

Universidad Siglo 21



Licenciatura en Informática
Trabajo Final de Graduación

**Sistema informático para el monitoreo de riesgos
en la ruta 38 de Tucumán.**

Autor: Nicolás Ezequiel Ousset

DNI: 34.185.570

Legajo: VIN06206

Año 2020

Resumen

Este trabajo presenta un análisis de los riesgos que pueden producir accidentes viales en la ruta nacional N°38, en el tramo perteneciente a la Provincia de Tucumán, Argentina.

A su misma vez, propone un sistema informático que trabaja recibiendo información constantemente de diversos sensores ubicados estratégicamente en la ruta y analiza esos datos para determinar riesgos ocurridos en tiempo real, referidos a la lluvia, niebla, humo, viento y vehículos pesados que transiten a baja velocidad.

El sistema envía las alertas a una aplicación móvil a la que podrán acceder los conductores que transiten la ruta. Por otro lado, muestra en una página web las alertas obtenidas y los datos históricos en diferentes gráficos estadísticos permitiendo un mejor análisis para la toma de decisiones a la Dirección de Vialidad Nacional, encargada del mantenimiento y monitoreo de la ruta nacional N°38.

Con la implementación del sistema, se pretende disminuir los accidentes al transitar en la ruta mencionada, dando alerta en tiempo real a los conductores sobre las situaciones de riesgo que se presenten en la misma, y a su vez, brindar información relevante a la Dirección de Vialidad Nacional.

Palabras claves: seguridad vial, riesgos, información de alertas.

Abstract

This work presents an analysis of the risks that can produce road accidents in the national route N°38, in the section that belongs to the Province of Tucumán, Argentina.

At the same time, proposes a computer system that works receiving constant information from diverse sensors located strategically in the route and analyzes those data to determine risks occurred in real time, referred to rain, fog, smoke, wind and heavy vehicles that transit at low speed.

The system sends the alerts to a mobile application that can be accessed by drivers of the route. On the other hand, it shows on a web page the alerts obtained and the historical data in different statistical graphs allowing a better analysis for decision-making to the Directorate of Vialidad Nacional, responsible for the maintenance and monitoring of national route N°38.

With the implementation of the system, it is intended to reduce the number of accidents while driving on the mentioned route, giving a real time alert to the drivers about the risk situations that may occur on the route and, at the same time, providing relevant information to the Directorate of Vialidad Nacional.

Keywords: road safety, risks, alerts information.

Índice

Título.....	07
Introducción	07
Antecedentes	07
Descripción del área problemática	08
Justificación	09
Objetivo general	09
Objetivos específicos	09
Marco referencial	10
Dominio del problema.....	10
Actividad del cliente	11
Tics.....	12
Competencias.....	15
Diseño metodológico.....	17
Metodología	17
Herramientas de software	17
Técnicas de recopilación de datos	17
Planificación	18
Relevamiento.....	19
Relevamiento estructural.....	19
Relevamiento funcional.....	21
Relevamiento de documentación	22
Procesos de negocios	22
Diagnóstico y propuesta.....	24
Diagnóstico	24
Propuesta	24
Objetivos, límites y alcances del prototipo	26
Objetivos del prototipo	26
Límites	26
Alcance	26
Descripción del sistema	27
Requerimientos funcionales.....	27
Requerimientos no funcionales	27
Diagramas de casos de uso	28
Descripción de casos de uso.....	30
Diagrama de colaboración de análisis.....	49
Diagrama de clases.....	52

Estructura de datos	53
Prototipos de interfaces de pantallas	54
Diagrama de componentes	59
Diagrama de despliegue	59
Seguridad	60
Acceso a la aplicación	60
Políticas de respaldo de información	60
Análisis de costos.....	61
Análisis de riesgos.....	63
Conclusiones.....	66
Demo	67
Referencias	68

Índice de ilustraciones

Figura 1: Diagrama de Gantt	19
Figura 2: Organigrama por gerencias	20
Figura 3: Organigrama por regiones	20
Figura 4: Diagrama de procesos	23
Figura 5: Diagrama de casos de uso	28
Figura 6: Diagrama de caso de uso 03 extendido	29
Figura 7: Diagrama de CU 01: Visualizar alertas de riesgos en página web en tiempo real	30
Figura 8: Diagrama de CU 02: Visualizar alertas de riesgos generadas en las últimas 24 horas	31
Figura 9: Diagrama de CU 03.1: Visualizar gráficos estadísticos generales	33
Figura 10: Diagrama de CU 03.2: Visualizar gráficos estadísticos por Tipo de riesgo	35
Figura 11: Diagrama de CU 03.3: Visualizar gráficos estadísticos por Tramo de la ruta.....	37
Figura 12: Diagrama de CU 03.4: Visualizar gráficos estadísticos por Tramo, para un Tipo determinado.....	39
Figura 13: Diagrama de CU 04: Buscar alertas	40
Figura 14: Diagrama de CU 05: Visualizar alertas de riesgos en aplicación móvil en tiempo real.....	42
Figura 15: Diagrama de CU 06: Generar incidente desde aplicación móvil.....	43
Figura 16: Diagrama de CU 07: Visualizar incidentes en página web	45

Figura 17: Diagrama de CU 08: Generar alerta de riesgo a partir de incidente.....	47
Figura 18: Diagrama de Colaboración CU 01: Visualizar alertas de riesgos en página web en tiempo real.....	49
Figura 19: Diagrama de Colaboración CU 02: Visualizar alertas de riesgos generadas en las últimas 24 horas	49
Figura 20: Diagrama de Colaboración CU 03.1: Visualizar gráficos estadísticos generales	49
Figura 21: Diagrama de Colaboración CU 03.2: Visualizar gráficos estadísticos por Tipo de riesgo	50
Figura 22: Diagrama de Colaboración CU 03.3: Visualizar gráficos estadísticos por Tramo de la ruta.....	50
Figura 23: Diagrama de Colaboración CU 03.4: Visualizar gráficos estadísticos por Tramo, para un Tipo determinado.....	50
Figura 24: Diagrama de Colaboración CU 04: Buscar alertas.....	50
Figura 25: Diagrama de Colaboración CU 05: Visualizar alertas de riesgos en aplicación móvil en tiempo real.....	51
Figura 26: Diagrama de Colaboración CU 06: Generar incidente desde aplicación móvil	51
Figura 27: Diagrama de Colaboración CU 07: Visualizar incidentes en página web	51
Figura 28: Diagrama de Colaboración CU 08: Generar alerta de riesgo a partir de incidente	52
Figura 29: Diagrama de clase	52
Figura 30: Pantalla Novedades	54
Figura 31: Pantalla Informes generales	54
Figura 32: Pantalla Informes por tipo de riesgo	55
Figura 33: Pantalla Informes por tramo de la ruta	56
Figura 34: Pantalla Novedades (aplicación móvil).....	57
Figura 35: Pantalla Generar Incidente (aplicación móvil)	58
Figura 36: Diagrama de componentes	59
Figura 37: Diagrama de despliegue	59
Figura 38: Diagrama de Pareto.....	65

Índice de tablas

Tabla 1: Áreas y vistas UML	14
Tabla 2: Tabla comparativa de competencias	17
Tabla 3: Cronograma de trabajo	18
Tabla 4: Descripción de CU 01: Visualizar alertas de riesgos en página web en tiempo real	30
Tabla 5: Descripción de CU 02: Visualizar alertas de riesgos generadas en las últimas 24 horas	31
Tabla 6: Descripción de CU 03.1: Visualizar gráficos estadísticos generales	33
Tabla 7: Descripción de CU 03.2: Visualizar gráficos estadísticos por Tipo de riesgo.....	35
Tabla 8: Descripción de CU 03.3: Visualizar gráficos estadísticos por Tramo de la ruta	37
Tabla 9: Descripción de CU 03.4: Visualizar gráficos estadísticos por Tramo, para un Tipo determinado	39
Tabla 10: Descripción de CU 04: Buscar alertas	40
Tabla 11: Descripción de CU 05: Visualizar alertas de riesgos en aplicación móvil en tiempo real.....	42
Tabla 12: Descripción de CU 06: Generar incidente desde aplicación móvil	43
Tabla 13: Descripción de CU 07: Visualizar incidentes en página web	45
Tabla 14: Descripción de CU 08: Generar alerta de riesgo a partir de incidente.....	47
Tabla 15: Costos de recursos humanos	61
Tabla 16: Costos de hardware	62
Tabla 17: Costos de alquiler de servicios.....	63
Tabla 18: Tabla de riesgos	64
Tabla 19: Tabla de grado de exposición de riesgos.....	65
Tabla 20: Tabla de contingencias	66

Contenido de anexos

Anexo I: Modelo de entrevista	71
Anexo II: Captura de pantalla 'Estados de las rutas'	73

Título

Sistema informático para el monitoreo de riesgos en la ruta 38 de Tucumán.

Introducción

Con el desarrollo de este trabajo, se realizó un sistema informático que monitorea diversos factores presentes en la ruta nacional N°38, en el tramo de la provincia de Tucumán, a través de sensores instalados en distintos sectores a lo largo de la misma.

El sistema procesa los datos obtenidos de los sensores, los clasifica según su ubicación y tipo, luego realiza cálculos y los compara con valores de referencia, de esta forma, determina los potenciales riesgos en la ruta 38, e informa sobre los mismos a Vialidad Nacional, a través de una página web, y a los conductores mediante una aplicación móvil.

Lo primero que se hizo, fue obtener información sobre la ruta nacional N°38, particularmente del sector perteneciente a la provincia de Tucumán y luego se desarrolló el diseño y modelado del prototipo.

Antecedentes

Conectando las provincias de Tucumán, Catamarca, La Rioja y Córdoba se encuentra la ruta nacional N°38, que recorre un total de 807 km, pavimentada en su totalidad (Centro tecnológico de transporte, 2016).

Empieza su recorrido en el Departamento de Punilla, Córdoba, pasa por las capitales de las provincias de La Rioja, Catamarca y Tucumán, y por otras ciudades altamente pobladas.

Particularmente, en Tucumán, la ruta recorre 146 km. pasando por los epicentros de las ciudades La Cocha, J.B. Alberdi, Aguilares, Concepción, Monteros, Famaillá, finalizando en San Miguel de Tucumán.

Esta ruta, corredor troncal de la provincia, es recorrida diariamente por miles de vehículos y es considerada eje comercial del sur Tucumano. Según los informes de tránsito medio diario anual realizados por la UTN, ya circulaban por el 2016 aproximadamente 9000 vehículos por día (Centro tecnológico de transporte).

Desde el año 2004 se está construyendo, por tramos, la nueva traza de la ruta 38, desde la ciudad de Famaillá hacia el sur, con el propósito de mejorar la circulación vehicular y de evitar el paso por las zonas urbanas de ese segmento.

En las rutas argentinas, existen diferentes corredores viales concesionados, donde las empresas son responsables del cuidado de la ruta en ese trecho y cobran peaje en el mismo. Sin embargo, esto no ocurre para la ruta N°38, de la cual se encarga en su totalidad Vialidad Nacional.

Descripción del área problemática

Anualmente se producen miles de accidentes en la ruta nacional N°38, dentro del territorio de la provincia de Tucumán.

Esto se debe a una multiplicidad de factores, como ser, el gran caudal de vehículos que transcurren por la misma diariamente (autos, camiones, camionetas, motos, bicicletas, carros de tracción a sangre, rastras cañeras), las inclemencias del tiempo, rutas inundadas, neblina o humo de la quema de los cañaverales que limitan la visión, animales sueltos, defectuosa iluminación y señalización de la ruta, sumado a la imprudencia de los conductores.

Los siniestros viales se incrementan notablemente en épocas de zafra, porque, a pesar de las prohibiciones, las rastras cañeras circulan por la ruta durante la noche, a muy baja velocidad y sin luces, y además la visibilidad de los conductores se ve afectada por la quema de cañas a lo largo de varios sectores de la traza de la ruta.

La ruta 38, frecuentemente, es mencionada en las noticias periodísticas nacionales, debido a la gran cantidad de accidentes fatales que ocurren en la misma, por lo que es conocida como 'la ruta de la muerte'.

En el diario periodístico La Gaceta, con fecha 25 de agosto de 2020 se publicó la nota titulada "Brutal accidente en la ruta 38, murió una docente en Concepción" (Casen, 2020, t.ly/TIKS). En el diario Siglo Web, el día 15 de junio de 2020 se publicó "Un joven motociclista impactó de frente con una rastra cañera y murió en la ruta 38" (Rosznercki, 2020, t.ly/hOpy) y en el Diario La Nación, con fecha 23 de agosto de 2019 se publicó la nota "Accidente mortal en Tucumán: un choque en Famaillá dejó cuatro víctimas" (Nación, 2019, t.ly/ObAK), solo por mencionar algunos de los accidentes fatales destacados en las noticias.

Si bien Vialidad Nacional se hace cargo del monitoreo de la ruta, el mismo, se realiza periódicamente y no de manera constante. Vialidad no tiene las herramientas tecnológicas adecuadas para realizar monitoreos en tiempo real.

Justificación

La implementación del sistema permite recibir información constante del estado de la ruta 38 a través de diversos sensores, lo que posibilitó a Vialidad Nacional y a los conductores, tener conocimiento en tiempo real de distintas situaciones que ponen en peligro el transitar la ruta, como ser cruce de animales sueltos e inclemencias meteorológicas.

El sistema permite, además, reconocer qué tipos de vehículos transitan por la noche, y controlar si los transportes agropecuarios cumplen con la prohibición de transitar sin luz del día, al mismo tiempo, permite brindar una mejor y más rápida atención en caso de ciertos accidentes automovilísticos, ya que, el sistema alerta en el momento sobre la situación, detectando presencia de humo.

El sistema fue factible debido a la existencia de las diferentes tecnologías para poder abordarlo, los conocimientos necesarios por parte del autor y la información brindada por Vialidad Nacional para llevar a cabo el mismo.

Objetivo general

Analizar, diseñar y desarrollar un sistema informático que proporcione información en tiempo real de los posibles riesgos en la ruta nacional N°38 a los conductores y a Vialidad Nacional.

Objetivos específicos

- Identificar los diferentes riesgos existentes en la ruta 38.
- Comprender cómo se realiza actualmente el monitoreo de la ruta 38.
- Elaborar un plan de acción que permita la realización de la propuesta.
- Desarrollar un prototipo de sistema informático que determine en tiempo real los riesgos presentes en la ruta 38.

Marco referencial

Dominio del problema

La Real Academia Española (RAE) define riesgo como “contingencia o proximidad a un daño” (RAE, 2019, t.ly/ajxm).

Es una palabra de uso común en nuestra sociedad actual, a diario se escucha hablar de riesgo país, riesgo laboral, riesgo natural, entre otros.

En el marco del trabajo realizado, conducir en la ruta 38 de Tucumán representa un riesgo.

En este trabajo, se hace hincapié en los riesgos viales y en los factores del mismo. En un sentido amplio, se entiende como factor de riesgo de siniestro vial, a cualquier factor que aumente la probabilidad de ocurrencia de un siniestro de tránsito y de que éste derive en muerte o traumatismo (Ministerio de Transporte, 2018).

Los diversos factores de riesgo vial se pueden agrupar en tres grandes áreas: los factores humanos, los mecánicos o vehiculares y los ambientales o de los caminos.

Este trabajo, se centra en los factores ambientales y de los caminos, los cuales están configurados, por un lado, por los aspectos o elementos ambientales 'inalterables' (la calzada o vía y el diseño de su entorno) y por otra parte, por todo un conjunto de condiciones circundantes de 'naturaleza cambiante' o dinámica.

Este trabajo hace foco en los factores de riesgo ambientales dinámicos:

- Niebla: “nube muy baja que dificulta la visión según la concentración de las gotas que la forman” (RAE,2019, t.ly/4sCR).
- Lluvia: dificulta la visibilidad y aumenta el tiempo de frenado.
- Humo: las partículas en suspensión de gases dificultan la visión.
- Viento: las fuertes ráfagas pueden causar perdida de estabilidad en motos o bicicletas.
- Nieve o Hielo: reducen la tracción de las ruedas de los autos.
- Cruce de Animales
- Vehículos a baja velocidad

Con el fin de prevenir los riesgos debido a factores humanos, En nuestro país la ley que regula la circulación en las vías nacionales, a la cual está adherida la provincia de

Tucumán, es la ley n° 24449. En su art. 48 se reflejan las prohibiciones a los ciudadanos para disminuir los riesgos tanto de conductores como de peatones en las vías.

A su vez, en el decreto n° 779/95 reglamentario de la ley 24449, en el anexo LL que menciona las normas para la circulación de maquinaria agrícola, se enuncia:

2.- Condiciones para la circulación:

2.1. Se realizará exclusivamente durante las horas de luz solar, desde la hora 'sol sale', hasta la hora 'sol se pone'.

. . . 2.8. Está prohibido:

a) Circular durante oscurecimiento por tormenta, cuando llueva, haya neblina o niebla, nieve, humo, granizo o cualquier otro fenómeno que pudiera entorpecer la visibilidad.¹

Por lo tanto, las maquinarias agrícolas tienen permitido circular solo en ciertos horarios y en ciertas condiciones óptimas de visibilidad.

Actividad del cliente

La Dirección Nacional de Vialidad constituye un ente autárquico, perteneciente al Ministerio de Obras Públicas, creado en el año 1932 por la ley 11.658. “Tiene a su cargo el estudio, construcción, conservación, mejoramiento y modificaciones del sistema troncal de caminos nacionales”.²

Es la encargada de efectuar el señalamiento y la numeración de los caminos, adoptando un sistema uniforme en todo el país.

Debe elevar la propuesta de actualización del Reglamento General de Tránsito al Poder Ejecutivo cada vez que lo considere necesario y fiscalizar el cumplimiento de las normas fijadas.

¹ Art. 2. Decreto N° 779/95 - Normas para la circulación de maquinarias agrícolas – Comisión Nacional del tránsito y la seguridad vial

² Art. 2. Decreto Ley N° 505/1958 – Creación de la Dirección Nacional de Vialidad – Alcance General

TICS

- *Sensores*

La RAE define a un sensor como “Dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc., y la transmite adecuadamente” (RAE,2019, t.ly/m2vU).

Es decir, un sensor detecta una variación en su entorno y transforma los datos que recibe en un impulso eléctrico, normalmente digital, para que sean analizados y procesados por otro sistema.

Los sensores se usan a menudo en la vida cotidiana. Por ejemplo, el termómetro de mercurio común es un tipo de sensor muy antiguo utilizado para medir la temperatura.

En la actualidad, gracias a los avances tecnológicos, existen diversos tipos de sensores, los cuales miden diferentes fenómenos físicos, como ser sensores de temperatura, que proporcionan información de la temperatura del medio, sensores de humedad, los cuales brindan datos de la humedad relativa del ambiente, y sensores ópticos, que detectan la presencia de un objeto que interrumpe un haz de luz que llega hasta ellos.

- *Tecnología GSM/GPRS*

La tecnología GSM (Global System for Mobile communications, en español sistema global para las comunicaciones móviles) es una clase de red que sirve para la transmisión móvil de datos y voz (Kukushkin, 2018).

El desarrollo de la tecnología GSM comenzó en el año 1982 con la creación del grupo de trabajo Groupe Spécial Mobile en la conferencia de telecomunicaciones CEPT de ese año, en la cual participaron 26 compañías europeas de telecomunicaciones (Rojas, 2018).

GSM fue la primera tecnología móvil que introdujo una tarjeta con chip personal, el Módulo de Identidad del Suscriptor (SIM). La tarjeta SIM convierte un teléfono en una estación móvil (MS) con un conjunto de servicios de red permitidos para su uso mediante suscripción (Chuy, 2019).

El Servicio General de Paquetes vía radio, abreviado como GPRS (General Packet Radio Service), introduce el concepto de compartir el conjunto de

canales disponibles entre diferentes usuarios, por lo que se considera a GPRS como una extensión del GSM, donde se brinda un servicio más eficiente para las transmisiones de datos, especialmente en el caso del acceso a Internet, ya que, mejora la velocidad de transferencia de datos y el tiempo de conexión con respecto al GSM. GPRS permite una transferencia de datos en paquete, con una tasa de datos de 171,2 Kbps en promedio, y solo se utiliza la red cuando es necesario, lo cual reduce los costos al usuario. (Kukushkin)

- *Python*

Es un lenguaje multiplataforma y multipropósito creado por el holandés Guido Van Rossum, el cual admite multiparadigmas, entre ellos el orientado a objetos.

Es un lenguaje interpretado, lo que significa que no necesita compilar el código fuente para poder ejecutarlo, sino que el código del programador es traducido mediante un intérprete a medida que es necesario, lo que ofrece ventajas como la rapidez de desarrollo y prueba de una aplicación (Caballero, Martín, & Riesco Rodríguez, 2019).

Su sintaxis es muy visual gracias a la notación indentada (con márgenes) de obligado cumplimiento, lo cual ayuda a un mejor entendimiento del código (Vega Niño, Martínez Alzamora, Alonso Campos, & Tzatchkov, 2017).

En los últimos años, Python fue creciendo en popularidad, y actualmente, es uno de los lenguajes más utilizados para la ciencia de datos y el Big data, esto es debido a su simpleza para escribir el código, a la gran cantidad de funciones y librerías que ayudan a realizar muchas de las tareas habituales, y al hecho de que es gratuito, incluso para propósitos empresariales. (Revista Digital INESEM, s.f.)

- *Big Data*

Es un término que hace referencia a la gestión y análisis de grandes volúmenes de datos, los cuales no pueden ser tratados de manera convencional.

Big Data son los grandes conjuntos de datos que tiene tres características principales: volumen (cantidad), velocidad (velocidad de creación y utilización) y variedad (tipos de fuentes de datos no estructurados, tales

como la interacción social, video, audio, cualquier cosa que se pueda clasificar en una base de datos). (Joyanes, 2013, p.3)

Al hablar de Big data siempre se hace referencia a las tres 'V': Big data debe ser capaz de procesar grandes 'Volúmenes' de datos, a una 'Velocidad' prácticamente a tiempo real, estos datos son 'Variados', incluye los datos estructurados que se podía analizar en bases de datos relacionales, pero también datos semiestructurados y no estructurados (Joyanes).

Entre las ventajas que presenta el Big data se puede resaltar que permite obtener respuestas más complejas, debido a que dispone de mayor cantidad de datos; lo que implica también una mayor fiabilidad de los mismos.

El trabajo más significativo de los científicos de datos consiste en seleccionar, preparar, limpiar los datos, de tal modo que sean relevantes para el cliente y estén organizados de tal manera que permitan un análisis significativo.

La capacidad de análisis de Big data incluye estadística, semántica, detección interactiva y visualización. Permite relacionar distintos tipos y fuentes de datos, realizar asociaciones y hallazgos significativos (Joyanes).

- *UML*

El Lenguaje Unificado de Modelado (Unified Modeling Language, UML) es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema, que fue desarrollado por Rumbaugh, Jacobson y Booch (Booch, Rumbaugh, & Jacobson, 2006).

UML fue diseñado para poder ser usado por cualquier proceso de desarrollo de software, aunque sus autores aconsejan, para su uso óptimo, procesos dirigidos por casos de uso, centrados en la arquitectura, iterativos e incrementales.

UML es un lenguaje cuyo vocabulario y reglas se centran en la representación conceptual y física de un sistema, e indican cómo crear y leer los modelos.

Los conceptos y construcciones en UML se pueden dividir en varias vistas, las cuales, son un subconjunto de las construcciones de modelado de UML que representan un aspecto del sistema (Rumbaugh, 2007).

UML utiliza elementos y los asocia de diferentes formas para formar diagramas que representan aspectos estáticos o estructurales de un sistema, junto con diagramas

de comportamiento, que captan los aspectos dinámicos de un sistema. Uno o dos tipos de diagramas proporcionan una notación visual para los conceptos de cada vista.

Las vistas dentro de UML se agrupan en distintas áreas conceptuales, las cuales representan distintas partes del modelo.

Estos conceptos se presentan en la siguiente tabla (ver tabla 1), donde se observan las áreas conceptuales, las vistas de UML y los diagramas, así como los conceptos principales que son relevantes para cada vista.

<i>Área</i>	<i>Vista</i>	<i>Diagramas</i>	<i>Conceptos Principales</i>
estructural	vista estática	diagrama de clases	clase, asociación, generalización, dependencia, realización, interfaz
	vista de casos de uso	diagrama de casos de uso	caso de uso, actor, asociación, extensión, inclusión, generalización de casos de uso
	vista de implementación	diagrama de componentes	componente, interfaz, dependencia, realización
	vista de despliegue	diagrama de despliegue	nodo, componente, dependencia, localización
dinámica	vista de máquina de estados	diagrama de estados	estado, evento, transición, acción
	vista de actividad	diagrama de actividad	estado, actividad, transición de terminación, división, unión
	vista de interacción	diagrama de secuencia	interacción, objeto, mensaje, activación
		diagrama de colaboración	colaboración, interacción, rol de colaboración, mensaje
gestión del modelo	vista de gestión del modelo	diagrama de clases	paquete, subsistema, modelo
extensión de UML	todas	todos	restricción, estereotipo, valores etiquetados

Tabla 1: Áreas y vistas UML. Fuente: Rumbaugh, 2007, p. 22.

Competencias

Para conocer los sistemas existentes en el mercado capaces de brindar una solución a la problemática planteada, se llevó a cabo una investigación, a través de internet, en la que se encontraron diferentes sistemas informáticos para el monitoreo en las rutas, de los cuales se destacan los siguiente tres:

- *Smarty Meteo* (Smarty Planet, 2020)

Aplicación que permite conocer el estado meteorológico actual con mediciones precisas de temperatura, viento, lluvia y radiación solar desde cualquier dispositivo conectado a internet.

A través de sensores, obtiene datos de velocidad y dirección del viento, lluvia, temperatura ambiental, humedad relativa, presión atmosférica, sensación térmica, entre otros. Luego, estos datos son enviados vía GPRS o satélite a un sitio web para su visualización.

- *MeteoRuta* (AEMET, 2020)

Es una aplicación desarrollada por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) de España, la cual permite conocer las condiciones meteorológicas en las carreteras de ese país.

A través de la página web de MeteoRuta (<http://meteoruta.aemet.es>) el usuario puede visualizar las diferentes variables meteorológicas que pueden afectar su trayecto.

La aplicación clasifica las condiciones de las carreteras desde favorables a extremas por colores dependiendo de la superación de umbrales establecidos.

- *Futura DAC* (Saludes, 2020)

Es un sistema de detección animales en calzada, se basa en unas barreras fotoeléctricas, las cuales se ubican en el perímetro de la ruta a controlar, y permanentemente están monitorizando el cruce de objetos que interrumpan sus haces.

En su sitio web, Futura DAC se define como:

Sistema de preaviso cuya finalidad es advertir al conductor de la presencia de animales sueltos en la calzada, permitiendo que éste reaccione con antelación, aminorando la velocidad y tratando de evitar el atropello. Especialmente ideados para ser instalados en tramos de carreteras o zonas donde suelen frecuentar animales en libertad y que pueden cruzar la vía en cualquier momento. (Saludes, 2020, t.ly/UfDZ)

En la siguiente tabla (ver tabla 2) se realiza una comparación de estos sistemas:

Caract.\Sistema	Smarty Meteo	MeteoRuta	Futura DAC
Sensores Meteorológicos	Si	Si	No
• Lluvia	Si	Si	No
• Niebla	Si	Si	No
• Humo	Si	Si	No
• Viento	Si	Si	No
Detección de animales sueltos	No	No	Si
Detección de vehículos a baja velocidad	No	No	No
Información a tiempo real	Si	Si	Si

Tabla 2: Tabla comparativa de competencias. Fuente: Elaboración Propia

Diseño Metodológico

Metodología

Para el desarrollo del trabajo se realizó una investigación bibliográfica a través de Internet.

Se utilizó UML como metodología para el desarrollo del software. Se enlistaron los requerimientos tanto funcionales como no funcionales, se describieron los casos de uso. Para el diseño del sistema se realizaron diagramas de clases, de colaboración, de componentes y de despliegue.

Herramientas de software

El sistema recibe datos de los sensores ubicados en la ruta, mediante la tecnología GPRS, el mismo fue desarrollado en el lenguaje de programación Python usando como base el concepto de Big data para la manipulación de grandes volúmenes de datos.

Técnicas de recopilación de datos

Para la elicitación de requerimientos del sistema se llevó a cabo una entrevista al Ing. Civil vial Raúl Natella, ex-empleado de Vialidad Nacional.

La entrevista fue llevada a cabo telefónicamente, debido a la imposibilidad de tener contacto por la situación epidemiológica actual, bajo el modelo presente en el Anexo I.

Planificación

El trabajo fue desarrollado siguiendo un orden y un cronograma determinado, que se puede visualizar a continuación:

N°	Actividad	Fecha Inicio	Fecha Final	Duración (días)
1	Introducción	23/08/2020	26/08/2020	3
2	-Antecedentes	23/08/2020	25/08/2020	2
3	-Descripción del área problemática	24/08/2020	26/08/2020	2
4	Justificación	26/08/2020	30/08/2020	4
5	Objetivo general	28/08/2020	01/09/2020	4
6	Objetivo específico	01/09/2020	03/09/2020	2
7	Marco referencial	03/09/2020	10/09/2020	7
8	-Dominio del problema	03/09/2020	05/09/2020	2
9	-Actividad del cliente	04/09/2020	06/09/2020	2
10	-TICs	06/09/2020	08/09/2020	2
11	-Competencias	08/09/2020	10/09/2020	2
12	Diseño metodológico	10/09/2020	12/09/2020	2
13	Relevamiento	12/09/2020	18/09/2020	6
14	Relevamiento estructural	12/09/2020	15/09/2020	3
15	Relevamiento funcional	13/09/2020	17/09/2020	4
16	Relevamiento de documentación	16/09/2020	18/09/2020	2
17	Proceso de negocio	18/09/2020	20/09/2020	2
18	Diagnóstico y propuesta	20/09/2020	27/09/2020	7
19	Objetivo del prototipo	27/09/2020	30/09/2020	3
20	Límite del prototipo	29/09/2020	03/10/2020	4
21	Alcance del prototipo	02/10/2020	05/10/2020	3
22	Descripción del sistema	05/10/2020	11/10/2020	6
23	Análisis de seguridad	11/10/2020	18/10/2020	7
24	Análisis de costo	09/10/2020	22/10/2020	13
25	Análisis de riesgo	21/10/2020	27/10/2020	6
26	Conclusiones	27/10/2020	01/11/2020	5
27	Codificación del prototipo	27/10/2020	22/11/2020	26

Tabla 3: Cronograma de trabajo. Fuente: Elaboración Propia

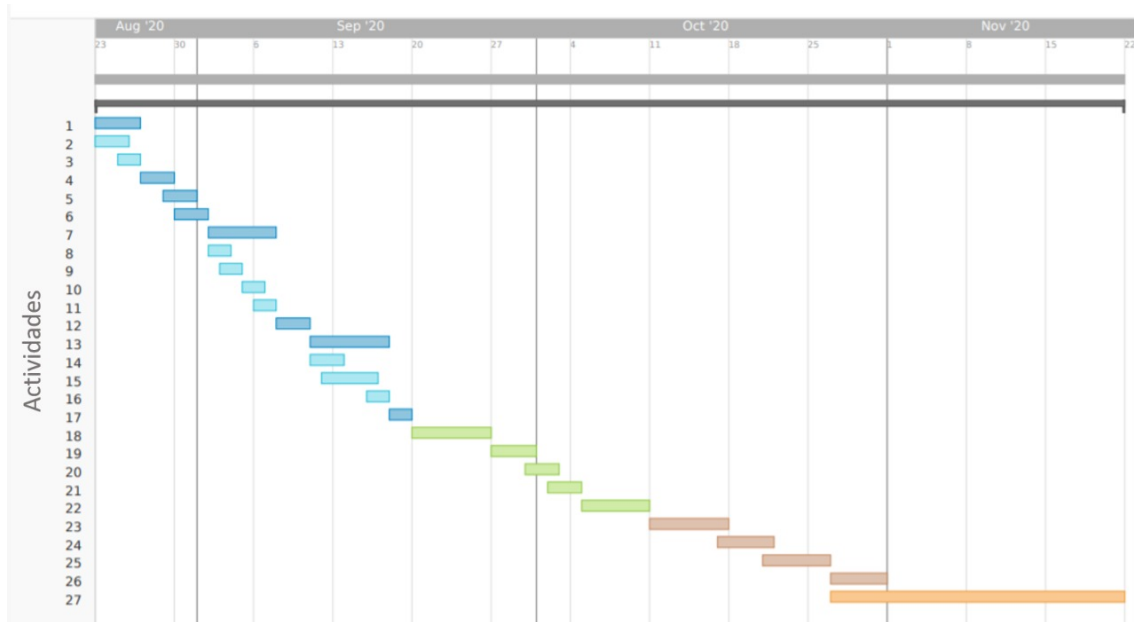


Figura 1: Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración Propia

Relevamiento

A continuación, se presenta el relevamiento realizado sobre Vialidad Nacional de la República Argentina, obtenido mediante investigación bibliográfica y la entrevista mencionada anteriormente.

Relevamiento Estructural

En el decreto de Creación de la Dirección Nacional de Vialidad, en el Capítulo II sobre Dirección - Administración, Art. 4 se dispone que “La Dirección Nacional de Vialidad será dirigida y administrada por un directorio de siete miembros nombrados por el Poder Ejecutivo con acuerdo del Senado, que durarán tres años en sus funciones, pudiendo ser reelectos”.³

A su vez, el decreto nacional 616/1992⁴ promulga la estructura orgánica de la Dirección Nacional de Vialidad, la cual es dividida en regiones y a su vez cada una de ellas, tiene a su cargo diferentes distritos.

Las regiones se encargan de supervisar las actividades técnicas, administrativas y contables de cada distrito a su cargo, relevar las necesidades viales, informar el estado

³ Art. 4. Decreto Ley N° 505/1958 – Creación de la Dirección Nacional de Vialidad – Alcance General

⁴ Decreto Ley N° 616/1992 – Estructura orgánica de la Dirección Nacional de Vialidad – Alcance General

de la ruta, proponer convenios con municipios, y coordinar con los organismos viales provinciales.

Los distritos deben ejercer la correcta distribución de los recursos humanos, equipos y materiales para su óptimo servicio y rendimiento, realizar estudios y proyectos de obras, mejoramiento y mantenimiento de la red vial en todos aquellos lugares no concesionados.

En cada distrito hay campamentos a lo largo de las rutas nacionales que se encargan del mantenimiento, conservación y monitoreo del tramo que le corresponde.

A continuación, se muestra el organigrama de Vialidad Nacional organizado por Gerencias como así también por Regiones.



Figura 2: Organigrama por gerencias. Fuente: Dirección Nacional de Diseño Organizacional, 2020, t.ly/iByh



Figura 3: Organigrama por regiones. Fuente: Dirección Nacional de Diseño Organizacional, 2020, t.ly/iByh

Al momento de realizar el trabajo el Gerente Ejecutivo de la Región NOA es el Ingeniero Francisco Bloser, y el delegado del 3° distrito, Tucumán, es el Ingeniero Jorge Federico Selis. La sede del 3° distrito se encuentra en Av. Mate de Luna 1981, San Miguel de Tucumán.

En la Provincia de Tucumán hay 7 campamentos de Vialidad Nacional. En particular los campamentos a cargo de la ruta nacional N°38 en Tucumán están situados en Concepción, en la ruta 38 km 736,04 y en La Cocha, ruta 38 km 705,18.

El ingeniero Natella comenta que en los años 90 el presupuesto destinado a Vialidad Nacional bajó considerablemente, debido a que se concesionaron varios tramos de las rutas nacionales. Esto, llevó a que no cuenten con el presupuesto necesario para una óptima infraestructura tecnológica, a pesar de ello, los campamentos de vialidad nacional poseen al menos una computadora, conexión a internet y buena señal de telefonía móvil.

Relevamiento funcional

Dentro de las tareas llevadas a cabo por Vialidad Nacional, tiene gran relevancia para este trabajo las relacionadas con el monitoreo y control del estado de las rutas nacionales:

Proceso: Inspección in situ

Rol: Encargado del Campamento

Pasos: Se recorre en camioneta el tramo de la ruta nacional correspondiente al campamento, observando el estado de la calzada, de la banquina, y tomando nota de las observaciones relevantes. Se anota lo relevado en una plantilla y se envía al distrito correspondiente.

Proceso: Procesamiento de las plantillas

Rol: Administrativo del distrito

Pasos: Se reciben las plantillas de todos los campamentos pertenecientes al distrito, se procesan los datos obtenidos y se comunican las novedades diarias a la central de Vialidad Nacional.

Proceso: Actualización de página web sobre estado de rutas nacionales

Rol: Administrativo de Casa Central

Pasos: Se recibe la información del estado de las rutas nacionales de cada distrito y se actualiza con dicha información la página web de Vialidad Nacional, sección

Estado de Rutas (<https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/vialidad-nacional/estado-de-las-rutas>) para que sea de conocimiento público.

Relevamiento de documentación

En la página web de Vialidad Nacional se pueden consultar las planillas sobre el estado de la ruta y la fecha de su última actualización.

En la misma, se puede filtrar por Distrito y por el Número de la Ruta. Allí se encuentra, por tramo, la información sobre el estado de la calzada, si la misma está transitable o no y diferentes observaciones realizadas por personal de cada campamento a cargo de dicho tramo. Ver anexo II.

Procesos de negocios

A continuación, se presenta un diagrama que sintetiza los procesos relevados.

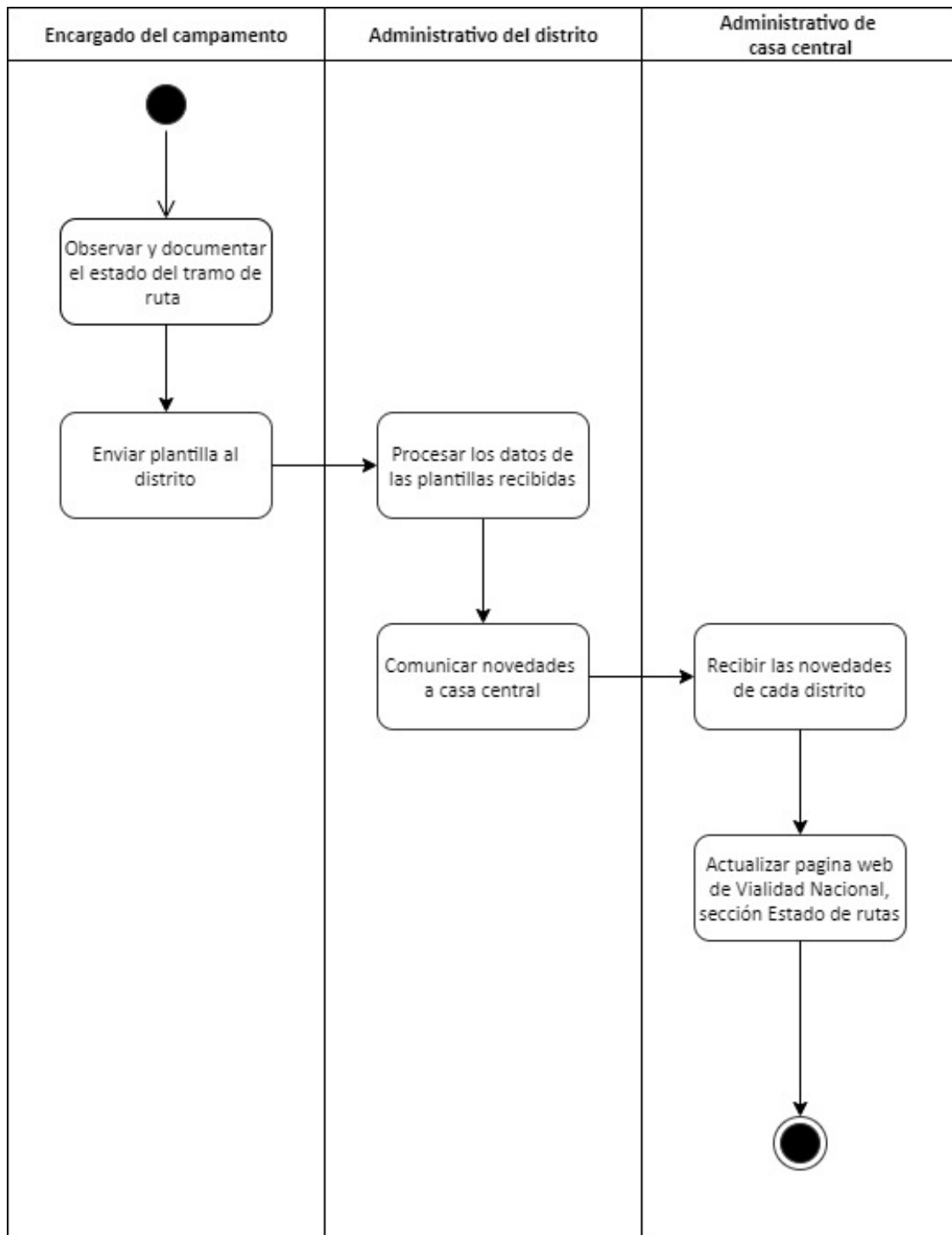


Figura 4: Diagrama de procesos. Fuente: Elaboración Propia

Diagnóstico y propuesta

Diagnóstico

Proceso: Inspección in situ

Problemas: No se detectan los riesgos ocurridos durante gran parte del día, a su vez, no todos los días se realizan inspecciones.

Causas: El monitoreo en la ruta nacional N°38 es realizado por Vialidad Nacional una sola vez al día en condiciones climáticas favorables.

Proceso: Procesamiento de las plantillas

Problemas: Lleva mucho tiempo el procesamiento de las plantillas y se detectan errores de carga.

Causas: La carga manual da lugar a errores de tipeo. La manera de procesar las plantillas en diferentes etapas (desde el campamento al distrito, y de allí a la Central) genera demoras.

Proceso: Actualización de página web sobre estado de rutas nacionales

Problemas: La información que presenta la página queda obsoleta al poco tiempo de ser cargada.

Causas: Al realizarse el monitoreo de las rutas solamente una vez al día, y debido, al tiempo de procesamiento de las plantillas de monitoreo, la información presentada en la página no condice con el estado en tiempo real en cada tramo de la ruta.

Propuesta

Para resolver los problemas planteados, se propuso el desarrollo de un software informático que reciba datos constantemente desde diversos sensores, integrados a placas arduinos e instalados a lo largo de la ruta nacional N°38.

El sistema procesa los datos obtenidos, identificando el tipo de dato, ubicación y momento de recepción, y de esta forma realiza cálculos para obtener el valor de cada uno de los tipos de riesgos presentes en la ruta (lluvia, viento, niebla, humo, presencia de animales sueltos y vehículos pesados lentos).

Luego compara estos valores con indicadores preestablecidos para así identificar el nivel de riesgo (nulo, leve, moderado, alto o extremo), en un momento y lugar determinado, para cada tipo de riesgo.

Al nivel de riesgo obtenido lo compara con la última alerta de riesgo generada para ese tipo y ubicación, si es distinta, se genera una nueva alerta de riesgo, la cual indica el tipo de riesgo, el nivel, la ubicación y el momento en que fue generada; estas alertas pueden ser visualizadas por el usuario de Vialidad Nacional, a través de una página web.

El sistema realiza constantemente este proceso, para que los usuarios de Vialidad, puedan ver en tiempo real el estado de la ruta nacional N°38.

Las alertas generadas son almacenadas en base de datos, el sistema obtiene información de allí y presenta gráficos estadísticos en la página web, los cuales pueden ser filtrados y visualizados por los usuarios de vialidad, de esta forma, pueden tener mayor conocimiento de los riesgos históricos presentes en la ruta y tomar acciones preventivas o buscar soluciones a problemas detectados.

A su vez, se propuso el desarrollo de una aplicación móvil, la cual será utilizada por los conductores que transitan por la ruta nacional N°38, en la aplicación los usuarios podrán ver las novedades del estado de la ruta y recibirán alertas informativas, las cuales les avisarán de los riesgos detectados por el sistema. También, a través de la aplicación móvil, se les permite a los conductores dar aviso a vialidad de situaciones irregulares que observan en la ruta, y adjuntar, si lo desean, registros fotográficos.

Estos incidentes informados por los conductores podrán ser visualizados por el personal de Vialidad Nacional a través de la página web y, si así lo requieren, convertirlos en alertas.

Por otro lado, el sistema, envía información a carteles de mensaje variables (CMV) colocados estratégicamente a lo largo de la ruta, por lo tanto, los conductores que transitan por la ruta nacional N°38 y no poseen la aplicación móvil también serán informados, oportunamente, de los riesgos existentes en la ruta.

Objetivos, límites y alcances del prototipo

Objetivos del prototipo

Determinar alertas a través del procesamiento de datos recibidos desde sensores ubicados en la ruta nacional N°38 y mediante la información brindada por los ciudadanos, desde la aplicación móvil, para informar en tiempo real a vialidad nacional y a los conductores de los riesgos detectados en la ruta.

Límites

El prototipo del sistema abarca, desde el procesamiento de los datos enviados, por un lado, por los sensores y, en segundo lugar, por los ciudadanos al generar un incidente desde la aplicación móvil; hasta la presentación de alertas de riesgo tanto en la página web como en la aplicación.

Alcance

Las funcionalidades comprendidas en el prototipo son:

- Procesamiento de los datos recibidos desde los sensores.
- Cálculo de los valores de cada tipo de riesgo.
- Comparación de los valores con indicadores predeterminados.
- Creación de alertas de riesgos.
- Almacenamiento en base de datos de alertas de riesgos.
- Presentación de alertas en tiempo real en página web.
- Presentación en página web de gráficos estadísticos de alertas de riesgos almacenadas.
- Presentación de alertas de riesgo en tiempo real en aplicación móvil.
- Creación de incidentes desde la aplicación móvil.
- Almacenamiento en base de datos de los incidentes.
- Presentación en página web de incidentes generados.
- Generación de alertas a partir de incidentes.

Descripción del sistema

Requerimientos funcionales

- **RF01:** Mostrar alertas de riesgos en página web, en tiempo real, al usuario de Vialidad Nacional.
- **RF02:** Mostrar alertas de riesgos en aplicación móvil, en tiempo real, a los conductores que transitan por la ruta nacional N°38.
- **RF03:** Permitir la generación de incidentes por parte de los usuarios de la aplicación móvil.
- **RF04:** Permitir la creación de alertas de riesgos a partir de los incidentes generados.
- **RF05:** Mostrar las alertas de riesgo generadas en las últimas 24 horas para cada tramo de la ruta nacional N°38.
- **RF06:** Presentar gráficos estadísticos de las alertas registradas por el sistema.
- **RF07:** Permitir la búsqueda de alertas de riesgo, indicando el tipo, tramo y/o periodo de fechas.

Requerimientos no funcionales

- **RNF01:** Solo se puede ingresar a la página web y a la aplicación móvil a través de la autenticación mediante usuario y contraseña.
- **RNF02:** Las contraseñas deben ser alfanuméricas y contener al menos 6 caracteres.
- **RNF03:** El sistema debe proporcionar mensajes de error que sean informativos y orientados al usuario final.
- **RNF04:** La página web del sistema debe poder ser visualizada desde todos los navegadores web.
- **RNF05:** La página web del sistema debe estar disponible las 24 horas todos los días.
- **RNF06:** La aplicación móvil debe ser compatible con el sistema operativo android 9.0 y posteriores.

Diagrama de casos de uso

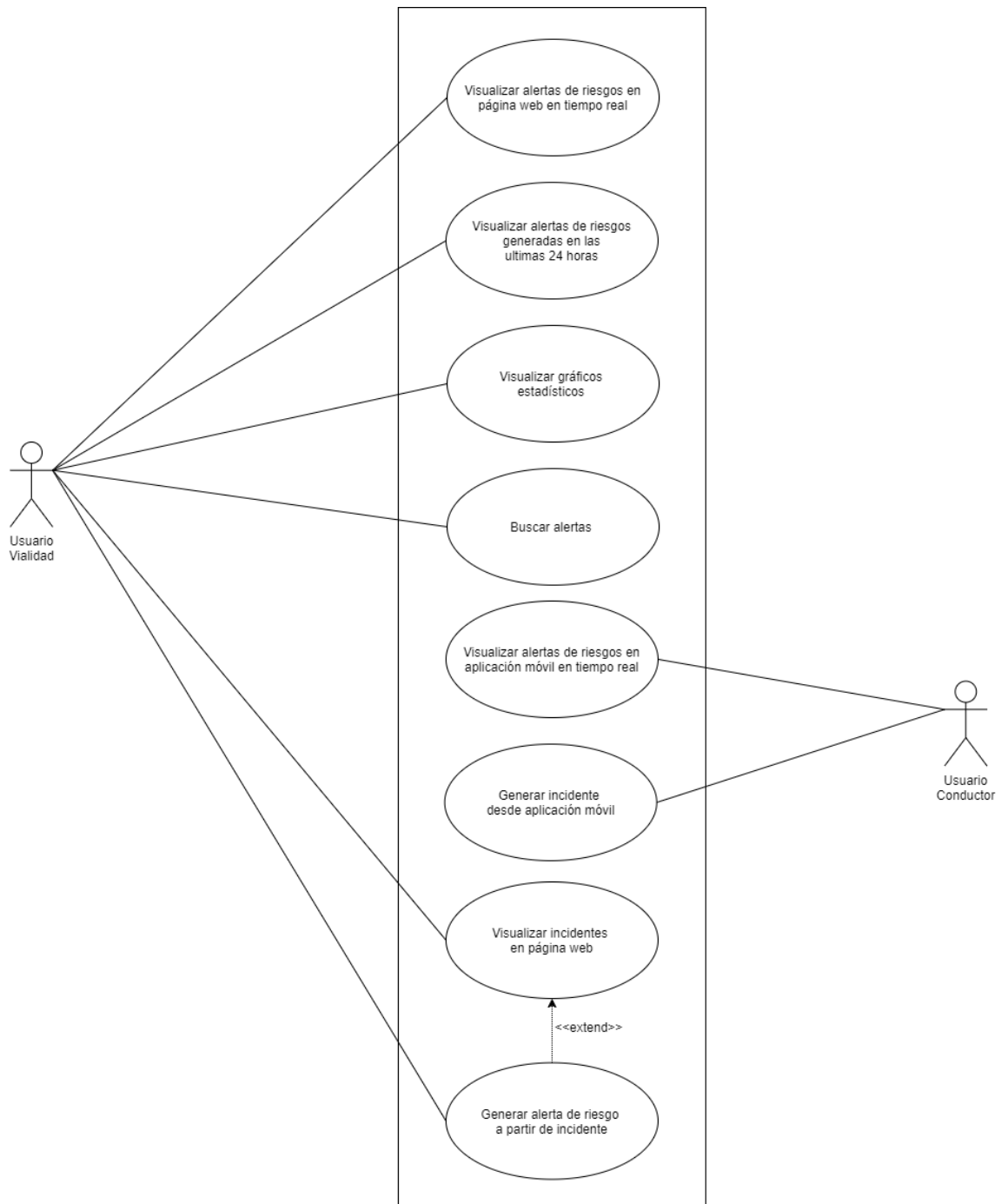


Figura 5: Diagramas de casos de uso. Fuente: Elaboración Propia

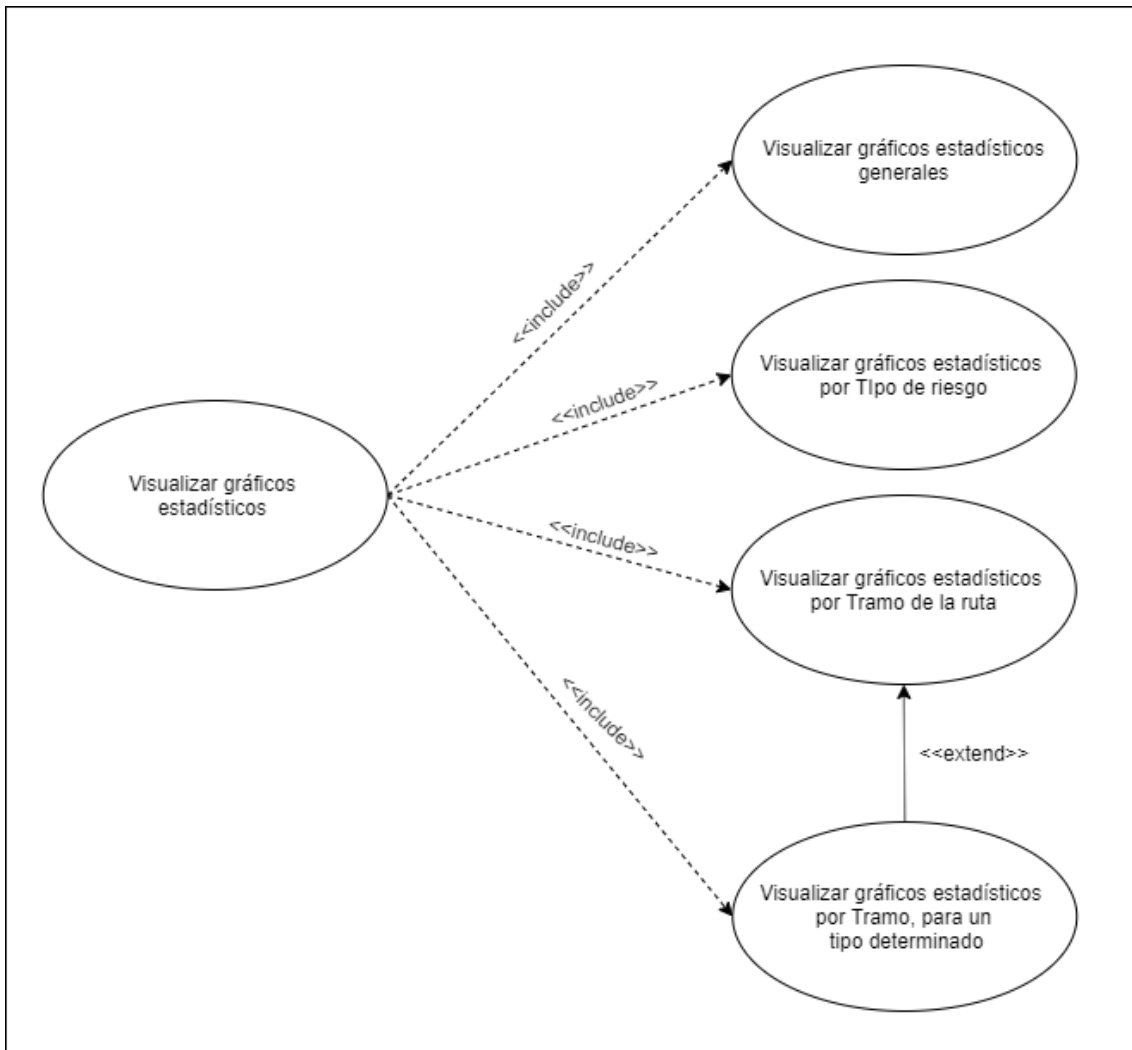


Figura 6: Diagrama de caso de uso 03 extendido. Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se enumeran los casos de usos del prototipo del sistema:

- Caso de Uso 01: Visualizar alertas de riesgos en página web en tiempo real (asociado al requerimiento funcional RF01)
- Caso de Uso 02: Visualizar alertas de riesgos generadas en las últimas 24 horas (asociado al requerimiento funcional RF05)
- Caso de Uso 03: Visualizar gráficos estadísticos (asociado al requerimiento funcional RF06)
- Caso de Uso 04: Buscar alertas (asociado al requerimiento funcional RF07)
- Caso de Uso 05: Visualizar alertas de riesgos en aplicación móvil en tiempo real (asociado al requerimiento funcional RF02)
- Caso de Uso 06: Generar incidente desde aplicación móvil (asociado al requerimiento funcional RF03)

- Caso de Uso 07: Visualizar incidentes en página web (asociado al requerimiento funcional RF04)
- Caso de Uso 08: Generar alerta de riesgo a partir de incidente (asociado al requerimiento funcional RF04)

Descripción de casos de uso

- Caso de Uso 01: Visualizar alertas de riesgos en página web en tiempo real

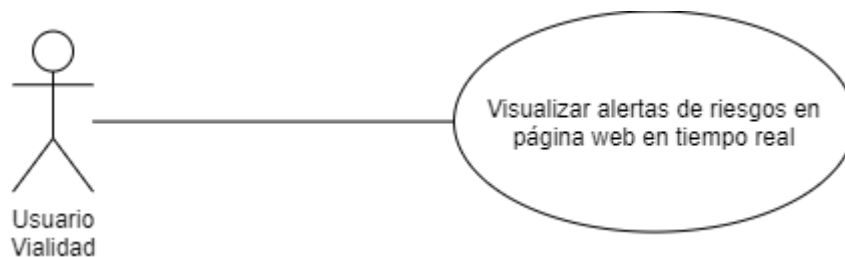


Figura 7: Diagrama de caso de uso 01. Fuente: Elaboración Propia

Nivel del Caso de Uso: <input type="checkbox"/> Negocio <input checked="" type="checkbox"/> Sistema de Información	
Nombre del Caso de Uso: Visualizar alertas de riesgos en página web en tiempo real.	Nro. del Orden: 01
Prioridad: <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	
Complejidad: <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	
Actor Principal: Usuario vialidad	Actor Secundario: No aplica.
Tipo de Caso de Uso: <input checked="" type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Abstracto	
Objetivo: Observar en tiempo real las alertas de riesgos generadas por el sistema.	
Precondiciones: Ingresar a la pantalla “novedades” del sistema.	
Post-Condiciones:	<u>Éxito:</u> Se ha visualizado las alertas.
	<u>Fracaso:</u> no aplica.
Curso Normal	Curso Alternativo

1. El caso de uso comienza cuando el usuario ingresa en la página web a la pantalla “novedades” del sistema.	
2. El sistema muestra en tiempo real las alertas de riesgos generadas.	
3. Fin caso de uso.	
Asociación de Extensión: No aplica	
Asociación de Inclusión: No aplica	
Use Case donde se incluye: No aplica	
Use Case al que extiende: No aplica	
Use Case de Generalización: No aplica	
Autor: Nicolás Ezequiel Ousset	Fecha de Creación: 05/10/2020
Autor Última Modificación:	Fecha Última Modificación:

Tabla 4: Descripción de caso de uso 01. Fuente: Elaboración Propia

- Caso de Uso 02: Visualizar alertas de riesgos generadas en las últimas 24 horas

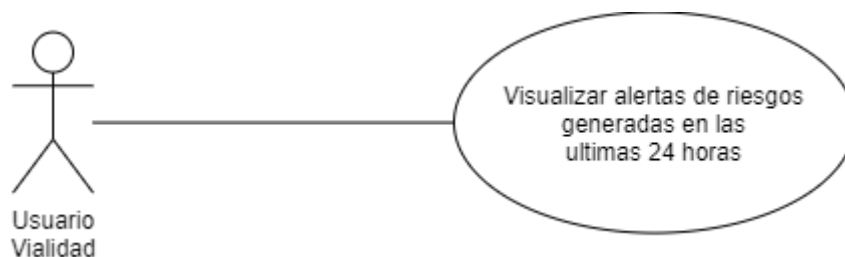


Figura 8: Diagrama de caso de uso 02. Fuente: Elaboración Propia

Nivel del Caso de Uso:	<input type="checkbox"/> Negocio	<input checked="" type="checkbox"/> Sistema de Información
Nombre del Caso de Uso: Visualizar alertas de riesgos generadas en las últimas 24 horas.		Nro. del Orden: 02
Prioridad:	<input type="checkbox"/> Alta	<input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja

Complejidad: <input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	
Actor Principal: Usuario vialidad	Actor Secundario: No aplica.
Tipo de Caso de Uso: <input checked="" type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Abstracto	
Objetivo: Visualizar gráficos estadísticos de las alertas de riesgo generadas en las últimas 24 horas, para un determinado tramo de la ruta.	
Precondiciones: Ingresar al sistema.	
Post-Condiciones:	<u>Éxito:</u> Se han visualizado los gráficos estadísticos.
	<u>Fracaso:</u> El caso de uso se cancela cuando: <ul style="list-style-type: none"> • El usuario no indico un tramo.
Curso Normal	Curso Alternativo
1. El caso de uso comienza cuando el usuario ingresa a la pantalla “Alertas en las últimas 24 hs.” desde el menú de navegación de la página web.	
2. El sistema muestra la pantalla solicitada.	
3. El usuario selecciona un tramo de la ruta en el combo box “Tramo”.	3.A. El usuario no selecciona un tramo de la ruta en el combo box “Tramo”. 3.A.1. El usuario presiona el botón “Actualizar” 3.A.2. El sistema muestra un mensaje indicando que se debe seleccionar un tramo de la ruta. 3.A.3. Se cancela el caso de uso.
4. El usuario presiona el botón “Actualizar”.	
5. El sistema muestra gráficos estadísticos de las alertas generadas en las últimas 24 horas, en el tramo seleccionado.	
6. Fin caso de uso.	
Asociación de Extensión: No aplica	

Asociación de Inclusión: No aplica	
Use Case donde se incluye: No aplica	
Use Case al que extiende: No aplica	
Use Case de Generalización: No aplica	
Autor: Nicolás Ezequiel Ousset	Fecha de Creación: 05/10/2020
Autor Última Modificación:	Fecha Última de Modificación:

Tabla 5: Descripción de caso de uso 02. Fuente: Elaboración Propia

- Caso de Uso 03 Visualizar gráficos estadísticos.
- Caso de Uso 03.1 Visualizar gráficos estadísticos generales

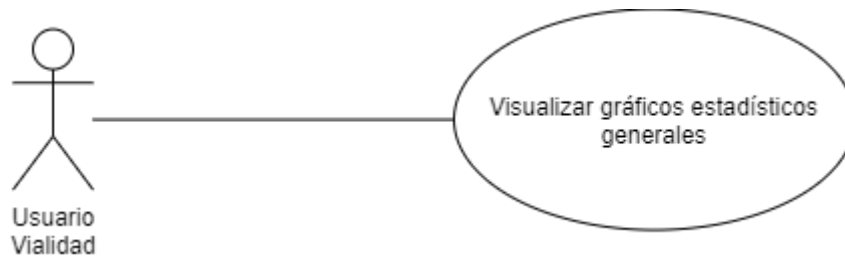


Figura 9: Diagrama de caso de uso 03.1. Fuente: Elaboración Propia

Nivel del Caso de Uso:	<input type="checkbox"/> Negocio	<input checked="" type="checkbox"/> Sistema de Información
Nombre del Caso de Uso: Visualizar gráficos estadísticos generales.		Nro. del Orden: 03.1
Prioridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Complejidad:	<input type="checkbox"/> Alta	<input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Actor Principal: Usuario vialidad		Actor Secundario: No aplica.
Tipo de Caso de Uso:	<input checked="" type="checkbox"/> Concreto	<input type="checkbox"/> Abstracto
Objetivo: Visualizar gráficos estadísticos de las alertas de riesgo generadas en un periodo de tiempo.		

Precondiciones: Ingresar a la página web del sistema.	
Post-Condiciones:	<u>Éxito:</u> Se visualizan los gráficos estadísticos.
	<u>Fracaso:</u> no aplica.
Curso Normal	Curso Alternativo
1. El caso de uso comienza cuando el usuario ingresa a la pantalla “Informes” desde el menú de navegación de la página web.	
2. El sistema muestra la pantalla Informes generales.	
3. El usuario completa los campos “Fecha desde” y “Fecha Hasta”.	3.A. El usuario no completa los campos “Fecha desde” y “Fecha Hasta”.
4. El usuario presiona el botón “Actualizar”.	
5. El sistema muestra gráficos estadísticos de las alertas generadas en el periodo de tiempo establecido.	5.A. El sistema muestra gráficos estadísticos de todas las alertas generadas.
6. Fin caso de uso.	
Asociación de Extensión: No aplica	
Asociación de Inclusión: No aplica	
Use Case donde se incluye: 03: Visualizar gráficos estadísticos.	
Use Case al que extiende: No aplica	
Use Case de Generalización: No aplica	
Autor: Nicolás Ezequiel Ousset	Fecha de Creación: 05/10/2020
Autor Última Modificación:	Fecha Última de Modificación:

Tabla 6: Descripción de caso de uso 03.1. Fuente: Elaboración Propia

- Caso de Uso 03.2 Visualizar gráficos estadísticos por Tipo de riesgo.

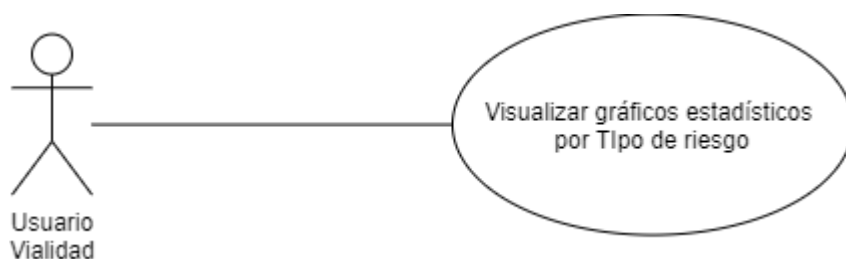


Figura 10: Diagrama de caso de uso 03.2. Fuente: Elaboración Propia

Nivel del Caso de Uso: <input type="checkbox"/> Negocio <input checked="" type="checkbox"/> Sistema de Información	
Nombre del Caso de Uso: Visualizar gráficos estadísticos por Tipo de riesgo.	Nro. del Orden: 03.2
Prioridad: <input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	
Complejidad: <input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	
Actor Principal: Usuario vialidad	Actor Secundario: No aplica.
Tipo de Caso de Uso: <input checked="" type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Abstracto	
Objetivo: Visualizar gráficos estadísticos de las alertas de riesgo generadas en un periodo de tiempo, para un determinado tipo de riesgo.	
Precondiciones: Ingresar a la pantalla informes de la página web.	
Post-Condiciones:	<u>Éxito:</u> Se visualizan los gráficos estadísticos.
	<u>Fracaso:</u> El caso de uso se cancela cuando: <ul style="list-style-type: none"> • El usuario no indico un tipo de riesgo.
Curso Normal	Curso Alternativo
1. El caso de uso comienza cuando el usuario hace click en el botón “Informes por tipo” de la pantalla Informes de la página web.	
2. El sistema muestra la pantalla “informes por tipo de riesgo”.	
3. El usuario selecciona un tipo de riesgo en el combo box “Tipo”.	3.A. El usuario no selecciona un tipo de riesgo en el combo box “Tipo”

	<p>3.A.1. El usuario presiona el botón "Actualizar"</p> <p>3.A.2. El sistema muestra un mensaje indicando que se debe seleccionar un tipo de riesgo.</p> <p>3.A.3. Se cancela el caso de uso.</p>
4. El usuario completa los campos "Fecha desde" y "Fecha Hasta".	4.A. El usuario no completa los campos "Fecha desde" y "Fecha Hasta".
5. El usuario presiona el botón "Actualizar".	
6. El sistema muestra gráficos estadísticos de las alertas del tipo de riesgo indicado, generadas en el periodo de tiempo establecido.	6.A. El sistema muestra gráficos estadísticos de todas las alertas generadas del tipo de riesgo indicado.
7. Fin caso de uso.	
Asociación de Extensión: No aplica	
Asociación de Inclusión: No aplica	
Use Case donde se incluye: 03: Visualizar gráficos estadísticos.	
Use Case al que extiende: No aplica	
Use Case de Generalización: No aplica	
Autor: Nicolás Ezequiel Ousset	Fecha de Creación: 05/10/2020
Autor Última Modificación:	Fecha Última de Modificación:

Tabla 7: Descripción de caso de uso 03.2. Fuente: Elaboración Propia

- Caso de Uso 03.3 Visualizar gráficos estadísticos por Tramo de la ruta.

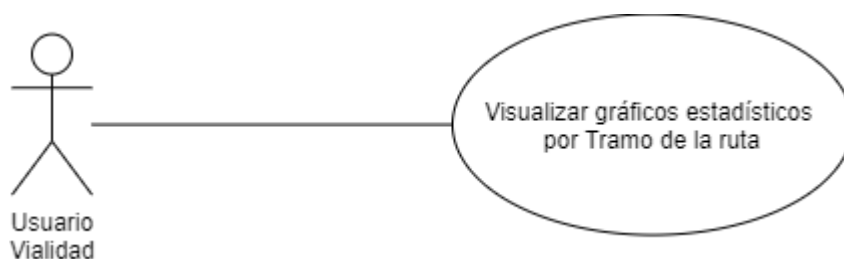


Figura 11: Diagrama de caso de uso 03.3. Fuente: Elaboración Propia

Nivel del Caso de Uso:		<input type="checkbox"/> Negocio	<input checked="" type="checkbox"/> Sistema de Información
Nombre del Caso de Uso: Visualizar gráficos estadísticos por Tramo de la ruta.		Nro. del Orden: 03.3	
Prioridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Baja
Complejidad:	<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Baja
Actor Principal: Usuario vialidad		Actor Secundario: No aplica.	
Tipo de Caso de Uso:		<input checked="" type="checkbox"/> Concreto	<input type="checkbox"/> Abstracto
Objetivo: Visualizar gráficos estadísticos de las alertas de riesgo generadas en un periodo de tiempo, para un determinado tramo de la ruta.			
Precondiciones: Ingresar a la pantalla informes de la página web.			
Post-Condiciones:	<u>Éxito:</u> Se visualizan los gráficos estadísticos.		
	<u>Fracaso:</u> El caso de uso se cancela cuando: <ul style="list-style-type: none"> • El usuario no indico un tramo. 		
Curso Normal		Curso Alternativo	
1. El caso de uso comienza cuando el usuario presiona el botón “Informes por tramo” de la pantalla Informes generales de la página web.			
2. El sistema muestra la pantalla “informes por tramo de la ruta”.			

3. El usuario selecciona un tramo de la ruta en el combo box "Tramo".	3.A. El usuario no selecciona un tramo de la ruta en el combo box "Tramo". 3.A.1. El usuario presiona el botón "Actualizar" 3.A.2. El sistema muestra un mensaje indicando que se debe seleccionar un tramo de la ruta. 3.A.3. Se cancela el caso de uso.
4. El usuario completa los campos "Fecha desde" y "Fecha Hasta".	4.A. El usuario no completa los campos "Fecha desde" y "Fecha Hasta".
5. El usuario presiona el botón "Actualizar".	
6. El sistema muestra gráficos estadísticos de las alertas generadas en el periodo de tiempo establecido, en el tramo seleccionado.	6.A. El sistema muestra gráficos estadísticos de todas las alertas generadas en el tramo seleccionado
7. Fin caso de uso.	
Asociación de Extensión: 03.4: Visualizar gráficos estadísticos de alertas de riesgos por tramo, para un tipo determinado.	
Asociación de Inclusión: No aplica	
Use Case donde se incluye: 03: Visualizar gráficos estadísticos.	
Use Case al que extiende: No aplica	
Use Case de Generalización: No aplica	
Autor: Nicolás Ezequiel Ousset	Fecha de Creación: 05/10/2020
Autor Última Modificación:	Fecha Última de Modificación:

Tabla 8: Descripción de caso de uso 03.3. Fuente: Elaboración Propia

- Caso de Uso 03.4 Visualizar gráficos estadísticos por Tramo, para un Tipo determinado.

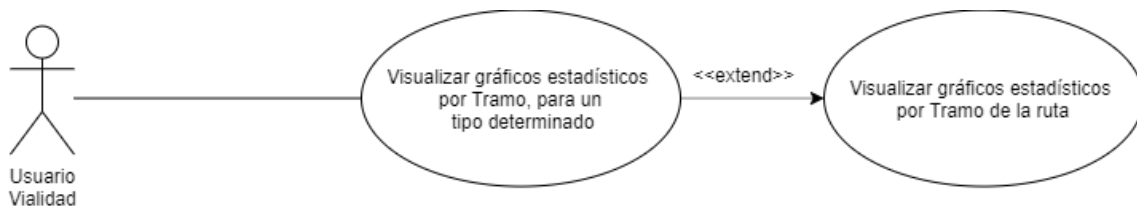


Figura 12: Diagrama de caso de uso 03.4. Fuente: Elaboración Propia

Nivel del Caso de Uso: <input type="checkbox"/> Negocio <input checked="" type="checkbox"/> Sistema de Información	
Nombre del Caso de Uso: Visualizar gráficos estadísticos por Tramo, para un Tipo determinado.	Nro. del Orden: 03.4
Prioridad: <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	
Complejidad: <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Baja	
Actor Principal: Usuario vialidad	Actor Secundario: No aplica.
Tipo de Caso de Uso: <input checked="" type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Abstracto	
Objetivo: Visualizar gráficos estadísticos de las alertas de riesgo generadas en un periodo de tiempo, para un determinado tramo de la ruta y tipo de riesgo.	
Precondiciones: Ingresar a la pantalla “informes por tramo de la ruta” de la página web.	
Post-Condiciones:	<u>Éxito:</u> Se visualizan los gráficos estadísticos.
	<u>Fracaso:</u> no aplica.
Curso Normal	Curso Alternativo
1. El usuario selecciona un tipo de riesgo en el combo box “Tipo” de la pantalla “Informes por tramo de la ruta”.	
2. El sistema muestra gráficos estadísticos de las alertas del tipo de riesgo indicado, generadas en el periodo de tiempo y tramo especificados en la parte superior de la pantalla (en el caso de uso CU003.3)	

3. Fin caso de uso.	
Asociación de Extensión: No aplica	
Asociación de Inclusión: No aplica	
Use Case donde se incluye: 03: Visualizar gráficos estadísticos.	
Use Case al que extiende: 03.3: Visualizar gráficos estadísticos de alertas de riesgos por tramo.	
Use Case de Generalización: No aplica	
Autor: Nicolás Ezequiel Ousset	Fecha de Creación: 05/10/2020
Autor Última Modificación:	Fecha Última de Modificación:

Tabla 9: Descripción de caso de uso 03.4. Fuente: Elaboración Propia

- Caso de Uso 04 Buscar alertas

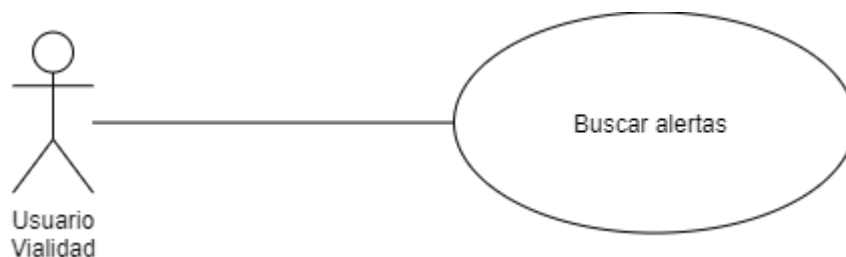


Figura 13: Diagrama de caso de uso 04. Fuente: Elaboración Propia

Nivel del Caso de Uso:	<input type="checkbox"/> Negocio	<input checked="" type="checkbox"/> Sistema de Información
Nombre del Caso de Uso: Buscar alertas.		Nro. del Orden: 04
Prioridad:	<input checked="" type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Complejidad:	<input type="checkbox"/> Alta	<input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
Actor Principal: Usuario vialidad		Actor Secundario: No aplica.
Tipo de Caso de Uso:	<input checked="" type="checkbox"/> Concreto	<input type="checkbox"/> Abstracto
Objetivo: Visualizar tablas con alertas de riesgos generadas, dependiendo de filtros indicados.		

Precondiciones: Ingresar a la página web del sistema.	
Post-Condiciones:	<u>Éxito:</u> Se visualiza la tabla de alertas de riesgos.
	<u>Fracaso:</u> No aplica.
Curso Normal	Curso Alternativo
1. El caso de uso comienza cuando el usuario ingresa a la pantalla “Buscador” desde el menú de navegación de la página web.	
2. El sistema muestra la pantalla de búsqueda de alertas de riesgo.	
3. El usuario completa alguno de los campos de búsqueda, los cuales son: “Tipo de riesgo”, “Tramo de la ruta”, “Fecha desde” y “Fecha hasta”.	
4. El usuario presiona el botón “Buscar”.	
5. El sistema muestra en una tabla todas las alertas de riesgo que coinciden con los filtros indicados.	
6. Fin caso de uso.	
Asociación de Extensión: No aplica	
Asociación de Inclusión: No aplica	
Use Case donde se incluye: No aplica	
Use Case al que extiende: No aplica	
Use Case de Generalización: No aplica	
Autor: Nicolás Ezequiel Ousset	Fecha de Creación: 05/10/2020
Autor Última Modificación:	Fecha Última de Modificación:

Tabla 10: Descripción de caso de uso 04. Fuente: Elaboración Propia

- Caso de Uso 05 Visualizar alertas de riesgos en aplicación móvil en tiempo real.

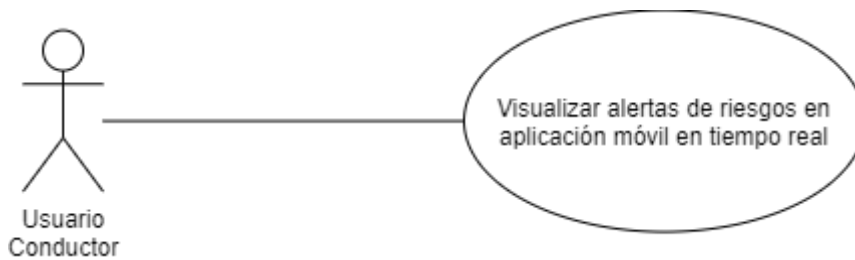


Figura 14: Diagrama de caso de uso 05. Fuente: Elaboración Propia

Nivel del Caso de Uso: <input type="checkbox"/> Negocio <input checked="" type="checkbox"/> Sistema de Información	
Nombre del Caso de Uso: Visualizar alertas de riesgos en aplicación móvil en tiempo real.	Nro. del Orden: 05
Prioridad: <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	
Complejidad: <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	
Actor Principal: Usuario conductor	Actor Secundario: No aplica.
Tipo de Caso de Uso: <input checked="" type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Abstracto	
Objetivo: Observar desde la aplicación móvil, en tiempo real, las alertas de riesgos generadas por el sistema.	
Precondiciones: Ingresar a la aplicación móvil.	
Post-Condiciones:	<u>Éxito:</u> Se ha visualizado las alertas.
	<u>Fracaso:</u> no aplica.
Curso Normal	Curso Alternativo
1. El caso de uso comienza cuando el usuario ingresa a la pantalla “novedades” de la aplicación móvil.	
2. El sistema solicita al usuario su permiso para obtener la ubicación del dispositivo móvil mediante el GPS.	
3. El usuario concede el permiso al sistema	3.A. El usuario no concede el permiso al sistema.

4. El sistema muestra en tiempo real las alertas de riesgos generadas en las cercanías a la ubicación del usuario.	4.A. El sistema muestra en tiempo real las alertas de riesgos generadas a lo largo de toda la ruta.
5. Fin caso de uso.	
Asociación de Extensión: No aplica	
Asociación de Inclusión: No aplica	
Use Case donde se incluye: No aplica	
Use Case al que extiende: No aplica	
Use Case de Generalización: No aplica	
Autor: Nicolás Ezequiel Ousset	Fecha de Creación: 25/10/2020
Autor Última Modificación:	Fecha Última de Modificación:

Tabla 11: Descripción de caso de uso 05. Fuente: Elaboración Propia

- Caso de Uso 06 Generar incidente desde aplicación móvil.

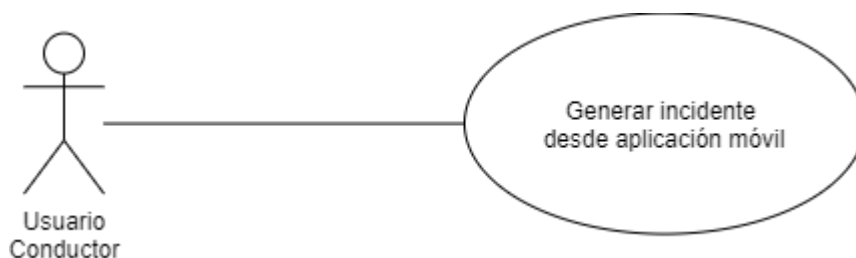


Figura 15: Diagrama de caso de uso 06. Fuente: Elaboración Propia

Nivel del Caso de Uso: <input type="checkbox"/> Negocio <input checked="" type="checkbox"/> Sistema de Información	
Nombre del Caso de Uso: Generar incidente desde aplicación móvil.	Nro. del Orden: 06
Prioridad: <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	
Complejidad: <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	
Actor Principal: Usuario conductor	Actor Secundario: No aplica.
Tipo de Caso de Uso: <input checked="" type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Abstracto	

Objetivo: Comunicar a vialidad nacional, a través de la aplicación móvil, incidentes o anomalías observadas en la ruta nacional N°38.	
Precondiciones: Ingresar a la aplicación móvil.	
Post-Condiciones:	<u>Éxito:</u> Se ha generado el incidente.
	<u>Fracaso:</u> no aplica.
Curso Normal	Curso Alternativo
1. El caso de uso comienza cuando el usuario ingresa a la pantalla “generar incidente” de la aplicación móvil.	
2. El sistema solicita al usuario su permiso para obtener la ubicación del dispositivo móvil mediante el GPS.	
3. El usuario concede el permiso al sistema	3.A. El usuario no concede el permiso al sistema.
4. El sistema muestra un formulario al usuario, con los campos Tipo, Comentario, Foto.	4.A. El sistema muestra un formulario al usuario, con los campos Tipo, Tramo, Comentario, Foto.
5. El usuario completa los campos del formulario y presiona el botón “Aceptar”	
6. El sistema registra en base de datos el incidente, tomando la información brindada por el usuario, y la ubicación y fecha de generación.	
7. El sistema muestra en pantalla el mensaje “El incidente fue registrado correctamente”	
8. Fin caso de uso.	
Asociación de Extensión: No aplica	
Asociación de Inclusión: No aplica	
Use Case donde se incluye: No aplica	

Use Case al que extiende: No aplica	
Use Case de Generalización: No aplica	
Autor: Nicolás Ezequiel Ousset	Fecha de Creación: 25/10/2020
Autor Última Modificación:	Fecha Última de Modificación:

Tabla 12: Descripción de caso de uso 06. Fuente: Elaboración Propia

- Caso de Uso 07 Visualizar incidentes en página web.

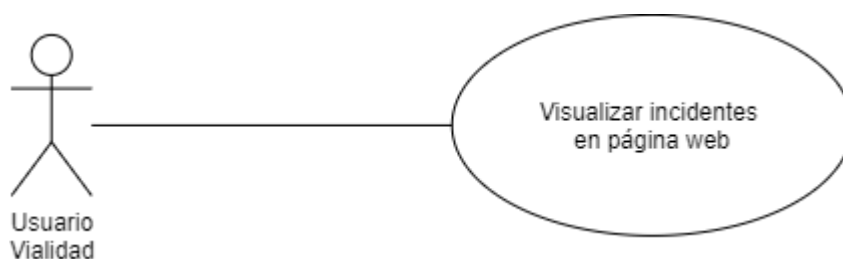


Figura 16: Diagrama de caso de uso 07. Fuente: Elaboración Propia

Nivel del Caso de Uso: <input type="checkbox"/> Negocio <input checked="" type="checkbox"/> Sistema de Información	
Nombre del Caso de Uso: Visualizar incidentes en página web.	Nro. del Orden: 07
Prioridad: <input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	
Complejidad: <input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	
Actor Principal: Usuario vialidad	Actor Secundario: No aplica.
Tipo de Caso de Uso: <input checked="" type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Abstracto	
Objetivo: Visualizar en la página web los incidentes generados por los conductores a través de la aplicación móvil.	
Precondiciones: Ingresar a la página web del sistema.	
Post-Condiciones:	<u>Éxito:</u> Se visualizan los incidentes generados.
	<u>Fracaso:</u> no aplica.

Curso Normal	Curso Alternativo
1. El caso de uso comienza cuando el usuario de vialidad ingresa a la pantalla "Incidentes" de la página web.	
2. El sistema muestra la pantalla con campos de búsqueda.	
3. El usuario completa los campos de búsqueda.	3.A. El usuario no completa los campos de búsqueda.
4. El usuario presiona el botón "Buscar".	
5. El sistema muestra en una tabla los incidentes que cumplen con los filtros indicados por el usuario.	5.A. El sistema muestra en una tabla todos los incidentes.
6. Fin caso de uso.	
Asociación de Extensión: 08: Generar alerta de riesgo a partir de incidente.	
Asociación de Inclusión: No aplica	
Use Case donde se incluye: No aplica	
Use Case al que extiende: No aplica	
Use Case de Generalización: No aplica	
Autor: Nicolás Ezequiel Ousset	Fecha de Creación: 25/10/2020
Autor Última Modificación:	Fecha Última de Modificación:

Tabla 13: Descripción de caso de uso 07. Fuente: Elaboración Propia

- Caso de Uso 08 Generar alerta de riesgo a partir de incidente.

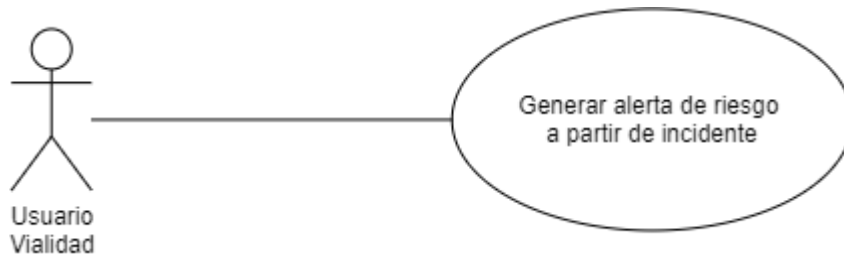


Figura 17: Diagrama de caso de uso 08. Fuente: Elaboración Propia

Nivel del Caso de Uso: <input type="checkbox"/> Negocio <input checked="" type="checkbox"/> Sistema de Información	
Nombre del Caso de Uso: Generar alerta de riesgo a partir de incidente.	Nro. del Orden: 08
Prioridad: <input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	
Complejidad: <input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja	
Actor Principal: Usuario vialidad	Actor Secundario: No aplica.
Tipo de Caso de Uso: <input checked="" type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Abstracto	
Objetivo: Creación de una alerta de riesgo a partir de la visualización del detalle de un incidente generado por un conductor.	
Precondiciones: Visualizar incidentes en la página web.	
Post-Condiciones:	<u>Éxito:</u> Se ha generado una alerta de riesgo.
	<u>Fracaso:</u> El caso de uso se cancela cuando: <ul style="list-style-type: none"> • El estado del incidente seleccionado es "Alertado".
Curso Normal	Curso Alternativo
1. El caso de uso comienza cuando el usuario de vialidad esta visualizando incidentes en la pantalla "Incidentes" de la página web.	
2. El usuario hace click en un incidente de la tabla.	

3. El sistema muestra el detalle del incidente seleccionado.	
4. El estado del incidente seleccionado es distinto a “Alertado” (“No visualizado”, “visualizado”)	4. El estado del incidente seleccionado es “Alertado”. 4.A. El sistema no permite la generación de una alerta de riesgo. 4.A.2. Se cancela el caso de uso.
5. El usuario visualiza el detalle del incidente y hace click en el botón “Generar alerta”.	
6. El sistema genera una alerta de riesgo tomando los datos del incidente, y modifica el estado del incidente a “Alertado”.	
7. El sistema muestra en pantalla el mensaje “Alerta generada correctamente”	
8. Fin caso de uso.	
Asociación de Extensión: No aplica	
Asociación de Inclusión: No aplica	
Use Case donde se incluye: No aplica	
Use Case al que extiende: 07: Visualizar incidentes en página web.	
Use Case de Generalización: No aplica	
Autor: Nicolás Ezequiel Ousset	Fecha de Creación: 25/10/2020
Autor Última Modificación:	Fecha Última de Modificación:

Tabla 14: Descripción de caso de uso 08. Fuente: Elaboración Propia

Diagrama de colaboración de análisis

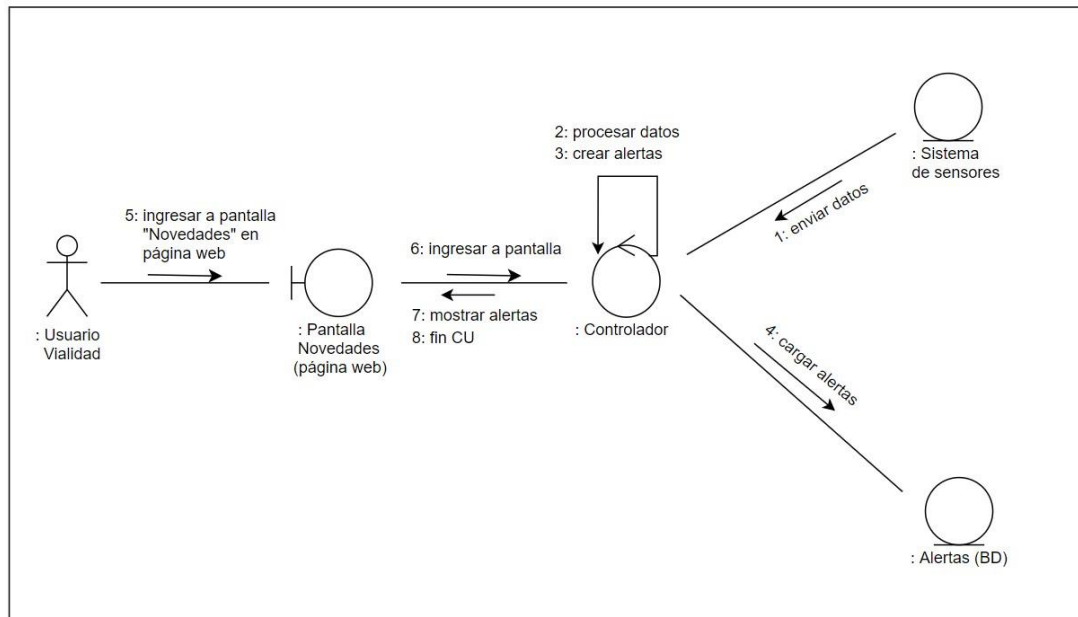


Figura 18: Diagrama de Colaboración CU 01. Fuente: Elaboración Propia

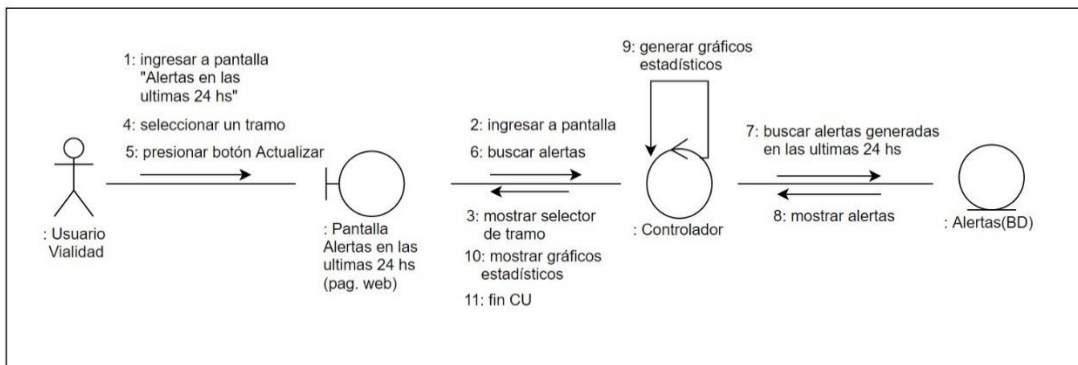


Figura 19: Diagrama de Colaboración CU 02. Fuente: Elaboración Propia

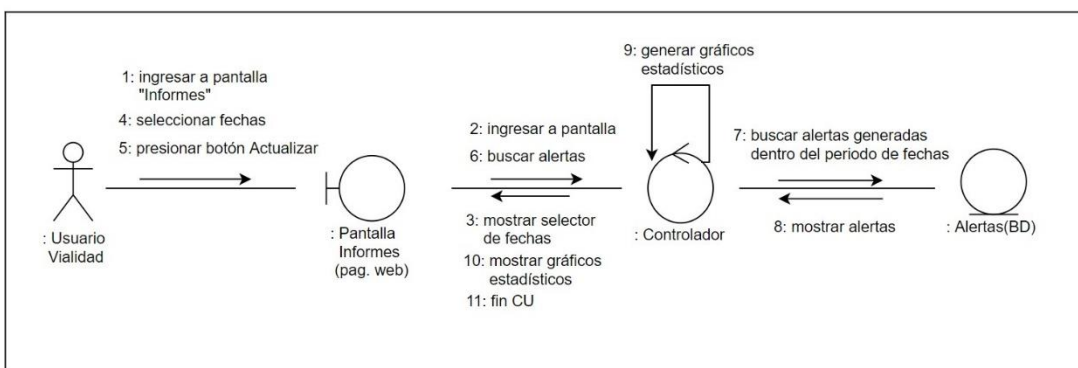


Figura 20: Diagrama de Colaboración CU 03.1. Fuente: Elaboración Propia

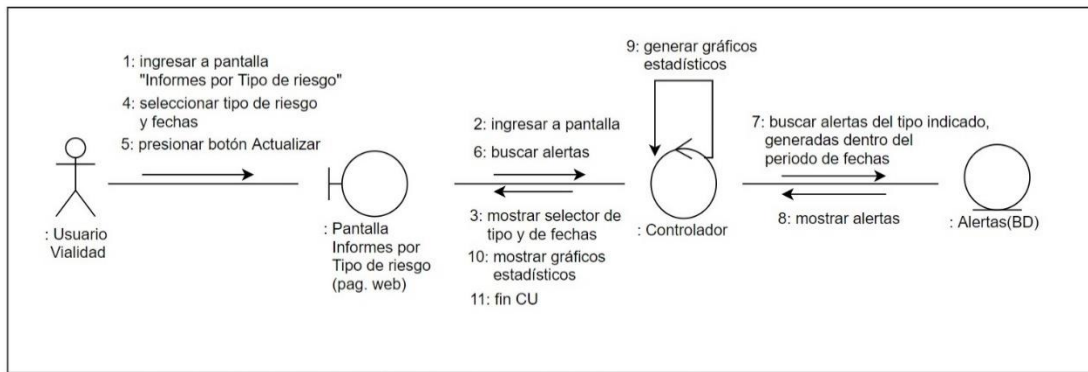


Figura 21: Diagrama de Colaboración CU 03.2. Fuente: Elaboración Propia

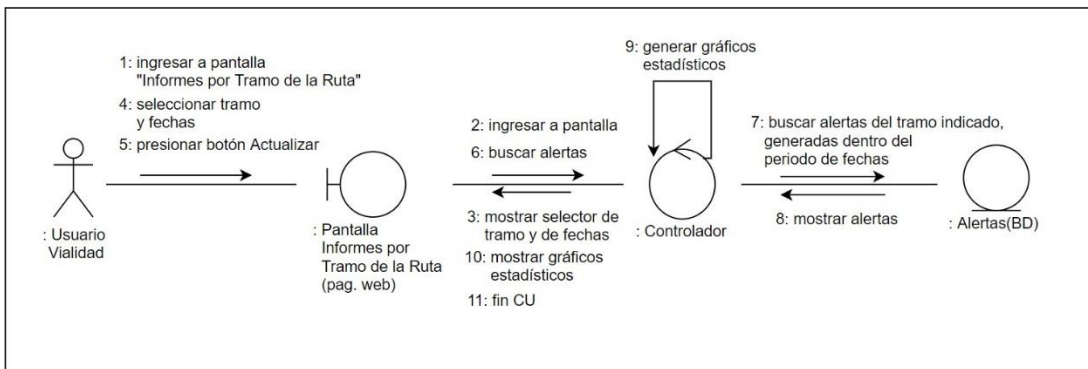


Figura 22: Diagrama de Colaboración CU 03.3. Fuente: Elaboración Propia

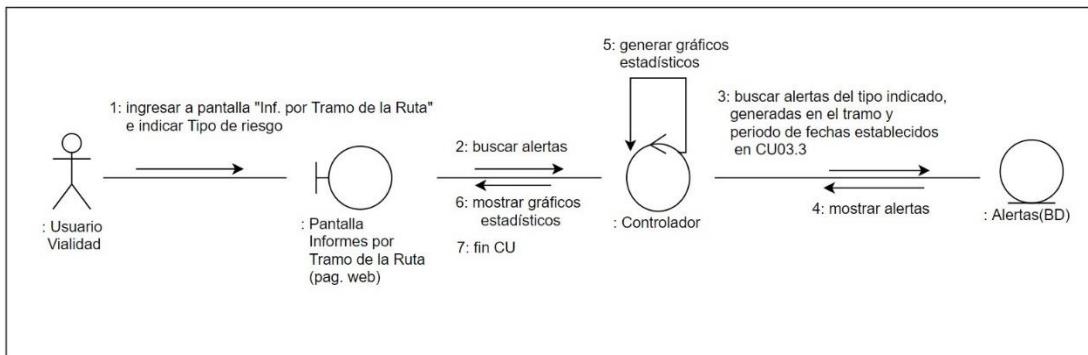


Figura 23: Diagrama de Colaboración CU 03.4. Fuente: Elaboración Propia

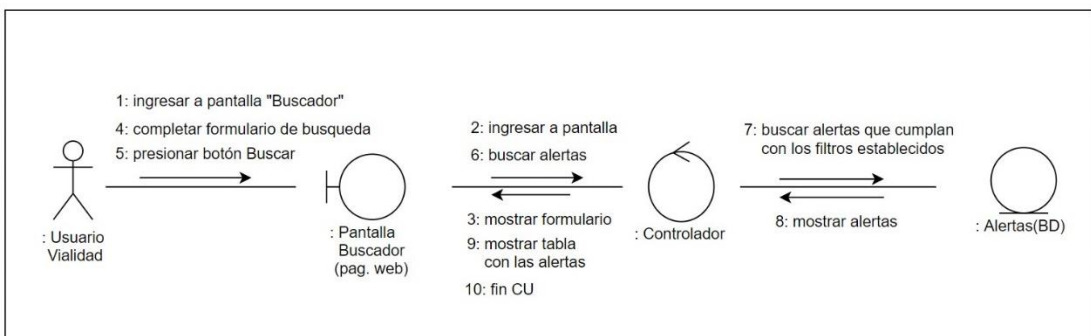


Figura 24: Diagrama de Colaboración CU 04. Fuente: Elaboración Propia

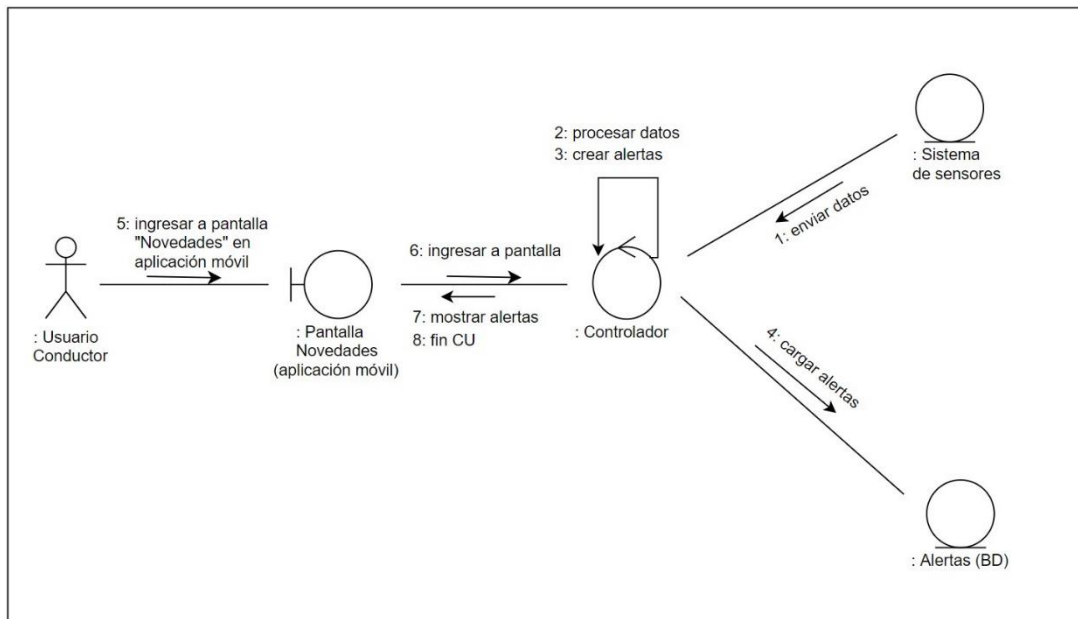


Figura 25: Diagrama de Colaboración CU 05. Fuente: Elaboración Propia

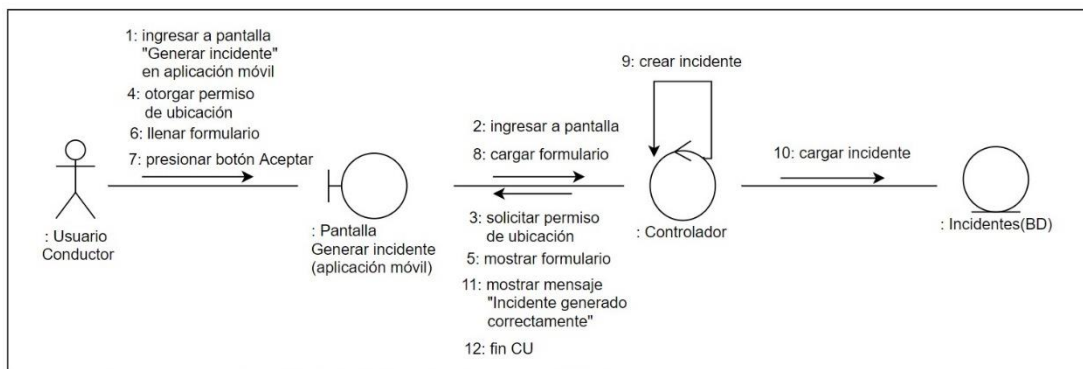


Figura 26: Diagrama de Colaboración CU 06. Fuente: Elaboración Propia

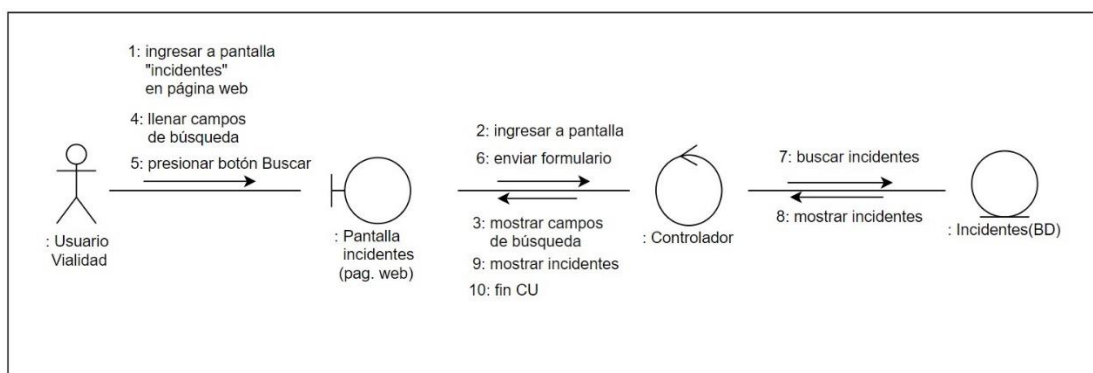


Figura 27: Diagrama de Colaboración CU 07. Fuente: Elaboración Propia

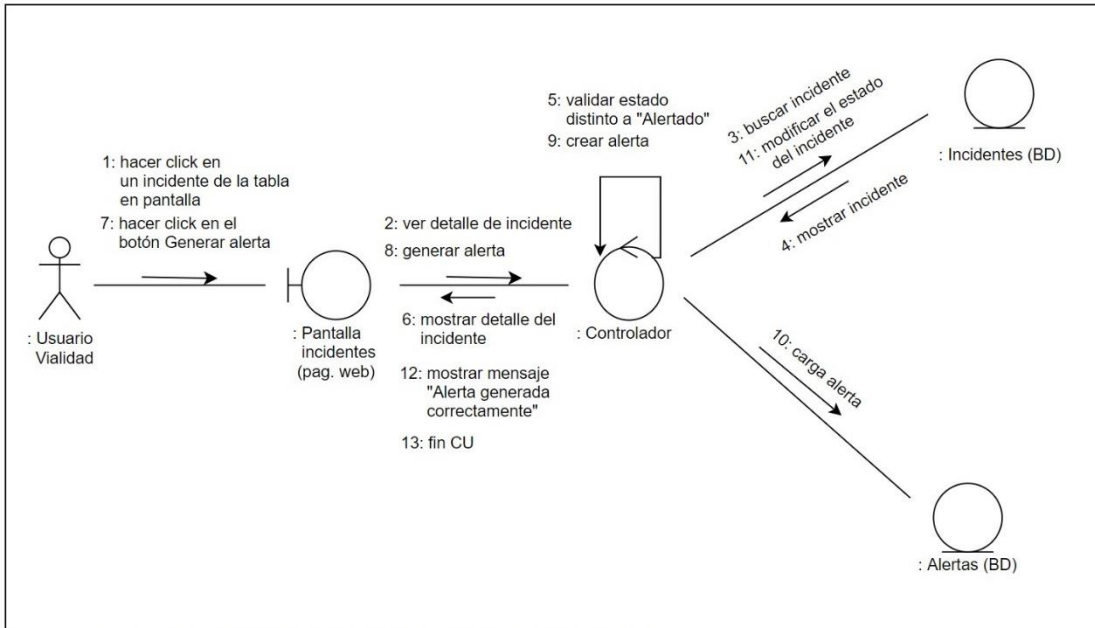


Figura 28: Diagrama de Colaboración CU 08. Fuente: Elaboración Propia

Diagrama de clase

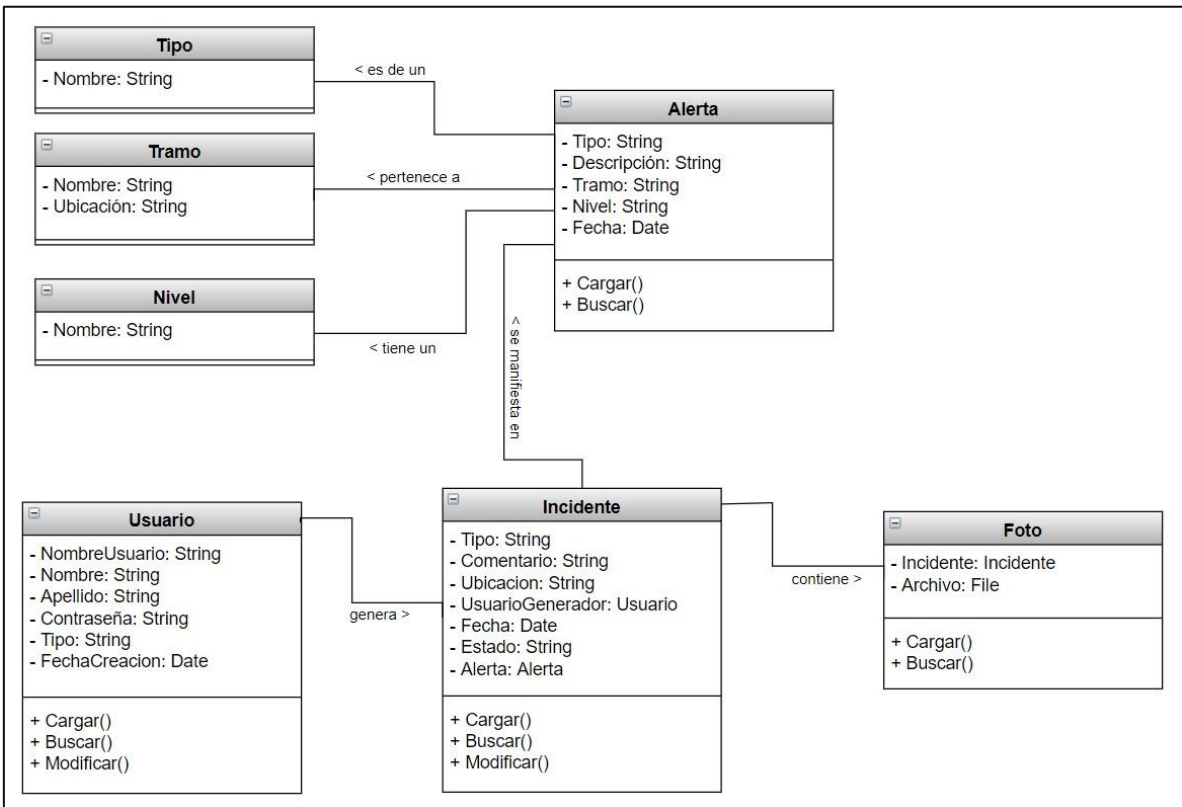


Figura 29: Diagrama de clase. Fuente: Elaboración Propia

Estructura de datos

El sistema almacenará los datos en una la base de datos no relacional MongoDB. A continuación, se muestra un ejemplo de las estructuras de datos con la que interactúa el sistema.

Colección **Alertas**

```
{
  _id: 1,
  tipo: "Lluvia",
  descripción: "20 ml/h",
  tramo: "Aguilares-Concepción",
  nivel: "Moderado",
  fecha_inicio: ISODate("2020-10-07T15:38:26Z")
  fecha_fin: ISODate("2020-10-07T15:51:47Z")
  activa: False
}
```

Colección **Incidentes**

```
{
  _id: 46,
  tipo: "Animales sueltos",
  comentario: "Vimos animales sueltos al
              costado de la ruta",
  ubicación: "Aguilares-Concepción",
  usuarioGenerador: 29,
  fecha: ISODate("2020-10-26T19:15:07Z"),
  estado: "Alertado",
  alerta: 1856
}
```

Colección **Usuarios**

```
{
  _id: 18,
  nombreUsuario: "ousset.nicolas@gmail.com",
  nombre: "Nicolas",
  apellido: "Ousset",
  contraseña: "fo2akwcj4w58c51a5648ada8d4",
  tipo: "Conductor",
  fechaCreacion: ISODate("2020-10-26T11:49:51Z")
}
```

Prototipos de interfaces de pantallas



Figura 30: Pantalla Novedades. Fuente: Elaboración propia



Figura 31: Pantalla Informes Generales. Fuente: Elaboración propia

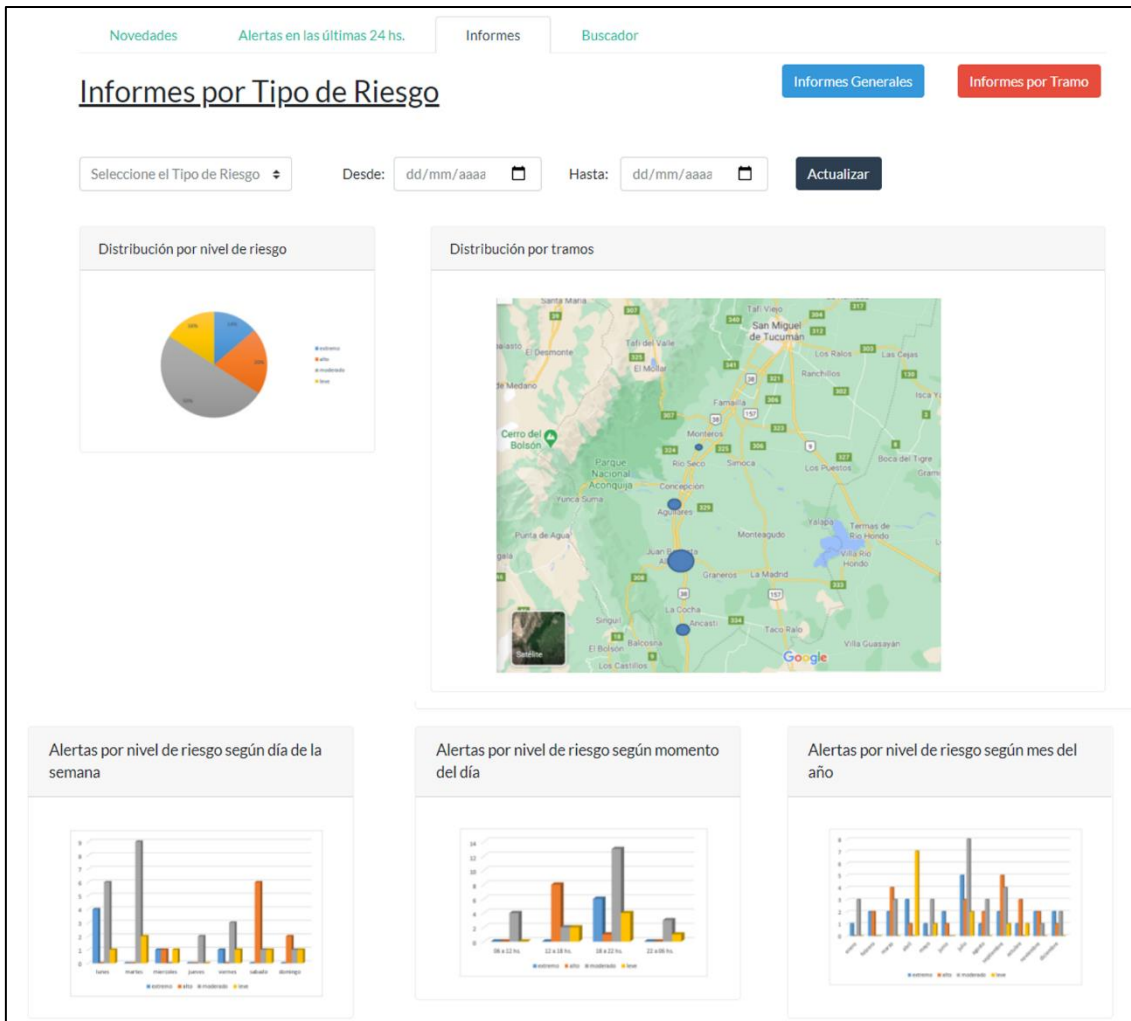


Figura 32: Pantalla Informes por Tipo de riesgo. Fuente: Elaboración propia



Figura 33: Pantalla Informes por tramo de la ruta. Fuente: Elaboración propia



Figura 34: Pantalla Novedades (aplicación móvil). Fuente: Elaboración propia

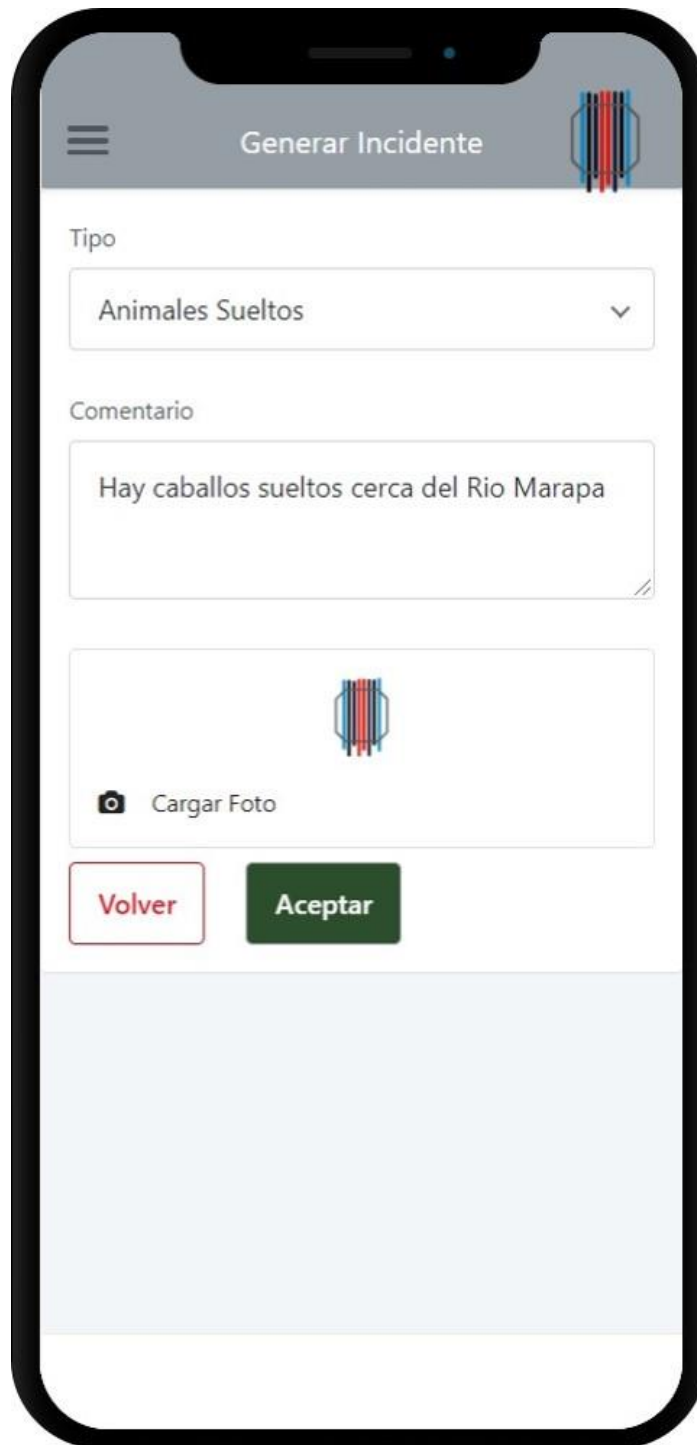


Figura 35: Pantalla Generar Incidente (aplicación móvil). Fuente: Elaboración propia

Diagrama de componentes

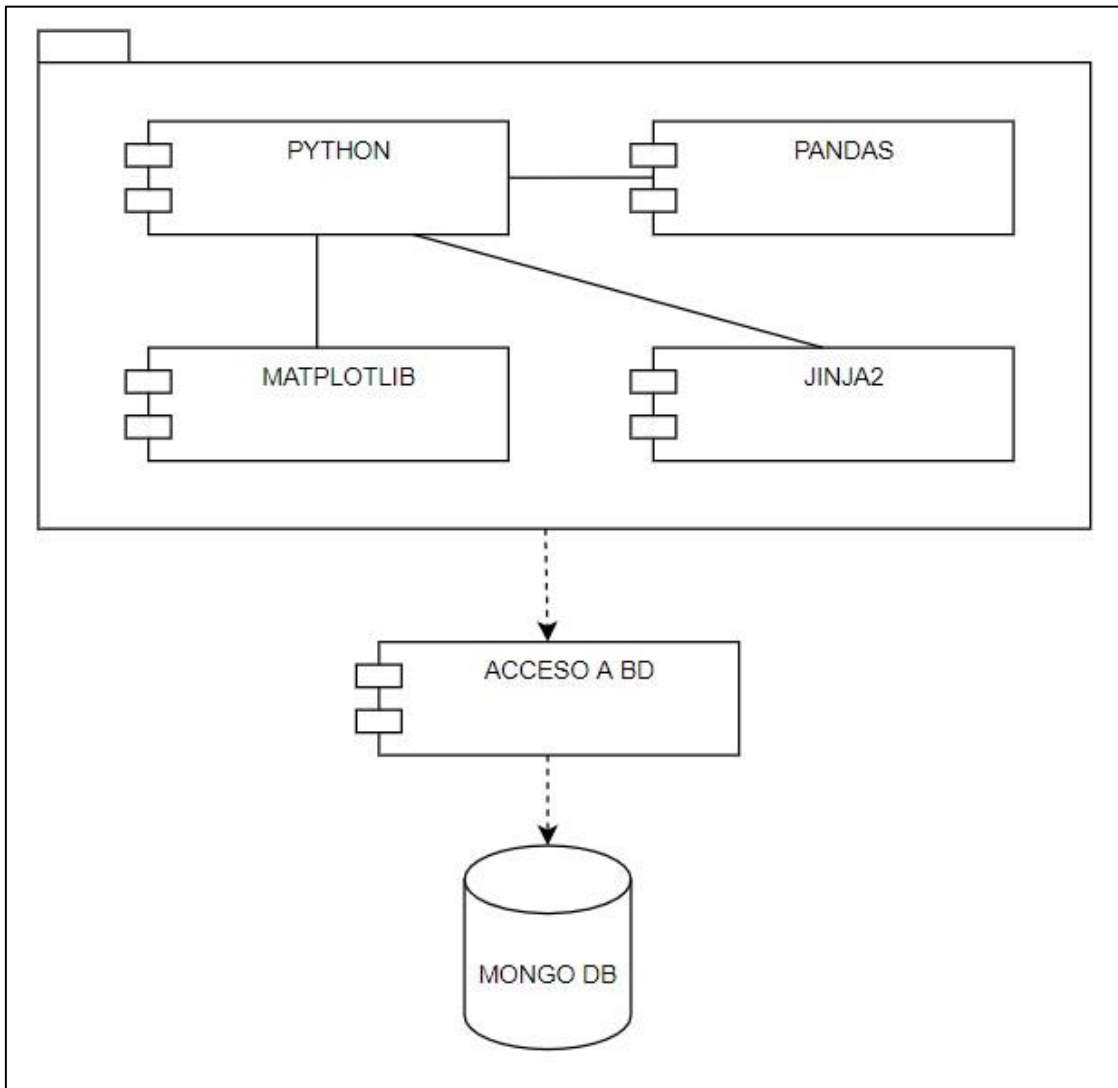


Figura 36: Diagrama de componentes. Fuente: Elaboración propia

Diagrama de despliegue

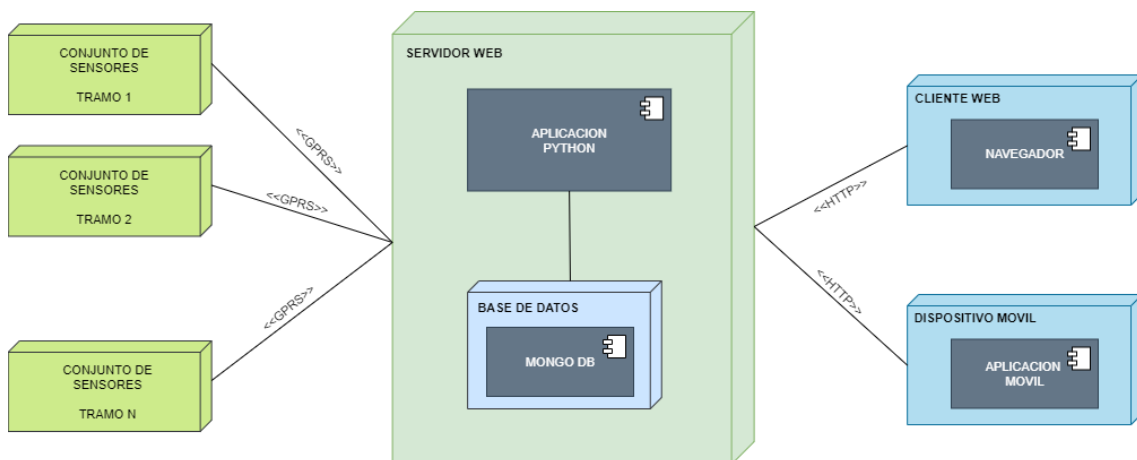


Figura 37: Diagrama de despliegue. Fuente: Elaboración propia

Seguridad

Acceso a la aplicación

El sistema propuesto, consta de dos formas de visualización, una página web, a la cual, sólo pueden ingresar los empleados de Vialidad Nacional, y una aplicación móvil, que podrá ser descargada y utilizada por todas las personas que requieran información sobre la ruta nacional N°38.

Para poder ingresar a la página web del sistema, los empleados pertenecientes a los campamentos de Vialidad Nacional, serán registrados mediante la creación de un nombre de usuario, el cual, será el correo electrónico oficial de los mismos y una contraseña.

Este proceso, será realizado por el administrador del sistema, quien pertenece a la gerencia del distrito Tucumán de Vialidad Nacional. Él generará una contraseña genérica para cada usuario de la página web, la cual deberá ser modificada al momento de ingresar por primera vez al sistema.

Los conductores que transitan por la ruta nacional N°38, para poder ingresar al sistema, deberán descargar la aplicación móvil y registrarse en la misma, para ello tendrán que ingresar un correo electrónico válido y una contraseña.

Las contraseñas de todos los usuarios se almacenarán en base de datos de forma encriptada, utilizando para ello la librería de python 'hashlib' y el algoritmo SHA1 (Secure Hash Algorithm version 1) la cual es una de las funciones hash criptográficas más utilizadas, de esta manera, las contraseñas serán almacenadas de forma segura.

Las contraseñas de los usuarios deben ser de al menos 6 caracteres, conteniendo por lo menos un número y una letra mayúscula.

Políticas de respaldo de información

Para proteger la información almacenada en la base de datos se programó al sistema para que realice backups de tipo completo semanalmente y de tipo incremental diariamente.

Las copias de seguridad completas se realizan los días domingo a las 20 horas, mientras que las incrementales se realizan diariamente en el mismo horario, y en ellas se respalda la información almacenada en base de datos desde el backup anterior.

Para la creación de las copias de seguridad, el sistema utiliza la función 'mongodump' propia del gestor de base de datos no relacional MongoDB.

Los archivos generados son almacenados en servidores locales de Vialidad Nacional ubicados en el establecimiento del distrito Tucumán de Vialidad Nacional.

A su vez, personal de Vialidad se encarga de descargar diariamente los archivos y los almacena en discos externos propios.

Análisis de costos

Para conocer el monto total necesario para el desarrollo del trabajo, se divide el análisis de costos en 3 sectores: recursos humanos, hardware y alquiler de servicios, y se considera que el tiempo total en que se realizó el proyecto fue de 3 meses.

Los valores de honorarios de los recursos humanos fueron obtenidos de la página oficial del Consejo Profesional de Ciencias Informáticas de la Provincia de Córdoba (CPCIPC, 2020, t.ly/b3nZ).

En la siguiente tabla se muestran los costos del personal requerido para el desarrollo del sistema.

Recurso humano	Honorario mensual	Honorarios por tres meses
Analista	\$ 83.377	\$ 250.131
Ingeniero	\$ 106.269	\$ 318.807
Programador Móviles	\$ 92.650	\$ 277.950
Programador de Páginas Web	\$ 76.290	\$ 228.870
	Total	\$ 1.075.758

Tabla 15: Costos de recursos humanos. Fuente: Elaboración Propia

El hardware utilizado para la detección de riesgos consiste en un conjunto de sensores, de diversos tipos, integrados a una placa arduino, la cual cuenta con tecnología GSM/GPRS para enviar datos al sistema.

Cada conjunto de sensores está ubicado en lugares estratégicos a lo largo de la ruta, a una distancia aproximada de 10 km entre conjuntos.

Como la ruta nacional N°38 en el tramo de la provincia de Tucumán consta de 146 km., son necesarios 14 conjuntos de sensores para cubrir toda la extensión.

A continuación, se detalla lo que incluye cada conjunto de sensores y el precio de cada uno de ellos. Cabe aclarar que, para la conversión de precios en dólares se considera el dólar oficial (\$ 77,50) al día 01 de noviembre de 2020 tomado de la página oficial del Banco Nación (Banco Nación, 2020, t.ly/ThzO).

Hardware	Características	Cantidad	Precio unitario
Arduino Shield SIM900 (PatagoniaTec, 2020, t.ly/9LwJ)	Placa arduino con conexión GSM/GPRS.	1	\$ 4.468,79
Sensor GP2Y1010AU0F (Gizmojo, 2020, t.ly/O4d9)	Sensor óptico utilizado para la detección de humo en espacios abiertos.	1	\$ 1.967
Sensor BMP180 (Monarca, 2020, t.ly/WEKn)	Sensor utilizado para la obtención de la presión atmosférica.	1	\$ 287
Anemometer Kit (0-5V) (DFRobot, 2020, t.ly/sGOW)	Sensor utilizado para la detección de la velocidad del viento.	1	\$ 3.720 (U\$S 48)
Sensor FC-37 (Electroship, 2020, t.ly/QhNt)	Sensor utilizado para la determinación de la intensidad de la lluvia.	1	\$ 193,26
Sensor DHT11 (Nubbeo, 2020, t.ly/zpuq)	Sensor utilizado para la obtención de la temperatura y la humedad.	1	\$ 281,19
Sensor Njk-5002c (emakers, 2020, t.ly/lm8f)	Sensor inductivo utilizado para la determinación de la velocidad y el largo de vehículos.	2	\$ 487
Total			\$ 11.891,24

Tabla 16: Costos de hardware. Fuente: Elaboración Propia

El costo total de cada conjunto de sensores es de \$ 11.891,24, al ser necesario 14 conjuntos, se determina el costo total en recursos hardware es de **\$ 166.477,36**.

Para el análisis de costos de alquiler de servicios, se presentan los montos de contratación del servicio de hosting web y del servicio de mensajería GSM/GPSR, para

el periodo de realización del proyecto, el cual fue de 3 meses. En la siguiente tabla se muestran los servicios necesarios, sus características y sus costos.

Software	Características	Cant.	Costo unitario por mes	Costo total
Hosting web (godaddy, 2020, t.ly/fLuw)	Servidor dedicado Intel Xeon-D 4 núcleos/8T - 3.0 GHz 32 GB DDR4 RAM 4 TB HDD de espacio	1	\$ 7.279,45	\$ 21.838,35
Servicio mensajería celular (movistar, 2020, t.ly/g3d1)	3GB datos móviles SMS ilimitados Empresa Movistar	14	\$ 550	\$ 23.100
Total				\$ 44.938,35

Tabla 17: Costos de alquiler de servicios. Fuente: Elaboración Propia

Considerando los costos de recursos humanos, los costos de hardware y los costos de alquiler de servicios, se estima que el costo total de la realización del proyecto fue de **\$ 1.287.173,71**

Análisis de riesgos

En todo proyecto es necesario conocer y analizar a priori aquellos eventos que, constituyen un riesgo para el mismo, por su posibilidad de generar un impacto negativo. Para ello, se describe a continuación los posibles riesgos a los que está expuesto el sistema, junto con sus causas, la probabilidad de ocurrencia y el grado de impacto, el cual se indica del 1 al 5, siendo 1 impacto leve y 5 impacto muy grave.

Código	Riesgo	Causa	Probabilidad	Impacto
R01	Cambio de requerimientos	Se agregan o se modifican requerimientos por parte del cliente.	40%	3
R02	Falta de tiempo	Los tiempos de desarrollo del sistema son mayores a los estipulados en la planificación.	55%	2
R03	Aparición de errores	Se retrasa la realización del sistema por la aparición de errores en la codificación del mismo.	50%	1
R04	Aumento en los costos	Los costos de desarrollo del sistema aumentan debido a la inflación que sufre el país.	20%	2
R05	Falta de experiencia	Los desarrolladores del sistema no cuentan con conocimientos o la experiencia necesaria para realizar el desarrollo a tiempo.	20%	3
R06	Caída del servidor	El servidor web en el cual está alojado el sistema deja de brindar servicio momentáneamente.	35%	5
R07	Falla en la comunicación con los sensores	Debido a fallas en el envío de mensajes vía GPRS.	30%	5

Tabla 18: Tabla de riesgos. Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presentan de manera ordenada, los diferentes riesgos según su grado de exposición, el cual se calcula como el producto entre la probabilidad de ocurrencia y el impacto. Luego se realiza el cálculo de la frecuencia relativa del grado de exposición, dividiendo cada una en la suma total de grado de exposición, y, por último, se realiza el cálculo de la frecuencia acumulada de cada riesgo.

Código	Probabilidad	Impacto	Grado de exposición	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
R06	35%	5	1,75	24,82	24,82
R07	30%	5	1,5	21,28	46,10
R01	40%	3	1,2	17,02	63,12
R02	55%	2	1,1	15,60	78,72
R05	20%	3	0,6	8,51	87,23
R03	50%	1	0,5	7,09	94,33
R04	20%	2	0,4	5,67	100,00

Tabla 19: Tabla de grado de exposición de riesgos. Fuente: Elaboración Propia

Con esta información se realiza el siguiente gráfico de Pareto, el cual se utilizará para conocer cuáles son los riesgos que se deben priorizar.

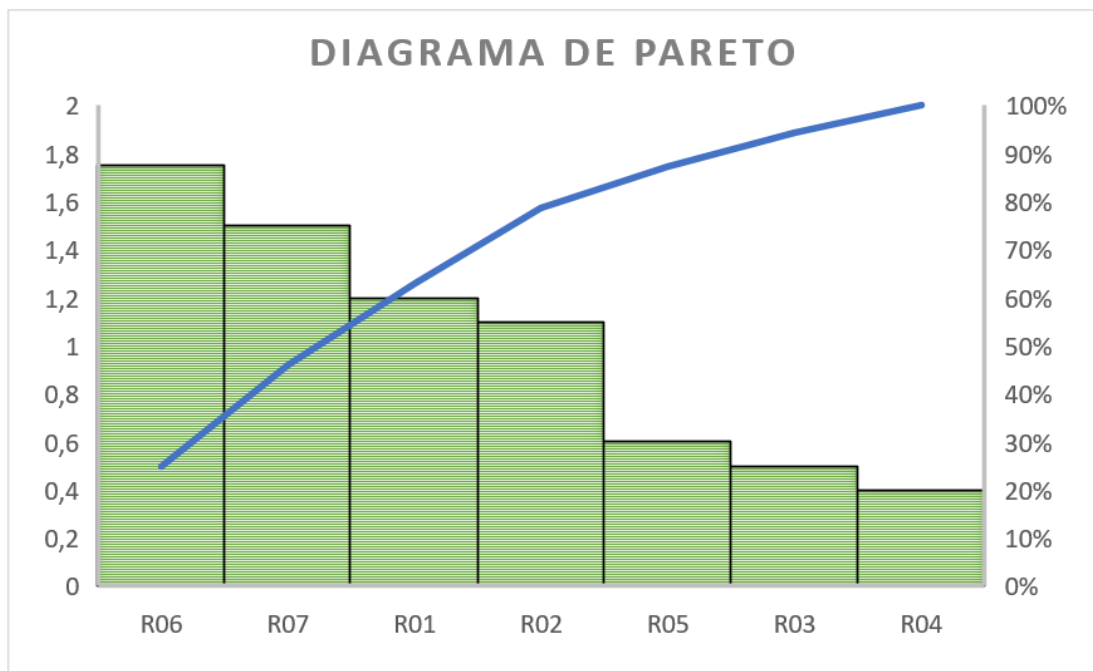


Figura 38: Diagrama de Pareto. Fuente: Elaboración Propia

Siguiendo el principio de Pareto, se establece que los riesgos vitales en los cuales hay que concentrar los esfuerzos son los riesgos R06, R07, R01 y R02.

Se presenta a continuación para cada uno de ellos el plan de contingencia.

Código	Riesgo	Contingencia
R01	Cambio de requerimientos	Analizar los cambios solicitados por el cliente y establecer un orden de prioridades de los mismos. Replantear junto al cliente, debido a la aparición de nuevos requerimientos, los costos y tiempo de entrega del proyecto.
R02	Falta de tiempo	Revisión semanal de lo realizado, haciendo foco en las causas que producen retrasos en el desarrollo y buscar posibles soluciones a dichas causas. Evaluar la factibilidad de agrandar el equipo de desarrollo.
R06	Caída del servidor	Adquisición de un servidor que esté configurado como servidor espejo, el mismo realizará todas las funciones en caso de que el servidor principal deje de funcionar.
R07	Falla en la comunicación con los sensores	Duplicar los canales de mensajería GPRS, instalando un segundo chip GSM provisto por otra empresa celular.

Tabla 20: Tabla de contingencias. Fuente: Elaboración Propia

Conclusiones

Con el desarrollo del trabajo se propuso diseñar y desarrollar un sistema informático para el monitoreo de riesgos en la ruta nacional N°38, en el tramo perteneciente a la Provincia de Tucumán, debido a la necesidad de disminuir los accidentes de tráfico que ocurren diariamente allí.

Al comenzar el trabajo, se planteó como objetivo determinar cuáles son los diferentes riesgos existentes en la ruta, lo cual, se cumplió a través de la investigación bibliográfica realizada y la entrevista llevada a cabo a personal de Vialidad.

Además, se planteó el objetivo de desarrollar un sistema de alerta de los riesgos existentes en la ruta, para ello, se analizaron los requerimientos, tanto funcionales como no funcionales, se diseñó el sistema utilizando diagramas de UML, y finalmente, se realizó la codificación del mismo empleando el lenguaje de programación Python y el gestor de base de datos no relacional MongoDB.

El sistema proporciona información en tiempo real, por un lado, a Vialidad Nacional para que pueda tomar decisiones oportunamente y, por otro lado, a los conductores, mediante una aplicación móvil, para que sean conscientes de los riesgos existentes y puedan tomar las precauciones necesarias a la hora de transitar por la ruta.

Considero que la tecnología bien usada es de gran utilidad en todos los ámbitos, es lo que hace evolucionar a las ciudades y a sus habitantes, por ello, espero que como país podamos convertir este tipo de proyectos en realidades para el beneficio de todos.

Llevar a cabo este trabajo fue desafiante y enriquecedor, me permitió aprender sobre áreas de la informática que eran desconocidas para mí, como ser, el trabajo con bases de datos no relacionales y el concepto de Big data, y a su vez, me permitió llevar a la práctica los conceptos adquiridos a lo largo de toda la carrera.

En lo personal estoy agradecido de haber podido llegar hasta aquí, invirtiendo tiempo y esfuerzo, superando obstáculos y aprendiendo a desempeñarme en esta apasionante área que es la informática.

Demo

A continuación, se presenta el link correspondiente a una carpeta alojada en Google Drive, la cual contiene el código fuente del sistema desarrollado y un instructivo que indica los pasos a seguir para la implementación del mismo en forma local.

https://drive.google.com/drive/folders/1fLDraaB2oXKWP5OEUZCX_CzL61ttQM?usp=sharing

Referencias

- AEMET. (2020). MeteoRuta. Recuperado el 12 de Septiembre de 2020, de meteoruta.aemet.es
- Banco Nación. (2020). Recuperado el 01 de Noviembre de 2020, de <https://www.bna.com.ar/Personas>
- Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (2006). El Lenguaje Unificado de Modelado Guía del usuario. Wesley.
- Caballero, R., Martín, E. M., & Riesco Rodríguez, A. (2019). Big Data con Python. Recolección, almacenamiento y proceso.
- Casen, R. (25 de Agosto de 2020). Brutal Accidente en la ruta 38, murió una docente en Concepción. La Gaceta. Recuperado el 12 de Septiembre de 2020, de <https://www.lagaceta.com.ar/nota/857603/actualidad/brutal-accidente-sobre-ruta-38-murio-docente-concepcion.html>
- Centro tecnológico de transporte, t. y. (2016). Tránsito medio diario anual Ruta Nacional 38. Recuperado el 12 de Septiembre de 2019, de <http://ondat.fra.utn.edu.ar/?cat=117>
- Chuy, A. M. (2019). Recuperado el 16 de Septiembre de 2020, de <https://core.ac.uk/download/pdf/326018441.pdf>
- CPCIPC. (2020). Recuperado el 01 de 11 de 2020, de <https://www.cpcipc.org.ar/content/honorarios>
- DFRobot. (2020). Recuperado el 05 de Octubre de 2020, de <https://www.dfrobot.com/product-1114.html>
- Dirección Nacional de Diseño Organizacional, D. (2020). Mapa del estado. Recuperado el 12 de Septiembre de 2020, de <https://mapadelestado.jefatura.gob.ar/organigramas/dnv.pdf>
- Electroship. (2020). Recuperado el 05 de Octubre de 2020, de <https://electroship.com/inicio/138-modulo-sensor-de-agua-lluvia-meteorologia-arduino.html>
- Emakers. (2020). Recuperado el 05 de Octubre de 2020, de <https://www.emakers.com.ar/tienda/sensores/proximidad/sensor-proximidad-njk-5002c-10mm-npn>

Gizmojo. (2020). Recuperado el 05 de Octubre de 2020, de <https://www.gizmojo.com.ar/products/optical-dust-sensor-gp2y1010au0f>

Godaddy. (2020). Recuperado el 05 de Octubre de 2020, de <https://ar.godaddy.com/hosting/dedicated-server>

Joyanes, L. (2013). Big Data: Análisis de grandes volúmenes de datos en organizaciones.

Kukushkin, A. (2018). Introduction to Mobile Network Engineering. Wiley.

Ministerio de Transporte, P. d. (Marzo de 2018). Recuperado el 12 de Septiembre de 2020, de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ansv_observatorio_situacion_seguridad_vial_arg.pdf

Monarca. (2020). Recuperado el 06 de Octubre de 2020, de https://www.monarcaelectronica.com.ar/productos/sensor-presion-atmosferica-temperatura-bmp180-arduino-mona/?gclid=Cj0KCQjwlvT8BRDeARIsAACRFiU9TB-W2S4GncUuQeOykET2BDhL9BoHkVKmH_wKt9ZDYsAKvo1HsloaAvcyEALw_wcB

Movistar. (2020). Recuperado el 05 de Octubre de 2020, de <https://www.movistar.com.ar/productos-y-servicios/alta-de-linea>

Nación, D. L. (23 de Agosto de 2019). Accidente mortal en Tucumán: un choque en Famaillá dejó cuatro víctimas. La Nación. Recuperado el 15 de Septiembre de 2020, de <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/accidente-mortal-tucuman-choque-famailla-dejo-cuatro-nid2280273>

Nubbeo. (2020). Recuperado el 05 de Octubre de 2020, de <https://www.nubbeo.com.ar/productos/modulo-sensor-humedad-temperatura-dht11-nubbeo/>

PatagoniaTec. (2020). Recuperado el 05 de Octubre de 2020, de <https://tienda.patagoniatec.com/productos/gsm-shield-celular-gprs-simcom-sim900-antena/>

RAE. (2019). Real Academia Española. Recuperado el 12 de Septiembre de 2020, de <https://dle.rae.es/>

Revista Digital INESEM. (s.f.). Recuperado el 15 de Septiembre de 2020, de <https://revistadigital.inesem.es/informatica-y-tics/python-r-analisis-datos/>

- Rojas, J. S. (2018). (C. y. AEIT, Ed.) Bit(207). Recuperado el 15 de Septiembre de 2020, de <https://www.coit.es/sites/default/files/archivobit/pdf/bit207.pdf>
- Rosznercki, J. (15 de Junio de 2020). Un joven motociclista impactó de frente con una rastra cañera y murió en la ruta 38. el Siglo Web. Recuperado el 17 de Septiembre de 2020, de <http://elsigloweb.com/2020/06/15/un-joven-motociclista-impacto-de-frente-con-una-rastra-canera-y-murio-en-la-ruta-38/>
- Rumbaugh, J. (2007). El lenguaje unificado de modelado. manual de referencia. Madrid: Pearson Educacion.
- Saludes, G. I. (2020). Recuperado el 18 de Septiembre de 2020, de <https://www.industriassaludes.es/productos/soluciones-smart-city---smart-traffic/soluciones-smart-city---traffic-senalizacion-iluminacion/futura-dac--sistema-de-deteccion-animales-en-calzada.aspx>
- Smarty Planet. (2020). Recuperado el 26 de Septiembre de 2020, de <https://www.smartyplanet.com/>
- Vega Niño, O., Martinez Alzamora, F., Alonso Campos, J., & Tzatchkov, V. (s.f.). Iiama. Recuperado el 20 de Septiembre de 2020, de <https://www.iiama.upv.es/iiama/src/elementos/Software/2/epanet/Iniciaci%C3%B3n%20programaci%C3%B3n%20Toolkit%20Epanet%20v2.00.12.pdf>

Anexos

Anexo I

Entrevista

Buenas tardes, mi nombre es Nicolás Ousset, soy estudiante de la carrera Licenciatura en Informática en la Universidad Siglo XXI.

El fin de esta entrevista es únicamente recolectar información para la realización de un trabajo final de grado de la carrera. La información revelada no será difundida o utilizada para otros propósitos.

El foco del trabajo es diseñar un prototipo de un sistema de monitoreo de riesgos para evitar accidentes en la ruta nacional 38 en la provincia de Tucumán.

Preguntas

Introducción

1. ¿Cómo es su nombre?
2. ¿Cuál fue su rol/función dentro de Vialidad Nacional?

Sobre Vialidad Nacional de Tucumán

3. ¿A qué se dedica Vialidad Nacional específicamente? ¿Cuáles son sus competencias?
4. ¿Cuántos campamentos de Vialidad Nacional hay en la Provincia de Tucumán?
5. ¿Cuántas computadoras tienen, de qué antigüedad?
6. ¿Qué tipo de procesos realizan a través de Sistemas informáticos?

Sobre la ruta 38

7. ¿Cuáles son las tareas que realiza Vialidad Nacional con respecto a la ruta 38?
8. ¿Qué cantidad de vehículos circulan por ella diariamente?
9. ¿Tiene conocimiento sobre las razones principales de los accidentes?
10. ¿y sobre la cantidad de accidentes?
11. En caso de no saberlo, tenemos alguna manera de solicitar dicha información, ¿dónde se puede conseguirla?

12. ¿Cómo realizan el monitoreo de la ruta?
13. ¿Cada cuánto se realiza?
14. ¿Que observan en los monitoreos?
15. ¿Utilizan Plantillas para la recolección de datos? En caso de ser así, ¿podría compartírnos el modelo de la plantilla?
16. ¿Cuántos grupos participan en el monitoreo? ¿Cómo se dividen las responsabilidades de cada uno?
17. ¿Cómo se hacía antiguamente el monitoreo?
18. En los campamentos de Vialidad ubicados cerca de la ruta 38, ¿Tienen internet? ¿Señal de celular?
19. Para finalizar, según su opinión personal ¿Qué sería necesario implementar en la ruta 38 para aumentar la seguridad en la misma?

Agradezco profundamente su colaboración, y aseguro total confidencialidad de la información obtenida.

Anexo II

Estado de rutas | Argentina.gov.ar

argentina.gov.ar/obras-publicas/vialidad-nacional/estado-de-las-rutas

Distrito: Tucumán Buscar: 38

12 resultados

Distrito	Ruta	Tramo	Calzada	Detalle	Observaciones	Actualización
Tucumán	A016	Aeropuerto Internacional - Acceso a S.M. de Tucumán por Av. Gobernador del Campo	Pavimento Flexible	Transitable con precaución	Informes DPV Tucumán tel. (381) 433-0404/05. Centro de Atención al Usuario 0800-222-6272.	16 de Septiembre de 2020, 07:40
Tucumán	38	Lim Catamarca / Tucumán - Concepción	Pavimento Flexible	Transitable	Aguilares: Se ejecutan tareas de reposición de señales verticales. /// Personal del COE, realiza un operativo de restricción de ingreso a la Provincia de Tucumán para vehículos que NO JUSTIFIQUEN debidamente su circulación. Sistema C.Re.Ma - Malla 437. Centro de Atención al Usuario 0800-222-6272.	16 de Septiembre de 2020, 07:40
Tucumán	38	Concepción - Famallá	Pavimento Flexible	Transitable	Sistema C.Re.Ma - Malla 437. Centro de Atención al Usuario 0800-222-6272.	16 de Septiembre de 2020, 07:40
Tucumán	38	(Autopista) Famallá - S.M. de Tucumán.	Pavimento Flexible	Transitable	Sistema C.Re.Ma - Malla 437. Centro de Atención al Usuario 0800-222-6272.	16 de Septiembre de 2020, 07:40
Tucumán	1V38	Intersección con RN N° 38 (Río Marapa) / Acceso a Aguilares	Pavimento Flexible	Transitable tramo: acceso a Aguilares - acceso a Juan Bautista Alberdi	El ingreso y egreso a la ruta nacional 1V38, se deberá realizar en el distribuidor ubicado a la altura de la ciudad de Alberdi. Centro de Atención al Usuario 0800-222-6272	16 de Septiembre de 2020, 07:40
Tucumán	1V38	Acceso a Aguilares - Acc. a Concepción	Pavimento Flexible	Transitable	Centro de Atención al Usuario 0800-222-6272.	16 de Septiembre de 2020, 07:40
Tucumán	1V38	Acceso a Concepción - Acc. Monteros	Pavimento Flexible	Transitable	Centro de Atención al Usuario 0800-222-6272	16 de Septiembre de 2020, 07:40

Captura de pantalla de página web Estados de las rutas – Vialidad Nacional, recuperado de <https://www.argentina.gov.ar/obras-publicas/vialidad-nacional/estado-de-las-rutas>, en fecha 19/09/2020.