN DE ALERTA	41
6.2.4	BÚSQUEDA DE CENTROS MÉDICOS MÁS CERCANOS	41
6.2.5	CAMBIAR ESTADO DE AMBULANCIA	41
6.2.6	CAMBIAR GEOLOCALIZACIÓN DE AMBULANCIA	41
6.2.7	RECIBIR LA INFORMACIÓN BÁSICA DEL ASEGURADO	41
6.2.8	VER HISTORIA CLÍNICA RESUMIDA ELECTRÓNICA DEL ASEGURADO	42
6.3	MÓDULO DE GESTIÓN	42
6.3.1	GESTIÓN DE AMBULANCIAS	42
6.3.2	MONITOREO DE ALERTAS	42
7	<u>CAPÍTULO 7: PROTOTIPO FUNCIONAL COMPLETO DE LAS APLICACIONES INTEGRADAS EN EL SISTEMA.</u>	43
7.1	MODULO DE ALERTA	43
7.2	MODULO DE AMBULANCIA	45
7.3	MODULO DE GESTIÓN	54
8	<u>CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS</u>	59
	<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	61

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1: Período crítico de lesiones graves. Fuente: [MESO 2010]	5
Ilustración 2: Ejercicio del cálculo de estadísticas de muertes . Fuente: Elaboración Propia	6
Ilustración 3: Proceso de atención de emergencia actual. Fuente: Elaboración Propia	9
Ilustración 4: Cuadro comparativo de soluciones encontradas. Fuente: Elaboración Propia	15
Ilustración 5: Mapeo de herramientas para los resultados esperados. Fuente: Elaboración Propia	18
Ilustración 6: Plan de actividades del proyecto. Fuente: Elaboración Propia	24
Ilustración 7: Proceso de atención de emergencia mejorado. Fuente: Elaboración Propia	29
Ilustración 8: Escenario concreto para el atributo de calidad rendimiento. Fuente: Elaboración Propia	30
Ilustración 9: Prueba de estrés con 20 peticiones simultáneas. Fuente: Elaboración Propia	31
Ilustración 10: Escenario concreto para el atributo de calidad disponibilidad. Fuente: Elaboración Propia	32
Ilustración 11: Tácticas para el atributo de calidad de rendimiento. Fuente: Elaboración Propia	33
Ilustración 12: Tácticas para el atributo de calidad de disponibilidad. Fuente: Elaboración Propia	34
Ilustración 13: Modelo de componentes y conectores. Fuente: Elaboración Propia	36
Ilustración 14: Interfaz para el envío de alerta. Fuente: Elaboración Propia	43
Ilustración 15: Interfaz de mensaje de confirmación de alerta. Fuente: Elaboración Propia	44
Ilustración 16: Demonio que ejecuta el algoritmo con criterio voraz. Fuente: Elaboración Propia	44
Ilustración 17: Interfaz de espera de alertas. Fuente: Elaboración Propia	45
Ilustración 18: Interfaz de aviso de una alerta. Fuente: Elaboración Propia	46
Ilustración 19: Interfaz de ruta sugerida. Fuente: Elaboración Propia	47
Ilustración 20: Menú principal del paramédico. Fuente: Elaboración Propia	48
Ilustración 21: Interfaz para visualizar los datos del asegurado. Fuente: Elaboración Propia	49
Ilustración 22: Interfaz para visualizar el historial clínico resumido electrónico del asegurado. Fuente: Elaboración Propia	50
Ilustración 23: Interfaz de búsqueda de centros médicos. Fuente: Elaboración Propia	51
Ilustración 24: Interfaz de llegada de ambulancia. Fuente: Elaboración Propia	52
Ilustración 25: Interfaz de selección de centro médico. Fuente: Elaboración Propia	53
Ilustración 26: Interfaz para registrar la atención del asegurado. Fuente: Elaboración Propia	54
Ilustración 27: Menú principal del administrador de la central de emergencias. Fuente: Elaboración Propia	55
Ilustración 28: Interfaz de monitoreo de unidades y alertas de una aseguradora. Fuente: Elaboración Propia	55
Ilustración 29: Detalle de información de una unidad de emergencia y de una alerta. Fuente: Elaboración Propia	56
Ilustración 30: Score de choferes. Fuente: Elaboración Propia	57
Ilustración 31: Score de alertas por asegurado. Fuente: Elaboración Propia	57
Ilustración 32: Reporte de alertas atendidas. Fuente: Elaboración Propia	58
Ilustración 33: Reporte de tiempo promedio. Fuente: Elaboración Propia	58

1 CAPÍTULO 1: Generalidades

1.1 Problemática

En la actualidad, el número de compañías aseguradoras en el mercado peruano se encuentra en crecimiento y un mayor número de personas adquieren sus servicios de emergencias médicas. Cuando ocurre una emergencia los accidentados tienen que llamar por teléfono lo cual resulta laborioso y tedioso debido a que cada aseguradora tiene un número de teléfono particular. No existe un número único y fácil de recordar de emergencia para que los asegurados puedan comunicarse rápidamente con una central única y ser atendidos a la brevedad.

La central telefónica de cada aseguradora recibe las llamadas y tiene que comunicarse por teléfono con la ambulancia más cercana al lugar del accidente brindando la información necesaria para la atención de la emergencia. Además, el chofer de la ambulancia decide en base a su experiencia cuál será la ruta a tomar para llegar al lugar de la emergencia. Sin embargo, el desplazamiento de las ambulancias se ve afectado por el gran incremento que afronta el parque automotor de Lima Metropolitana, lo cual genera un problema de tránsito e impide que las ambulancias lleguen en el menor tiempo posible al lugar de la emergencia. La llegada rápida de las ambulancias es un factor muy importante para reducir las consecuencias adversas de un accidente. [MSC 2012]

Además, los paramédicos que socorren a los heridos obtienen información de los accidentados recién en el lugar de los hechos, ya sea por un testigo o por documentos personales que el accidentado posee. El paramédico no tiene una información histórica previa de los accidentados con lo cual no están preparados para un auxilio adecuado. Acuden al lugar de los hechos sin saber cuál es la información básica del herido como edad, tipo de sangre, medicinas alérgicas y enfermedades contraídas.

Una vez en el lugar de la emergencia las ambulancias tienen dificultad para trasladar a las personas afectadas a un centro médico idóneo según el tipo de accidente o tipo de enfermedad que sufra la víctima, porque tienen poca información de ubicación y disponibilidad de estos centros.

Adams Cowley, cirujano militar y director del Centro de Atención al Shock traumático de Maryland (EEUU) menciona lo siguiente: *“Hay una hora de oro entre la vida y la muerte. Si estás gravemente lesionado, tienes menos de sesenta minutos para sobrevivir. Puedes no morir entonces, pero lo puedes hacer tres días o dos semanas después, porque algo ha ocurrido en tu cuerpo*

que es irreversible”, lo que se conoce como la “hora de oro” y nos transmite cuán importante es llegar rápido al lugar de los hechos. [UMMC 2013] [LERNER-MOSCATI 2001]

En la ilustración 1 se aprecia el incremento de la tasa de mortalidad según el tipo de ayuda recibida en cada lapso de tiempo.

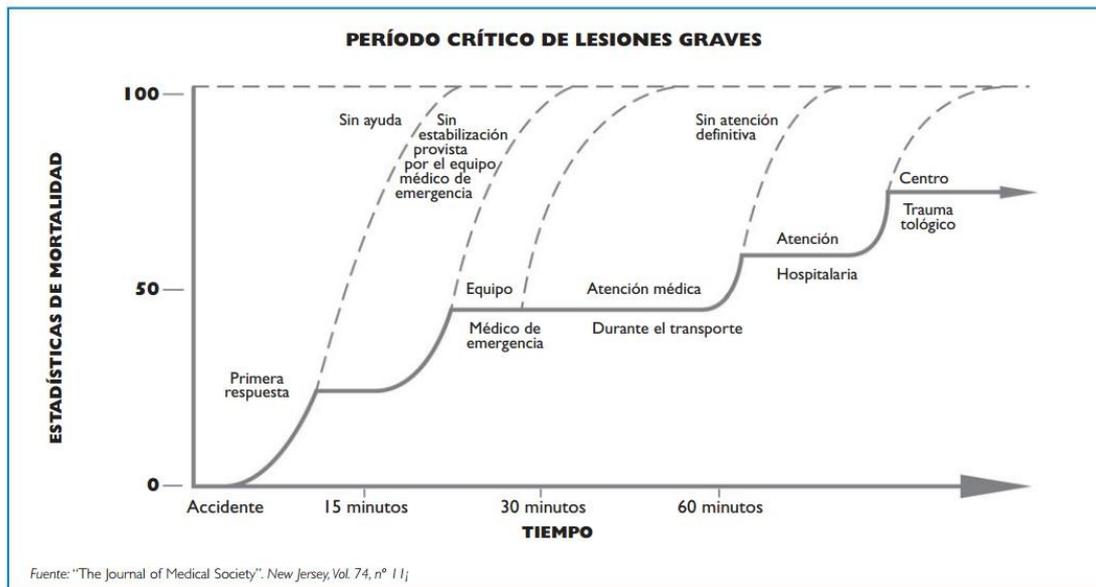


Ilustración 1: Período crítico de lesiones graves. Fuente: [MESO 2010]

Según los estudios realizados por la Dirección General de Tráfico del Gobierno de España sobre la mortalidad de las víctimas, el 10% fallece al instante o en los siguientes minutos a causa de lesiones graves del sistema nervioso o rotura de arterias. Otro 15% muere varias horas o días después como consecuencia de una complicación como asfixia o hemorragia. Por último, el 75% restante de muertes se producen dentro de la primera y segunda hora tras el accidente. En este último 75% se puede reducir el número de fallecimientos con asistencia inmediata adecuada de las ambulancias. [DGTE 2011]

Según Fernando Ayuso, Presidente de la sociedad española de Medicinas de Urgencias y Emergencias (SAMU) de Andalucía, “realizando una gestión eficaz y mejorando la actuación de todos los participantes en la atención a los heridos de un accidente de tráfico, se puede disminuir la mortalidad hasta un 35% y mejorar el pronóstico de los supervivientes”.

Según las estadísticas elaboradas por el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática con información del Ministerio del Interior del Perú, señalan que se han producido 3,462 fallecidos por accidentes de tránsito en el Perú en el

periodo abril 2011 a abril 2012. Debido a que no se encontró información sobre el intervalo de tiempo en el cual los accidentados perdieron la vida en el Perú, procederemos a realizar un ejercicio en base a las estadísticas obtenidas que se presentan en la ilustración 2. [INEI 2012]

Población	3,462 personas fallecidas			
Descripción	Porcentaje	Muertes		
Al instante	10%	346		
Varias horas o días después	15%	519	Porcentaje	Personas salvadas
Dentro de la primera y segunda hora	75%	2,597	35%	909

Ilustración 2: Ejercicio del cálculo de estadísticas de muertes . Fuente: Elaboración Propia

Al aplicar los porcentajes a estas cifras 2,597 personas habrían fallecido en la denominada “hora de oro” y 909 personas podrían haber sobrevivido si la atención fuera rápida y adecuada.

La solución que se plantea para la problemática expuesta es crear una central de emergencias, la cual procesará las alertas en tiempo real. Además, se plantea crear una historia clínica resumida electrónica, en donde se tendrá la información básica digitalizada del asegurado. Los asegurados enviarán alertas con su identificación y geolocalización a la central mediante un botón de pánico de un equipo móvil y la central de emergencias gestionará los pedidos de atención en tiempo real enviando la emergencia a la ambulancia idónea. Los choferes de las ambulancias tendrán una ayuda de ruteo con tráfico en tiempo real desde el punto donde se encuentran hasta el lugar de la emergencia. Por otro lado, los paramédicos tendrán la histórica clínica resumida electrónica del asegurado de manera digital para informarse al detalle de los datos relevantes de la víctima y lleguen preparados al lugar del siniestro. Para que la atención sea agilizada el chofer podrá hacer una búsqueda de los centros médicos adecuados para llevar al accidentado sin tener en cuenta la disponibilidad de ellos. Esta solución intenta disminuir el tiempo en atender una emergencia desde que ocurre hasta llegar a un centro médico tras el accidente. También se brindará estadísticas de la gestión para saber el número de incidentes, tipo de emergencias y frecuencias de atención.

1.2 Marco teórico

En esta sección se presentarán tanto conceptos relacionados al entendimiento del problema, como los conceptos relacionados a la solución que permitan explicar algunos términos técnicos que contenga el documento.

1.2.1 Marco conceptual

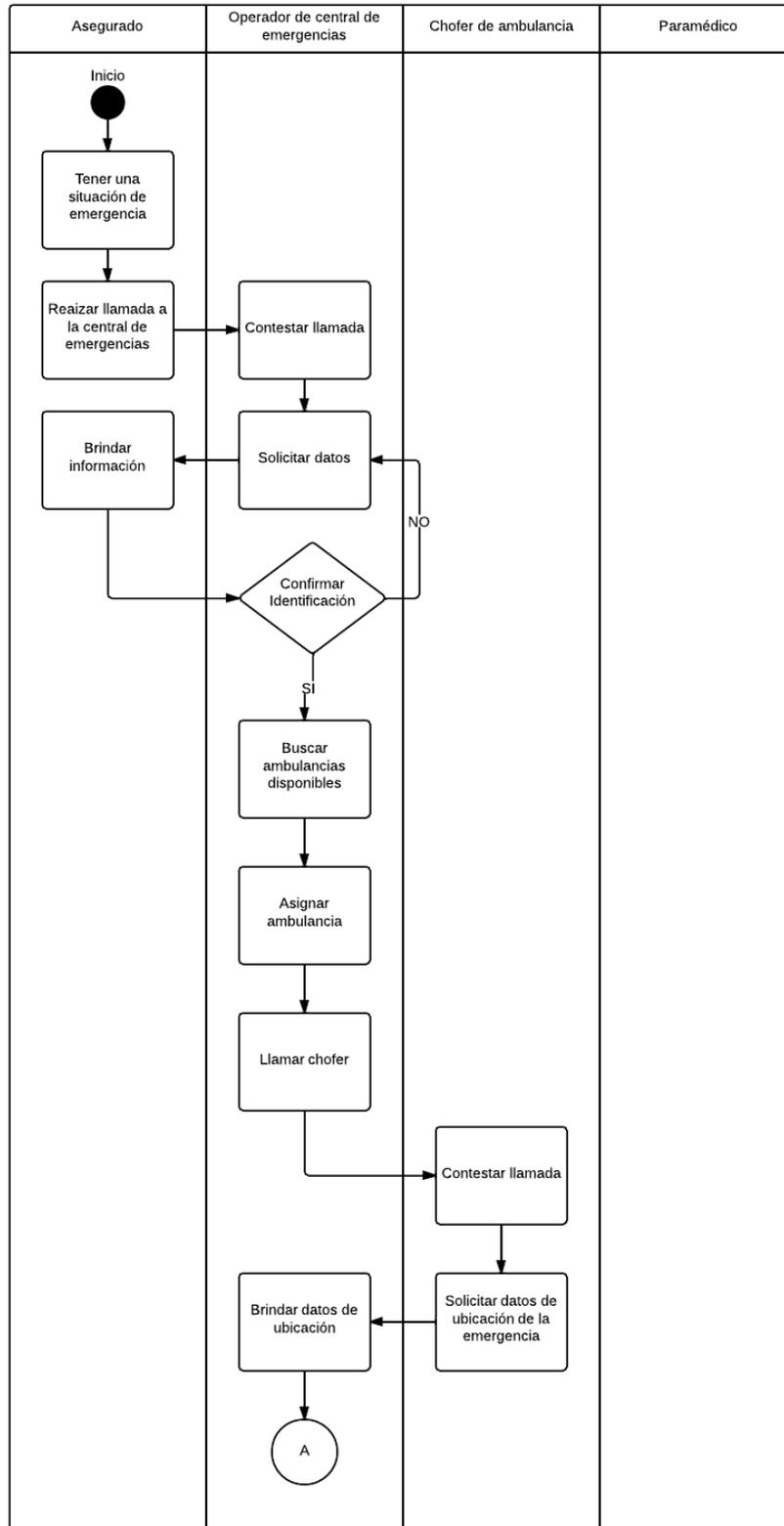
a) Conceptos relacionados al problema

Proceso de atención de emergencia

A continuación se describe el proceso actual de atención de emergencia de una empresa aseguradora con su propia central telefónica. Se mencionan las actividades realizadas por todos los actores involucrados en el proceso: asegurado, operador de la central de emergencias, chofer de la ambulancia y paramédico.

El proceso que se observa en la ilustración 3 ha sido construido con la información que se obtuvo de la empresa aseguradora que se tomará como modelo para el presente proyecto.





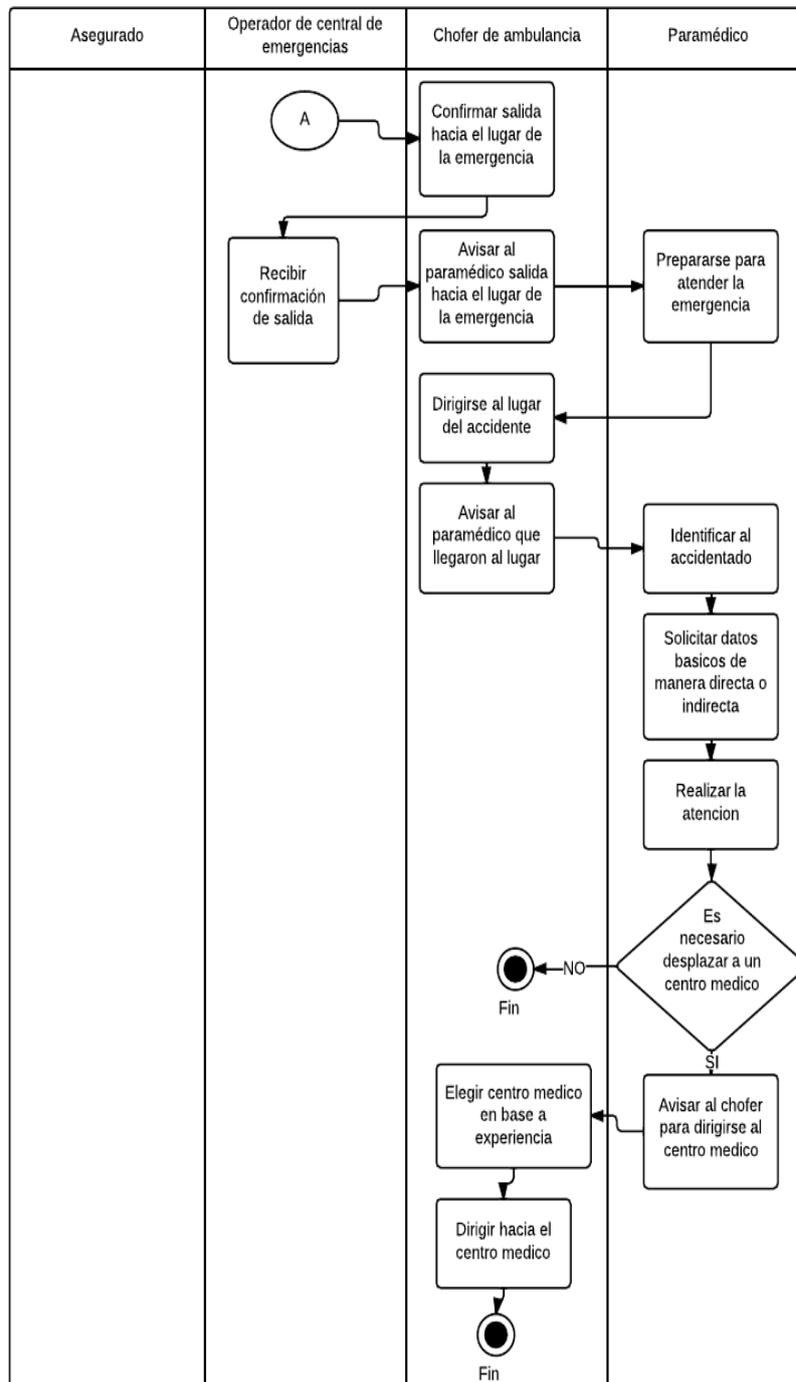


Ilustración 3: Proceso de atención de emergencia actual. Fuente: Elaboración Propia

Historia Clínica

Es el documento médico legal, que registra los datos, de identificación y de los procesos relacionados con la atención del paciente, en forma ordenada, integrada, secuencial e inmediata de la atención que el médico u otros profesionales brindan al paciente. [MINSa 2005]

La historia clínica tiene como principal uso:

- Proporcionar evidencia documentada sobre el curso de la enfermedad y tratamiento del paciente.
- Servir como base para el estudio y evaluación de la calidad de la atención prestada al paciente.
- Proporcionar información para usos de investigación y docencia.
- Contribuir al sistema de información proporcionando datos para la programación, y evaluación de actividades de salud local, regional y nacional.
- Ayudar a proteger los intereses legales del paciente, del establecimiento de salud y del personal de salud. [MINSa 2005]

Toda atención de emergencia debe ser registrada en la Historia Clínica en el formato de emergencia, siendo responsabilidad del profesional de la salud tratante según lo establecido en el Decreto Supremo N 016-2002/SA. [MINSa 2005]

El contenido mínimo del formato de atención de emergencia es:

- Fecha y hora de atención.
- Filiación.
- Enfermedad actual, motivo principal de la emergencia.
- Antecedentes.
- Examen físico.
- Exámenes auxiliares.
- Diagnóstico presuntivo.
- Plan de trabajo.
- Terapeuta y seguimiento.
- Firma, sello del médico tratante.

Debe incluirse también:

- Hoja de consentimiento informado de ser el caso.
- Hoja de autorización de procedimiento quirúrgico, de ser el caso.
- Resumen de Historia Clínica. [MINSa 2005]

b) Conceptos relacionados a la propuesta de solución

A continuación, se presentarán definiciones que permitirán dar un mayor entendimiento de términos relacionados a la alternativa de solución que se propone.

Tecnología móvil

Hoy en día la tecnología móvil, permite la comunicación de señales de voz digitalizadas. Se sirve de Internet para conectarnos con cualquier red pública o privada, tiene capacidad para almacenar la información personal que pudiéramos necesitar, interacciona con nuestro entorno, puede brindarnos las coordenadas de la posición que ocupamos en un momento dado en el planeta. Es de gran utilidad para implantar soluciones de movilidad en las empresas y para que el ciudadano disfrute de una comunicación inteligente. Esta es una de las soluciones que se utilizarán para el desarrollo del siguiente proyecto. [ARROYO 2005]

Application Programming Interface (API)

Una interfaz de programación de aplicaciones (API) es un particular conjunto de normas y especificaciones que un programa de software puede seguir para acceder y hacer uso de los servicios y los recursos proporcionados por otro programa de software en particular que implementa esa API. Sirve como un interfaz entre diferentes programas de software y facilita su interacción, similar a la forma en que el interfaz de usuario facilita la interacción entre humanos y computadoras.

La razón de que las API son tan importantes se debe al efecto de red que se produce cuando más aplicaciones son creadas para una plataforma, de tal manera que conducen a un aumento en el valor de la propia plataforma. Tan pronto como un ecosistema de desarrolladores radica se vuelve más costoso para cambiar a alternativas (ya que algunas aplicaciones pueden no estar disponibles en la nueva plataforma) y es un requisito previo de una empresa para convertirse en el proveedor dominante en su mercado.

Antes que la Web esté disponible como una plataforma de distribución, fue muy difícil de crecer un ecosistema de desarrolladores alrededor de APIs. El Internet, y en particular el aumento de las API Web, han tenido un efecto democratizador. Ahora cualquier persona puede crear una API para compartir datos o servicios. Cualquiera puede definir su módulo o subsistema como un servicio web, y estarán disponibles para integrarse en otros módulos o aplicaciones en la web conectada.

Arquitectura orientada a servicios (SOA)

Una arquitectura orientada a servicios es un estilo de diseño que guía todos los aspectos de crear y usar servicios de negocio a través de su ciclo de vida. Esta arquitectura es una manera de definir y proveer una infraestructura de TI que permite intercambiar datos entre aplicaciones que participan en el proceso de negocio, independientemente del sistema operativo o lenguajes de programación subyacentes a dichas aplicaciones.

SOA permite reutilizar servicios para desarrollar nuevas aplicaciones a raíz de una colección existente de aplicaciones, por lo tanto reduce los costos, mejora

el tiempo para los resultados y se obtiene un mejor ROI. Sin embargo, demanda tiempo para alcanzar este punto y una significativa inversión en desarrollo de servicios que quizás sean requeridos. [McGovern 2004]

Para elegir una arquitectura adecuada nos basaremos en escenarios concretos y luego se plantearán tácticas para mitigar el impacto.

El atributo de calidad es una propiedad medible o verificable mediante pruebas que se utiliza para indicar qué tanto el sistema satisface las necesidades de los interesados. Los más utilizados son rendimiento, disponibilidad y usabilidad. [CASTILLO 2014]

- Disponibilidad: es la habilidad del sistema a estar disponible para ser usado, especialmente luego de presentarse defectos.
- Rendimiento: Es la habilidad del sistema en cumplir con los requerimientos de tiempo. Comprende: evento y tiempo de repuesta. Todos los sistemas tienen requerimiento de rendimiento .
- Usabilidad: La facilidad con la que un usuario final puede realizar una operación usando el sistema y la ayuda que el sistema le da en lograr el objetivo.

Las tácticas de arquitectura son decisiones de diseño que afectan la respuesta de un atributo de calidad. Facilita la tarea de adaptar un patrón de arquitectura para cumplir con los atributos de calidad. [CASTILLO 2014]

Web Service

Web services define un mecanismo estandarizado para describir, localizar y comunicarse con aplicaciones online, los cuales son componentes web accesibles. [WS-IEEE 2007]

Estos se dividen en tres áreas communication protocols, service descriptions y service discovery. Los más sobresalientes son: SOAP protocolo que permite la comunicación entre web services, en el área de communication protocols; WSDL descripción basada en XML de los requisitos funcionales necesarios para establecer una comunicación con los servicios Web, en el área de service descriptions; y UDDI que permite comprobar qué servicios web están disponibles, service discovery. [IC-IEEE 2002]

1.3 Estado del arte

En esta sección se explica cómo el problema puede tener soluciones parciales empleando sistemas con funcionalidades deseadas e investigaciones que permitan resolver el problema planteado.

1.3.1 Formas aproximadas de resolver el problema

Empleo de Api de Google Maps

Google Maps dispone de un amplio conjunto de APIs que te permiten trasladar la gran funcionalidad y la utilidad diaria de Google Maps a tu propio sitio web y a tus propias aplicaciones, así como superponer tus datos.

Hay muchas formas de insertar rutas de Google Maps en tus aplicaciones. Gracias al API matriz de distancia, los usuarios pueden encontrar las mejores rutas en coche y conocer el tiempo necesario para llegar a su destino.

Envía alertas, habilita servicios, crea aplicaciones de delimitación geográfica y mucho más con el API, que te permite crear experiencias personalizadas para usuarios que compartan su ubicación contigo.

Con el API de rutas, puedes crear las opciones de ruta más adecuadas para tus usuarios. Implementa la función de arrastrar y soltar rutas para que los usuarios puedan elegir su propia ruta directamente en el mapa. La optimización de la ruta hará que los destinos se vuelvan a ordenar para reducir el tiempo de viaje y la distancia hasta 25 hitos. Utiliza el API de matriz de distancia para que se pueda ver la distancia que hay hasta el destino y el tiempo que se tarda en llegar.

Con la nueva versión de la API de Google Maps puedes crear aplicaciones de HTML5 que se pueden volver a utilizar tanto en plataformas de escritorio como de dispositivos móviles. Esta API no ocupa mucho espacio y funciona bien en la mayoría de los tamaños de pantalla, incluso en dispositivos de gran tamaño.

1.3.2 Productos comerciales para resolver el problema

a) Aplicaciones móviles de las empresas aseguradoras

Pacifico, Mapfre y Rimac Seguros en los últimos años han desarrollado aplicaciones móviles para los clientes de libre acceso disponibles en las diferentes plataformas: Android, iOS y BlackBerry.

Pacifico seguros cuenta con las plataforma de Android, iOS y Blackberry. Las funciones que brinda son: [PACIFICO-2013]

- Realizar una consulta de sus productos en seguros y sus ventajas.
- Muestran las preguntas frecuentes sobre los producto de servicios.
- Búsqueda de sus oficinas a nivel nacional.
- Localizar las playas de estacionamiento más cercana a la ubicación actual del usuario.
- Realizar una llamada directa a la central de emergencias.

Mapfre seguros cuenta con las plataformas de iOS y Android. Las funciones que brinda son:

- Realizar el cálculo del precio del seguro de automóvil.
- Realizar el seguimiento de las revisiones periódicas del automóvil.

- Asistencia en carretera a través de la localización del móvil.
- Almacenar la documentación relativa a un seguro.
- Acceso online al cuadro médico de MAPFRE.
- Localización del vehículo a través de GPS para registrar dónde se encuentra estacionado y recibir un aviso cuando venza el ticket del parking.
- Compartir información en redes sociales.

Rimac seguros cuenta con las plataformas de iOS y Android. Las funciones que brindan son:

- Realizar una llamada directa a la central de emergencias.
- Contactarse con un medico online.
- Solicitar un chofer de reemplazo.
- Enviar a los familiares y amigos mensajes de texto en caso de sismo.
- Ubicar los principales servicios a nivel nacional(bancos, cajeros, grifos, comisarias, centros de salud y clínicas)
- Ubicar los puntos de venta de SOAT mas cercanos a la ubicación actual del usuario.
- Realizar el cálculo del precio del seguro de automóvil.
- Consultar el estado de las pólizas e información de los pagos pendientes.

b) Sistema Mayday por telefonía móvil

Consiste en un dispositivo instalado en el interior del vehículo que, en caso de accidente, transmite una señal a una central de llamadas de emergencias a través de un sistema de comunicación basado en telefonía móvil. Mediante un dispositivo de GPS se reconoce las coordenadas exactas del vehículo que se transmiten en la “señal Mayday”. La principal característica de este sistema es que señal de auxilio es transmitida por voz sintetizada.

c) Aplicativo móvil 112 Iceland

Es una aplicación móvil creada por el servicio de emergencia de la Unión Europea. Los países que pertenecen a la unión europea pueden llamar al 112 para solicitar servicios de atención como ambulancias, bomberos y policía. Esta aplicación envía un mensaje de texto con la geoubicación del teléfono del cual se va a llamar al 112.

1.3.3 Productos no comerciales (de investigación) para resolver el problema

Análisis, diseño e implementación de un sistema web y móvil para el soporte informático a la gestión de los servicios de atención que brindan las comisarias a la comunidad (SeguriApp)

Tesis que implementa un sistema Web y móvil. El sistema móvil permite activar una alarma por el usuario en caso de emergencia o en caso de tener alguna sospecha sobre un crimen que luego será recibida por el sistema Web para su visualización en línea por los usuarios registrados.[GONZALES-JOHNSON 2013]

1.3.4 Conclusiones sobre el estado del arte

Luego de haber encontrado soluciones parciales que resuelven el problema, se presenta en la ilustración 3 un cuadro comparativo según las características principales que posee la solución planteada.

Características	Api de Google Maps	Aplicaciones móviles para empresas aseguradoras	Sistema Mayday	112 Iceland	SeguiApp	Propuesta de solución
Envío de alertas desde dispositivos móviles		X	X	X	X	X
Asignación automática de alertas a ambulancias						X
Visualizar centros médicos	X	X			X	X
Visualizar historia clínica de manera digital						X
Registro de atención brindada					X	X
Central única de monitoreo					X	X

Ilustración 4: Cuadro comparativo de soluciones encontradas. Fuente: Elaboración Propia

Las soluciones brindadas por las aseguradoras están enfocadas a mostrar información a sus clientes. Se observa una deficiencia en el uso de sus aplicaciones para optimizar su proceso de atención de emergencias.

La solución SeguriApp esta enfocada a una gestión de crímenes para ser visualizada por todos los ciudadanos en tiempo real. El usuario puede avisar de un crimen, registrar una pre denuncia, visualizar comisarias y visualizar todos los crímenes centralizados en una web.

Luego de realizado el análisis del estado del arte se puede afirmar que no existe una solución que satisfaga las necesidades del problema, a excepción de la solución planteada.

2 CAPÍTULO 2: Objetivos y Resultados Esperados

2.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema de gestión del servicio de ambulancias para la atención de emergencias de una empresa aseguradora en Lima.

2.2 Objetivos específicos

- 1) Elaborar el modelo de la Historia Clínica Resumida.
- 2) Elaborar el modelo del proceso de atención de emergencia optimizado.
- 3) Definir la arquitectura que permita soportar el flujo de la información en el sistema.
- 4) Diseñar un algoritmo que asigne automáticamente las ambulancias a los puntos de emergencia considerando factores como distancia, tiempo y hora de llegada de la alerta.
- 5) Definir el esquema de los servicios a implementarse para garantizar la integración de la información en el sistema.
- 6) Implementar el prototipo funcional del sistema de información para gestionar el servicio de ambulancias de una empresa aseguradora.

2.3 Resultados esperados

Resultado 1 para el objetivo 1: Modelo de la Historia Clínica Resumida ajustado a la Norma Técnica de la Historia Clínica de los Establecimientos del Sector Salud.

Resultado 2 para el objetivo 2: Modelo del proceso de atención de emergencia optimizado que represente gráficamente la secuencia de todas las actividades que ocurren durante este proceso.

Resultado 3 para el objetivo 3: Informe de arquitectura funcional del sistema implantada en el servidor.

Resultado 4 para el objetivo 4: Algoritmo implementado para la asignación automática de unidades de ambulancias a los puntos de emergencia con prioridades de tiempo, distancia y turno de llegada de la alerta.

Resultado 5 para el objetivo 5: Esquema de servicios que muestre y describa las formas de integración entre las aplicaciones de la solución. La integración se presenta en los siguientes tres módulos:

- Aplicación para el envío de alertas inmediatas para el asegurado.
- Aplicación para recibir y atender alertas asignadas a cada ambulancia.
- Aplicación para gestionar el estado de las alertas y ambulancias en tiempo real.

Resultado 6 para el objetivo 6: Prototipo funcional completo de las aplicaciones integradas en el sistema.

2.4 Herramientas, métodos y procedimientos

En esta sección se presentarán las herramientas y metodologías que se emplearán para alcanzar y desarrollar los objetivos específicos del proyecto que son parte de la solución.

2.4.1 Mapeo

Resultados esperado	Herramientas a usarse
Modelo de la Historia Clínica Resumida ajustado a la Norma Técnica de la Historia Clínica de los Establecimientos del Sector Salud.	Norma Técnica de la Historia Clínica es un documento que establece las normas y procedimientos para la administración y gestión de la Historia Clínica a nivel nacional del sector salud.
Modelo del proceso de atención de emergencia optimizado que represente gráficamente la secuencia de todas las actividades que ocurren durante este proceso.	Business Process Modeling Notation o BPMN (Notación para el modelado de proceso de negocio) es una notación gráfica estandarizada que permite el modelado de procesos de negocio en un formato de flujo de trabajo. Bizagi Process Modeler es un software para diagramar, documentar y simular procesos de manera gráfica en un formato estándar conocido como BPMN.
Informe de arquitectura funcional del sistema implantada en el servidor.	EABOK es una guía que ofrece una visión de una arquitectura según las necesidades de una organización. Microsoft Visio es un software que permite realizar diagramas de flujos, base de datos y

Resultados esperado	Herramientas a usarse
	UML.
<p>Algoritmo implementado para la asignación automática de unidades de ambulancias a los puntos de emergencia con prioridades de tiempo, distancia y turno de llegada de la alerta.</p>	<p>API de Google Maps es una librería que contiene estructuras de datos y funciones de google Maps para emplearlas en otras aplicaciones.</p> <p>CSharp es un lenguaje de programación que es ejecutado sobre la plataforma .Net.</p> <p>PHP es un lenguaje de programación que permite crear Web Services.</p>
<p>Esquema de servicios que muestre y describa las formas de integración entre las aplicaciones de la solución</p>	<p>PHP es un lenguaje de programación que permite crear Web Services.</p>
<p>Prototipo funcional completo de las aplicaciones integradas en el sistema.</p>	<p>API de Google Maps es una librería que contiene estructuras de datos y funciones de google Maps para emplearlas en otras aplicaciones.</p> <p>JQuery es una biblioteca en Javascript que nos facilita un manejo de HTML con ajax.</p> <p>HTML5 es la última versión del lenguaje básico de la World Wide Web.</p> <p>PHP es un lenguaje de programación que permite crear Web Services.</p> <p>Java es un lenguaje de programación que es ejecutado sobre una máquina virtual de java.</p> <p>NetBeans es un IDE que permite desarrollar en diversos lenguajes de programación.</p>

Ilustración 5: Mapeo de herramientas para los resultados esperados. Fuente: Elaboración Propia

2.4.2 Herramientas

A continuación se describen las herramientas que se utilizarán para desarrollar la solución.

BPMN

La notación para el modelado de procesos de negocio (Business Process Modeling Notation) es una representación grafica estandarizada que permite el modelado de procesos de negocio en un formato de flujo de trabajo. [BPMN 2014]

Bizagi Process Modeler

El modelador de procesos de bizagi es una herramienta que permite modelar y documentar procesos de negocio basado cien por ciento en el estándar de aceptación mundial conocido como BPMN. [BIZAGI 2014]

Java

Es un lenguaje de programación concurrente, orientado a objetos y basado en clases la cual es ejecutado sobre una máquina virtual Java sin importar la arquitectura de la computadora.

NetBeans

Es un entorno de desarrollo integrado hecho en Java que permite que las aplicaciones sean desarrolladas a partir de un conjunto de componentes de software llamados módulos.

Csharp

Es un lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado y estandarizado por Microsoft como parte de su plataforma .Net. Su sintaxis básica deriva del lenguaje de programación C y C++ y puede ser compilado y ejecutado en diversas plataformas empleando el marco Mono de GNU.

PHP

Es un lenguaje de programación diseñado para entorno web de contenido dinámico. Generalmente se usa del lado del servidor y puede ser ejecutado en múltiples plataformas.

PHP es un lenguaje de secuencia de comandos de servidor diseñado específicamente para la Web, mientras que MySQL constituye el mejor sistema para la administración de bases de datos relacionales de modo rápido y sólido; la combinación de ambos le permitirá crear sofisticadas aplicaciones web dinámicas con resultados sorprendentes. [WELLING 2007]

Jquery

Es una biblioteca de funciones en JavaScript que permite simplificar la manera de interactuar con los documentos de HTML y la técnica AJAX a páginas web.

Esta biblioteca es muy útil para el desarrollo de aplicaciones web, ya que permite cambiar el contenido de una página web sin necesidad de

recargarla y además reduce el código en javascript logrando así desarrollar aplicaciones en menos tiempo y espacio.

HTML5

Es la quinta versión del lenguaje básico de la World Wide Web y especifica una nueva variante XHTML. Además puede integrar elementos multimedia y contiene nuevos componentes para la funcionalidad de animaciones gráficas.

Uno de los principales elementos de HTML5 que se van a emplear es el canvas, que permite generar gráficos dinámicamente por scripting logrando así la visualización de los mapas y las rutas.

Microsoft Visio

Es un software que me permite realizar diagramas de oficinas, diagramas de base de datos, diagramas de flujo de programas y UML para simplificar la información compleja con modelos actualizados y herramientas de colaboración.

El algoritmo que corre en back-end será representado mediante un diagrama de flujo y para ello será necesario emplear esta herramienta que permitirá realizar un adecuado diseño de la representación del algoritmo.

Api de Google Maps

Es un servicio que ofrece Google Maps y permite a los desarrolladores integrar sus funcionalidades a cualquier web site. Además esta ofrece servicios de recuperación de imágenes de mapas estáticos, y servicios web para la geocodificación y la generación de carreteras.[TESIS-1]

Los aplicativos web que permiten visualizar un mapa con las rutas adecuadas necesitarán del Api de Google Maps para integrarlos a estas aplicaciones y darle nuevas funcionalidades que satisfagan las necesidades del usuario.

EABOK

Es una guía para arquitecturas empresariales producida en el centro de computación para la innovación de informática por MITRE. La clave de EABOK es que debido a que hay muchos frameworks y puntos de vista acerca de las arquitecturas, se ofrece críticas sobre ellas y algunas alternativas que puedan ayudar con las necesidades de la organización. [McGovern 2004]

Permitirá identificar la arquitectura adecuada SOA (Arquitectura orientada a servicios) que soportará a todas las aplicaciones móviles que se desarrollen y que en un futuro se desarrollarán de tal manera que la arquitectura sea escalable.[BALAREZO 2012]

2.4.3 Metodologías

A continuación se presentan las metodologías que se emplearan tanto para la gestión del proyecto como para la solución.

a) Metodología para la gestión del proyecto

Para la gestión del proyecto se empleó Scrum el cual nos brinda un conjunto de buenas prácticas para trabajar en equipo y obtener el mejor resultado de nuestro proyecto de fin de carrera. Dado que es un proyecto de corto plazo y realizado por dos personas tenemos que realizar iteraciones que proporcionen un resultado completo. [SOFT-IEEE 2000]

Principios a utilizar:

- Product backlog, documento de alto nivel que contiene descripciones genéricas de todos los requerimientos. (ver anexo 3)
- Sprints, es el periodo en el que se realizan las tareas.

b) Metodología para la elaboración del producto

Para la elaboración del producto se empleó Extreme Programming (XP) recomienda que las tareas se desarrollen a cabo por dos personas para poder identificar los errores y corregirlos antes de añadir una nueva funcionalidad. [CS-ENC 2003]

Principios a utilizar:

- Historias de usuario, forma práctica de recabar los requerimientos del usuario sin tener que elaborar gran cantidad de documentos formales, lo cual nos permite estimar fácilmente el esfuerzo del proyecto. (ver anexo 1)
- Pruebas unitarias, realizar tests frecuentemente incluyendo pruebas de integración.

2.5 Alcance

El presente proyecto está relacionado en brindar un sistema que servirá de apoyo para la atención de emergencias de una empresa aseguradora de Lima Metropolitana.

El sistema permitirá el envío de alertas, mediante celulares con conexión a internet, a un servidor central que las distribuirá a las ambulancias descentralizadas mediante un algoritmo que las asigne automáticamente. Además, se visualizará las rutas sugeridas, desde la ubicación de la ambulancia hasta el lugar de la emergencia, la información básica de los asegurados y el registro de la atención recibida. Finalmente, se brindará la información de los centros médicos más cercanos en el lugar de la emergencia y un monitoreo de unidades de ambulancias y alertas en tiempo real.

2.5.1 Limitaciones

En esta sección se presentarán las limitaciones que presenta el proyecto.

- El sistema no se encuentra disponible fuera de Lima ya que la información de centros médicos y ambulancias se encuentran dentro de esta región.
- No se considera la falla humana.
- El sistema es dependiente de internet y del sistema satelital GPS.

- El registro de Historia Clínica se realiza sobre un formato resumido.
- La asignación automática de unidades depende de la logística de sus ambulancias de la empresa aseguradora.
- El sistema no soporta la logística y disponibilidad de los centros médicos.
- El sistema necesita de una carga inicial de datos para su funcionamiento.
- El sistema debe actualizarse periódicamente para su mantenimiento.

2.5.2 Riesgos

En esta sección se presentarán los riesgos que pueden afectar al desarrollo de del proyecto y las medidas correctivas que se emplearán si se hacen tangibles.

ID	Riesgo identificado	Impacto en el proyecto	Medidas correctivas para mitigar
1	Realizar un levantamiento de requerimientos de manera incompleta.	Retraso del proyecto	Llevar a cabo reuniones continuas con el cliente, para la validación del diseño
2	Mala elección de la herramienta de desarrollo del trabajo (entorno de desarrollo).	Al ser una herramienta de apoyo, no implicaría la curva de aprendizaje.	Analizar previamente la herramienta a utilizar, con el fin de no realizar cambios
3	Poco performance del algoritmo asignación de ambulancias a los lugares de atención.	Al ser un punto esencial la solución, generaría altos costos y tiempos.	Investigación exhaustiva de los algoritmos a implementar que cumplan con las reglas del negocio.

2.6 Justificación y viabilidad

2.6.1 Justificativa del proyecto de tesis

Se brinda una plataforma de gestión del servicio de ambulancias para las aseguradoras donde se busca que los asegurados puedan enviar alertas de emergencia desde cualquier lugar sin la necesidad de llamar a una central telefónica e identificarse para que puedan ser atendidos de una manera más eficaz y eficiente.

El empleo de la historia clínica resumida electrónica permitirá que los paramédicos realicen una buena praxis. Además, el registro de la atención se realizará de manera digital evitando el llenado de formularios manuales y los pacientes se sientan seguros de una prescripción idónea.

Finalmente, se proporcionará estadísticas de las zonas de mayores emergencias y nivel de uso de las unidades.

2.6.2 Análisis de viabilidad del proyecto de tesis

El proyecto será desarrollado por dos miembros que ya han tenido experiencia en la gestión de proyectos previos con diversas metodologías y herramientas, de lo cual se desprende Scrum como la metodología idónea para la gestión del presente proyecto a desarrollar porque el tiempo estimado para obtener el producto final no supera un semestre académico y el equipo de trabajo consta de pocos integrantes.

Desde el punto de vista de la infraestructura, la arquitectura que se implementará será orientada a servicios (SOA) y es adecuada para el desarrollo de aplicativos móviles.

Los datos se obtendrán desde una carga masiva inicial la cual será creada por nosotros para manejar la información de los asegurados y la ubicación geográfica de los hospitales y clínicas en Lima. Además, una base de datos real brindada por Google para el tráfico en las avenidas de la ciudad de Lima.

Se emplearan librerías brindadas por la API de Google Maps, ya que se reutilizaran funciones y permitirá disminuir el tiempo de desarrollo del software.

Los servidores de aplicaciones, web y base de datos serán brindados por la Universidad y no será necesario alquilar servidores externos a la universidad que impliquen costo alguno.

2.7 Plan de actividades

Se adjunta un diagrama de Gantt en Microsoft Project con las actividades calendarizadas que se realizarán para implementar la totalidad de la solución.

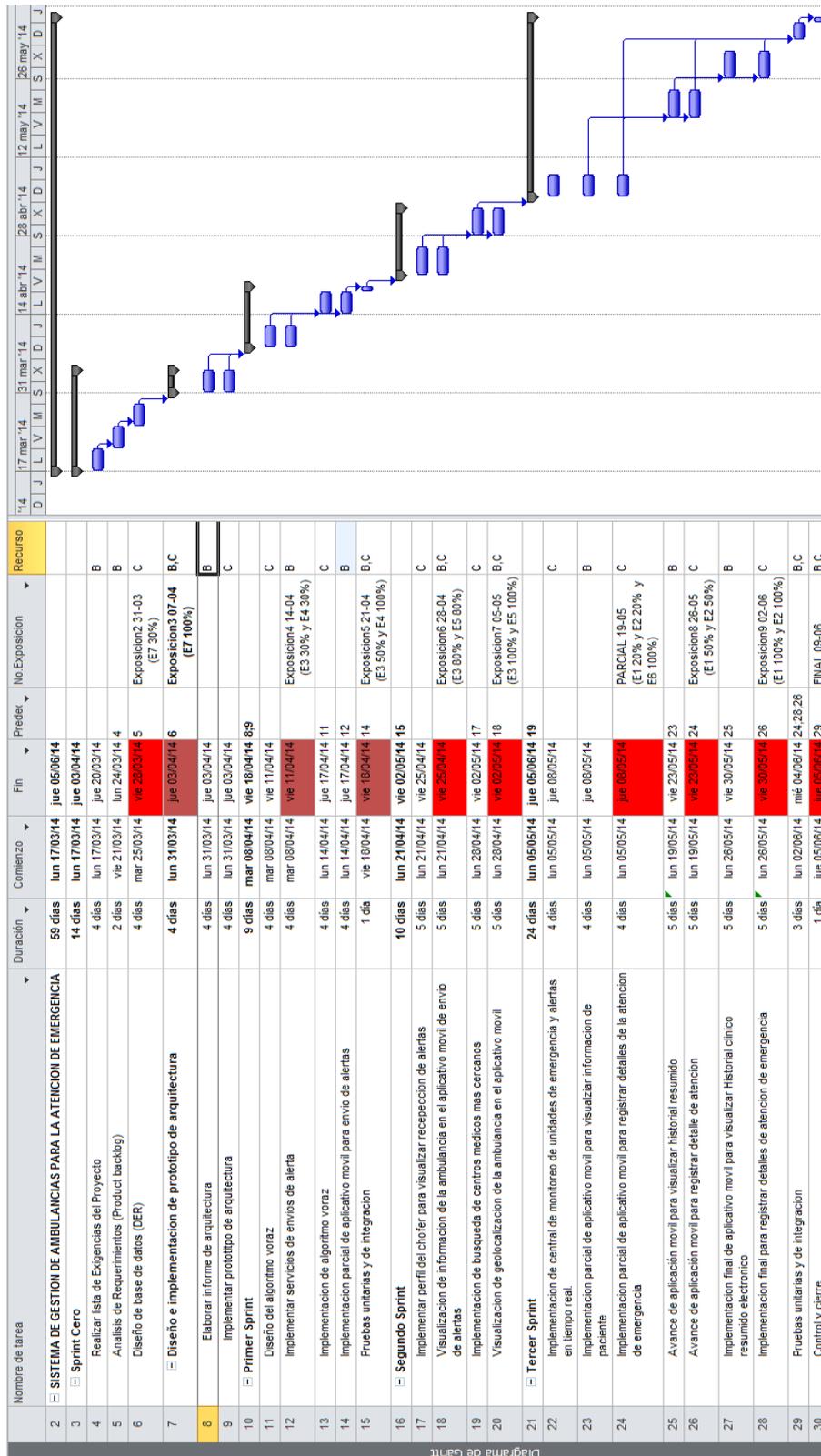


Ilustración 6: Plan de actividades del proyecto. Fuente: Elaboración Propia

3 CAPÍTULO 3: Modelo de la Historia Clínica Resumida y del proceso de atención de emergencia optimizado

En el presente capítulo se presenta un modelo de la Historia Clínica Resumida ajustada a la Norma Técnica de la Historia Clínica de los Establecimientos del Sector Salud (N.T. N 022-MINSA/DGSP-V.02) que se utilizará para almacenar la información de la atención del paciente en la solución propuesta. También, se describe la secuencia de todas las actividades que pertenecen al modelo del proceso de atención de emergencia optimizado. [MINSA 2005]

3.1 Modelo de la Historia Clínica Resumida

La historia clínica resumida debe tener un conjunto mínimo de datos personales de salud y ser expresados de forma sintética.

A continuación presentamos los datos más resaltantes que deben de incluirse en el historial, tomando como referencia el formato de atención de emergencia normado por en MINSA mencionado en el marco conceptual.

Datos del asegurado:

- Nombres y apellidos.
- Dirección.
- Fecha de nacimiento.
- Tipo de sangre.
- Sexo.
- Documento nacional de identidad.
- Número de historia clínica.

Datos de salud:

- Fecha de creación y última actualización de la historia.
- Motivo principal de la emergencia.
- Antecedentes personales y/o familiares.
- Examen físico (Funciones vitales, examen general y/o examen regional).
- Tratamiento (fármaco, dosis y recomendación).
- Observaciones

3.2 Modelo del proceso de atención de emergencia optimizado

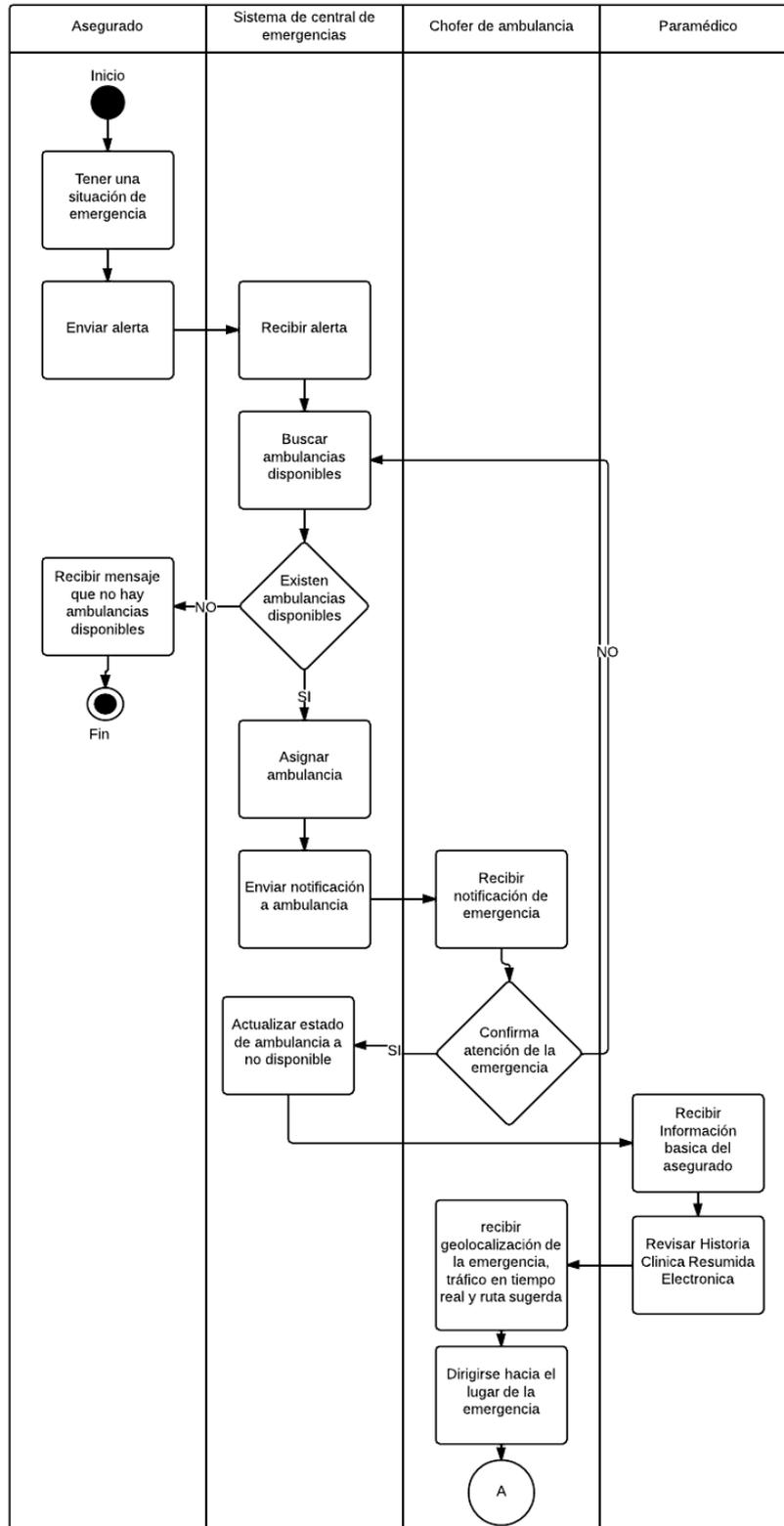
El proceso optimizado propone crear una central de emergencia que gestione el envío de alertas de los asegurados, las asigne automáticamente a las ambulancias más adecuadas y brinde información disponible a los involucrados en el proceso de atención de emergencia.

A continuación, se describen las secuencias de actividades que se incluyen en el proceso optimizado.

- Tener una situación de emergencia: El asegurado se encuentra en una situación de emergencia.
- Enviar alerta: El asegurado envía una alerta con su identificación y geolocalización a la central mediante un botón de pánico de un equipo móvil.
- Recibir alerta: La central de emergencia recibe la alerta enviada por el asegurado para ser procesada.
- Buscar ambulancias disponibles: La central de emergencia revisa el estado de las ambulancias para identificar la disponibilidad de estas.
- Recibir mensaje que no hay ambulancias disponibles: El asegurado recibe un mensaje cuando la central de emergencia no disponga de ambulancias disponibles en el momento que envía la alerta.
- Asignar ambulancia: La central de emergencia asigna automáticamente la alerta a una ambulancia disponible. La asignación se realiza mediante la ejecución de un algoritmo por un demonio que considera la distancia que tiene la ambulancia hasta el lugar de la emergencia, el tiempo que se demorará en llegar y el hora de llegada de la alerta.
- Enviar notificación a ambulancia: La central de emergencia envía una notificación al dispositivo móvil del chofer de la ambulancia seleccionada.
- Recibir notificación de emergencia: El chofer que se encuentra en la ambulancia seleccionada recibe una notificación que debe atender una emergencia. El chofer puede aceptar o rechazar dicha alerta. Si el chofer confirma la atención de la alerta el paramédico recibe una notificación, en caso contrario la alerta será reprocesada por la central.
- Actualiza estado de ambulancia a no disponibles: La central actualiza el estado de la ambulancia y alerta para que posteriormente sea monitoreada.
- Recibir información básica del asegurado: El paramédico recibe en su dispositivo móvil la información básica del asegurado para poder revisar sus datos personales e identificarlo cuando lleguen al lugar del accidente.
- Revisar Historia Clínica Resumida Electrónica: El paramédico también revisa el historial médico del asegurado desde su dispositivo móvil antes de llegar al lugar del accidente.
- Recibir geolocalización de emergencia, tráfico en tiempo real y ruta sugerida: El chofer recibe la ubicación de la alerta para saber donde ocurrió la emergencia. También observa una ruta sugerida hacia el lugar de los hechos que toma en cuenta el tráfico en tiempo real.

- Dirigirse hacia el lugar de la emergencia: El chofer con ayuda de la ruta sugerida se dirige hacia el lugar de la emergencia.
- Avisar al paramédico que llegaron al lugar del accidente: El chofer le indica al paramédico que se encuentran en el lugar de la emergencia.
- Identificar al accidentado: El paramédico con la información básica del asegurado, revisada previamente, identifica al asegurado accidentado.
- Realizar la atención correspondiente: El paramédico con la ayuda del historial médico puede realizar una adecuada atención al asegurado.
- Avisar al chofer para dirigirse al centro médico: El paramédico analiza la situación actual del asegurado y decide si se tiene que trasladar al asegurado a un centro médico.
- Buscar centro médico: El chofer solicita la búsqueda de centros médicos desde su dispositivo móvil.
- Brindar centros médicos adecuados más cercanos: La central brinda los centros médicos asociados a la red de clínicas del asegurado y los hospitales nacionales.
- Elegir centro médico: El chofer elige el centro médico al que se tiene que dirigir, previa coordinación con el paramédico.
- Dirigir hacia el centro médico: El chofer desde su dispositivo móvil observa una ruta sugerida para que se pueda desplazar hacia el centro el centro médico.

La relación existente entre las actividades descritas previamente se puede observar en la ilustración 7.



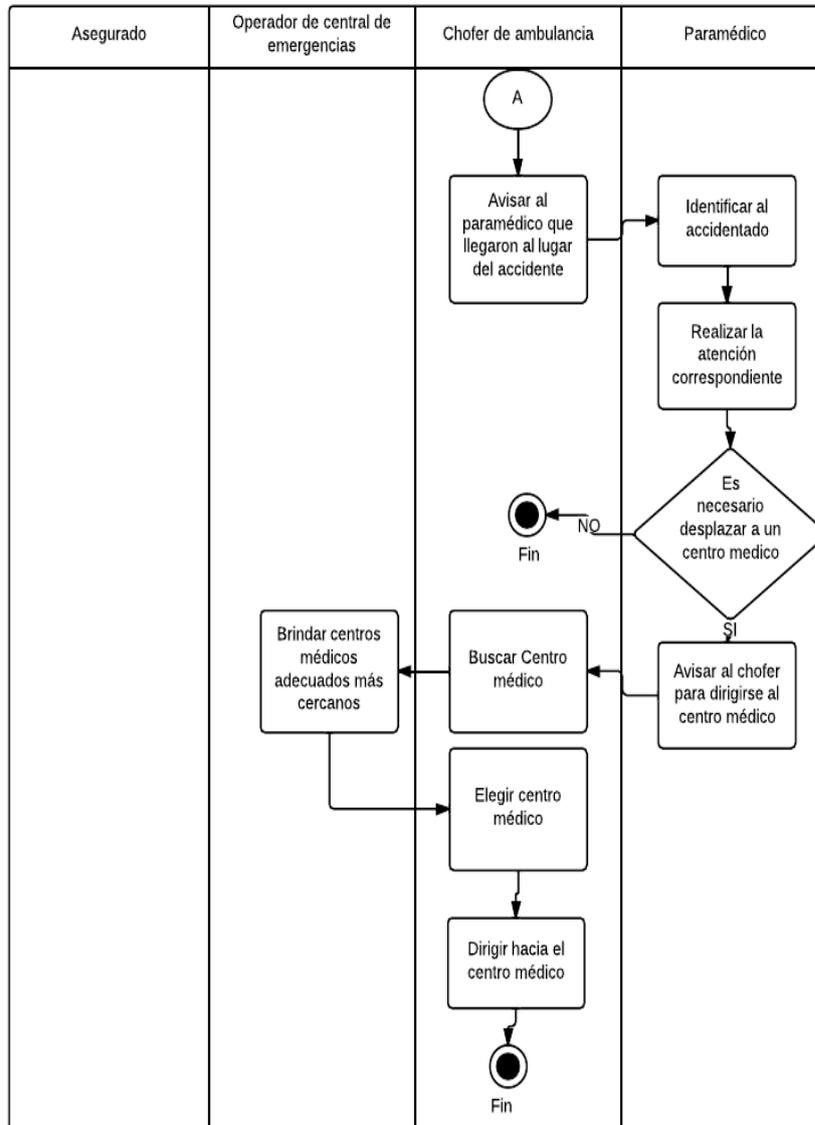


Ilustración 7: Proceso de atención de emergencia mejorado. Fuente: Elaboración Propia

4 CAPÍTULO 4: Informe de arquitectura funcional del sistema implantada en el servidor.

El flujo de información del sistema viaja a través de diversas aplicaciones (web, móvil y escritorio) y para ello se propone definir una arquitectura siguiendo los atributos de calidad que predominan con la finalidad de satisfacer los requerimientos del sistema. A continuación, se explicará la arquitectura implementada en el sistema describiendo los atributos de calidad más representativos y un modelo de la interacción entre los componentes que pertenecen al sistema.

4.1 Atributos de calidad

A continuación se presentan los escenarios concretos para cada atributo de calidad a analizar:

4.1.1 Rendimiento

En la siguiente ilustración se observa un escenario concreto que permite analizar el desempeño del sistema ante un estímulo específico.

Requisito funcional	no	El sistema debe soportar 20 peticiones simultáneas antes de presentar degradación del servicio.
Fuente		20 usuarios
Estímulo		Generar una petición
Artefacto		Sistema
Entorno		Operación normal
Respuesta		Petición aceptada
Medida		Antes de las 20 peticiones con un tiempo de latencia de 10 segundos y pasadas las 20, 30 segundos
Justificación		Debido a que el número de peticiones simultáneas de la aseguradora no supera las 20 alertas cada 10 segundo, como se puede observar en la lista de exigencias del anexo 1.

Ilustración 8: Escenario concreto para el atributo de calidad rendimiento. Fuente: Elaboración Propia

La prueba de estrés que se realizó para verificar el escenario concreto planteado se puede ver en la ilustración 9 en la cual se obtuvo un resultado satisfactorio.

```

claurent@goambu:~/Escritorio$ sh program.sh
/*****/
20 alertas recibidas
Obtener Ambulancias disponibles
5 ambulancias disponibles encontradas
20 alertas recibidas
Empleando Servicio de Google para obtener matriz (distancia,tiempo) entre ambulancias y alertas
PROCESAMIENTO DE ALERTA
Alerta 443 recibida del asegurado con id= 10 )
Buscando Unidad de emergencia...
Unidad de emergencia obtenida ( id = 3 ) con:
    ambulancia ( id = 3 )
    chofer      ( id = 3 )
    paramedico ( id = 3 )
Actualizando estados...
Modificando estado de Unidad de emergencia 3 a NO DISPONIBLE
Modificando estado de alerta 443 a ALERTA ASIGNADA
Unidad de emergencia 3 asignada con la alerta 443 correctamente

PROCESAMIENTO DE ALERTA
Alerta 434 recibida del asegurado con id= 1 )
Buscando Unidad de emergencia...
Unidad de emergencia obtenida ( id = 4 ) con:
    ambulancia ( id = 4 )
    chofer      ( id = 4 )
    paramedico ( id = 4 )
Actualizando estados...
Modificando estado de Unidad de emergencia 4 a NO DISPONIBLE
Modificando estado de alerta 434 a ALERTA ASIGNADA
Unidad de emergencia 4 asignada con la alerta 434 correctamente

PROCESAMIENTO DE ALERTA
Alerta 444 recibida del asegurado con id= 11 )
Buscando Unidad de emergencia...
Unidad de emergencia obtenida ( id = 1 ) con:
    ambulancia ( id = 1 )
    chofer      ( id = 1 )
    paramedico ( id = 1 )
Actualizando estados...
Modificando estado de Unidad de emergencia 1 a NO DISPONIBLE
Modificando estado de alerta 444 a ALERTA ASIGNADA
Unidad de emergencia 1 asignada con la alerta 444 correctamente

PROCESAMIENTO DE ALERTA
Alerta 436 recibida del asegurado con id= 3 )
Buscando Unidad de emergencia...
Unidad de emergencia obtenida ( id = 2 ) con:
    ambulancia ( id = 2 )
    chofer      ( id = 2 )
    paramedico ( id = 2 )
Actualizando estados...
Modificando estado de Unidad de emergencia 2 a NO DISPONIBLE
Modificando estado de alerta 436 a ALERTA ASIGNADA
Unidad de emergencia 2 asignada con la alerta 436 correctamente
No existen mas ambulancias por asignar
/*****/
^C
claurent@goambu:~/Escritorio$ █
    
```

Ilustración 9: Prueba de estrés con 20 peticiones simultáneas. Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 Disponibilidad

En la siguiente ilustración se observa un escenario concreto que permite analizar la disponibilidad del sistema ante un estímulo específico.

Requisito funcional	no	El sistema debe estar disponible las 24 horas del día.
Fuente		Servidor
Estímulo		Alerta de que se está llegando al límite de procesamiento
Artefacto		Proceso
Entorno		Operación normal
Respuesta		Usar un servidor de respaldo y distribuir la carga
Medida		99.9% de disponibilidad
Justificación		El sistema debe estar siempre disponible pues es un sistema de alertas médicas del cual pueden depender vidas humanas

Ilustración 10: Escenario concreto para el atributo de calidad disponibilidad. Fuente: Elaboración Propia

Según Javier Castillo, el nivel de disponibilidad se calcula con la siguiente fórmula: [CASTILLO 2014]

$$\text{Nivel de disponibilidad} = \frac{TPEF}{TPEF + TPRF}$$

Donde:

- TPEF: Tiempo promedio entre fallas
- TPRF: Tiempo promedio en reparar una falla

En las pruebas realizadas en el sistema se obtuvo que el promedio de fallas en el sistema fue una vez al día y el tiempo de respuesta promedio fue medio minuto. Transformando los valores a una misma unidad, tenemos un TPEF de 720 minutos y un TPRF de 0.5 minutos. Por lo tanto, se logró un nivel de disponibilidad de 99.9%.

4.2 Tácticas de calidad

A continuación se presentan las tácticas que se deben de emplear para cada escenario concreto analizado previamente y lograrán satisfacer el atributo de calidad asociado.

4.2.1 Táctica de calidad para el atributo de rendimiento

En la siguiente ilustración se observan las tácticas que se emplearán para satisfacer el desempeño del sistema en base al escenario concreto que se tomó en cuenta.

Requerimiento	El sistema debe soportar 20 de peticiones simultáneas antes de presentar degradación del servicio.
Atributo de calidad	Rendimiento
Táctica	Manejo de peticiones en paralelo
Justificación	Las peticiones pueden ser procesadas de manera concurrente, ya que las alertas de emergencia pueden llegar en cualquier momento.
Efectos secundarios	Modificabilidad: Incluir la alteración de algunos servicios que impliquen el manejo de los recursos de manera adecuada.
	Testeo: Se deben de realizar nuevas pruebas para verificar el manejo de concurrencia.

Requerimiento	Incluir la alteración de algunos servicios que impliquen el manejo de los recursos de manera adecuada.
Atributo de calidad	Modificabilidad
Táctica	Encapsulamiento
Justificación	Debido a que importa que la lógica del negocio no esté mezclado con cuestiones de configuración y operaciones que sean independientes del procesamiento de negocios propiamente dichos.
Efectos secundarios	Testeo: Se debe probar los servicios independientemente y en conjunto.

Ilustración 11: Tácticas para el atributo de calidad de rendimiento. Fuente: Elaboración Propia

4.2.2 *Táctica de calidad para el atributo de disponibilidad*

En la siguiente ilustración se observan las tácticas que se emplearán para satisfacer la disponibilidad del sistema en base al escenario concreto que se tomó en cuenta.

Requerimiento	El sistema debe estar disponible 24 horas del día.
Táctica	Prevención de excepciones
Atributo de calidad	Disponibilidad
Justificación	Dado que el sistema debe ser siempre funcional, cada excepción debe ser manejada de tal forma que se puede concluir de forma satisfactoria la transacción.
Efectos secundarios	Modificabilidad: Incluir la alteración del código en las funciones para manejar las excepciones.
	Rendimiento: El sistema debe ser capaz de soportar la carga extra por la necesidad de verificar las excepciones que puedan ocurrir

Requerimiento	Incluir la alteración del código en las funciones para manejar las excepciones
Atributo de calidad	Modificabilidad
Táctica	Disminuir acoplamiento
Justificación	Facilita los cambios a realizar, pues solo se afecta un componente por vez y no su integración.
Efectos secundarios	Testeo: Se debe probar los servicios independientemente y en conjunto.

Ilustración 12: Tácticas para el atributo de calidad de disponibilidad. Fuente: Elaboración Propia

4.3 **Requerimientos arquitectónicamente significativos (Architecturally significant requirements - ASR)**

A continuación se presentará un listado de requerimientos funcionales y no funcionales alineados a los atributos de calidad que se tienen en cuenta para la arquitectura. Dicho listado se obtuvo de la lista de exigencias del sistema que se encuentra en el anexo 2.

4.3.1 **Listado de ASR**

Obtenidos de requisitos funcionales

1. La aplicación podrá enviar una alerta con las coordenadas del usuario, su identificación y el tipo de emergencia, el usuario podrá visualizar el estado del envío de emergencia hasta que la solicitud sea atendida. **Usabilidad**
2. La aplicación ubicará la unidad de auxilio disponible más cercana para responder a la emergencia, la búsqueda no debe tardar más de 5 segundos. **Rendimiento**
3. La aplicación enviará una ruta al chofer de la unidad seleccionada hacia el punto de emergencia, el usuario podrá visualizar la ruta con tráfico en tiempo real. **Usabilidad**

4. La aplicación enviará el Historia Clínica Resumida Electrónica al paramédico de la respectiva unidad, la interfaz tendrá un formato con el cual el usuario podrá familiarizarse rápidamente y aprenderá a usarlo en menos de 10 minutos. **Usabilidad**
5. El paramédico podrá revisar además el historial médico a través de la aplicación, el cual estará disponible las 24 horas del día. **Disponibilidad**
6. El usuario podrá visualizar la geoubicación de la ambulancia con actualizaciones cada 5 segundos. **Usabilidad**
7. La aplicación permitirá buscar los centros médicos más cercanos asociados al asegurado, se le otorgará al usuario una interfaz que le permitirá buscar por tipo de emergencia. **Usabilidad**
8. La aplicación mostrará al chofer una ruta sugerida hacia el centro médico seleccionado, el resultado debe ser obtenido en menos de 5 segundos. **Rendimiento**

Obtenidos de requisitos no funcionales

9. El sistema debe aceptar 20 peticiones simultáneas sin presentar degradación de performance. **Rendimiento**
10. El sistema debe presentar una disponibilidad de 99.9% para que el usuario pueda enviar alertas en cualquier momento. **Disponibilidad**
11. El sistema deberá confirmar al asegurado la recepción de la alerta enviada a la unidad de emergencia en menos de 20 segundos. **Rendimiento**
12. El sistema deberá identificar a los usuarios que accedan a información sensible de los asegurados. **Seguridad**
13. El sistema deberá de integrarse con los sistemas de posicionamiento geográfico o GPS de precisión media de las ambulancias que garanticen una disponibilidad mínima del 90%. **Interoperabilidad, Disponibilidad**

4.3.2 Patrones para cumplir los ASR relacionados

El patrón principal relacionado con el sistema completo es el patrón de diseño de arquitectura SOA, ya que es necesario emplear servicios que se encuentren disponibles al momento de enviar alertas de emergencia. Además se dispondrán de diversos servicios como la búsqueda de unidades cercanas y la respuesta inmediata de la petición de alerta las cuales para mejorar la performance de estos servicios es preferible que sean desarrollados en un servidor y no dependa demasiado del rendimiento de los dispositivos móviles.

La justificación del patrón SOA es que este tipo de tecnología brinda la oportunidad de construir una sola vez cualquiera de las funcionalidades del sistema y esta pueda ser invocada indistintamente por cualquier dispositivo o nodo que esté conectado a Internet y que forme parte del sistema a través del protocolo HTTP. El sistema se concibe haciendo uso, por un lado, de computadores personales y laptops y, por otro, de tablets y móviles. Un punto a rescatar son las siguientes características de estos dos grupos:

Grupo 1 - Computadores personales y laptops:

- Presentan información del monitoreo de las ambulancias y alertas
- La información de gestión contempla usuarios, alertas históricas, afiliados y configuración de la aplicación en el entorno de producción.

Grupo 2 - Tablets y móviles:

- Su campo de aplicación en este contexto es en el caso de una emergencia donde se necesita enviar una alerta.
- Necesita de la información de asegurados, como también de choferes y rutas cercanas donde ocurre la emergencia.

Se puede concluir que existe información común que utilizan estas dos categorías de dispositivos, por lo que sería conveniente obtenerlas de una fuente común que presente una interfaz uniforme para simplificar el desarrollo de la aplicación web y móvil que, al fin y al cabo, forman parte del mismo sistema de software. Además, este patrón nos brinda la posibilidad de una integración más simple en el caso que aparezcan nuevos dispositivos en el futuro que deseen integrarse a esta aplicación.

4.3.3 Modelo de interacción de componentes del sistema

A continuación se muestra un modelo en la cual se pueden observar diversos componentes que se encuentran encapsulados en una capa que puede ser un servidor de aplicaciones, servidor de base de datos y aplicaciones móviles. Las aplicaciones se comunican con los servidores remotos a través de servicios rest que envían tramas con estructuras en formato JSON. Dichas tramas son recibidas por el servidor para poder procesarlas. El servidor remoto procesa las tramas para enviar notificaciones a otros dispositivos móviles y alimentar el sistema registrando la información en una base de datos local cuya estructura se encuentra en el anexo 4 siguiendo el modelo IDEF1X. Además se tiene un servidor que brinde servicios de integración para centralizar la información (como la historia clínica) y emplearla en otros servicios.

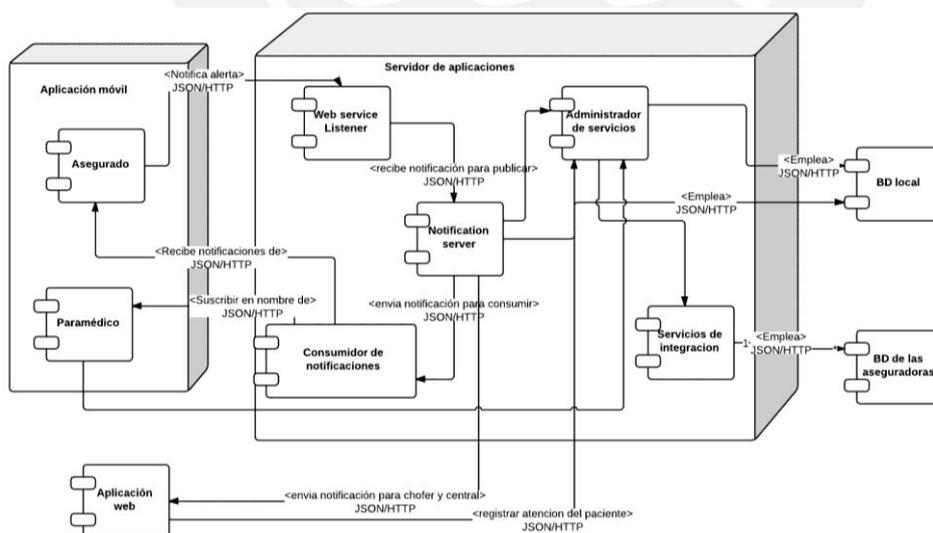


Ilustración 13: Modelo de componentes y conectores. Fuente: Elaboración Propia

5 CAPÍTULO 5: Algoritmo implementado para la asignación automática de unidades de ambulancias a los puntos de emergencia con prioridades de tiempo, distancia y turno de llegada de la alerta.

Los avisos de emergencia son asignados a ambulancias descentralizadas de manera arbitraria lo cual puede influir negativamente en la demora de la atención de una ambulancia si esta no fue asignada de forma adecuada. La asignación de las ambulancias deben de realizarse en el menor tiempo posible y de forma adecuada. La resolución de este problema tiene un conjunto solución inmenso y obtener la solución óptima consume demasiados recursos.

Por lo tanto, se propone un algoritmo que permita la automatización de la asignación de la alertas a unidades de emergencia siguiendo criterios voraces, debido a que los algoritmos voraces brindan la mejor solución aproximada y de manera rápida. A continuación, se presentarán las estructuras de datos que se emplean en el algoritmo con criterio voraz, el pseudocódigo del algoritmo con criterio voraz, la descripción de su funcionamiento y algunas discusiones sobre ello.

5.1 Estructuras de datos empleados en el algoritmo

El algoritmo requiere que los datos del problema sean representados en estructuras que permitan su manejo y ejecución.

Para ello, se tiene que representar lo siguientes datos:

- Las alertas enviadas con sus estados.
- Las ambulancias disponibles.
- Las relaciones entre las alertas y las ambulancias para almacenar el tiempo y la distancia.

A continuación, se presentan las estructuras de datos que se emplean en el algoritmo con criterio voraz.

- Alertas: Es una lista de alertas que fueron enviadas hasta ese momento.
- Alertas_sinAtender: Es una lista que contiene todas las alertas sin atender ordenadas por turno de llegada.
- Ambulancias: Es una lista que contiene todas las ambulancias disponibles en ese momento.
- Alerta: contiene latitud, longitud y turno de llegada del envío de la alerta.
- Ambulancia: contiene latitud y longitud de la ambulancia.
- MatrizDistanciaTiempo: contiene un arreglo bidimensional que almacena el tiempo y la distancia que toma cada ambulancia en llegar a las alertas.
- Constante_Maximo: es un valor decimal que permitirá buscar el máximo valor de la función objetivo del criterio voraz.

5.2 Pseudocódigo del algoritmo con criterio voraz

A continuación, se presenta el pseudocódigo en lenguaje de alto nivel que permitirá entender el funcionamiento del algoritmo empleando las estructuras previamente descritas para su futura implementación.

- Inicializar(Alertas_sinAtender)
- Alertas=ConsultarAlertas()
- Encolar(Alertas_sinAtender,Alertas)
- Priorizar_por_turno_de_llegada(Alertas_sinAtender)
- Ambulancias=obtenerAmbulanciasDisponibles()
- Si Ambulancias no está vacía y Alertas_sinAtender no está vacía entonces
 - MatrizDistanciaTiempo=HallarMatrizDT(Alertas_sa,Ambulancias)
 - Para cada Alerta en Alertas_sinAtender hacer
 - Ambulancia= ObtenerAmbulancia(MatrizDistanciaTiempo,alerta,Ambulancias)
 - CambiarDisponibilidad(Ambulancia)
 - CambiarDisponibilidad(Alerta)
 - QuitarAmbulancia(Ambulancia ,Ambulancias,MatrizDistanciaTiempo)
 - Asignar(Ambulancia,Alerta)
 - EnviarNotificacion(Ambulancia,Alerta)
 - Si Ambulancias esta vacia salir de Para
 - Fin Para
- Fin Si

El criterio voraz se encuentra en la siguiente función, la cual permitirá la elección de la ambulancia adecuada para una determinada alerta considerando los factores de distancia, tiempo y turno de llegada.

- Funcion ObtenerAmbulancia(MatrizDistanciaTiempo,Alerta,Ambuancias)
 - Inicializar(AmbulanciaElegida)
 - Inicializar(Constante_Maximo)
 - Para cada Ambulancia en Ambulancias hacer
 - Si $F(\text{Matriz}, \text{Ambulancia}, \text{Alerta})$ es mayor a Constante_Maximo entonces
 - AmbulanciaElegida=Ambulancia
 - Constante_Maximo= $F(\text{Matriz}, \text{Ambulancia}, \text{Alerta})$
 - Fin si
 - Fin Para
 - Retornar AmbulanciaElegida
- Fin Funcion

5.3 Descripción del funcionamiento del algoritmo con criterio voraz

Primero se inicializan las estructuras necesarias como son las alertas sin atender (priorizándolas por el turno de llegada) y las ambulancias disponibles. Luego se validan si existen ambulancias disponibles que puedan ser asignadas a los puntos de emergencia. Después, se consulta un servicio de Google (Matrix Distance) para obtener el tiempo y distancia aproximados que le tomaría a cada ambulancia en llegar a las alertas. Una vez obtenida la matriz se procede a tomar un criterio voraz para asignar las alertas a las ambulancias, primero se recorre la cola de alertas que está priorizada por el orden de llegada y se aplica la siguiente función objetivo:

$$F(j)=\text{Max}(C/(D_{ij}*T_{ij})), i|0<i<m, \text{Disponible}(i)$$

Donde, C es una constante (1 en nuestro caso), D_{ij} y T_{ij} son la distancia y tiempo que toma en llegar la ambulancia i al punto de alerta j respectivamente siempre y cuando m es el número de ambulancias disponibles y la ambulancia empleada en el criterio es disponible. Puesto que cada vez que se asigna una alerta a la ambulancia el estado de la ambulancia cambia y ya no se considera en la función objetivo por tomarse un criterio voraz. Por último, se envía notificaciones a los dispositivos móviles empleando el servicio de Google para enviar mensajes por medio de GSM (Global System for Mobile communications) sobre la asignación de la alerta y se verifica si hay ambulancias disponibles para asignarlas a las demás alertas.

El algoritmo está implementado en una aplicación escritorio y es ejecutado por un demonio a la espera de alguna alerta.

5.4 Discusiones

El demonio que ejecuta el algoritmo fue implementado en plataforma .NET y compilado en Linux empleando mono de apache debido a que poseemos gran cantidad de recursos que permiten enviar notificaciones por GSM en .NET y la máquina virtual que poseemos es Ubuntu 12.10LTS. Sin embargo, no es necesario implementarlo usando este artificio ya que también se puede implementar en PHP como están desarrollados nuestros servicios REST del servidor.

Además, la constante C que se mencionó arriba en la función objetivo se tomó como valor igual a 1 ya que la precisión es aún significativa y si los denominadores son altos se puede incrementar la constante para obtener mayor aproximación en las operaciones entre decimales.

6 CAPITULO 6: Esquema de servicios que muestre y describa las formas de integración entre las aplicaciones de la solución

La integración del flujo de información entre las aplicaciones garantiza el funcionamiento completo del sistema. Para hacer esto posible se han agrupado los servicios en tres módulos:

- Módulo de alerta.
- Módulo de ambulancia.
- Módulo de gestión.

6.1 Módulo de alerta

En este módulo se encuentran los servicios relacionados al envío, recepción, atención y asignación de la alerta que permitirán al asegurado comunicarse con la central de emergencia cuando tenga una emergencia.

6.1.1 Envío de alerta

Este servicio lo empleará la aplicación del asegurado para enviar una alerta de emergencia a la central de emergencia, el cual requerirá como datos de entrada la identificación del usuario y su geolocalización (latitud y longitud). El servicio retornará si el envío se realizó con éxito con un código de alerta.

6.1.2 Recepción de alerta

Este servicio consultará si la alerta enviada fue asignada a una ambulancia para que sea atendida, el cual requerirá como datos de entrada el código de alerta. El servicio retornará el estado de la alerta.

6.1.3 Atención de alerta

Este servicio brindará la geolocalización y estado de la ambulancia asignada a una alerta, el cual requerirá como datos de entrada el código de alerta. El servicio retornará la geolocalización (latitud y longitud), distancia y tiempo hacia el lugar de la emergencia.

6.1.4 Asignación de alertas

Este servicio permitirá a la central de emergencias asignar las alertas con las ambulancias adecuadas, el cual requerirá como datos de entrada el código de alerta y código de la ambulancia. El servicio retornará si la asignación fue exitosa.

6.2 Módulo de ambulancia

En este módulo se encuentran los servicios relacionados a la espera, confirmación, cancelación de una alerta asignada por la central de emergencia. También, contiene los servicios para buscar los centros médicos más cercanos,

cambiar el estado y geolocalización de la ambulancia que permitirán al chofer atender rápidamente las alertas asignadas a su unidad de emergencia.

Además, se encuentran los servicios para recibir la información básica y la Historia Clínica Resumida Electrónica que permitirá al paramédico realizar una adecuada atención al asegurado.

6.2.1 Espera de alerta

Este servicio verificará si una ambulancia tiene asignada una alerta por atender, el cual requerirá como datos de entrada la identificación del chofer. El servicio retornará el código de alerta asignada a dicha ambulancia.

6.2.2 Confirmación de alerta

Este servicio permitirá que el chofer confirme la atención de la alerta asignada, el cual requerirá como datos de entrada la identificación del chofer y el código de alerta. El servicio retornará si el cambio fue exitoso.

6.2.3 Cancelación de alerta

Este servicio permitirá que el chofer cancele la atención de la alerta asignada, el cual requerirá como datos de entrada la identificación del chofer y el código de alerta. El servicio retornará si el cambio fue exitoso.

6.2.4 Búsqueda de centros médicos más cercanos

Este servicio permitirá al chofer buscar los centros médicos más cercanos asociado a la red de clínicas del asegurado, el cual requerirá como datos de entrada el código del asegurado y la geolocalización de la ambulancia. El servicio retornará una lista de centros médicos con su geolocalización y tipo.

6.2.5 Cambiar estado de ambulancia

Este servicio permitirá al chofer cambiar el estado de su ambulancia, siempre y cuando no este atendiendo una emergencia, el cual requerirá como datos de entrada código del chofer y el estado. El servicio retornará si el cambio fue exitoso.

6.2.6 Cambiar geolocalización de ambulancia

Este servicio permitirá al chofer actualizar la ubicación de la ambulancia para que sea monitoreada, el cual requerirá como datos de entrada el código del chofer y la geolocalización de la ambulancia. El servicio retornará si el cambio fue exitoso.

6.2.7 Recibir la información básica del asegurado

Este servicio permitirá al paramédico recibir la información básica del asegurado, el cual requerirá como datos de entrada el código del asegurado. El servicio retornará datos básicos como nombres y apellidos, dirección, fecha de nacimiento, tipo de sangre, sexo, documento nacional de identidad y número de historia clínica.

6.2.8 Ver Historia Clínica Resumida Electrónica del asegurado

Este servicio permitirá al paramédico visualizar la historia clínica resumida electrónica del asegurado, el cual requerirá como datos de entrada el código del asegurado. El servicio retornará datos básicos como fecha de creación y actualización, alergias, vacunas, problemas activos, problemas resueltos, tratamientos activos y observaciones.

6.3 Módulo de Gestión

En este módulo se encuentran los servicios relacionados a la gestión de ambulancias y monitoreo de estados de las alertas enviadas por los asegurados que permitirá a la central de emergencia realizar un monitoreo en tiempo real de las ambulancias y el estado de asignación de alertas.

6.3.1 Gestión de ambulancias

Este servicio permitirá a la central de emergencias consultar el estado y geolocalización de las ambulancias en tiempo real, el cual requerirá como datos de entrada la identificación del administrador del sistema. El servicio retornará la geolocalización (latitud y longitud) y estados de las ambulancias.

6.3.2 Monitoreo de alertas

Este servicio permitirá a la central de emergencias consultar el estado y geolocalización de las alertas en tiempo real, el cual requerirá como datos de entrada la identificación del administrador del sistema. El servicio retornará la geolocalización (latitud y longitud) y estados de las alertas.

7 CAPÍTULO 7: Prototipo funcional completo de las aplicaciones integradas en el sistema.

En este capítulo se presenta el prototipo funcional completo del sistema que se plantea como solución, en el cual se presentarán las aplicación que ayuden a mejorar el proceso actual de atención de emergencia. Este prototipo esta compuesto por tres módulos:

- Módulo de alerta.
- Módulo de ambulancia.
- Módulo de gestión.

7.1 Modulo de alerta

Se presenta un mecanismo que agilice el envío de alertas, y las funcionalidades que permitan orientar al usuario sobre el estado de la atención de la alerta en tiempo real.

El flujo comienza con el envío de alerta de un asegurado desde una aplicación móvil que permita al usuario enviar alertas automáticas realizando una sola acción. Inicialmente el usuario tiene que autenticarse en la aplicación móvil para poder obtener sus datos de usuario e identificarlo rápidamente en el sistema.

En la ilustración 14 se puede observar el envío de una alerta de emergencia presionando solo un botón, esta permitirá enviar la geolocalización (latitud y longitud) del usuario para ubicar su posición en el mapa.

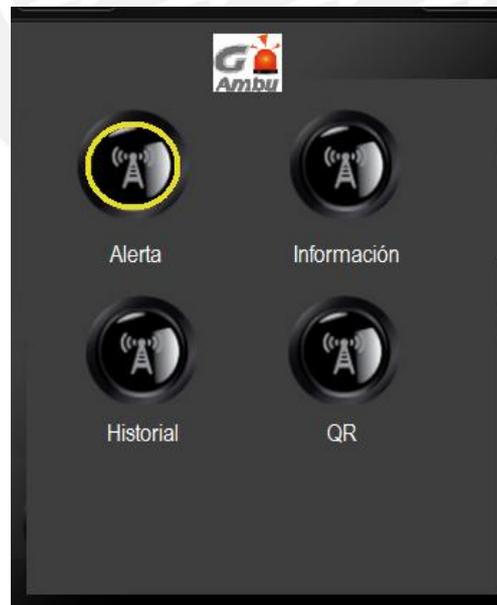


Ilustración 14: Interfaz para el envío de alerta. Fuente: Elaboración Propia

Una vez que el usuario envíe el alerta, este recibirá el estado de la atención hasta encontrar la confirmación de la ambulancia asignada que se encuentre

en camino. Si la alerta fue confirmada por la ambulancia entonces (como se ve en la ilustración 15) el usuario podrá visualizar la geolocalización de la ambulancia en tiempo real y un aproximado del tiempo y distancia que tomará en llegar y recorrer respectivamente.



Ilustración 15: Interfaz de mensaje de confirmación de alerta. Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente, la central de alertas recibe la emergencia con los datos del asegurado para ser procesado por el algoritmo con criterio voraz y asignarle una ambulancia como se observa en la ilustración 16.

```

claurent@goambu:~/Escritorio$ sh program.sh
/*****/
20 alertas recibidas
Obtener Ambulancias disponibles
5 ambulancias disponibles encontradas
20 alertas recibidas
Empleando Servicio de Google para obtener matriz (distancia,tiempo) entre ambulancias y alertas
PROCESAMIENTO DE ALERTA
Alerta 443 recibida del asegurado con id= 10 )
Buscando Unidad de emergencia...
Unidad de emergencia obtenida ( id = 3 ) con:
    ambulancia ( id = 3 )
    chofer ( id = 3 )
    paramedico ( id = 3 )
Actualizando estados...
Modificando estado de Unidad de emergencia 3 a NO DISPONIBLE
Modificando estado de alerta 443 a ALERTA ASIGNADA
Unidad de emergencia 3 asignada con la alerta 443 correctamente

PROCESAMIENTO DE ALERTA
Alerta 434 recibida del asegurado con id= 1 )
Buscando Unidad de emergencia...
Unidad de emergencia obtenida ( id = 4 ) con:
    ambulancia ( id = 4 )
    chofer ( id = 4 )
    paramedico ( id = 4 )
Actualizando estados...
Modificando estado de Unidad de emergencia 4 a NO DISPONIBLE
Modificando estado de alerta 434 a ALERTA ASIGNADA
Unidad de emergencia 4 asignada con la alerta 434 correctamente
    
```

Ilustración 16: Demonio que ejecuta el algoritmo con criterio voraz. Fuente: Elaboración Propia

7.2 Modulo de ambulancia

De manera paralela los choferes y paramédicos deben tener sus aplicaciones en modo de espera para poder recibir un aviso que tiene que atender una emergencia como se observa en la ilustración 17.

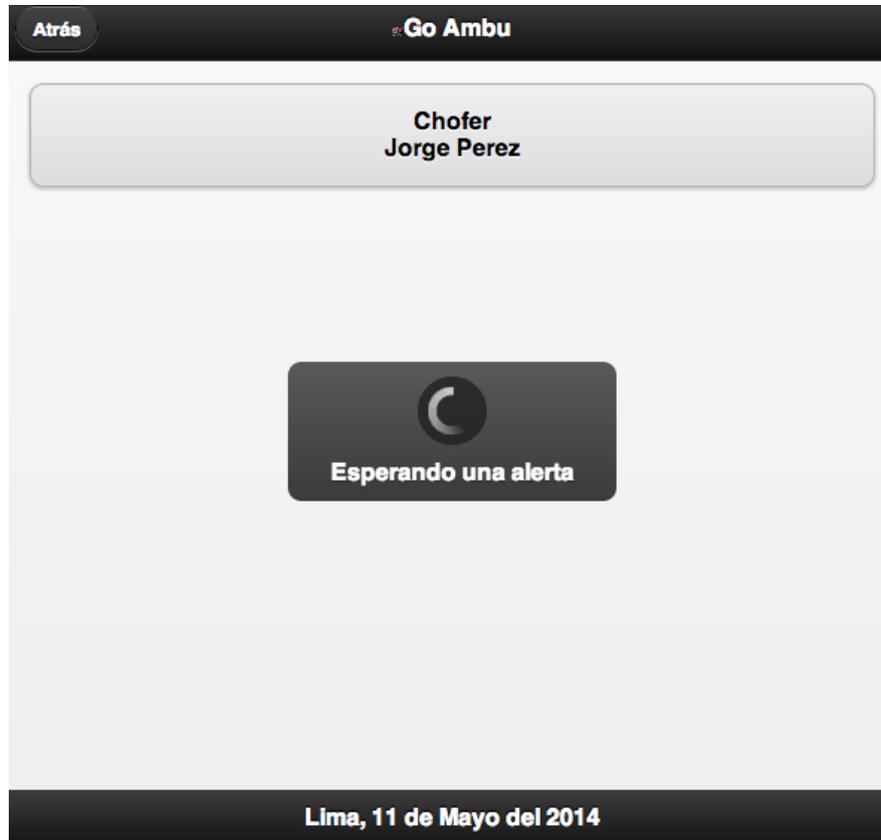


Ilustración 17: Interfaz de espera de alertas. Fuente: Elaboración Propia

Al chofer asignado en la ambulancia elegida se le envía una alerta que tiene que atender una emergencia (ver ilustración 18), una vez aceptada la alerta el chofer visualizará una ruta sugerida por el sistema para ser tomada hacia el lugar del accidente como se observa en la ilustración 19.

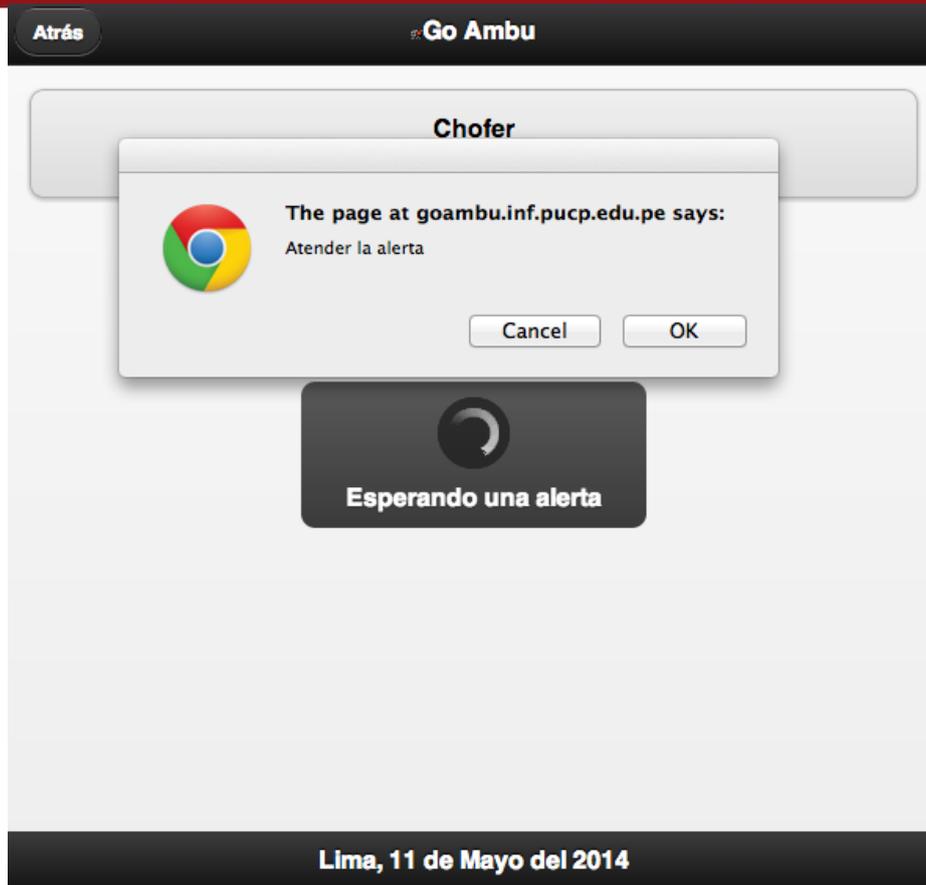


Ilustración 18: Interfaz de aviso de una alerta. Fuente: Elaboración Propia

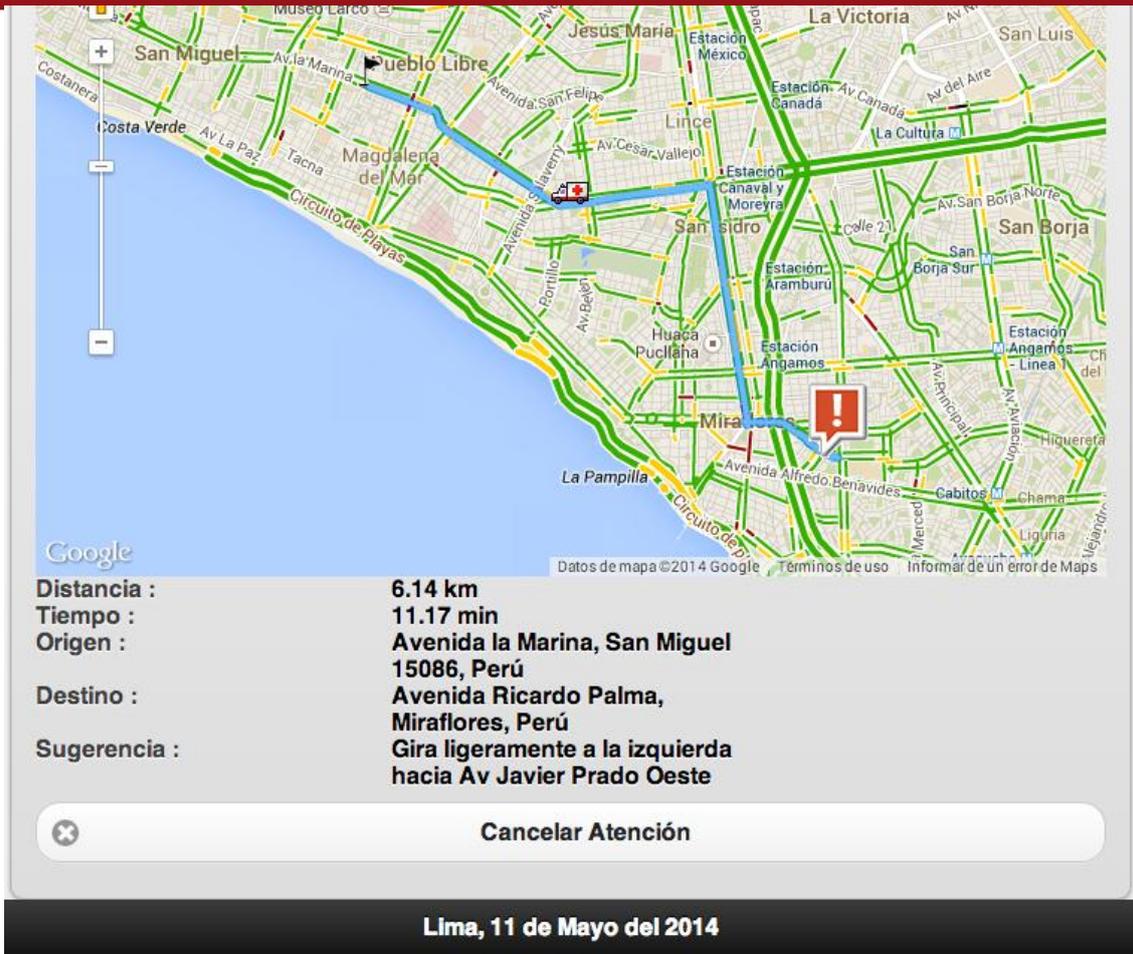


Ilustración 19: Interfaz de ruta sugerida. Fuente: Elaboración Propia

Luego que el chofer acepta la alerta, inmediatamente el paramédico que también está asignado a la misma ambulancia recibe los datos personales e historial clínico resumido electrónico del asegurado que los tendrá como opción en un menú principal (ver ilustración 20)



Ilustración 20: Menú principal del paramédico. Fuente: Elaboración Propia

Mientras la ambulancia se desplaza hacia el lugar de la emergencia el paramédico puede consultar todas las opciones del menú, en la cual puede acceder a los datos personales y datos de salud de manera digital e instantánea. En la ilustración 21 se muestra la pantalla de los datos personales del asegurado y en la ilustración 22 se observa el historial clínico resumido electrónico del asegurado que se está atendiendo.

Atrás
Go Ambu

Asegurado
Manuel Alberto Sanchez Gomez

Datos del Asegurado

Nombre:

Dirección:

Fecha de Nacimiento:

Tipo de sangre:

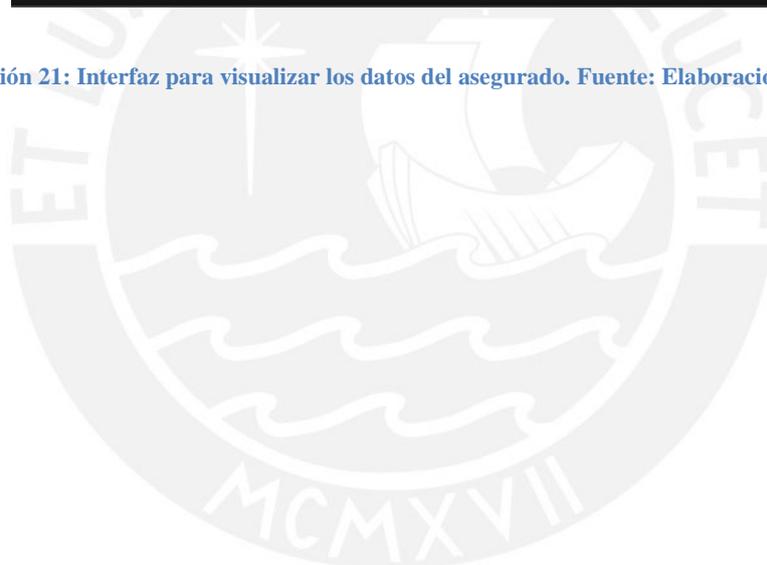
Sexo:

DNI:

No. Historia Clínica:

Lima, 8 de Junio del 2014

Ilustración 21: Interfaz para visualizar los datos del asegurado. Fuente: Elaboración Propia



Sair
Go Ambu

Asegurado
Manuel Alberto Sanchez Gomez

Historial Clínico Resumido Electrónico

Fecha Creación:

2014-06-01

Fecha Actualización:

2014-06-08

Motivo de la emergencia

Antecedentes

Exámenes Físicos

Tratamientos

Observaciones

No. de atención	Tipo Antecedente	Antecedente	Fecha
50	Familiar	Diabetico	2014-06-08

↶
Regresar Menú

🔍
Registrar atención

Lima, 30 de Junlo del 2014

Ilustración 22: Interfaz para visualizar el historial clínico resumido electrónico del asegurado. Fuente: Elaboración Propia

Cuando el chofer de la ambulancia aceptó la atención de la emergencia al asegurado se le muestra la información de la unidad asignada con tiempo y distancia aproximada que se demorará en llegar a atenderlo.

En la ilustración 23, se observa que el sistema tendrá mapeados todos los centros médicos donde pueden atenderse sus asegurados por tipo de seguro.

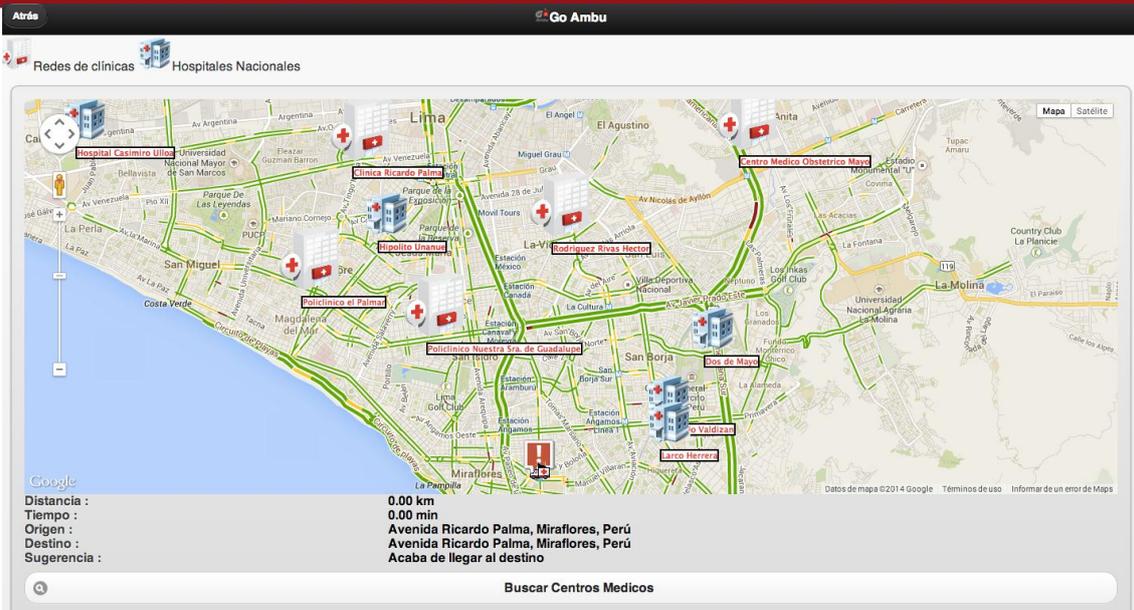


Ilustración 23: Interfaz de búsqueda de centros médicos. Fuente: Elaboración Propia

El proceso de identificación de centros médicos se puede dar de dos escenarios:

- En el primer escenario el chofer puede realizar una búsqueda en cualquier momento mediante su geoubicación para tener una visión panorámica.
- En el segundo, cuando la ambulancia atienda una emergencia y llegue al lugar del accidente (ver ilustración 24), al chofer visualizará solo los centros médicos a los cuales está asociado el asegurado y puede ser trasladado.

En ambos casos el chofer puede seleccionar un centro médico y el sistema le sugerirá una ruta hacia él. El sistema también le informará del tiempo y distancia que se demoraría en llegar al centro médico. (ver ilustración 25)

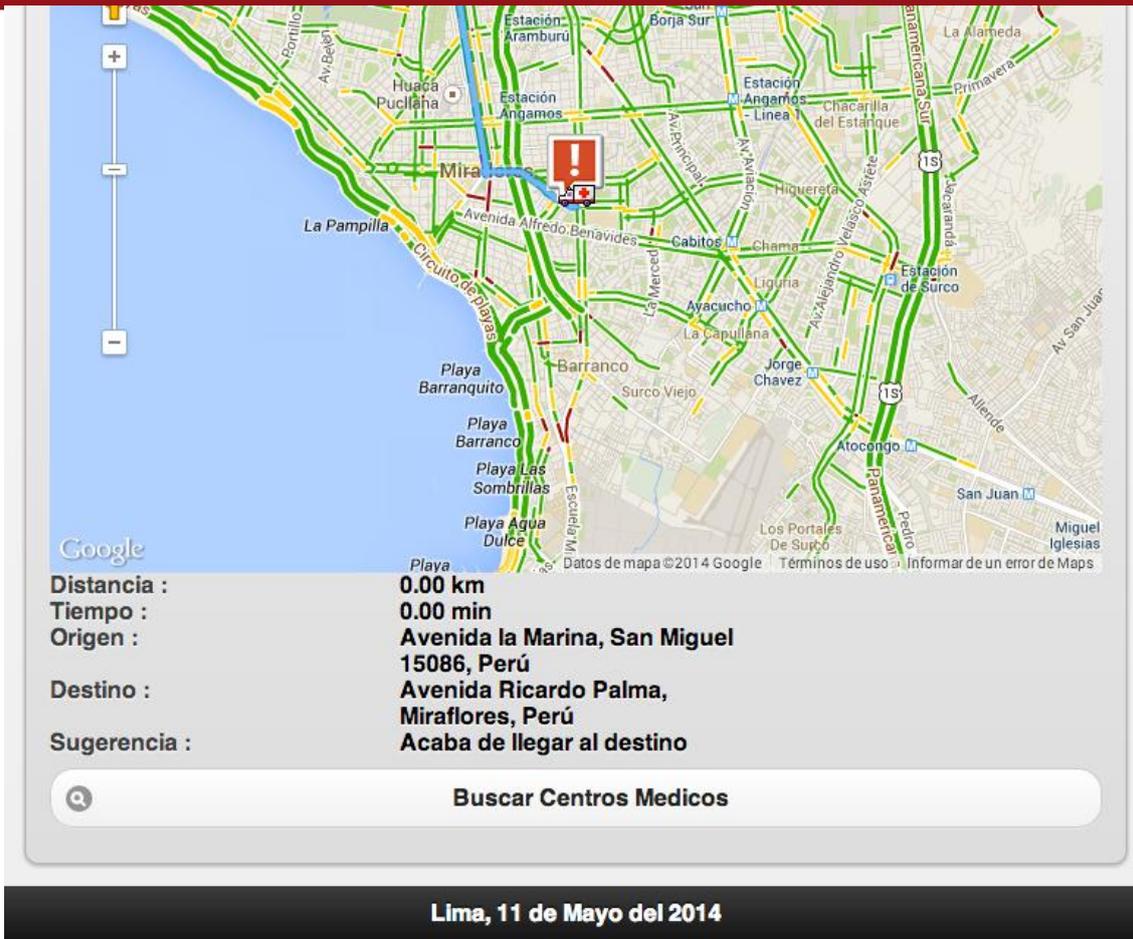


Ilustración 24: Interfaz de llegada de ambulancia. Fuente: Elaboración Propia

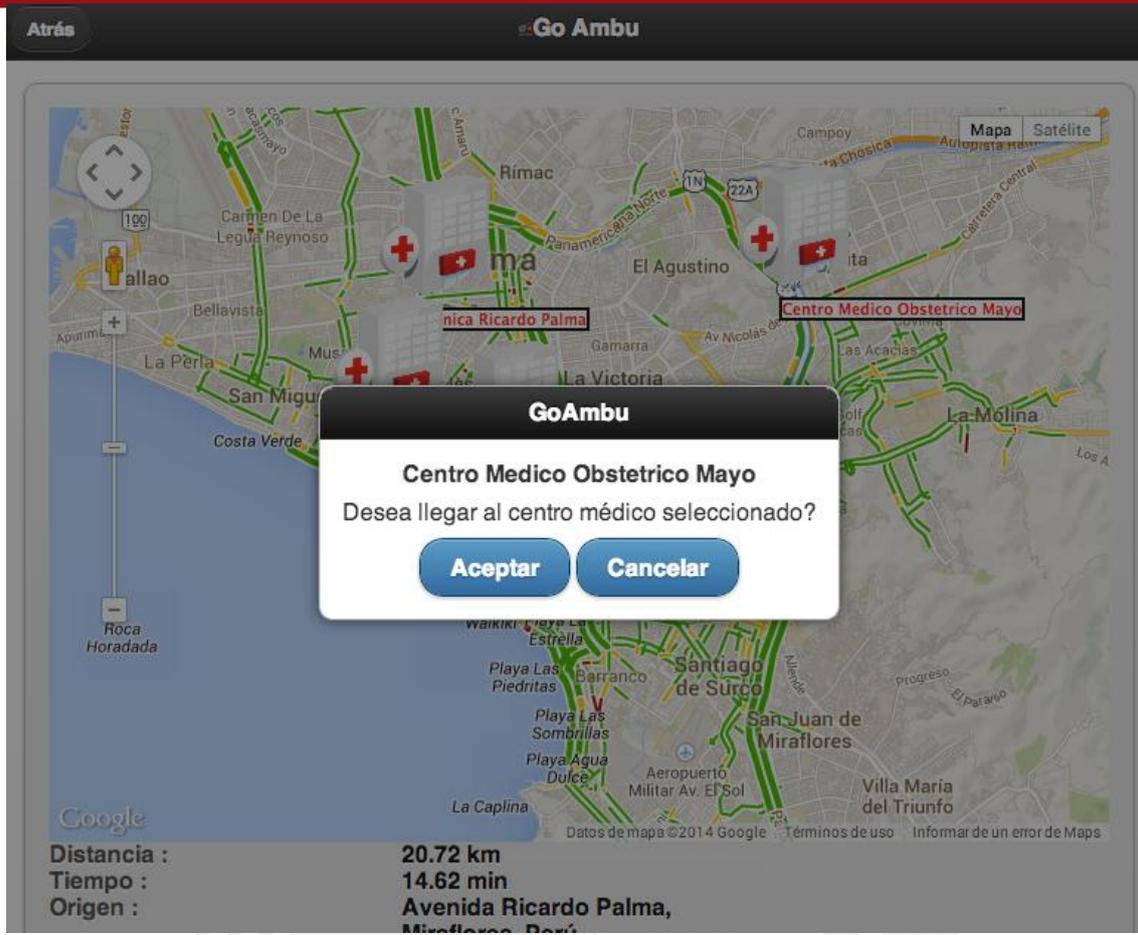
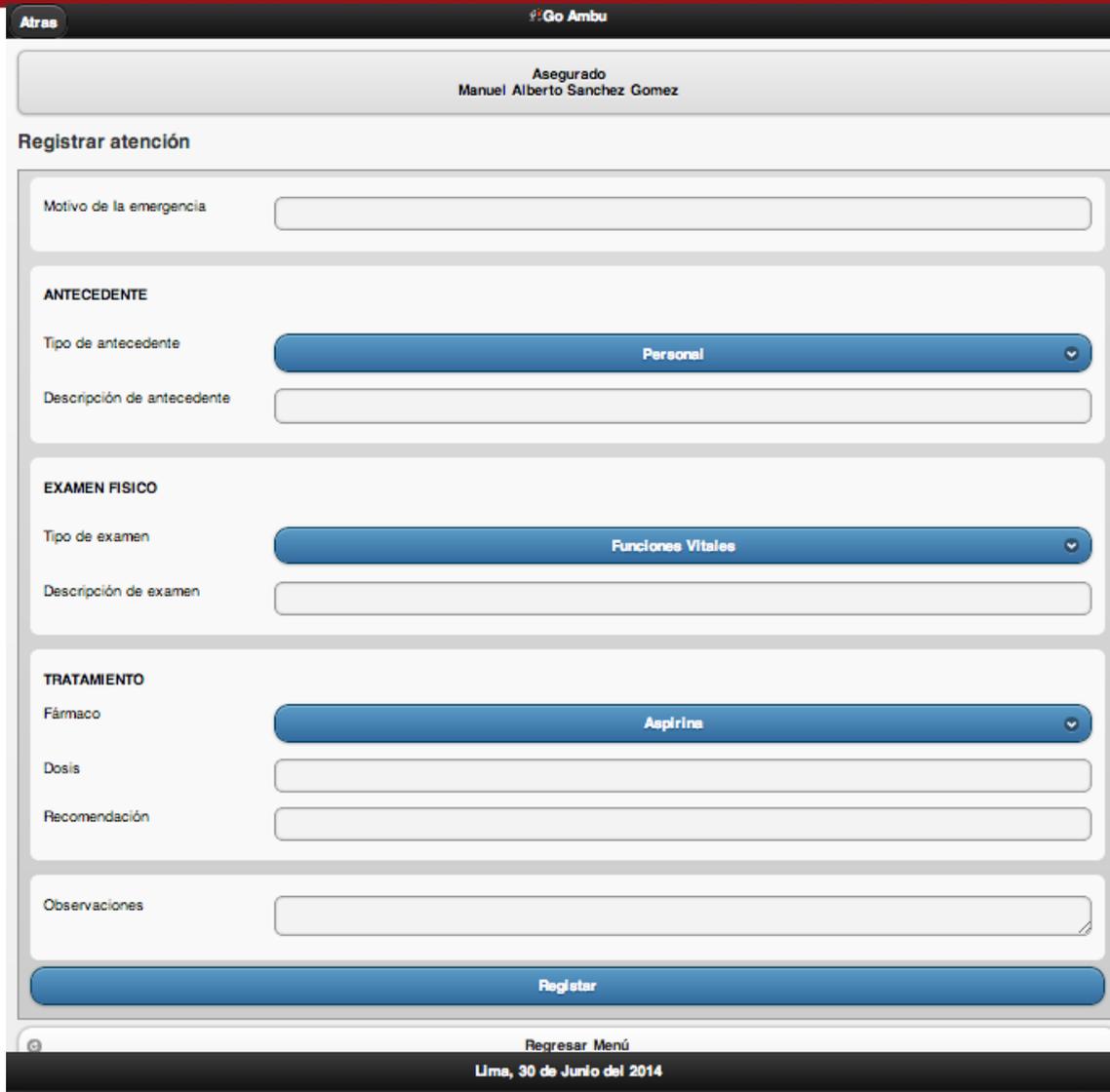


Ilustración 25: Interfaz de selección de centro médico. Fuente: Elaboración Propia

El paramédico tiene que contar una herramienta que le permita registrar la atención que se le brinda al asegurado. Por lo tanto, se propone una captura digital de los datos que se requieren para alimentar la historia clínica resumida electrónica propuesta.

En la ilustración 26 se muestra que el paramédico al finalizar la atención tiene la opción de registrar desde su dispositivo móvil la atención brindada al asegurado y de esta manera mantener actualizado el historial.



Atras Go Ambu

Asegurado
Manuel Alberto Sanchez Gomez

Registrar atención

Motivo de la emergencia

ANTECEDENTE

Tipo de antecedente Personal

Descripción de antecedente

EXAMEN FISICO

Tipo de examen Funciones Vitales

Descripción de examen

TRATAMIENTO

Fármaco Aspirina

Dosis

Recomendación

Observaciones

Registrar

Regresar Menú
Lima, 30 de Junio del 2014

Ilustración 26: Interfaz para registrar la atención del asegurado. Fuente: Elaboración Propia

7.3 Módulo de Gestión

Las ambulancias se encuentran descentralizadas en diversos lugares y por ende si se incrementa la cantidad de ambulancias es cada vez más tedioso monitorearlas. Para ello, se propone crear una central de emergencia desde donde permita monitorear el estado de las ambulancias y las alertas en tiempo real.

En la ilustración 27 se puede visualizar cuando el administrador de la central de emergencias accede al sistema, donde tiene la opción de monitorear sus unidades, el score de sus choferes, el score de las alertas por asegurado, reporte de alertas atendidas y reporte de tiempo promedio por unidad de emergencia.



Ilustración 27: Menú principal del administrador de la central de emergencias. Fuente: Elaboración Propia

El administrador podrá visualizar las unidades de emergencia y las alertas en tiempo real. Además, se visualizarán los filtros por sus estados para verificar las asignaciones de dichas alertas con las ambulancias de manera adecuada. En la ilustración 28 se puede visualizar la interfaz que permita visualizar el monitoreo de ambulancias y alertas.

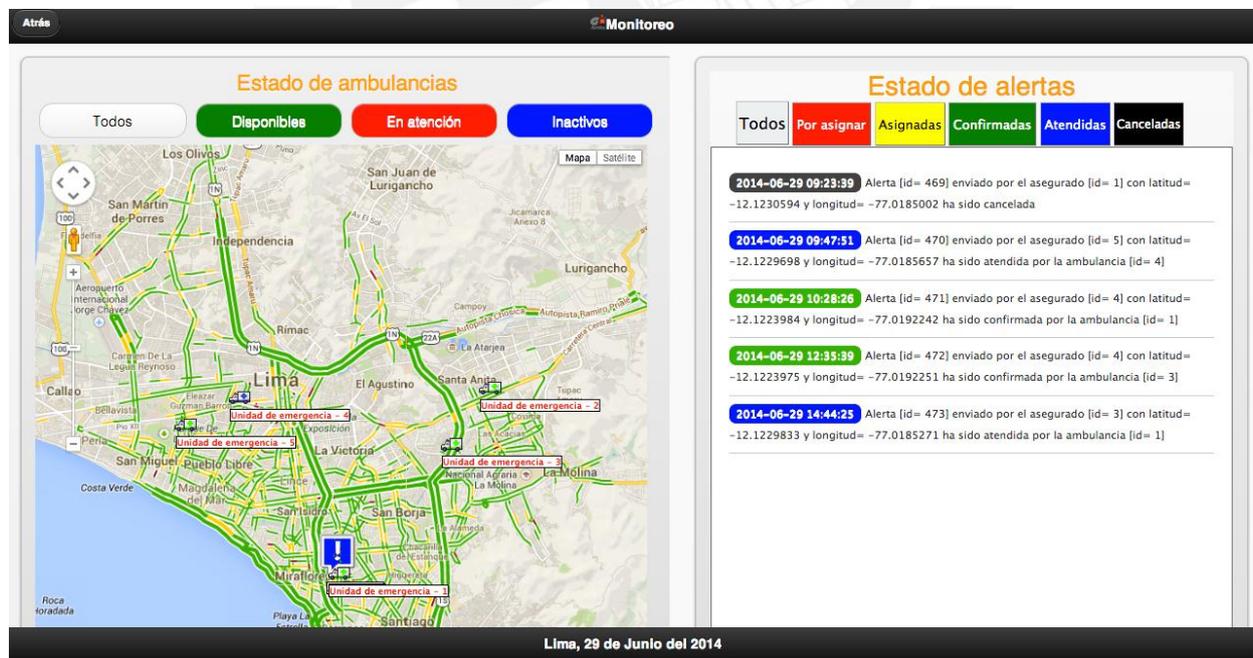


Ilustración 28: Interfaz de monitoreo de unidades y alertas de una aseguradora. Fuente: Elaboración Propia

También el administrador tiene la opción para poder ver a más detalle que sucedió en la alerta enviada, así como que chofer y paramédico está asignado en una unidad de emergencia (ver ilustración 29).

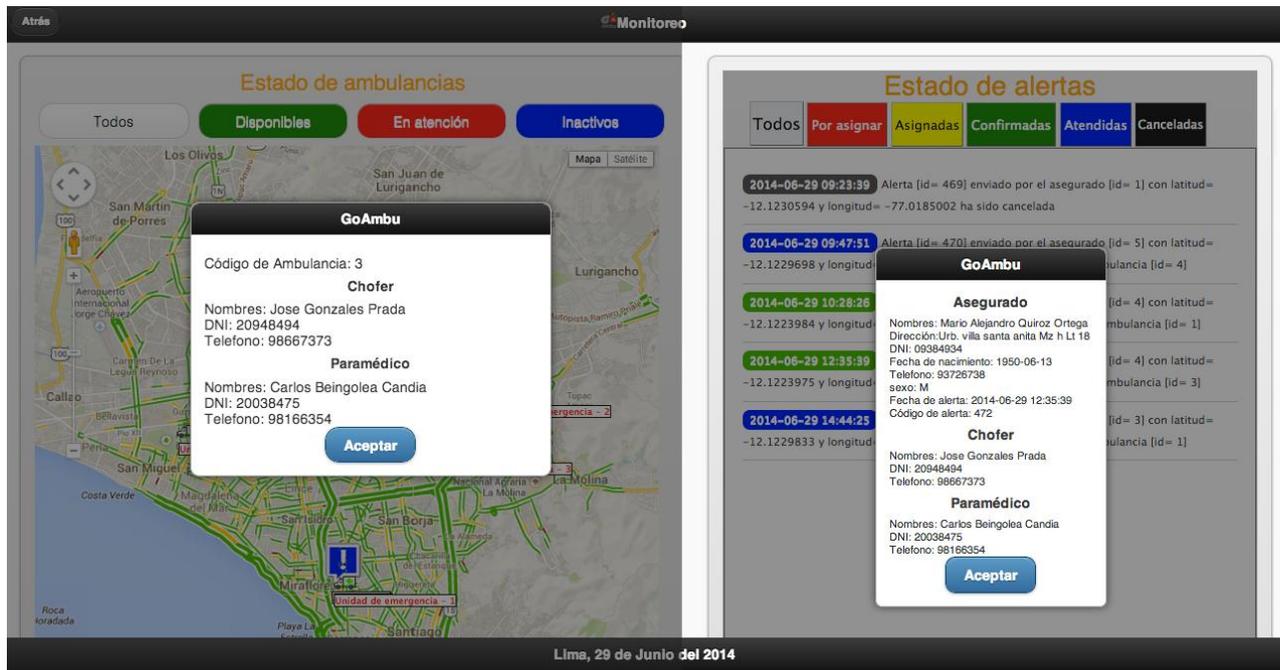


Ilustración 29: Detalle de información de una unidad de emergencia y de una alerta. Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se brinda un conjunto de reportes para que la aseguradora pueda tomar r decisiones. El score de choferes le brinda en porcentaje como se atendió las alertas asignadas a cada chofer (ver ilustración 30). El score de alertas por asegurado le brinda es estado de las alertas enviadas por los asegurados y como fueron procesadas (ver ilustración 31). En el reporte de alertas atendidas se puede ver a detalle como fue atendida una emergencia por asegurado (ver ilustración 32). En el reporte de tiempo promedio se observa el tiempo promedio que empleo cada ambulancia en atender sus emergencias asignadas (ver ilustración 33).



Ilustración 30: Score de choferes. Fuente: Elaboración Propia

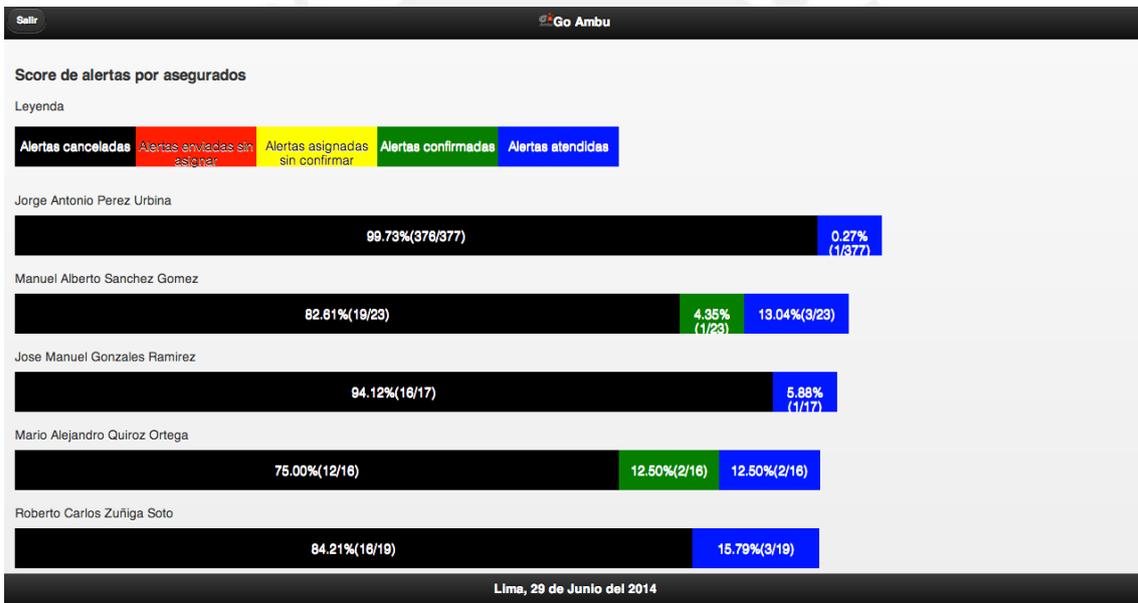


Ilustración 31: Score de alertas por asegurado. Fuente: Elaboración Propia

Salir Go Ambu

Reporte de alertas atendidas

Asegurado: Jorge Antonio Perez Urbina

fecha de Atención	Chofer	Paramedico	distancia(km)	tiempo(min)
2014-04-13 10:28:43	Manuel Sanchez Rodriguez	Miguel Salas Cordova	0.002	0.06
2014-04-13 10:28:51	Jose Gonzales Prada	Carlos Beingolea Candia	0.002	0.06
2014-04-13 10:33:29	Mario Quiroz Quiroz	Pedro Liberato Marcial	0.002	0.06
2014-04-13 10:34:33	Roberto Zuñiga Vargas	Diego Vargas Dembow	0.002	0.06
2014-04-13 11:23:44	Oscar Garay Bedoya	Jhon Martinez Juarez	0.014	0.21

Asegurado: Manuel Alberto Sanchez Gomez

fecha de Atención	Chofer	Paramedico	distancia(km)	tiempo(min)
2014-04-14 07:53:03	Oscar Garay Bedoya	Jhon Martinez Juarez	1.369	3.15
2014-04-20 06:23:17	Manuel Sanchez Rodriguez	Miguel Salas Cordova	0.325	0.83
2014-04-20 09:28:24	Roberto Zuñiga Vargas	Diego Vargas Dembow	1.066	3.40
2014-05-28 19:11:19	Mario Quiroz Quiroz	Pedro Liberato Marcial	2.060	3.85
2014-06-01 14:45:21	Jose Gonzales Prada	Carlos Beingolea Candia	0.497	1.95

Asegurado: Jose Manuel Gonzales Ramirez

fecha de Atención	Chofer	Paramedico	distancia(km)	tiempo(min)
2014-04-20 06:28:24	Mario Quiroz Quiroz	Pedro Liberato Marcial	1.167	2.60
2014-06-02 18:26:58	Roberto Zuñiga Vargas	Diego Vargas Dembow	6.219	11.87
2014-06-29 14:44:25	Oscar Garay Bedoya	Jhon Martinez Juarez	3.279	7.58

Lima, 29 de Junio del 2014

Ilustración 32: Reporte de alertas atendidas. Fuente: Elaboración Propia

Salir Go Ambu

Reporte de tiempo Promedio

Chofer	Código Ambulancia	velocidad promedio (Km/h)	Tiempo promedio de llegada(min)	alertas atendidas
Oscar Garay Bedoya	1	30.735	1.448	83
Manuel Sanchez Rodriguez	2	32.832	1.840	55
Jose Gonzales Prada	3	38.297	3.258	27
Mario Quiroz Quiroz	4	28.278	3.914	23
Roberto Zuñiga Vargas	5	29.271	4.699	10

Lima, 30 de Junio del 2014

Ilustración 33: Reporte de tiempo promedio. Fuente: Elaboración Propia

8 CAPÍTULO 8: Conclusiones y trabajos futuros

La realización del proyecto nos permitió aplicar los conocimientos adquiridos dentro y fuera de la universidad durante la carrera de ingeniería informática. Entre los cuales tenemos el modelamiento de procesos, educación de información para la obtención de los requerimientos del sistema, empleo de algoritmos adecuados a la lógica del negocio y desarrollo de un producto mantenible y escalable. Todo ello nos brindó las herramientas necesarias para culminar el proyecto con éxito.

La solución brindaba una ruta óptima. Sin embargo el problema no se soluciona con ello por diversos factores como el tráfico y obstáculos en las calles. Por lo tanto optamos por optimizar cada actividad que estaba involucrado en el proceso como es el envío de alertas, asignación de alertas con ambulancias, visualización de centros médicos y registro de resumen de historia clínica.

Las conclusiones a las que se ha llegado como resultado del presente proyecto se detallan a continuación:

- Se realizó un modelo de la Historia Clínica Resumida adaptada de la Norma Técnica de la Historia Clínica de los Establecimientos del Sector Salud brindada por el MINSA para poder almacenarla digitalmente.
- Se modeló el proceso de atención de emergencia optimizado gráficamente, en el cual se describen todas las secuencias de las actividades que ocurren durante este proceso y que permitió entender las funcionalidades del sistema a ser implementado.
- La arquitectura implementada permitió identificar fácilmente cada uno de los componentes y conectores necesarios para que el sistema sea escalable y realizar la integración de la información entre todos los aplicativos.
- El algoritmo se implementó en una aplicación de escritorio que se ejecuta en background que permitió asignar automáticamente las alertas enviadas por los asegurados a las unidades de emergencias disponibles.
- El esquema de servicios se agrupo por módulos para poder garantizar la integración de la información, con ello el sistema será altamente escalable y adaptable ante futuros cambios.
- Con el producto final se ha conseguido brindar una suite de aplicaciones para cada uno de los involucrados en el proceso de atención de emergencias. El asegurado empleará una aplicación móvil para agilizar el envío de alertas; el chofer empleará un aplicativo web móvil para atender las alertas y buscar los centros médicos más cercanos; el paramédico empleará una aplicación móvil para visualizar la historia clínica resumida electrónica y realizar el registro de la atención; y

finalmente la aseguradora empleará una aplicación web para observar el monitoreo de sus ambulancias y flujo de alertas.

Se recomienda desarrollar como trabajos futuros lo siguiente:

- Desarrollar el aplicativo del asegurado para que pueda funcionar en múltiples plataformas.
- Implementar un algoritmo de enrutamiento que tome en cuenta el tráfico en tiempo real.
- Buscar una alternativa de hardware que permita enviar la geocalización de manera satelital sin necesidad de tener conexión a internet y suplante el dispositivo móvil para el envío de alertas.



Referencias bibliográficas

Libros

[ARROYO 2005]

Arroyo, Luis

2005 "Tecnología Móvil", Primera edición, Anaya multimedia, USA.

[McGovern 2004]

James McGovern-Scott W.Ambler

2004 A Practical Guide to Enterprise Architecture, Primera Edición, New Jersey, Michelle Vincenti

[Newcomer 2004]

Eric Newcomer-Greg Lomow

2004 "Understanding SOA with Web Services", Primera edición, Pearson Education, USA.

Referencias Web

[UMMC 2013]

University of Maryland Medical Center

2013 R Adams Cowley Shock Trauma Center and Maryland EMS System in Baltimore, Maryland. Estados Unidos.

Consulta: 18 de abril del 2013.

http://www.umm.edu/shocktrauma/about_us/history.htm

[INEI 2012] Instituto nacional de estadística e informática

2012 Estadísticas de Seguridad Ciudadana a marzo 2012, Perú, Página 21.

Consulta: 18 de abril del 2013.

<http://www.inei.gob.pe/web/BoletinFlotante.asp?file=14686.pdf>

[MINSa 2005] Ministerio de Salud del Perú

2005 Norma Técnica de la Historia Clínica de los Establecimientos del Sector Salud, Perú, Página 6,14,15 y 33.

Consulta: 20 de junio del 2014.

http://www.minsa.gob.pe/hama/Informaci%C3%B3n_Hma/Estadistica/Norma%20HC%20V02.pdf

[MSC 2012]

Ministerio de Salud Chile

2012 Protocolo de alerta y organización de la atención de emergencia, Página 7, Chile.

Consulta: 18 de abril del 2013.

http://salunet.minsal.gov.cl/pls/portal/docs/PAGE/SSALUD/SSALUD_METROPOLITANO_ORIENTE/G_PROTOCOLOS/PROCOLOS/TAB5966481/7.%20ALERTA%20ATENCI%C3%93N%20EMERGENCIA%20V1.2.PDF

[CASTILLO 2014]

Javier Castillo

2014

Atributos de calidad, Perú.

Consulta: 11 de mayo del 2014

<http://prezi.com/urngwwu39svi/arquitectura-de-software-clase-4/>

[PACIFICO 2013]

Pacífico Seguros

2013

Aplicación móvil, Perú.

Consulta: 22 de abril del 2013

http://site.pacificoseguros.com/canales/webmovil/corp_iphone.html

[MAPFRE 2013]

Mapfre Seguros

2013

Aplicación móvil, Perú.

Consulta: 22 de abril del 2013

<http://www.mapfre.com/seguros/es/particulares/movil/aplicacion-mapfre-movil.shtml>

[RIMAC 2013]

Rimac Seguros

2013

Aplicación móvil, Perú.

Consulta: 22 de abril del 2013

<http://www.rimac.com.pe/wps/portal/rimac/inicio/ayuda/smartphone-app>

[BPMN 2014]

Object Management Group

2013

Business Process Model and Notation.

Consulta: 25 de mayo del 2014

<http://www.bpmn.org/>

[BIZAGI 2014]

Bizagi

2013

Bizagi Process Modeler.

Consulta: 25 de mayo del 2014

<http://help.bizagi.com/processmodeler/es/>

Tesis

[BALAREZO 2012]

Brallan Balarezo Paredes

2012

Título de Ingeniero informático, “Sistema de apoyo logístico basado en mapas para un ISP”, Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil

Consulta: 06 de junio del 2013

[GONZALES-JOHNSON 2013]

Tania Denisse Gonzales Villa | Pablo Ernesto Johnson Rojas

- 2013 Título de Ingeniero informático, “Perú, 3.3.1 Análisis, diseño e implementación de un sistema web y móvil para el soporte informático a la gestión de los servicios de atención que brindan las comisarias a la comunicad”, PUCP, Facultad de ciencias e Ingeniería.
Consulta: 18 de abril del 2013

Journal

[LERNER-MOSCATI 2001]

E. Booke Lerner | Ronald M. Moscati.

- 2001 “Academic Emergency Medicine”. The Golden Hour: Scientific Fact or Medical “Urban Legend”. New York, Volume 8, Issue 7, páginas 758-760.

[DGTE 2011]

Dirección General de Tráfico en España

- 2011 “Cuando el tiempo es vida”. Tráfico y seguridad vial. España, Año XXVII, N 208, páginas 10-16.

[IC-IEEE 2002]

Internet Computing, IEEE

- 2002 Unraveling the Web services web: an introduction to SOAP, WSDL, and UDDI. New York, Volumen 6, Issue 2, páginas 86-93.

[SOFT-IEEE 2000]

Software, IEEE

- 2000 The Scrum software development process for small teams. Arizona, Volumen 17, Issue 4, páginas 26-32.

[CS-ENC 2003]

Computer Science, 2003. ENC 2003. Proceedings of the Fourth Mexican International Conference

- 2003 A formal experiment comparing extreme programming with traditional software construction. Reino Unido, páginas 73-80.

[WS-IEEE 2007]

Web Services, 2007, ICWS 2007. IEEE International Conference

- 2007 Mobile SOA: Service Orientation on Lighthweight Mobile Devices Centre of Finland, Espoo, páginas 1214-1225.

[WELLING 2007]

Luke Welling, Laura Thomson

- 2007 Desarrollo Web con PHP y MySQL, España, descripción principal, páginas 5-6.

[MESO 2010]

- 2010 The Journal of Medical Society, New Jersey. Vol 4, N11