

Licenciatura en Informática



Sistema de monitoreo de subtes
y pasajeros de la Ciudad de Buenos Aires

Alumno: Gastón Nicolás García

Legajo: VINF05448

2022

Resumen

La empresa Metrovías SA tiene como objetivo mejorar su frecuencia de su línea E del Subte de la Ciudad de Buenos Aires, para conseguirlo debían solucionar los problemas que presentan en la falta de control en su red. En la actualidad no tienen ninguna forma de comprobar dónde y en qué estado se encuentran sus máquinas ferroviarias, produciendo demoras e impactando en el servicio que utilizan miles de personas cada día.

Nuestro objetivo fue desarrollar un producto de software que se encargue de recibir ubicaciones de subtes y pasajeros, procesarlos y presentar por pantalla el detalle completo generado. En él se pueden observar la ubicación de cada máquina ferroviaria, su velocidad, estado y cantidad de ocupación de pasajeros. También se realizan cálculos estimados de tiempos de llegada, sus próximas partidas, como también permite identificar si se encuentran estacionados o esperando por reparaciones en talleres mecánicos.

Para su desarrollo se utilizaron herramientas para la recolección de datos necesarios para el relevamiento, mediante metodologías ágiles y la utilización de lenguajes de programación orientados a objetos.

En conclusión, se pudo cumplir el objetivo otorgando a la empresa una visión global sobre el estado de su red de subterráneos.

Palabras claves: transporte, red de subtes, estaciones, máquina ferroviaria, pasajeros

Abstract

Metrovías S.A. aims to improve Line E frequency of Buenos Aires Underground. It must solve the lack of management control over the underground network to archive it. Today, it cannot be proved where and how railway machines are, making delays which impacts every day the service of thousand of people.

We develop a software that collects rail locations and number of passengers. This software batches data and its screened the complete details. It presents railway location, rate, status, and amount of passengers. The software can also estimate arrivals, next departures and it allows to identify whether the trains are parked or being repaired.

The collection of data was necessary to survey and was developed throughout agile methodologies and object- oriented programming languages.

In conclusion, it was possible to achieve the goal giving the company a global vision on underground network's status.

Keywords: transport; underground network; station; railway machines; passengers.

Índice

Resumen	1
Abstract	2
Índice	3
Ilustraciones	6
Tablas	7
Título	9
Introducción	9
Antecedentes	10
Descripción del área problemática	11
Justificación	12
Objetivo general	14
Objetivos específicos	14
Marco referencial	14
Dominio del problema	14
Actividad del cliente	17
TICs	19
Software de aplicación	19
Software Libre	19
Sistema cliente-servidor	19
Lenguajes de programación	19
Web 2.0	19
Front End	20
Back End	20
Bases de datos	20
Bases de datos relacionales	20
Framework	21
APIs	21
REST	21

AWS Cloud computing	22
VUE	22
Laravel	22
Bootstrap	23
HTML	23
CSS	23
Javascript	23
PHP	24
MySQL	24
Token	24
RFID	24
GIT	24
IDE	25
Competencias	25
Diseño metodológico	26
Metodología	26
Herramientas	27
Recolección de Datos	28
Planificación de Actividades	28
Relevamiento	30
Relevamiento estructural	30
Relevamiento funcional	32
Proceso de negocios	35
Diagnóstico y propuesta	36
Diagnóstico	36
Propuesta	38
Objetivos, Límites y Alcances del Prototipo	39
Objetivos del prototipo	39
Límites	40
No contempla	41
Descripción del sistema	41
Product Backlog	41
Historias de usuario	42
Sprint Backlog	52

Diagrama de clase	54
Diagrama de entidad-relación	55
Diccionario de datos	56
Prototipos de interfaces de pantallas	57
Diagrama de arquitectura	60
Seguridad	61
Políticas de acceso a la aplicación	61
Política de respaldo de información	62
Análisis de costos	63
Hardware	63
Licencias	66
Servicios	67
RRHH	68
Análisis de riesgos	69
Conclusiones	74
Demo	75
Anexos	76
Ley 2873 Régimen De Ferrocarriles De La República Argentina. HONORABLE CONGRESO DE LA NACIÓN ARGENTINA (18-nov-1891)	76
Referencias	77

Ilustraciones

Ilustración 1. Red de subtes de Buenos Aires	18
Ilustración 2. Estaciones Subte E	18
Ilustración 3. Diagrama de Gantt	29
Ilustración 4. Mapa de la ciudad de Buenos Aires y su red de subte	30
Ilustración 5. Organigrama empresa Metrovías	31
Ilustración 6. Diagrama de flujo del proceso de negocio	35
Ilustración 7. Diagrama de clase	54
Ilustración 8. Diagrama de entidad-relación	55
Ilustración 9. Interfaz gráfica #1 dashboard	57
Ilustración 10. Interfaz gráfica #2 detalle red de subtes	58
Ilustración 11. Interfaz gráfica #3 detalle información subte	59
Ilustración 12. Diagrama de arquitectura	60
Ilustración 13. Funcionamiento encriptación AES	62

Tablas

Tabla 1. Tiempos promedio de frecuencia en hora pico.	10
Tabla 2. Competencias	26
Tabla 3. Product Backlog	42
Tabla 4. Historia de Usuario SMSP-001	43
Tabla 5. Historia de Usuario SMSP-002	43
Tabla 6. Historia de Usuario SMSP-003	44
Tabla 7. Historia de Usuario SMSP-004	45
Tabla 8. Historia de Usuario SMSP-005	45
Tabla 9. Historia de Usuario SMSP-006	46
Tabla 10. Historia de Usuario SMSP-007	46
Tabla 11. Historia de Usuario SMSP-008	46
Tabla 12. Historia de Usuario SMSP-009	47
Tabla 13. Historia de Usuario SMSP-010	47
Tabla 14. Historia de Usuario SMSP-011	47
Tabla 15. Historia de Usuario SMSP-012	48
Tabla 16. Historia de Usuario SMSP-013	48
Tabla 17. Historia de Usuario SMSP-014	48
Tabla 18. Historia de Usuario SMSP-015	49
Tabla 19. Historia de Usuario SMSP-016	49
Tabla 20. Historia de Usuario SMSP-017	49
Tabla 21. Historia de Usuario SMSP-018	50
Tabla 22. Historia de Usuario SMSP-019	50
Tabla 23. Historia de Usuario SMSP-020	50
Tabla 24. Historia de Usuario SMSP-021	50
Tabla 25. Historia de Usuario SMSP-022	51

Tabla 26. Historia de Usuario SMSP-023	51
Tabla 27. Historia de Usuario SMSP-024	51
Tabla 28. Sprint 1	52
Tabla 29. Sprint 2	52
Tabla 30. Sprint 3	53
Tabla 31. Sprint 4	53
Tabla 32. Hardware	65
Tabla 33. Licencias	66
Tabla 34. Servicios	67
Tabla 35. RRHH	68
Tabla 36. Gastos totales	69
Tabla 37. Análisis de riesgo	70
Tabla 38. Matriz de evaluación de riesgos	70
Tabla 39. Plan de contingencia	72

Título

Sistema de monitoreo de subtes y pasajeros de la Ciudad de Buenos Aires

Introducción

La Ciudad de Buenos Aires cuenta con una extensa red de subterráneos, la cual se ingresa abonando tu boleto mediante la tarjeta recargable SUBE (Sistema Único de Boleto Electrónico). Dicha red está compuesta por seis líneas (A, B, C, D, E y H), presentando una extensión total de 62,8 km y 90 estaciones en operación. Convirtiéndolo en uno de los medios de transporte más importantes de la ciudad para los millones de personas que circulan en la ciudad diariamente. La red pertenece a la Sociedad del Estado del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires Subterráneos de Buenos Aires (SBASE), propiedad del gobierno nacional argentino. En 1994 el subte se concesionó a la empresa privada Metrovías la cual la administra hasta la actualidad.

Inaugurándose en 1913 con la apertura de su línea A, siendo la 1ra línea de metro en América Latina y el hemisferio sur. Luego sumó nuevos ramales a su red como la línea B (octubre 1930), C (noviembre 1934), D (junio 1937), E (junio 1944), H (octubre 2007).

Adicionalmente, la Legislatura de la Ciudad ya aprobó el programa de expansión de plan de nuevas líneas: Línea F, G e I. Agregando 22,5 km al total de la red, expandiendo su longitud a 97 km en extensión total. Sumando 34 estaciones a las 90 existentes en la actualidad, aunque hasta el momento sin fecha oficial de proyecto.

Los números oficiales provistos por el DGEyC (Dirección General de Estadística y Censos entidad creada en 1887 encargada de recolectar, producir y difundir estadísticas oficiales de la Ciudad de Buenos Aires) que durante el año pasado (2019) se transportaron cerca de 325 millones de pasajeros en toda la red de subterráneos de la ciudad. Presentando según Sbase un promedio de 1.200.000 usuarios por día hábil.

Actualmente y motivados por la pandemia, se actualizaron sus horarios en una versión reducida dando un servicio los días lunes a sábado de 6 hs a 22 hs y domingos y feriados de 8 hs a 22 hs.

Antecedentes

La línea de subte 'Línea E' es la encargada de conectar los barrios de Retiro, San Nicolás, Monserrat, Constitución, San Cristóbal, Boedo, Caballito, Parque Chacabuco y terminando en Flores. Desde su inauguración el 20 de junio de 1944, siendo la quinta línea de la red y la primera en recorrer el sur de Av Rivadavia en sector menos próspero. Cuenta actualmente con una extensión de 11,9 km, 2 vías y 18 estaciones.

Desde el año 2017 se comenzaron a realizar obras de mejoras en su servicio dado su déficit en el servicio con respecto al servicio de las líneas restantes.

De todas formas continúa siendo la línea con la frecuencia más pobre del total de líneas de la red tal como indica la siguiente tabla.

Línea	DÍAS HÁBILES	SÁBADOS	DOMINGOS Y FERIADOS
A	03' 00''	07' 00''	08' 00''
B	03' 00''	07' 00''	08' 05''
C	03' 00''	06' 00''	07' 30''
D	03' 00''	07' 00''	07' 00''
E	04' 30''	08' 35''	08' 35''
H	03' 00''	07' 23''	07' 20''

Tabla 1. Tiempos promedio de frecuencia en hora pico. (metrovias.com.ar, 01/12/2020)

En diciembre 2018 el Laboratorio de Políticas Públicas (LPP) desarrolló un informe sobre con el propósito de poner bajo observación el mal desempeño del servicio. Este se llamó 'Flota, Fallas y Frecuencias. Una aproximación a la triste realidad de la Línea E' detallando su falta de material rodante, falta de aire acondicionado, demoras y gran número de cantidades de reclamos por parte de los usuarios.

Según los estudios de la DGEyC muestran un constante crecimiento en cantidad de usuarios durante el 2010 al 2019 en la línea de subterráneo E. Lo cual hace necesario una implementación de políticas de adecuación y mejoras en su servicio.

Descripción del área problemática

Se ha detectado que la línea E presenta un importante número de problemas que afectan su servicio diario, tales como los problemas vinculados con las formaciones que integran el servicio, a saber:

- No hay control al instante de donde se encuentran.
- No se cuenta con información al instante de cuál es el estado actual de las formaciones.
- Falta de visualización de cuanto tiempo se encuentran funcionando, estacionados o en los talleres de reparación.
- No hay control estadístico de a qué velocidad funcionan las máquinas ferroviarias.
- Falta de sistema moderno y/o alternativo de control de distancia y alertas de riesgo entre formaciones.
- No hay un cálculo de tiempo total de viaje y/o tiempo restante de llegada a la siguiente estación.

Así mismo, hay inconvenientes vinculados al volumen de usuario que utilizan el servicio:

- No hay control de cuántos usuarios regulares, agentes de seguridad, empleados se encuentran transportándose en la formación en movimiento.
- No hay control de cuántos usuarios hay esperando en la estación para subirse a la formación.
- Los usuarios no saben cuánto tiempo deben esperar en el andén a la siguiente formación.
- Amontonamiento de personas durante las horas pico del servicio dado los problemas de frecuencia en la red. Provocando:
 - Accidentes
 - Inseguridad
 - Robos
 - Menor cumplimiento del distanciamiento social en épocas de Covid 19

Justificación

Desde la implementación del proyecto se ha podido observar que mediante la implementación de mejores y más avanzadas herramientas de control y administración permiten la resolución de los problemas planteados previamente por la empresa Metrovías SA, impactando positivamente en la calidad del servicio prestado por la Línea E de subterráneos, impactando a sus más de 22 millones de personas que lo utilizan cada año.

Un proyecto que mediante la investigación, análisis y desarrollo fue factible de desarrollar tal como fue previsto, permitiendo la mejora de procesos de los trabajos diarios de cada uno de sus empleados, tanto en la gestión, como en el control y administración.

Presentado un avance tecnológico a las herramientas de gestión, monitoreo y alertas de la empresa Metrovías SA, las cuales incrementan la seguridad y confiabilidad al sistema.

Afectando positivamente la calidad de los viajes de los usuarios, permitiendo a la red de subtes mejorar la seguridad, disminución de accidentes, delitos, confort, puntualidad y frecuencias de llegada de las formaciones. Afectando positivamente a la experiencia diaria de sus usuarios recurrentes, ayudando a la sociedad y a la imagen de la organización encargada de la concesión del servicio.

Se ha convertido en un recurso importante para la toma de decisiones dentro de la empresa, dado que este les permite:

- Acceder a los datos necesarios que este necesite desde cualquier dispositivo conectado a un browser a internet.
- Acceder a información confiable, garantizando su calidad mediante la utilización de tecnologías de punta implementadas.
- Rápido entendimiento y de fácil interpretación a la hora de utilizar el sistema, mediante una experiencia de usuario correcta y una presentación de la información de fácil lectura.
- Información provista al instante y actualizada.
- Accesible solo para usuarios autorizados, protegiendo la información contra el acceso de todo usuario no autorizado.
- Centralizando la información en un sistema único de fácil uso para el usuario final de la herramienta.
- Provee un panorama general del estado del material ferroviario, indicando cuántos se encuentran actualmente en funcionamiento, estacionados o en zonas de reparación.

Por lo tanto, la implementación del proyecto impactó positivamente en la calidad del servicio, el control, el servicio, la seguridad y la imagen de la empresa en la línea menos concurrida y menos popular de la red de subterráneos de la Ciudad de Buenos Aires.

Objetivo general

Realizar un sistema que recolecte información de subtes y pasajeros, la procese y retorne el status actualizado del estado del servicio de la Línea E de subterráneo de la Ciudad de Buenos Aires.

Objetivos específicos

- Identificar ubicaciones, estados, actores con los que cuenta la red ferroviaria.
- Identificar método de recolección de datos de subtes, empleados, miembros de seguridad y pasajeros.
- Determinar qué etapas están presentes durante el servicio de la red ferroviaria.
- Determinar qué información y qué alertas de seguridad necesitan recibir los empleados en el status de la red de subtes

Marco referencial

Dominio del problema

En abril 2015 el jefe de gobierno de la ciudad de Buenos Aires Horacio Rodríguez Larreta emitió una promesa de campaña antes \neq las elecciones primarias, abiertas, simultáneas y obligatorias (PASO)

El subte va a llegar en menos de tres minutos y todos los vagones van a tener aire acondicionado, la (Policía) Metropolitana a todos los barrios, y con la Ciudad manejando todos los servicios públicos se acaban los cortes de luz y de agua. (Larreta Rodríguez Horacio, 18/04/2015).

Ese mismo día el precandidato, en declaraciones a Radio 10 "Yo me comprometo a mejorar las frecuencias de subte y a tener 1 tren cada menos de 3 minutos. No es un sueño, estamos comprando 350 vagones para todas las líneas" (Larreta Rodríguez Horacio, 18/04/2015).

Al año siguiente volvió a reafirmar el mismo compromiso con la causa desde Twitter “Nos comprometemos a bajar la frecuencia del subte a menos de 3 minutos, incorporando más de 300 vagones con AA” (Larreta Rodríguez Horacio, 22/02/2016).

En 2017 desde el Ministerio de Transporte de la Ciudad contestaron en lo que se refiere a los segundos de demora

Que no se trata de un ‘problema sistémico’ y consideraron que los retrasos se justifican por diversos eventos, como pueden ser ‘una demora de un coche al esperar a pasajeros o por una manifestación que altera por segundos el movimiento de coches’. (chequeado.com, 05/12/2017).

De este tema también se expresó Juan Pablo Martínez, miembro del Instituto de Transporte de la Academia Nacional de Ingeniería y exdirector del Posgrado en Ingeniería Ferroviaria de la Universidad de Buenos Aires (UBA). “Sin embargo, esa demora en la hora pico genera un aumento en la cantidad de personas que suben al subte e implica que haya más amontonamiento’, lo que impacta en la calidad del servicio” (chequeado.com, 05/12/2017).

Rafael Gentili, ex legislador porteño y coordinador general de Subte “Señaló que los motivos de demora pueden agruparse en tres ejes: ‘La falta de coches, el despacho de menos coches de los que se tiene y las fallas técnicas o del servicio’” (chequeado.com, 05/12/2017).

En 2019 el portal chequeado.com se expresó sobre el tema como “Frecuencia del subte en hora pico: mejoró desde que asumió Rodríguez Larreta, pero todavía está lejos de la promesa de los tres minutos” (chequeado.com, 22/02/2019). En el que el sector de prensa de Subterráneos de Buenos Aires contestó al portal de noticias sobre los tres minutos son un promedio:

Así como muchas veces pasan trenes cada menos de tres minutos, hay otras en donde el servicio de subte, que transporta 1.350.000 pasajeros por día, se ve afectado por múltiples variables como personas descompuestas, mayor afluencia de pasajeros en días puntuales o medidas de fuerza gremial.

(chequeado.com, 22/02/2019)

Desde SBASE consideran:

Las líneas A, B, C y D se mantuvieron alrededor de los tres minutos a lo largo de todo el año y que en ellas se ha cumplido el compromiso'. Sobre las líneas E y H aseguraron que en ellas 'se realizaron obras de vías'. (chequeado.com, 22/02/2019)

En el año 2020 se iniciaron nuevas obras señalamiento en la Línea E las cuales

Una vez culminada la obra de señalamiento y 'junto con la renovación de las vías', se podrá 'incrementar la velocidad' y frecuencia de los trenes. Cabe recordar que los planes de SBASE contemplaban una frecuencia de tres minutos y medio en horario pico para la Línea E, objetivo que se lograría con las obras mencionadas y la modernización parcial de la flota, con la incorporación de más trenes Fiat Materfer y hasta seis formaciones Alstom Metropolis transferidas desde la línea D. (enelsubte.com, 20/08/2020)

Dichas obras están relacionadas al actual sistema ATP son las siglas de Automatic Train Protection (Protección Automática de Tren), "Un sistema de seguridad frenado de emergencia que le indica al conductor a qué velocidad debe circular para mantener una distancia segura con el tren que tiene por delante, o en qué condiciones se encuentra la vía." (jotaleonetti.com.ar, 01/12/2020). ATP es un sistema el cual sufre desperfectos ante el anegamiento de vías cuando se realizan fuertes tormentas en la ciudad de Buenos Aires. La humedad ocasiona tensión en los circuitos y crea la ocupación ficticia de la red, provocando que se lentifique la frecuencia detectando trenes en lugares donde no hay. Por ese motivo la importancia de tener un sistema alternativo funcional en este tipo de casos.

Actividad del cliente

La empresa Metrovías comenta en su sitio web oficial “Somos la empresa operadora de las seis líneas de la Red de Subte y Premetro y concesionaria de la Línea Ferroviaria Urquiza.

Contamos con más de 25 años de experiencia en la gestión del transporte metropolitano subterráneo y ferroviario.” (metrovias.com, 01/12/2020). Allí presentan los valores de la empresa

SEGURIDAD: Nada es más urgente o importante que el cuidado de las personas.

OPERATIVIDAD: Brindar servicios continuos y puntuales es la razón de nuestro trabajo, con el aporte esencial de cada colaborador.

CORDIALIDAD: La amabilidad, el respeto y la vocación de guiar, completan el sentido de nuestro trabajo.

CALIDAD: El resultado de lo que hacemos se hace visible todo el tiempo y en cada lugar, y por eso comprometemos el mejor resultado en cada tarea que realizamos. (metrovias.com, 01/12/2020)

Actualmente así se compone la red de subte de la Ciudad de Buenos Aires:



Ilustración 1. Red de subtes de Buenos Aires.

Recuperada de internet. (metrovias.com, 01/12/2020)

Línea de subte E detallada con sus estaciones y combinaciones con otras líneas:

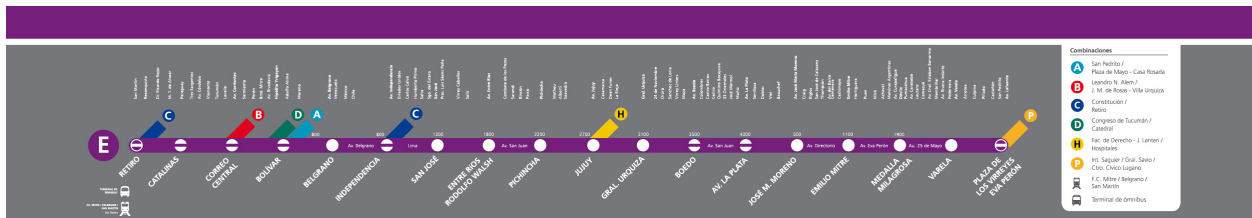


Ilustración 2. Estaciones Subte E. Recuperada de internet.(metrovias.com, 01/12/2020)

TICs

Software de aplicación

“El software de aplicación tiene como función principal asistir y ayudar a un usuario de una computadora para ejecutar tareas específicas. Los programas de aplicación se pueden desarrollar con diferentes lenguajes y herramientas de software.” (Aguilar, 2008)

Software Libre

“Es el software que respeta la libertad de los usuarios y la comunidad. A grandes rasgos, significa que los usuarios tienen la libertad de ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar y mejorar el software.”(gnu.org, 01/12/2020)

Sistema cliente-servidor

“El sistema cliente-servidor es el más popular en computación. El sistema divide el procesamiento de las tareas entre las computadoras ‘cliente’ y las computadoras ‘servidor’ que a su vez están conectadas en red.”(Aguilar, 2008)

Lenguajes de programación

Sirven para escribir programas que permitan la comunicación usuario/máquina. Unos programas especiales llamados traductores (compiladores o intérpretes) convierten las instrucciones escritas en lenguajes de programación en instrucciones escritas en lenguajes máquina (0 y 1, bits) que esta pueda entender. (Aguilar, 2008)

Web 2.0

Este término, ya muy popular, alude a una nueva versión o generación de la Web basada en tecnologías tales como el lenguaje AJAX, los agregadores de noticias RSS, blogs, podcasting, redes sociales, interfaces de programación de aplicaciones Web (APIs), etc. (Aguilar, 2008)

Front End

“Es la parte de una aplicación que interactúa con los usuarios, es conocida como el lado del cliente. Básicamente es todo lo que vemos en la pantalla cuando accedemos a un sitio web o aplicación.” (*¿Que es Backend y Frontend?*, 01/12/2020)

Back End

Interior de las aplicaciones que viven en el servidor y al que a menudo se le denomina ‘el lado del servidor’. El back end del sitio web consiste en un servidor, una aplicación y una base de datos. Se toman los datos, se procesa la información y se envía al usuario. (*¿Que es Backend y Frontend?*, 01/12/2020)

Bases de datos

Una colección de archivos a los que puede accederse por un conjunto de programas y que contienen todos ellos datos relacionados constituye una base de datos. Así, una base de datos de una universidad puede contener archivos de estudiantes, archivos de nóminas, inventarios de equipos, etc. (Aguilar, 2008)

Bases de datos relacionales

Una base de datos relacional es una recopilación de elementos de datos con relaciones predefinidas entre ellos. Estos elementos se organizan como un conjunto de tablas con columnas y filas. Las tablas se utilizan para guardar información sobre los objetos que se van a representar en la base de datos. Cada columna de una tabla guarda un determinado tipo de datos y un campo almacena el valor real de un atributo. Las filas de la tabla representan una recopilación de valores relacionados de un objeto o una entidad. Cada fila de una tabla podría marcarse con un identificador único denominado clave principal, mientras que filas de varias tablas pueden relacionarse con claves extranjeras. (aws.amazon.com, 01/12/2020)

Framework

Nos estamos refiriendo a una estructura software compuesta de componentes personalizables e intercambiables para el desarrollo de una aplicación. En otras palabras, un framework se puede considerar como una aplicación genérica incompleta y configurable a la que podemos añadirle las últimas piezas para construir una aplicación concreta. (Gutiérrez, 2014)

APIs

Una API es un conjunto de definiciones y protocolos que se utiliza para desarrollar e integrar el software de las aplicaciones. API significa interfaz de programación de aplicaciones. Las API permiten que sus productos y servicios se comuniquen con otros, sin necesidad de saber cómo están implementados. Esto simplifica el desarrollo de las aplicaciones y permite ahorrar tiempo y dinero. Las API le otorgan flexibilidad; simplifican el diseño, la administración y el uso de las aplicaciones, y proporcionan oportunidades de innovación, lo cual es ideal al momento de diseñar herramientas y productos nuevos (o de gestionar los actuales). (redhat, 01/12/2020)

REST

REST o el diseño API RESTful (Representational State Transfer) está diseñado para aprovechar los protocolos existentes. Si bien REST se puede usar en casi cualquier protocolo, generalmente aprovecha HTTP cuando se usa para API web. Esto significa que los desarrolladores no necesitan instalar bibliotecas o software adicional para aprovechar un diseño de API REST. (mulesoft.com, 01/12/2020)

AWS Cloud computing

Amazon Web Services (AWS) es la plataforma en la nube más adoptada y completa en el mundo, que ofrece más de 175 servicios integrales de centros de datos a nivel global. Millones de clientes, incluyendo las empresas emergentes que crecen más rápido, las compañías más grandes y los organismos gubernamentales líderes, están utilizando AWS para reducir los costos, aumentar su agilidad e innovar de forma más rápida. (aws.amazon.com, 01/12/2020)

VUE

Vue es un framework open source de JavaScript, el cual nos permite construir interfaces de usuarios de una forma muy sencilla. La curva de aprendizaje, desde mi punto de vista, es relativamente baja, claro, debes conocer muy bien JavaScript, saber trabajar con callbacks, promesas, objetos, entre otros temas más. (codigofacilito.com, 01/12/2020)

Laravel

Laravel es un framework de aplicación web con una sintaxis elegante y expresiva. Facilita las tareas comunes que se usan en muchos proyectos web, como:

- Motor de enrutamiento simple y rápido.
- Potente contenedor de inyección de dependencias.
- Múltiples backend para almacenamiento de caché y sesión.
- ORM de base de datos intuitivo y expresivo.
- Esquema de migraciones de base de datos.
- Procesamiento robusto de jobs en segundo plano.
- Transmisión de eventos en tiempo real.

Laravel es accesible, potente y proporciona las herramientas necesarias para aplicaciones grandes y robustas. (github.com/laravel/laravel, 01/12/2020)

Bootstrap

“Es un framework muy utilizado en el desarrollo web. Está basado en librerías CSS y jQuery que nos permiten desarrollar interfaces HTML atractivas y responsive.” (am-design.es, 01/12/2020)

HTML

HTML (Lenguaje de marcado de hipertexto) es el más básico componente de la Web. Define el significado y la estructura del contenido web. Además de HTML, se utilizan otras tecnologías generalmente para describir la apariencia/presentación de una página web (CSS) o la funcionalidad/comportamiento (JavaScript). (developer.mozilla.org, 01/12/2020)

CSS

Hojas de Estilo en Cascada (del inglés Cascading Style Sheets) o CSS es el lenguaje de estilos utilizado para describir la presentación de documentos HTML o XML (incluyendo varios languages basados en XML como SVG, MathML o XHTML). CSS describe como debe ser renderizado el elemento estructurado en la pantalla, en papel, en el habla o en otros medios. (developer.mozilla.org, 01/12/2020)

Javascript

Es un lenguaje ligero, interpretado y orientado a objetos con funciones de primera clase, y mejor conocido como el lenguaje de programación para las páginas Web, pero también se utiliza en muchos entornos que no son de navegador. Es un lenguaje de scripts que es dinámico, multiparadigma, basado en prototipos y admite estilos de programación orientados a objetos, imperativos y funcionales. (developer.mozilla.org, 01/12/2020)

PHP

‘PHP (acrónimo recursivo de PHP: Hypertext Preprocessor) es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML.’ (php.net, 01/12/2020)

MySQL

MySQL, es un sistema de gestión de base de datos relacional o SGBD. Este gestor de base de datos en multihilo y multiusuario, lo que le permite ser utilizado por varias personas al mismo tiempo, e incluso, realizar varias consultas a la vez, lo que lo hace sumamente versátil. (culturacion.com, 01/12/2020)

Token

JSON Web Token (JWT) es un estándar abierto (RFC 7519) que define un modo compacto y autónomo para transmitir de forma segura la información entre las partes como un objeto JSON. Esta información puede ser verificada y es confiable porque está firmada digitalmente. Los JWT se pueden firmar usando un secreto (con el algoritmo HMAC) o utilizando un par de claves públicas / privadas usando RSA (adictosaltrabajo.com, 01/12/2020)

RFID

‘La tecnología RFID, más comúnmente llamado Radio Frecuencia, es la forma que tiene de comunicarse los objetos modernos. Las diferentes utilidades de la tecnología RFID dan respuesta a una amplia gama de procesos empresariales.’ (dipolerfid.es, 01/12/2020)

GIT

‘GIT es un sistema de control de versiones distribuido gratuito y de código abierto, diseñado para manejar desde proyectos pequeños a muy grandes con velocidad y eficiencia.’ (git-scm.com, 01/12/2020)

IDE

“Un entorno de desarrollo integrado (IDE) es un sistema de software para el diseño de aplicaciones que combina herramientas del desarrollador comunes en una sola interfaz gráfica de usuario (GUI)”. (redhat.com, 01/12/2020)

Competencias

Procederemos a describir las aplicaciones con características similares, las cuales listaremos en la siguiente tabla:

Softrail	‘Softrail se especializa en proporcionar productos y servicios de identificación automática de equipos (AEI RF Identification) a la industria ferroviaria mundial. Esto incluye la programación y venta de etiquetas AEI, componentes de lectores de RF individuales, lectores AEI portátiles, sistemas lectores AEI en el camino, software de gestión de patio AEI y equipo de programación de etiquetas AEI.’ (aeitag.com, 01/12/2020)
Railway Management Systems	‘Administrar bienes que viajan por ferrocarril puede resultar costoso. La carga abarca desde repuestos de automóviles, materiales de construcción y recursos energéticos como petróleo, carbón y gas natural comprimido, hasta materias primas como mineral de hierro y granos. El costo de los bienes perdidos, dañados o robados es de cientos de millones de dólares al año. La carga no solo es costosa, sino que también hay muchas partes móviles involucradas, como la programación de trenes, la gestión de vías, la disponibilidad de vagones, el mantenimiento de vagones y vías, la emisión de boletos y la programación de carga. La RFID se introdujo como una forma de identificar de forma única los vagones de ferrocarril, pero poco a poco se ha extendido a aplicaciones adicionales, estableciéndose como una solución eficaz para la gestión ferroviaria.’ (atlasrfidstore.com, 01/12/2020)
Rail Solutions RFID-TagMaster	‘Los productos TagMaster satisfacen las altas demandas de la industria ferroviaria en cuanto a distancia de lectura, velocidad de lectura, diseño robusto, resistencia climática (lluvia, nieve, temperaturas altas y bajas, estrés ambiental), campos magnéticos y eléctricos, polvo y suciedad, estrés por vibraciones mecánicas, resistencia a los golpes. todo ello garantizando fiabilidad, rendimiento y seguridad.’ (tagmaster.com, 01/12/2020)

Harting (harting.com, 01/12/2020)	'RFID es la solución perfecta para diversas áreas de la industria ferroviaria, como mantenimiento, reparación y operaciones. El equipo de HARTING tiene la capacidad de hacer frente a entornos industriales duros, ya que tiene una clasificación IP65 / 67 y puede soportar grandes variaciones de temperatura, humedad y aún puede leerse en entornos sucios donde las etiquetas pueden estar cubiertas de aceite y grasa. Los códigos de barras pueden dañarse en estos entornos y si se ensuciaran, las posibilidades de obtener una buena lectura son extremadamente bajas.' (harting.com, 01/12/2020)
---	--

Tabla 2. Competencias. Elaboración propia.

Diseño metodológico

Metodología

Analizando las distintas metodologías ágiles se decidió implementar SCRUM por su efectividad en equipos de trabajo como detallaremos a continuación.

Comenzaremos explicando de qué estamos hablando cuando hablamos de Scrum.

Scrum es una de las Metodologías Ágiles más populares y conocidas en la actualidad. Se trata de una herramienta muy útil en espacios donde los grupos de trabajo tienen dificultades para hacer las acciones u operaciones que les lleven a objetivos en común. Dicho de otro modo, Scrum sirve para que equipos multidisciplinares trabajen en entornos complejos, donde los requisitos son muy cambiantes, y los resultados se tienen que obtener en un plazo corto de tiempo. (beagilemyfriend.com, 01/12/2020)

El mismo presenta los siguientes beneficios. "Scrum es ligero, simple de entender pero muy difícil de dominar. Scrum no es un proceso o una técnica para desarrollar/construir productos, realmente es un marco de trabajo donde podemos emplear un conjunto de diferentes procesos y técnicas." (beagilemyfriend.com, 01/12/2020)

La metodología Scrum presenta varios componentes, como

- Roles: Product Owner, Scrum Master
- El equipo Scrum: “Normalmente se componen de 3 a 9 miembros y debe ser capaz de abordar las tareas como unidad.”
- Sprint: ‘período de tiempo normalmente de 1 a 4 semanas de duración durante el cual el equipo debe abordar las tareas planificadas.’
- La planificación del Sprint: “qué tareas se realizarán y se entregarán en el próximo sprint”. (beagilemyfriend.com, 01/12/2020)

El sprint finaliza con las ceremonias con todos los miembros del quipo realizando la revisión del Sprint y retrospectiva.

Herramientas

Durante el desarrollo se utilizaron una variedad de tecnologías para su desarrollo.

En el lado del front end se encuentra compuesto por las siguientes herramientas:

- Bootstrap como conjunto de herramientas para el diseño de todas las pantallas de los usuarios.
- Utilizando HTML5, CSS3 y Javascript, lo cual lo hace accesible desde celulares, tablets y computadoras.
- También utilizamos el framework VUE para construir sus interfaces de usuario.

En cuanto al back end este se implementó utilizando el lenguaje de programación PHP 7 mediante el framework Laravel 8 para el desarrollo de toda la plataforma. En cuanto a la API del sistema es de tipo REST, encargada para la recolección de la información. También utilizaremos token como método de identificación de los usuarios al momento de acceder al sistema.

Al momento de almacenar la información, utilizamos bases de datos relacionales mediante el uso de la base de datos MySQL.

Todas estas tecnologías mencionadas son de tipo software libre, dándonos las libertades que necesitábamos durante el desarrollo de la misma.

Para concluir mencionaremos que todo el código desarrollado se encuentra almacenado en la nube en servidores Amazon AWS.

Recolección de Datos

Para este trabajo se utilizaron técnicas de observación de campo personal, entrevistas informales y acceso a documentos y registros para llevar a cabo la recolección de datos necesarios para el desarrollo del mismo.

La técnica de Observación nos permitió comprender el estado actual de la Línea de Subte E, identificar sus problemas, medir tiempos, comportamientos, razones de demora y demás información relevante.

Las entrevistas informales nos permitieron indagar más profundamente en cuanto a las problemáticas del cliente mediante reuniones con miembros de la empresa Blue It SA encargados del proyecto con Metrovías en sus etapas tempranas.

La recolección de documentos se realizó reuniendo minutas de reuniones los cuales detallan los problemas que presentan actualmente en sus servicios. También se recolectaron documentos en internet, ya sean documentos públicos estadísticos, artículos periodísticos, e información provista por la propia empresa Metrovías en su sitio oficial.

Planificación de Actividades

Mediante el siguiente diagrama de Gantt se podrá observar el cumplimiento de los objetivos a lo largo del desarrollo.

Diagrama de Gantt

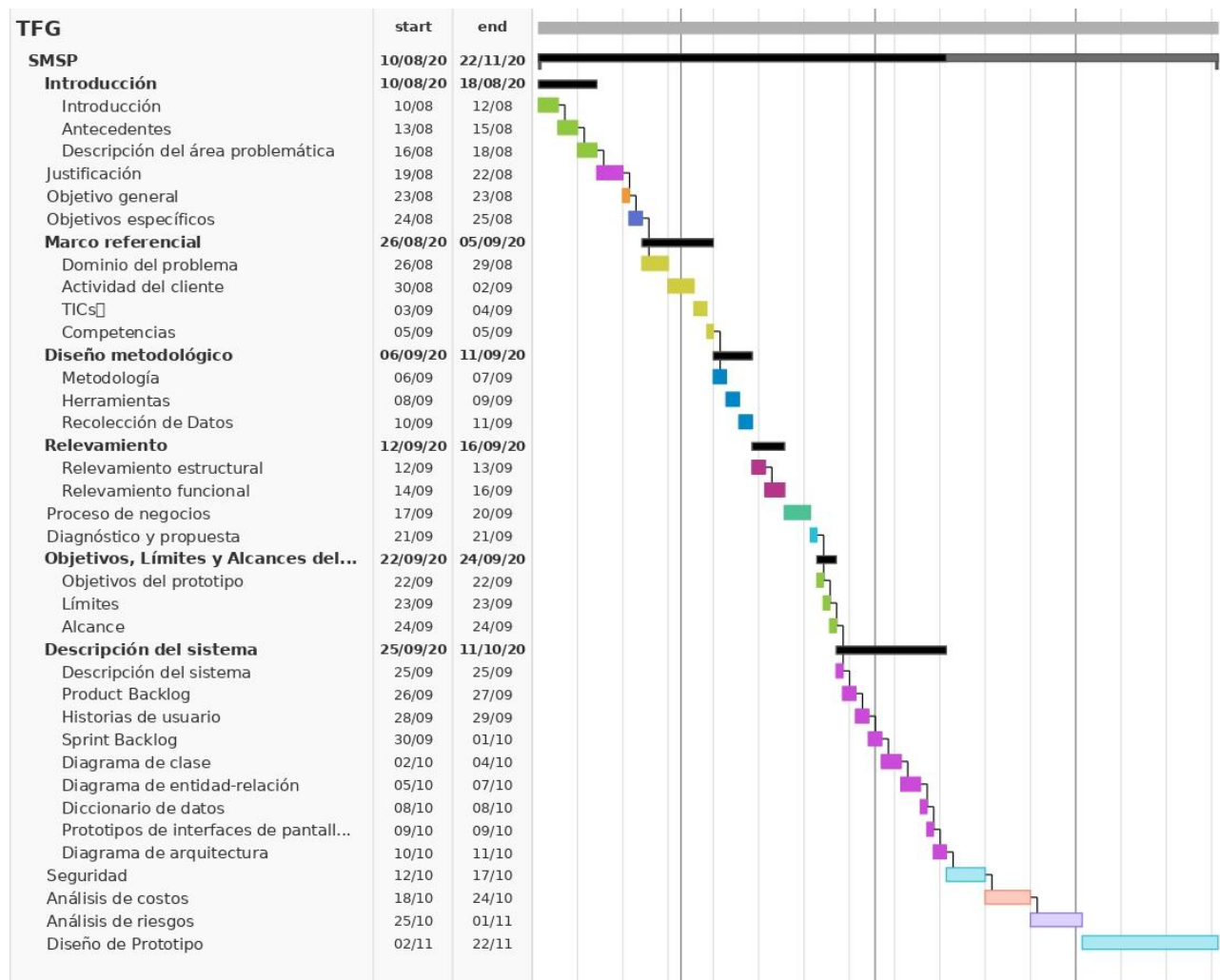


Ilustración 3. Diagrama de Gantt. Elaboración propia.

Relevamiento

El trabajo se realizó sobre Metrovías SA, prestadora de servicios de transporte en el subterráneo en la Ciudad de Buenos Aires.

Relevamiento estructural

Metrovías S.A cuenta con oficinas centrales en la calle Bartolomé Mitre 3342, CP 1201 en el barrio porteño de Once, Buenos Aires. Prestando servicio en cada una de las 90 estaciones que conforman la red de subterráneos.

La zona afectada que es de nuestro estudio son las zonas de la línea E que son los barrios de Retiro, San Nicolás, Monserrat, Constitución, San Cristóbal, Boedo, Caballito, Parque Chacabuco y terminando en Flores. La siguiente imagen muestra la extensión de la misma:



Ilustración 4. Mapa de la ciudad de Buenos Aires y su red de subte. Recuperado de internet.
(metrovias.com.ar, 01/12/2020)

Con respecto a la tecnología, desde el año 2007 se habilitó una red Wi-Fi en toda la red de subte. Esto permite a los usuarios navegar de forma libre y gratuita por Internet, interconectando todas las estaciones de la red de subtes. Adicionalmente, cada estación cuenta con una red de datos de tipo bus, en la que se interconectan sus distintos sistemas como las implementaciones de las tarjetas monedero y SUBE.

A continuación se presenta la estructura de la empresa, aquí utilizaremos lo que Metrovías relevó oficialmente el año 2017 en cuanto a la estructura final del organigrama de la empresa, la cual cuenta con más de 5000 empleados.

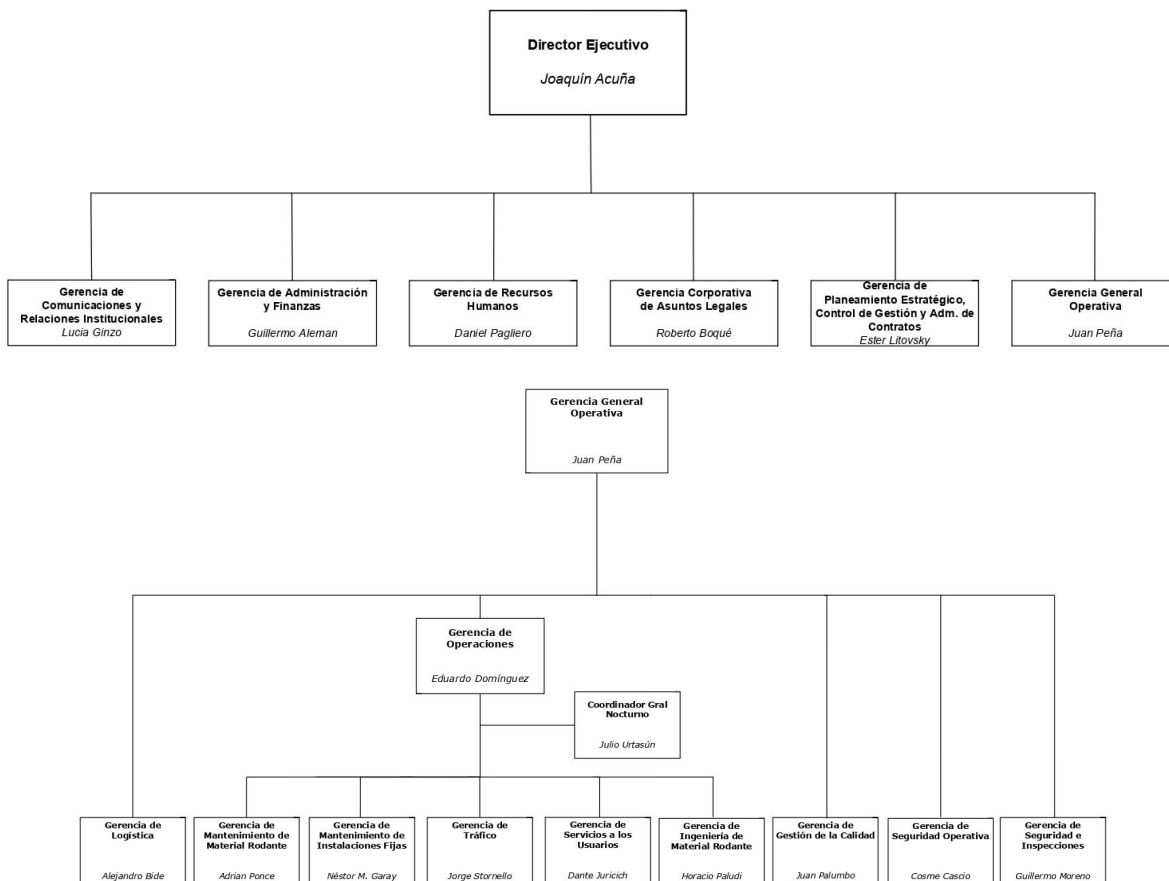


Ilustración 5. Organigrama empresa Metrovías. Recuperado de internet (buenosaires.gob.ar, 01/12/2020)

Relevamiento funcional

A partir del organigrama oficial de la empresa pudimos identificar que el área involucrada con el trabajo es el área Operativa. Dentro de esta área impacta en las siguientes subdivisiones:

- Mantenimiento material Rodante: encargados de los talleres de reparación de los subtes.
- Tráfico: encargados del tráfico de las máquinas ferroviarias de la Línea E y el control de operaciones y calidad del servicio.
- Seguridad Operativa: encargados de la formación operativa, seguridad operativa, riesgos especiales y accidentología.
- Seguridad e Inspecciones: encargados de la seguridad y el control de inspecciones en los subtes.

Luego identificamos los roles involucrados en los procesos del sistema:

- Pasajeros: usuario de la red de subtes que desea realizar un viaje.
- Conductor de subte: persona encargada de la conducción del material rodante.
- Guarda: encargado de estar atento a las señales, abrir y cerrar la puerta, y estar pendiente por alguna falla que se pueda dar y avisarle al conductor. En caso de una emergencia es el encargado de la evacuación de los pasajeros. 'Tráfico' es la dupla de guarda y conductor.
- Boletero: persona dentro de la boletería que carga tarjetas sube.
- Supervisor de tráfico: persona que trabaja en el Departamento de señales en el PCO (Puesto de Control de Operaciones).
- Maniobrista: Se encarga de controlar que todas las funciones del subte estén aptas para el transporte de pasajeros completando una checklist del mismo.
- Supervisores: controlan los equipos de trabajo que hacen funcionar el subte
- Oficial de estación: encargados de controlar el funcionamiento de molinetes y que los pasajeros abonen su boleto.

Proceso nombre: Pasajero inicia un recorrido en subte

Roles nombre: Pasajero, Oficial de estación, Boletero

Pasos para su ejecución:

1. El pasajero carga dinero en su tarjeta Sube en boletería en caso de ser necesario.
2. Este introduce su tarjeta en el lector de tarjetas para realizar el pago activar el molinete, allí es controlado por el Oficial de estación.
3. El usuario se acerca a la zona del andén del subterráneo a la espera de la llegada de su subte.
4. Una vez que llega el ferrocarril al andén, el usuario procede a subirse al subte en cuanto se abran sus puertas. Esto es posible siempre que haya lugar disponible dentro del mismo, de otra forma tendrá que estar a la espera de la siguiente formación.
5. Ya el usuario dentro de la formación, va recorriendo las distintas estaciones hasta llegar a la estación destino de su preferencia.
6. Una en su destino procede a descender del subte y retirarse de la estación.

Proceso nombre: Conductor dirige subte desde inicio de recorrido a destino

Roles nombre: Conductor de subte, Guarda, Supervisor de tráfico, Maniobrista, Supervisor de Personal

Pasos para su ejecución:

1. El conductor del subte, habilitado por el Supervisor de Personal junto a su guarda asignado, posiciona el ferrocarril en la estación de entrada.
2. El maniobrista controla el estado del ferrocarril indicando si está apto para su funcionamiento.
3. El guarda abre las puertas de los vagones para el ingreso de los usuarios.
4. El supervisor de tráfico pone el semáforo en verde dando la señal para habilitar el ferrocarril para comenzar a moverse a la siguiente estación.
5. El guarda cierra las puertas de la formación, se lo comunica al conductor. Este mismo enciende los motores avanzando el mismo hacia la siguiente estación.
6. Al acercarse a la estación, el conductor procede a disminuir la velocidad.

7. Una vez estacionado se repiten los eventos número 3,4,5,6 tantas veces como estaciones tenga la línea de subterráneo hasta llegar con la formación hasta al final de la misma.

Proceso nombre: Conductor dirige subte a la zona de taller por una reparación

Roles nombre: Conductor de subte, Guarda, Supervisor de tráfico, Maniobrista, Supervisor de Personal

Pasos para su ejecución:

1. El conductor del subte y el maniobrista detectan un inconveniente en la formación y comunican las novedades sobre el estado de la misma.
2. El Supervisor de Personal autoriza el viaje del conductor del subte al taller.
3. El supervisor de tráfico es notificado para así guiar al subte defectuoso al taller
4. El conductor inicia la máquina y habilitado por el supervisor de tráfico se dirige al sector de taller.

Proceso nombre: Conductor dirige subte a la zona de estacionamiento designado

Roles nombre: Conductor de subte, Guarda, Supervisor de tráfico, Maniobrista, Supervisor de Personal

1. El conductor del subte termina su recorrido del día con la maquinaria entonces se comunica con sus superiores para informar el evento.
2. El Supervisor de Personal autoriza el viaje del conductor hacia su estacionamiento asignado.
3. El supervisor de tráfico es notificado para así guiar al subte a su estacionamiento asignado.
4. El conductor inicia la máquina y habilitado por el supervisor de tráfico se dirige al sector de estacionamiento.

Proceso de negocios

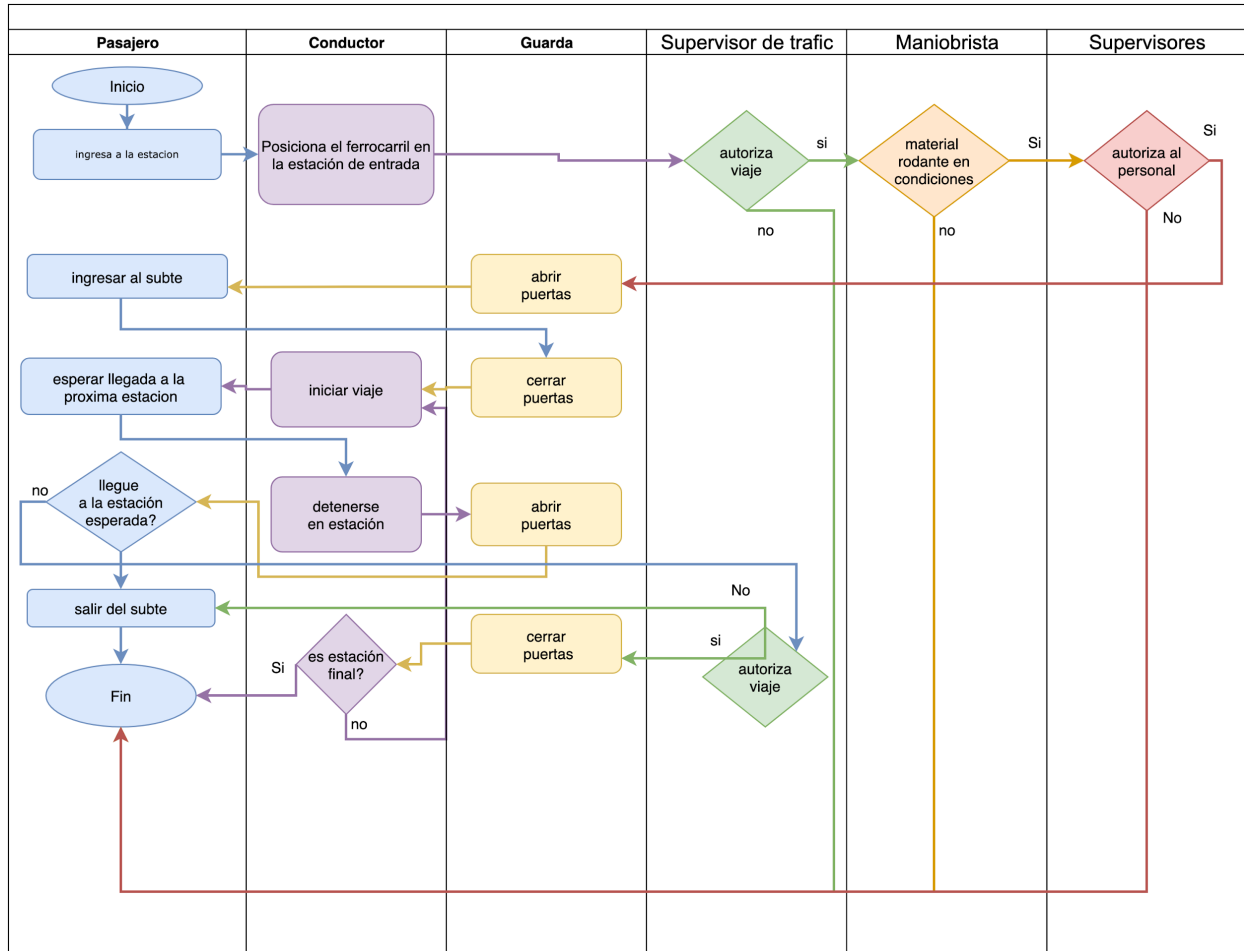


Ilustración 6. Diagrama de flujo del proceso de negocio. Elaboración propia.

Diagnóstico y propuesta

Diagnóstico

Procederemos a analizar los problemas y las causas que tuvimos en cuenta en nuestra propuesta de mejora.

Proceso: Pasajero inicia un recorrido en subte

Problemas:

1. No hay control si el pasajero al subir al subte puede caber dentro respetando la distancia social ni el máximo de pasajeros establecido.
2. Amontonamiento de personas durante las horas pico del servicio dado los problemas de frecuencia en la red. Provocando: Accidentes, Inseguridad, Robos, Menor cumplimiento del distanciamiento social en épocas de Covid 19.
3. Los usuarios no saben cuánto tiempo deben esperar en el andén a la siguiente formación.

Causas:

- 1, 2: La falta de recolección de información actualizada e instantánea que permita agregar como por ejemplo formaciones adicionales para descomprimir horarios pico y/o agentes de seguridad para monitorear las formaciones.
- 4: Los sistemas actuales no retornan información precisa de tiempos de llegada de las próximas formaciones.

Proceso: Conductor dirige subte desde inicio de recorrido a destino

Problemas:

1. No hay control al instante de donde se encuentra la máquina ferroviaria.
2. No se cuenta con información al instante de cuál es el estado actual de las formaciones.
3. Falta de visualización de cuanto tiempo se encuentran funcionando.

4. No hay control estadístico de a qué velocidad funcionan las máquinas ferroviarias.
5. Falta de sistema moderno y/o alternativo de control de distancia y alertas de riesgo entre formaciones.
6. No hay un cálculo de tiempo total de viaje y/o tiempo restante de llegada a la siguiente estación.
7. No hay un cálculo de si se ha llegado al límite establecido de pasajeros
8. No hay control de la cantidad de miembros de seguridad en la formación.

Causas:

- 1: El actual sistema ATP (Automatic Train Protection) no indica que ferrocarril se encuentra en que ubicación de la red sino que ubicación se encuentra ocupada y cuál no.
- 2 y 3: Según empleados de Metrovías suelen perder el control de donde están los ferrocarriles por la falta de una visión global.
- 4: el sistema ATP solo controla que no exceda la velocidad
- 5 y 6: falta de un sistema digital que complemente los resultados devueltos por el APT y adicionalmente calcule tiempos y calcule datos estadísticos
- 7 y 8: La falta de recolección de información actualizada e instantánea que permita agregar como por ejemplo formaciones adicionales para descomprimir horarios pico y/o verificar la falta de agentes de seguridad para monitorear las formaciones.

Proceso: Conductor dirige subte a la zona de taller por una reparación

Problemas:

1. No hay control al instante de donde se encuentran.
2. No se cuenta con información al instante de cuál es el estado actual de las formaciones.
3. Falta de visualización de cuanto tiempo se encuentran en los talleres de reparación.

Causas:

1 y 2: No se lleva control de donde están las máquinas ferroviarias provocando confusión entre los empleados, en donde se encuentran dichas máquinas. En muchos casos provocando pérdidas de tiempo en ubicarlos.

3: No se lleva control en qué estado se encuentra cada máquina ferroviaria como tampoco se tiene visión de cuánto tiempo permanecen en los talleres de reparación.

Proceso: Conductor dirige subte a la zona de estacionamiento designado

Problemas:

1. No hay control al instante de donde se encuentran.
2. No se cuenta con información al instante sobre cual es el estado actual de las formaciones.
3. Falta de visualización de cuanto tiempo se encuentran estacionados

Causas:

1 y 2: No se lleva control de donde están las máquinas ferroviarias provocando confusión entre los empleados, en donde se encuentran dichas máquinas. En muchos casos provocando pérdidas de tiempo en ubicarlos.

3: No se lleva control en qué estado se encuentra cada máquina ferroviaria como tampoco se tiene visión de cuánto tiempo permanecen en los talleres de reparación.

Propuesta

Ante los problemas descritos en el diagnóstico procedimos a abordarlos mediante la creación de un sistema el cual monitorea las ubicaciones y los estados de las máquinas ferroviarias del subte y sus pasajeros.

El mismo se implementó instalando lectores de radiofrecuencia ubicados estratégicamente por toda la red de subtes de la línea E, tomando lectura constantemente de cada subte y pasajero para luego enviar su posición a nuestro sistema.

Luego el sistema procesa toda la información enviada por los lectores sobre subtes y pasajeros y calcular:

- Ubicación física de los subtes
- Estado de la máquina ferroviaria
- Capacidad de ocupación de pasajeros en subtes
- Capacidad de ocupación de pasajeros en estaciones

- Tiempo total de recorrido desde el comienzo del viaje
- Porcentaje de distancia recorrida
- Cantidad de agentes de seguridad transportándose en subte
- Cantidad de empleados viajando en el subte
- Estación anterior, actual y próxima a visitar.
- Cantidad de personas que esperan el subte y que van a ingresar al mismo en la siguiente estación.

El sistema luego de procesar la información presenta al usuario los resultados en las distintas secciones que la componen:

- Pantalla de listado y el detalle de subtes
- Pantalla de listado y el detalle de estaciones de subtes
- Pantalla de listado y el detalle de empleados
- Pantalla de listado y el detalle de miembros de la seguridad
- Pantalla de listado y el detalle de pasajeros
- Gráficos y estadísticas del estado actual de la red de subte
- Mapa de la línea actualizado con la posición de cada uno de los subtes
- Alertas de usuario acerca sobreocupación de pasajeros, falta de empleados, falta de miembros de seguridad y distancia peligrosa entre subtes.

Objetivos, Límites y Alcances del Prototipo

Objetivos del prototipo

Recibir información en tiempo real de formaciones y los pasajeros, las procese y luego muestre los resultados por pantalla y mediante alertas del estado de subtes, pasajeros, empleados y miembros de seguridad.

Límites

Comprender desde que el usuario ingresa al sistema hasta la visualización por pantalla y mediante alertas de la situación actual del subte.

Alcance

Los siguientes procesos se encuentran incluidos en el desarrollo:

- Autenticación de usuarios
- Dashboard estadísticas
- Interfaz de recepción de ubicaciones de subtes
- Interfaz de recepción de ubicaciones de pasajeros
- Actualización de estados de subte
- Actualización de estados de estaciones de subte
- Procesado de ubicaciones y estados de subtes
- Procesado de ubicaciones y estados de pasajeros
- Mostrar por pantalla estado actual de subtes y pasajeros
- Mostrar por pantalla estado actual de estaciones de subte
- Mostrar por pantalla estado actual de empleados
- Mostrar por pantalla estado actual de fuerzas de seguridad
- Enviar alertas de seguridad
- Listado histórico de alertas de seguridad.
- Alta, baja y modificación de estaciones
- Alta, baja y modificación de subtes
- Alta, baja y modificación de ubicaciones
- Alta, baja y modificación de empleados
- Alta, baja y modificación de miembros de seguridad
- Alta, baja y modificación de tags RFID
- Alta, baja y modificación de readers RFID

No contempla

Las siguientes funcionalidades no se encuentran incluidas en el desarrollo:

- Alta baja y modificación de usuarios del sistema informático.
- Alta baja y modificación de lecturas de subtes, pasajeros, empleados, seguridad.
- Alta baja y modificación de lecturas de alertas de seguridad.
- Pantalla de tiempos faltantes y horarios de los próximos arribos a la estación.
- Listado histórico de estados del subterráneo.
- Alertas de velocidad.
- Cálculo de la velocidad.
- Cálculos de tiempo estimado de arribos a estaciones.

Descripción del sistema

Product Backlog

A continuación presentaremos el product backlog, el mismo cuenta con el listado de historias de usuario con su respectivo ID, prioridad, puntos de historia y dependencia:

ID	Historia de usuario	Prioridad	Puntos de historia	Dependencias
SMSP-001	Autenticación de usuarios	muy alta	3	
SMSP-002	Interfaz de recepción de ubicaciones de subtes	muy alta	3	SMSP-001
SMSP-003	Interfaz de recepción de ubicaciones de pasajeros	muy alta	3	SMSP-001
SMSP-004	Actualización de estados de subte	alta	3	SMSP-002
SMSP-005	Procesado de ubicaciones de subtes	alta	8	SMSP-002
SMSP-006	Procesado de ubicaciones de pasajeros	alta	5	SMSP-003

SMSP-007	Procesado de estado de estaciones	alta	5	SMSP-002, SMSP-003
SMSP-008	Pantalla de listado de subtes	normal	5	SMSP-005
SMSP-009	Mapa en vivo ubicación de subtes	normal	5	SMSP-005
SMSP-010	Pantalla de listado de empleados	normal	3	SMSP-006
SMSP-011	Pantalla de listado de miembros de seguridad	normal	3	SMSP-006
SMSP-012	Pantalla de listado de estaciones	normal	3	SMSP-007
SMSP-013	Pantalla de gráficos y métricas	normal	3	SMSP-005, SMSP-006, SMSP-007
SMSP-014	Notificaciones alertas de usuario	normal	5	SMSP-005, SMSP-006, SMSP-007
SMSP-015	Pantalla crear subte	normal	5	SMSP-001
SMSP-016	Pantalla editar subte	normal	5	SMSP-001 SMSP-015
SMSP-017	Pantalla crear pasajero	normal	5	SMSP-001
SMSP-018	Pantalla editar pasajero	normal	5	SMSP-001 SMSP-017
SMSP-019	Pantalla crear empleado	normal	5	SMSP-001
SMSP-020	Pantalla editar empleado	normal	5	SMSP-001 SMSP-019
SMSP-021	Pantalla crear seguridad	normal	5	SMSP-001
SMSP-022	Pantalla editar seguridad	normal	5	SMSP-001 SMSP-021

Tabla 3. Product Backlog. Elaboración Propia, 2020

Historias de usuario

En la siguiente tabla describiremos las historias de usuario que se encuentran incluidas dentro de nuestro product backlog.

Historia de Usuario	SMSP-001
Título	Autenticación de usuarios
Descripción	Como usuario quiero identificarme en la pantalla de autenticación para poder acceder al sistema.
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none">• Dado un usuario no autenticado, cuando este ingrese el usuario y contraseña inválidos, entonces se mostrará un mensaje de error.• Dado un usuario no autenticado, cuando este ingrese el usuario y contraseña válidos, entonces podrá acceder a la página principal del sistema.

Tabla 4: Historia de usuario SMSP-001. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-002
Título	Interfaz de recepción de ubicaciones de subtes
Descripción	Como el subte quiero comunicar mi ubicación para actualizar el estado en el sistema
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none">• Dada la máquina ferroviaria, cuando este notifique su ubicación actual de un subte enviando los campos:<ul style="list-style-type: none">○ TID: de valor hexadecimal extensión de 24 caracteres y asociado a un subte○ MAC_ADDRESS: no vacío con formato de mac address y dentro del listado de mac address válidosEntonces recibirá un OK como respuesta.• Dada la máquina ferroviaria, cuando este notifique su ubicación actual enviando los campos:<ul style="list-style-type: none">○ TID: de valor hexadecimal extensión de 24 caracteres y asociado a un subte○ MAC_ADDRESS: no vacío con formato de mac address y dentro del listado de mac address válidos

	En caso contrario se mostrará el mensaje de error correspondiente.
--	--

Tabla 5: Historia de usuario SMSP-002. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-003
Título	Interfaz de recepción de ubicaciones de pasajeros
Descripción	Como usuario del subte quiero comunicar mi ubicación para actualizar el estado en el sistema
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> ● Dado un usuario, cuando notifique la ubicación actual de un usuario, enviando los campos: <ul style="list-style-type: none"> ○ TID: de valor hexadecimal extensión de 24 caracteres y asociado a un usuario ○ MAC_ADDRESS: no vacío con formato de mac address Entonces recibirá un OK como respuesta. ● Dado un usuario, cuando notifique la ubicación actual de un usuario, enviando los campos: <ul style="list-style-type: none"> ○ TID: de valor hexadecimal extensión de 24 caracteres y asociado a un usuario ○ MAC_ADDRESS: no vacío con formato de mac address En caso contrario se mostrará el mensaje de error correspondiente.

Tabla 6: Historia de usuario SMSP-003. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-004
Título	Actualización de estados de subte
Descripción	Como un usuario quiero comunicar el cambio de estado del subte para actualizar su estado en el sistema
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> ● Dado un usuario, cuando notifique una actualización en el estado del subte, enviando los campos: <ul style="list-style-type: none"> ○ TID: de valor hexadecimal extensión de 24 caracteres y asociado a un usuario ○ STATE: no vacío ○ TS no vacío con valor numérico de timestamp

	<p>Entonces recibirá un OK como respuesta.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Dado un usuario, cuando notifique una actualización en el estado del subte, enviando los campos: <ul style="list-style-type: none"> ○ TID: de valor hexadecimal extensión de 24 caracteres y asociado a un usuario ○ STATE: no vacío ○ TS no vacío con valor numérico de timestamp <p>En caso contrario se mostrará el mensaje de error correspondiente.</p>
--	---

Tabla 7: Historia de usuario SMSP-004. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-005
Título	Procesado de ubicaciones de subtes
Descripción	Como usuario quiero que el sistema analice los datos recibidos del subte para que me muestre el estado en el sistema
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> ● Dado el usuario, cuando solicite que se analice la información de subtes, comenzará a procesar y calcular: <ul style="list-style-type: none"> ○ Ubicación física ○ Destino ○ Estado ○ Tiempo total de recorrido ○ Porcentaje de distancia recorrida ○ Tiempo hasta la próxima estación ○ Estación anterior, actual y próxima a visitar. <p>Entonces guardará los resultados y los retornará por pantalla.</p>

Tabla 8: Historia de usuario SMSP-005. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-006
---------------------	----------

Título	Procesado de ubicaciones de pasajeros
Descripción	Como usuario quiero que el sistema analice los datos recibidos de los pasajeros para que me muestre el estado en el sistema
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> ● Dado el usuario, cuando solicite que se analice la información de pasajeros, se comenzará a calcular. <ul style="list-style-type: none"> ○ Actualizar estado del pasajero ○ Última ubicación <p>Entonces guardará los resultados y los retornará por pantalla.</p>

Tabla 9: Historia de usuario SMSP-006. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-007
Título	Procesado de estado de estaciones
Descripción	Como usuario quiero que el sistema analice los datos recibidos de las estaciones para que me muestre el estado en el sistema
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> ● Dado el usuario, cuando solicite que se analice la información de estaciones de subtes, se comenzará a procesar y calcular: <ul style="list-style-type: none"> ○ Capacidad de ocupación andenes ○ Cantidad de futuros pasajeros ○ Cantidad de agentes de seguridad ○ Cantidad de empleados ○ Tiempo de espera al próximo arribo a la estación <p>Entonces guardará los resultados y los retornará por pantalla.</p>

Tabla 10: Historia de usuario SMSP-007. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-008
Título	Pantalla de listado de subtes
Descripción	Como usuario quiero visualizar el listado de subtes de la línea E para ver y analizar el estado del sistema de subtes

Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> • Dado un usuario autenticado, cuando ingrese a la sección de listado de subtes, entonces se listarán los subtes con su estado actual.
-------------------------	--

Tabla 11: Historia de usuario SMSP-008. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-009
Título	Mapa en vivo, ubicación de subtes
Descripción	Como usuario quiero visualizar el mapa en vivo de subtes de la línea E para ver y analizar el estado de cada uno de los subtes
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> • Dado un usuario autenticado, cuando ingrese a la sección del mapa en vivo de subtes, entonces se mostrará un mapa de la línea E de subtes con cada subte y su ubicación en vivo.

Tabla 12: Historia de usuario SMSP-009. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-010
Título	Pantalla de listado de empleados
Descripción	Como usuario quiero visualizar el listado de empleado de la línea E para ver y analizar el estado de cada uno dentro del sistema de subtes
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> • Dado un usuario autenticado, cuando ingrese a la sección de listado de empleados, entonces se listarán los empleados con su estado actual.

Tabla 13: Historia de usuario SMSP-010. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-011
Título	Pantalla de listado de miembros de seguridad
Descripción	Como usuario quiero visualizar el listado de miembros de seguridad de la línea E para ver y analizar el estado de cada uno.
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> • Dado un usuario autenticado, cuando ingrese a la sección de listado de miembros de seguridad, entonces se listarán los

	miembros de seguridad con su estado actual.
--	---

Tabla 14: Historia de usuario SMSP-011. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-012
Título	Pantalla de listado de estaciones
Descripción	Como usuario quiero visualizar el listado de estaciones de la línea E para ver y analizar el estado de cada uno.
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> • Dado un usuario autenticado, cuando ingrese a la sección de listado de estaciones, entonces se listan las estaciones con su estado actual.

Tabla 15: Historia de usuario SMSP-012. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-013
Título	Pantalla de gráficos y métricas
Descripción	Como usuario quiero visualizar gráficos y métricas de subtes, estaciones y pasajeros para analizar de forma resumida y gráfica el estado de la línea E
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> • Dado un usuario autenticado, cuando ingrese a la pantalla de gráficos y métricas, entonces se listaran los gráficos y métricas que resumen la información de la situación de la red.

Tabla 16: Historia de usuario SMSP-013. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-014
Título	Notificaciones alertas de usuario
Descripción	Como usuario quiero recibir notificaciones sobre las alertas en el estado de la línea E
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> • Dado un usuario autenticado, cuando ingrese a la sección de notificaciones, entonces se listaran las alertas en el estado de la red.

Tabla 17: Historia de usuario SMSP-014. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-015
Título	Pantalla crear subte
Descripción	Como usuario quiero agregar un subte
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> • Dado un usuario autenticado, cuando ingrese a la pantalla de creación de subte, complete el formulario y haga click en el botón de guardar, entonces se guardarán dichos valores en el sistema.

Tabla 18: Historia de usuario SMSP-015. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-016
Título	Pantalla editar subte
Descripción	Como usuario quiero editar un subte
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> • Dado un usuario autenticado, cuando ingrese a la pantalla de edición de subte, complete el formulario y haga click en el botón de guardar, entonces se guardarán dichos valores en el sistema.

Tabla 19: Historia de usuario SMSP-016. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-017
Título	Pantalla crear pasajero
Descripción	Como usuario quiero crear un pasajero
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> • Dado un usuario autenticado, cuando ingrese a la pantalla de creación de pasajero, complete el formulario y haga click en el botón de guardar, entonces se guardarán dichos valores en el sistema.

Tabla 20: Historia de usuario SMSP-017. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-018
Título	Pantalla editar pasajero
Descripción	Como usuario quiero editar un pasajero
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> • Dado un usuario autenticado, cuando ingrese a la pantalla de edición de pasajero, complete el formulario y haga click en el botón de guardar, entonces se guardarán dichos valores en el sistema.

Tabla 21: Historia de usuario SMSP-018. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-019
Título	Pantalla crear empleado
Descripción	Como usuario quiero crear un empleado
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> • Dado un usuario autenticado, cuando ingrese a la pantalla de creación de pasajero, complete el formulario y haga click en el botón de guardar, entonces se guardarán dichos valores en el sistema.

Tabla 22: Historia de usuario SMSP-019. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-020
Título	Pantalla editar empleado
Descripción	Como usuario quiero editar un empleado
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> • Dado un usuario autenticado, cuando ingrese a la pantalla de edición de empleado, complete el formulario y haga click en el botón de guardar, entonces se guardarán dichos valores en el sistema.

Tabla 23: Historia de usuario SMSP-020. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-021
---------------------	----------

Título	Pantalla crear empleado
Descripción	Como usuario quiero crear un empleado
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> • Dado un usuario autenticado, cuando ingrese a la pantalla de creación de pasajero, complete el formulario y haga click en el botón de guardar, entonces se guardarán dichos valores en el sistema.

Tabla 24: Historia de usuario SMSP-021. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-022
Título	Pantalla editar empleado
Descripción	Como usuario quiero editar un empleado
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> • Dado un usuario autenticado, cuando ingrese a la pantalla de edición de empleado, complete el formulario y haga click en el botón de guardar, entonces se guardarán dichos valores en el sistema.

Tabla 25: Historia de usuario SMSP-022. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-023
Título	Pantalla crear seguridad
Descripción	Como usuario quiero crear un miembro de seguridad
Criterios de Aceptación	<ul style="list-style-type: none"> • Dado un usuario autenticado, cuando ingrese a la pantalla de creación de seguridad, complete el formulario y haga click en el botón de guardar, entonces se guardarán dichos valores en el sistema.

Tabla 26: Historia de usuario SMSP-023. Elaboración Propia, 2020

Historia de Usuario	SMSP-024
Título	Pantalla editar seguridad
Descripción	Como usuario quiero editar un miembro de seguridad
Criterios de	<ul style="list-style-type: none"> • Dado un usuario autenticado, cuando ingrese a la pantalla de

Aceptación	edición de seguridad, complete el formulario y haga click en el botón de guardar, entonces se guardarán dichos valores en el sistema.
------------	---

Tabla 27: Historia de usuario SMSP-024. Elaboración Propia, 2020

Sprint Backlog

Siguiendo lo detallado en las historias de usuario, procedimos a definir los sprints. Los mismos tienen una duración de 14 días.

SPRINT 1			
ID	Título	Prioridad	Story Points
SMSP-001	Login e identificación de usuario	alta	3
SMSP-002	API REST de entrada de posición de subte	muy alta	3
SMSP-003	API REST de entrada de posición de usuario	muy alta	3
SMSP-004	API REST de actualización de estado de subte	muy alta	3
SMSP-006	Actualización de estado de estaciones	alta	5

Tabla 28: Sprint 1. Elaboración Propia, 2020

SPRINT 2			
SMSP-005	Actualización de estado del subte	alta	8
SMSP-007	Actualización de estado del usuario	alta	3
SMSP-009	Listado de empleados	normal	3
SMSP-010	Listado de ubicaciones	normal	3
SMSP-011	Página de dashboard	normal	3

Tabla 29: Sprint 2. Elaboración Propia.

SPRINT 3			
SMSP-008	Listado de subtes	normal	8
SMSP-015	Pantalla crear subte	normal	5
SMSP-016	Pantalla editar subte	normal	5
SMSP-017	Pantalla crear pasajero	normal	5
SMSP-018	Pantalla editar pasajero	normal	5

Tabla 30: Sprint 3. Elaboración Propia.

SPRINT 4			
SMSP-019	Pantalla crear empleado	normal	5
SMSP-020	Pantalla editar empleado	normal	5
SMSP-021	Pantalla crear seguridad	normal	5
SMSP-022	Pantalla editar seguridad	normal	5

Tabla 31: Sprint 4. Elaboración Propia.

Diagrama de clase

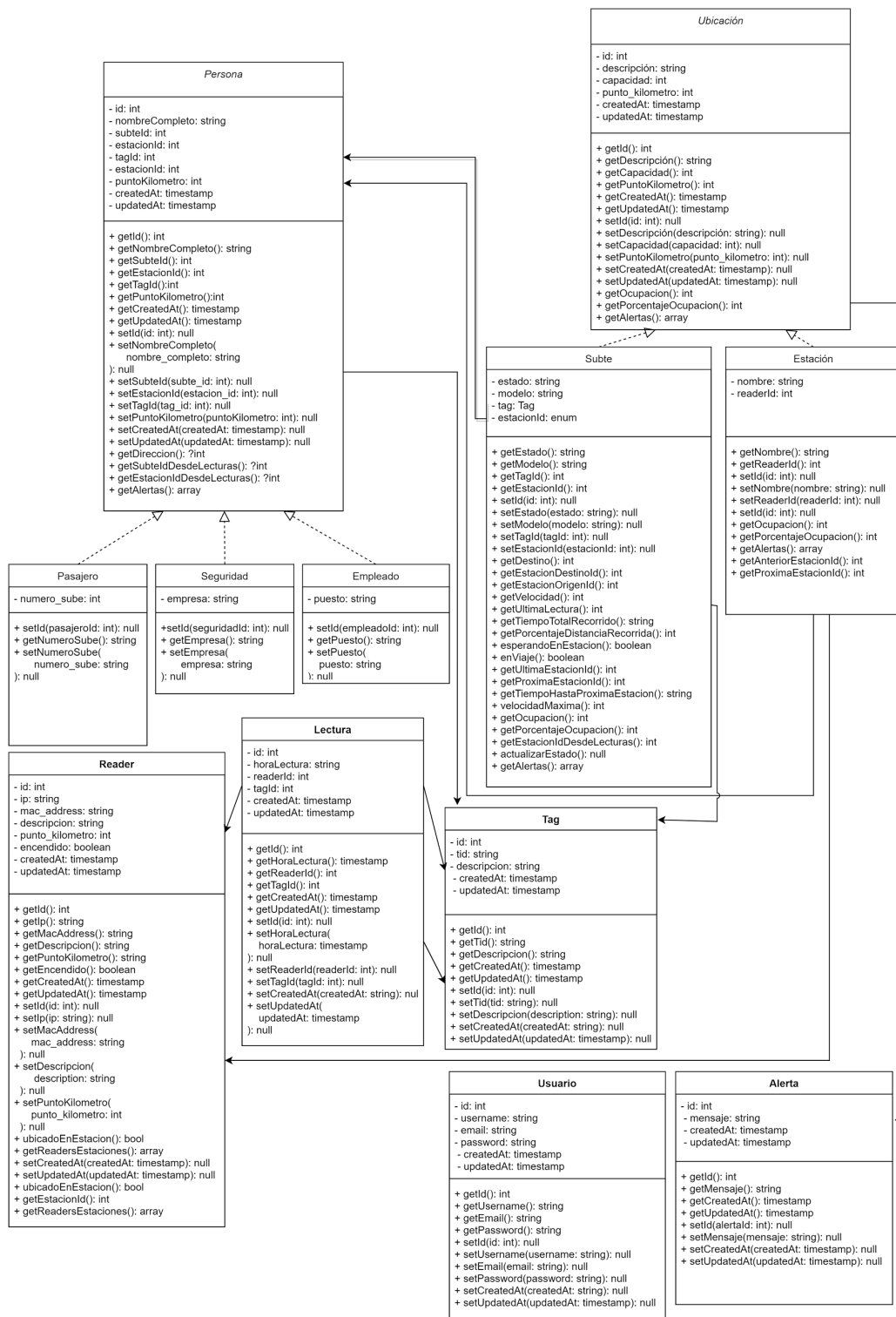


Ilustración 7. Diagrama de clase. Elaboración propia, 2020.

Diagrama de entidad-relación

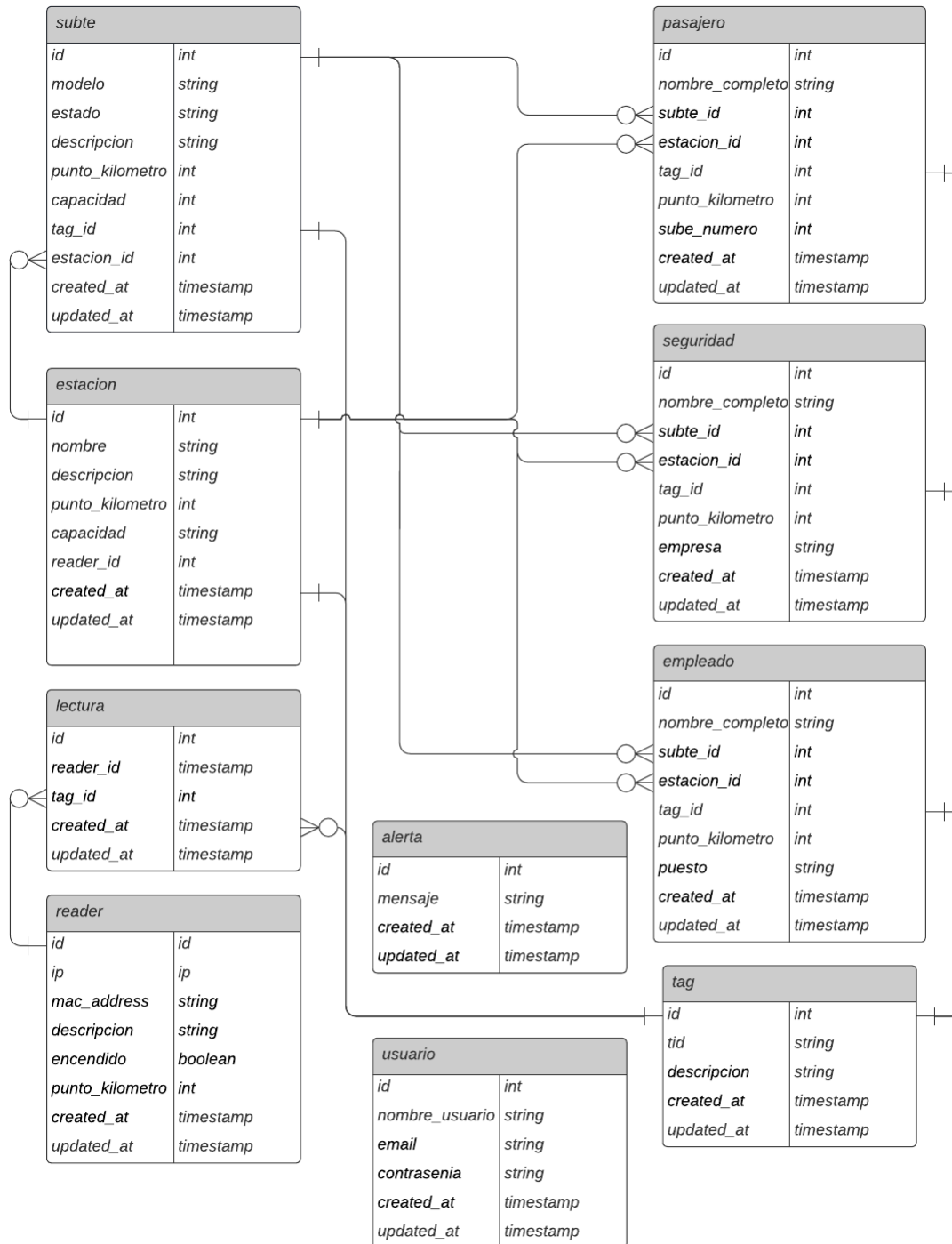


Ilustración 8. Diagrama de entidad-relación. Elaboración propia, 2020.

Diccionario de datos

Número SUBE: identificador único de 16 dígitos de las tarjetas SUBE (Sistema Único de Boleto Electrónico) que utilizan los pasajeros de subte

Tag: hace referencia al tag RFID (identificación por radiofrecuencia) que lleva el pasajero o en la máquina ferroviaria.

TID: número identificador único escrito en el microchip por el fabricante del tag RFID. Este número no se puede modificar. Tiene una extensión de 24 caracteres hexadecimales.

TS: timestamp de la hora actual. Enviado en este formato por el reader RFID.

Velocidad: velocidad de movimiento de la máquina ferroviaria en km/h

Distancia recorrida: expresado en km es la distancia recorrida desde el punto de inicio de la línea en la estación Retiro hasta el punto actual de la máquina ferroviaria.

Punto kilómetro: posición en km desde el punto de inicio de la línea en la estación Retiro hasta la posición actual del objeto.

Mac Address: también llamado Dirección MAC es un identificador único de 48 bits que corresponde a cualquier tarjeta o dispositivo de red, es decir, es único para cada dispositivo.

Reader: lector RFID (identificación por radiofrecuencia) encargado de detectar los tags RFID cercados en ubicaciones designadas

Password: texto alfanumérico de mínimo 8 caracteres que contengan por lo menos 1 mayúscula, 1 minúscula, 1 dígito y un carácter especial elegidos por el usuario para ingresar al sistema.

Tiempo Espera Próximo Arribo: Tiempo estimado para la llegada del próximo subte a la estación.

Prototipos de interfaces de pantallas

La interfaz gráfica número 1 detalla la pantalla de dashboard la cual verá el usuario apenas ingrese al sistema con la información resumida de la red de subtes de la línea E.

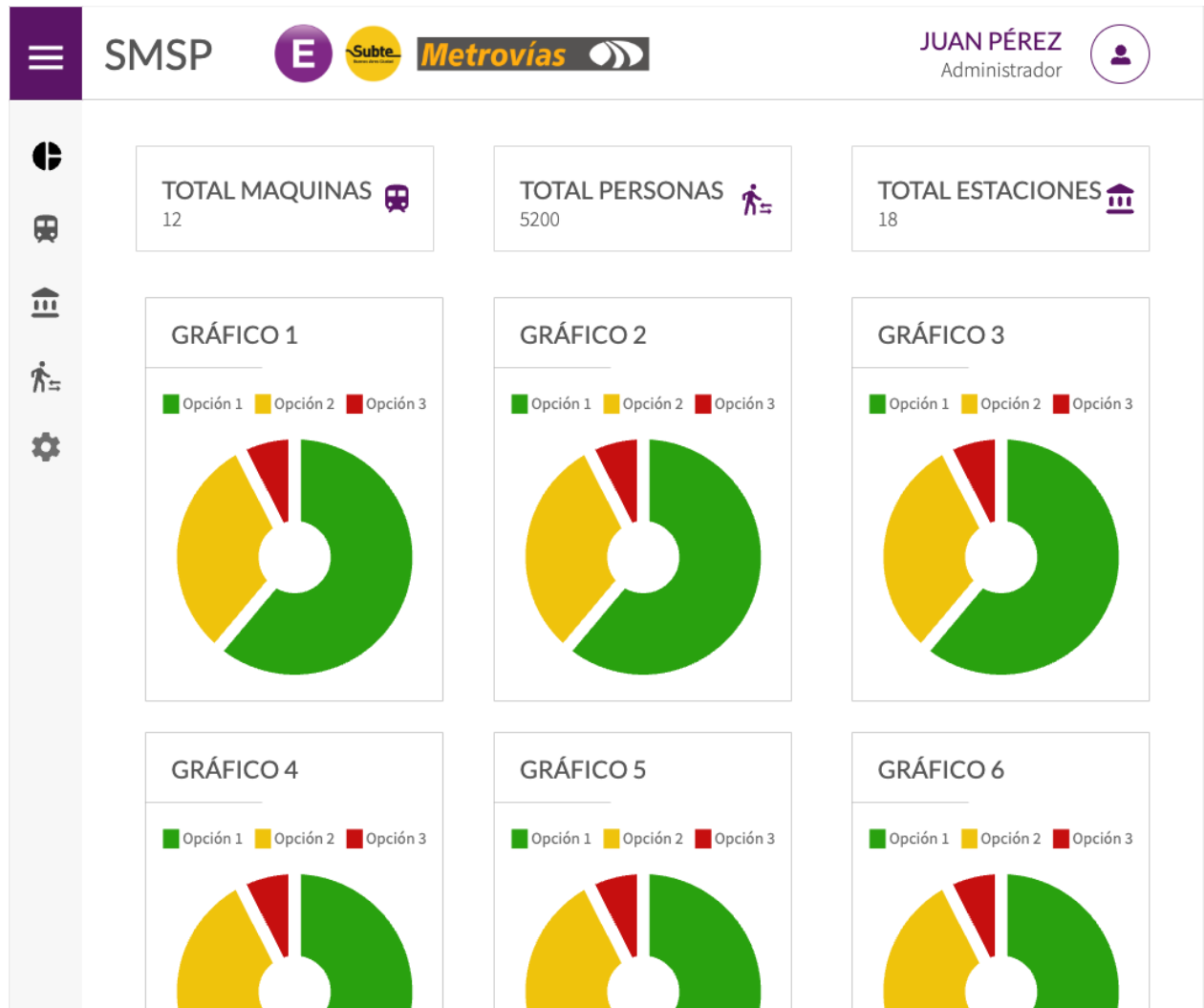


Ilustración 9. Interfaz gráfica #1 dashboard. Elaboración propia.

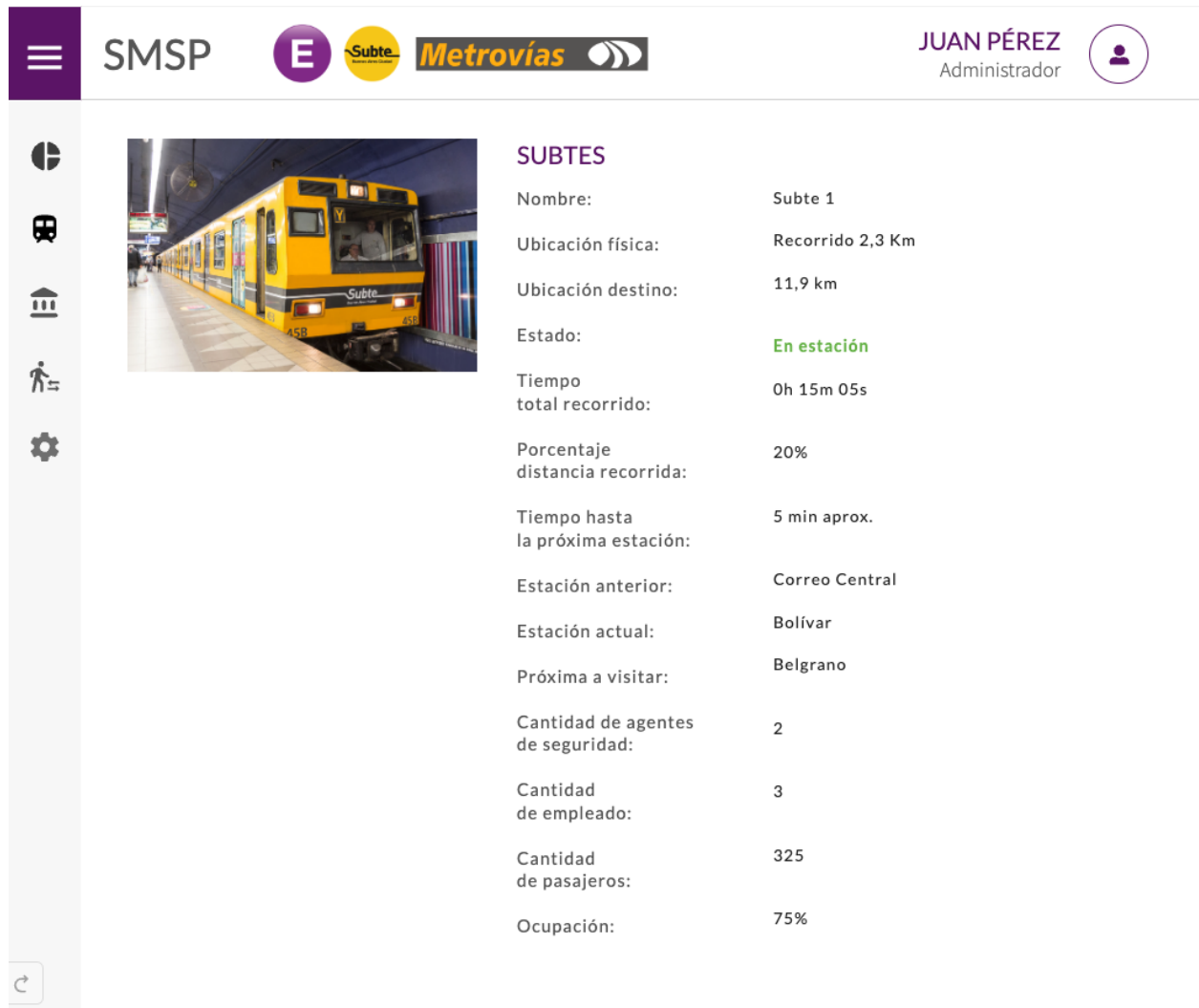
A continuación presentaremos la interfaz gráfica número 2, la cual ilustra la pantalla de detalle de la red de subtes de la línea E. En esta pantalla se puede observar el mapa de la red incluyendo la posición de cada una de las formaciones que la componen en tiempo real. Abajo

se observa también el listado de maquinarias con sus respectivos estados y acceso a sus pantallas de detalle.



Ilustración 10. Interfaz gráfica #2 detalle red de subtes. Elaboración propia, 2020.

Finalmente presentaremos la interfaz gráfica número 3, la cual detalla la pantalla de detalle de una formación de la línea E. En esta pantalla se puede observar una imagen que ilustra la máquina ferroviaria acompañada del detalle completo y actualizado de su estado en la red.



The screenshot displays the SMSP Subtes interface. At the top, there is a navigation bar with the SMSP logo, a purple circle with the letter 'E', the Subte logo, and the Metrovias logo. On the right side of the navigation bar, the user's name 'JUAN PÉREZ' and role 'Administrador' are shown next to a profile icon. Below the navigation bar, there is a vertical sidebar with icons for home, train, station, person, and settings. The main content area features a photograph of a yellow Subte train at a station platform. To the right of the image is a section titled 'SUBTES' containing a list of operational details for 'Subte 1'.

Nombre:	Subte 1
Ubicación física:	Recorrido 2,3 Km
Ubicación destino:	11,9 km
Estado:	En estación
Tiempo total recorrido:	0h 15m 05s
Porcentaje distancia recorrida:	20%
Tiempo hasta la próxima estación:	5 min aprox.
Estación anterior:	Correo Central
Estación actual:	Bolívar
Próxima a visitar:	Belgrano
Cantidad de agentes de seguridad:	2
Cantidad de empleado:	3
Cantidad de pasajeros:	325
Ocupación:	75%

Ilustración 11. Interfaz gráfica #3 detalle información subte. Elaboración propia, 2020.

Diagrama de arquitectura

Presentamos la estructura de nuestra arquitectura para el funcionamiento del prototipo. Se pueden observar las laptops que utilizan los usuarios del sistema conectados a internet mediante switches y routers, estos permiten acceder a nuestro desarrollo alojado en servidores en la nube de AWS (Amazon Web Services) de la empresa Amazon. Por otro lado también se pueden apreciar los readers, encargados de tomar lecturas de tags RFID utilizados para identificar las ubicaciones de los subtes, pasajeros, empleados y personal de seguridad. Estos dispositivos que se encuentran conectados a internet también mediante switches y routers, enviando cada lectura que realizan mediante nuestra API.

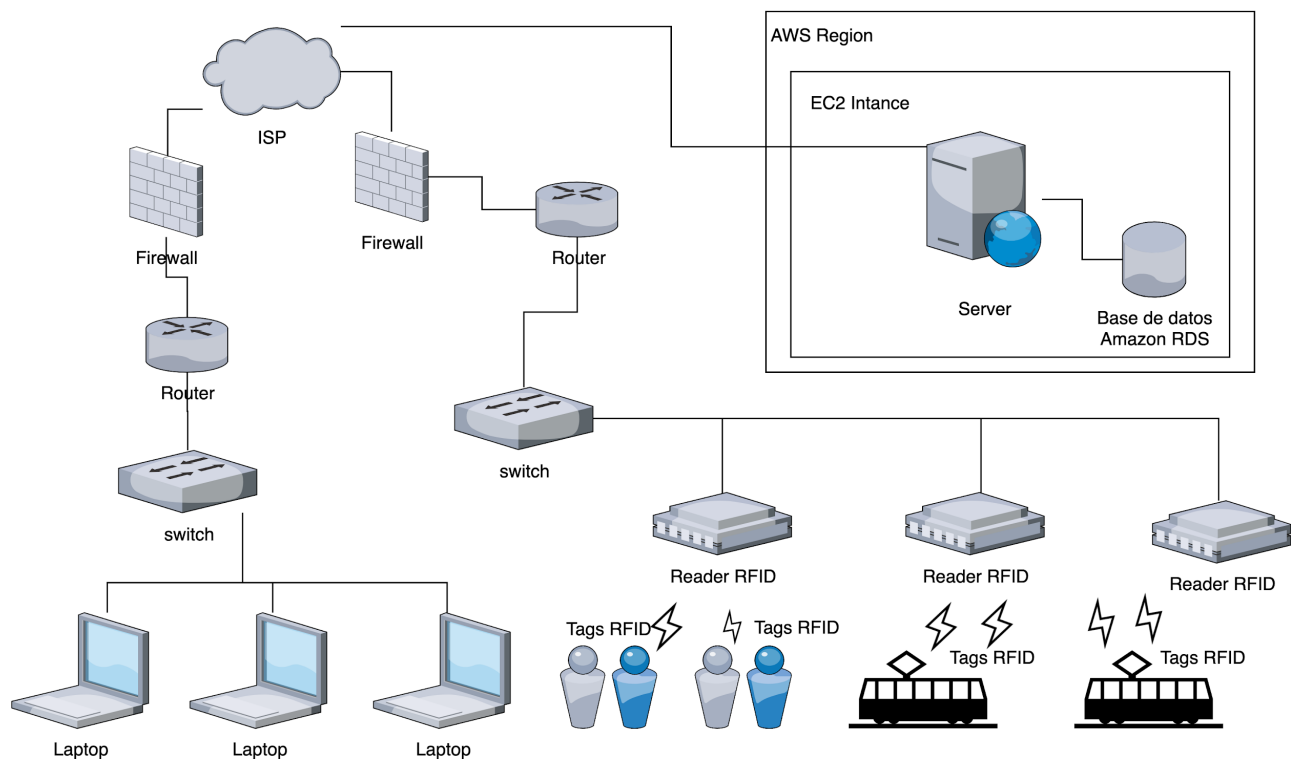


Ilustración 12. Diagrama de arquitectura. Elaboración propia, 2020.

Seguridad

A continuación procederemos a describir aspectos importantes para mantener la seguridad en nuestro sistema:

Políticas de acceso a la aplicación

1. Para ingresar al sistema el usuario debe ingresar al formulario de login, una vez allí deberá ingresar su email junto a la contraseña y así poder iniciar sesión. Este email debe ser único, es decir ningún otro usuario puede utilizar el mismo email para autenticarse.
2. Su contraseña debe cumplir estos requisitos:
 - a. Tener al menos 8 caracteres.
 - b. Tener al menos una letra mayúscula.
 - c. Tener al menos una letra minúscula.
 - d. Tener al menos un número.
 - e. Tener al menos un carácter especial.
3. Se bloqueará la cuenta luego de 10 intentos de inicio de sesión fallidos. Se podrá volver a habilitarlo desde la base de datos.
4. La contraseña es encriptada utilizando OpenSSL para proveer una encriptación AES-256-CBC, el cual permite almacenarla de forma segura en nuestra base de datos. Nuestro sistema de encriptación elegido es AES (Advanced Encryption Standard), el cual tiene un tamaño de bloque fijo de 128 bits y tamaños de llave de 256 bits en modo CBC (Encadenamiento de bloques de cifrado del inglés Cipher Block Chaining). Es un sistema de sustitución y permutación, altamente seguro gracias a que la clave inicial sirve para generar unas claves nuevas.

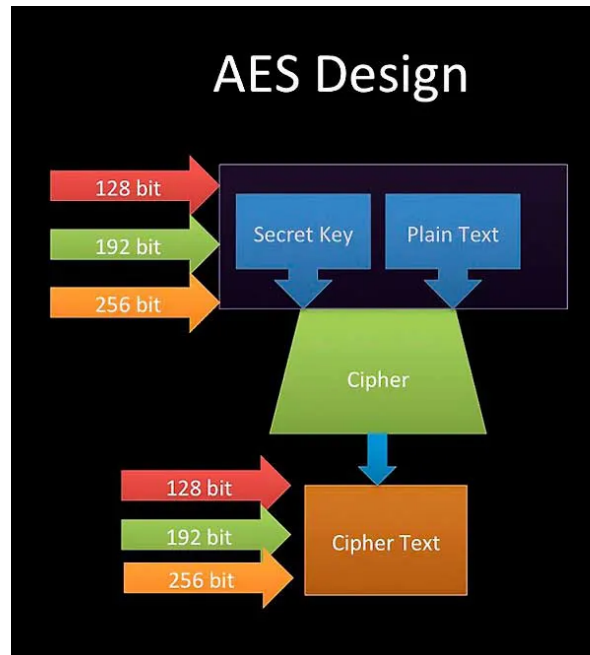


Ilustración 13. Funcionamiento encriptación AES. Recuperado de internet (hardzone.es, 01/12/2020)

5. Dentro de nuestro archivo de configuración del framework tenemos generada nuestra llave secreta de nuestra encriptación, generada a partir de 32 caracteres aleatorios alfanuméricos de mayúsculas y minúsculas.
6. Una vez autenticado el usuario, se genera una sesión de usuario almacenando su token de acceso mediante la utilización de cookies, mediante la cual permite recuperar la información de sesión del usuario y mantenerlo autenticado en nuestro sistema.
7. Si el sistema detecta un usuario no autorizado intentando acceder a cualquier sección de nuestro sistema, este mismo lo redireccionará al área de login.

Política de respaldo de información

Contamos con los siguientes métodos para realizar copias de seguridad:

1. Base de datos: nuestro servidor en la nube almacena nuestra base de datos productiva, esta es la encargada de almacenar toda la información recolectada durante la jornada. Dicha base de datos cuenta con un sistema de generación copias de seguridad, esta se

realiza diariamente a la medianoche dado que es el momento en el que cierra el subte de buenos aires y cesan sus actividades. En ese momento se procede a realizar las copias de seguridad completas de la base de datos con todas sus tablas y almacenando el resultado en la nube. Este proceso luego se encarga de eliminar automáticamente todas las copias que tengan una antigüedad de más de 30 días.

2. Código del sistema: el backup de nuestro código fuente se encuentra almacenado dentro de repositorios de GitHub, un control de versionado en la nube que almacena todo el código generado junto con la información de cada rama de GIT generada, el autor de cada modificación y el horario en el que fue realizado.

3. Discos duros externos: también realizamos copias manuales de la información de los servidores productivos y almacenados en discos externos. Las mismas son efectuadas por miembros de nuestro equipo, todos los días laborales a comienzo del día a las 9 hs. Luego son físicamente guardados en un lugar seguro dentro de las oficinas de Metrovías SA en un sector de solo acceso por personal autorizado.

Análisis de costos

A continuación presentaremos los costos que involucran al desarrollo de nuestro sistema. Estos mismos se encuentran agrupados en categorías: hardware, licencias, servicios y RRHH.

Hardware

La siguiente tabla incluye el hardware necesario como notebooks para los 7 RRHH que se involucran en el proyecto junto a sus monitores y mouses, un switch para su conexión y un disco externo para los backups. Adicionalmente, se agregan los sensores involucrados para la lectura de trenes y pasajeros tales como readers RFID, antenas y tags RFID de tipo pegatinas (para pasajeros) y metálicos para los subtes

Hardware	Descripción	Proveedor	Precio unitario	Cantidad	Fuente	Precio final
Notebooks	Notebook ThinkPad X1 Carbon 9na Gen (14", Intel)	Lenovo Argentina	\$413,999.00	7	https://www.lenovo.com/ar/es/laptops/thinkpad/thinkpad-x1/X1-Carbon-G9/p/20XXS09A00	\$2,897,993.00
Monitores	Monitor Dell P2419H led 24" negro	Samsung Argentina	\$41,999.00	7	https://www.fravega.com/p/monitor-gamer-samsung-lf24t350fhlczb-24--363967/	\$293,993.00
Mouses	Mouse inalámbrico Logitech M170	fullh4rd	\$1,840.00	7	https://www.fullh4rd.com.ar/prod/8802/mouse-wireless-logitech-m280-910-004284	\$12,880.00
Switch	Switch Cisco SB SG220 50 PUERTOS	Cisco Argentina	\$110,099.00	1	https://www.fravega.com/p/switch-cisco-sb-sg220-50-puertos-990009769/	\$110,099.00
Disco Duro Externo	Disco duro externo Seagate Expansion STEA4000400 4TB	MALL WEB	\$13,609.00	1	https://www.venex.com.ar/almacenamiento/discos-externos/disco-duro-externo-seagate-4tb-usb-30.html	\$13,609.00

lector radiofrecuencia RFID	Lector impinj speedway SRR220	atlasrfidstore.com	\$282,606.00	11900	https://www.atlasrfidstore.com/impinj-speedway-revolution-r220-uhf-rfid-reader-2-port/	\$3,363,011,400.00
antenas radiofrecuencia RFID	Antena impinj LHCP RFID	atlasrfidstore.com	\$13,949.00	23800	https://www.atlasrfidstore.com/impinj-lhcp-far-field-rfid-antenna-fcc-etsi/	\$331,986,200.00
pegatinas tags radiofrecuencia RFID	Vulcan RFID™ Label (4"x 2"/4"x 6"). Rollo de 100000 etiquetas	atlasrfidstore.com	\$50,371.00	500	https://www.atlasrfidstore.com/vulcan-rfid-label-4x-2-4x-6-for-the-zebra-zt411-421-rfid-printers/	\$25,185,500.00
tags radiofrecuencia rfid para metal	Pack 100 Confidex Ironside Classic™ RFID Tag	atlasrfidstore.com	\$842.00	1	https://www.atlasrfidstore.com/confidex-ironside-classic-rfid-tag-monza-4-qt/	\$842.00

Tabla 32. Hardware. Elaboración propia.

Licencias

Un software muy importante para el desarrollo de software es el IDE (entorno de desarrollo interactivo), el elegido para el trabajo es el llamado PHPStorm de la empresa JetBrains. El resto del software involucrado durante la implementación es software libre, con licencias abiertas sin costo en su uso. El detalle del listado de licencias que necesitamos adquirir es el presentado a continuación.

Licencias	Descripción	Proveedor	Fuente	Precio anual	Cantidad	Precio final
IDE	PHPStorm IDE	jetbrains	https://www.jetbrains.com/phpstorm/	\$15,214.00	3	\$45,642.00

Tabla 33. Licencias. Elaboración propia.

Servicios

Los siguientes son los servicios que se utilizarán durante el desarrollo del sistema:

Servicios	Descripción	Proveedor	Fuente	Precio unitario mensual	Cantidad de meses	Precio final
Internet Banda Ancha	Banda Ancha Fibra Óptica 1 GB	Fibercorp	https://compraonline.telecom.com.ar/producto/conectividad/internet	\$5,400.00	12	\$64,800.00
Base de Datos	Amazon RDS para MySQL Región: Ohio, Estados Unidos	AWS	https://aws.amazon.com/es/rds/mysql/pricing/	\$148,971.00	12	\$1,787,652.00
Amazon Elastic Compute Cloud	Amazon EC2 Región: Ohio, Estados Unidos	AWS	https://aws.amazon.com/es/ec2/pricing/on-demand/	\$95,254.00	12	\$1,143,048.00

Tabla 34. Servicios. Elaboración propia.

RRHH

A continuación se puede observar el listado de RRHH involucrado en el desarrollo del sistema, cada uno junto a su rol y cantidad necesaria y su sueldo bruto mensual acorde a lo relevado por el Consejo Profesional de Ciencias Informáticas de la Provincia de Buenos Aires.

RRHH	Cantidad	Fuente	Sueldo mensual bruto	Cantidad de meses	Precio final
Líder de Proyecto	1	https://www.cpciba.org.ar/honorarios	\$242,220.00	6	\$1,453,320.00
Analista funcional	1	https://www.cpciba.org.ar/honorarios	\$152,130.00	6	\$912,780.00
Analista de Calidad	1	https://www.cpciba.org.ar/honorarios	\$151,470.00	6	\$908,820.00
Desarrollador fullstack	3	https://www.cpciba.org.ar/honorarios	\$112,387.50	6	\$674,325.00
Técnico Instalador Sensores	1	https://www.cpciba.org.ar/honorarios	\$83,160.00	6	\$498,960.00

Tabla 35. RRHH. Elaboración propia

A partir de lo desarrollado previamente podemos calcular los gastos totales del proyecto.

Categoría	Total
Hardware	\$3,723,512,516.00
Licencias	\$45,642.00
Servicios	\$2,995,500.00
RRHH	\$4,448,205.00
Total	\$3,731,001,863.00

Tabla 36. Gastos totales. Elaboración propia.

Análisis de riesgos

A continuación presentaremos los posibles riesgos que pueden presentarse junto a su probabilidad de ocurrencia y su impacto durante el desarrollo del prototipo. La ocurrencia fue categorizada en rangos de bajo, intermedio y alto, en referencia a la cantidad de veces que se presenta el fenómeno durante el período de implementación de 6 meses. En cuanto al impacto, hace referencia al efecto generado en caso de que ocurra en nuestro sistema, categorizado en un rango de 1 a 5 siendo 1 muy poco impacto y 5 muy alto impacto.

Riesgo	Probabilidad de ocurrencia	Impacto
Falta de capacitación del personal en tecnologías RFID	Alta	4
Falta de disponibilidad del personal	Baja	3
Falta de comunicación dentro del equipo de trabajo	Baja	4
Demoras en el desarrollo	Intermedio	5
Falla en funcionamiento de lectores RFID	Intermedio	4
Errores en funcionamiento	Intermedio	4
Baja en la performance del sistema	Intermedio	2
Caída del servicio	Baja	5
Interfaz poco intuitiva	Baja	2
Alta complejidad en el uso de la herramienta	Baja	4
Cortes de luz	Baja	4
Ataques DDoS	Baja	5
Ataque por fuerza bruta	Baja	5
Pérdidas de información	Baja	5
Acceso no autorizado	Baja	4
Robo de información	Baja	4
Falta de testeo	Baja	4

Tabla 37. Análisis de riesgo. Elaboración propia.

Ya identificados los riesgos junto a su probabilidad e impacto necesario, ahora procedemos a realizar su evaluación mediante una tabla de evaluación de riesgos. La combinación entre ambos factores permite calcular las puntuaciones alta, media o baja como se puede observar a continuación:

	5	4	3	2	1
alto	A	A	A	M	M
Intermedio	A	A	M	B	B
Baja	M	M	B	B	B

Tabla 38. Matriz de evaluación de riesgos. Elaboración propia.

Luego, analizamos los posibles planes de contingencia en cada caso, ordenados de mayor a menor de acuerdo al resultado de la evaluación del riesgo.

Riego	Evaluación del riesgo	Plan de contingencia
Falta de capacitación del personal en tecnologías RFID	A	<ul style="list-style-type: none"> Realizar un buen proceso de selección de personal, enfocándose en personal calificado para el puesto. Capacitaciones para el equipo para aumentar el conocimiento sobre las tecnologías implementadas
Demoras en el desarrollo	A	<ul style="list-style-type: none"> Evaluar al final de cada sprint las tareas finalizadas y analizar una por una las que tengan en desvío en la estimación inicial.
Falla en funcionamiento de lectores RFID	A	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento y pruebas constantes en el hardware involucrado.
Errores en funcionamiento	A	<ul style="list-style-type: none"> Creación de un set de pruebas para realizar test manuales. Crear pruebas automatizadas para realizar pruebas constantes sin la

		intervención de miembros del equipo.
Caída del servicio	M	<ul style="list-style-type: none"> ● Crear alertas personalizadas en los servidores para monitorear y alertar a los miembros del equipo ante la inactividad de los servicios.
Falta de comunicación dentro del equipo de trabajo	M	<ul style="list-style-type: none"> ● Vamos a establecer una política de puertas abiertas. ● Fomentaremos las críticas positivas. ● Organizar reuniones periódicas. ● Definiremos la agenda para mejorar nuestras reuniones. ● Definiremos y promoveremos el mejor canal de comunicación para el equipo. ● Premiaremos la honestidad. ● Utilizaremos modernas herramientas de comunicación.
Alta complejidad en el uso de la herramienta	M	<ul style="list-style-type: none"> ● Capacitaremos a los usuarios mediante mesas de ayuda, conferencias, cursos profesionales in company, instructores internos, video-capacitación on demand.
Cortes de luz	M	<ul style="list-style-type: none"> ● Utilizaremos los grupos electrógenos de la empresa.
Ataques DDoS	M	<ul style="list-style-type: none"> ● Analizaremos el comportamiento de los bots y filtraremos y bloquearemos su tráfico.
Ataque por fuerza bruta	M	<ul style="list-style-type: none"> ● Serán requeridas contraseñas lo suficientemente robustas como indicamos previamente. ● Bloquearemos la cuentas luego de 10 intentos de inicio de sesión fallidos.
Pérdidas de información	M	<ul style="list-style-type: none"> ● Realizaremos backups diarios tanto de código como de base de datos tanto en discos extraíbles como mediante servicios de backups provistos por Amazon AWS.
Acceso no autorizado	M	<ul style="list-style-type: none"> ● Auditaremos mensualmente los accesos al sistema.

		<ul style="list-style-type: none"> ● Analizaremos los usuarios que tienen acceso a la herramienta. ● Implementación de modernas técnicas eficientes de autenticación.
Robo de información	M	<ul style="list-style-type: none"> ● Analizaremos y recopilaremos movimientos sospechosos de información. ● Alarmas y bloqueo de usuarios potencialmente sospechosos.
Falta de testeo	M	<ul style="list-style-type: none"> ● Creación del área de trabajo de quality assurance. ● Contratación de personal capacitado y con experiencia en testing. ● Implementaremos casos de prueba por cada funcionalidad del sistema. ● Testeos diarios de caja blanca y caja negra.
Falta de disponibilidad del personal	B	<ul style="list-style-type: none"> ● Ante la baja temporal de algún miembro del equipo se redistribuyen sus tareas asignadas a otros miembros para evitar todo tipo de retrasos.
Interfaz poco intuitiva	B	<ul style="list-style-type: none"> ● Programar pruebas con usuarios finales. ● Aplicar reglas de expertos de experiencia de usuario
Baja en la performance del sistema	B	<ul style="list-style-type: none"> ● Realizar pruebas de estrés simulando gran tráfico en nuestro sistema antes de su salida a producción. ● Analizar los puntos de baja de performance para realizar mejoras.

Tabla 39. Plan de contingencia. Elaboración propia.

Conclusiones

Desde la puesta en marcha del sistema SMSP, se logró proveer a la empresa Metrovías SA una visión global digitalizada en vivo del estado de su red de subterráneos de la Línea E. Esto se cumplió mediante la identificación de ubicaciones, estados, actores que fueron claves para la comprensión y funcionamiento del software realizado.

También se lograron otorgar al cliente herramientas diseñadas para simplificar la recolección de datos de subtes, empleados, miembros de seguridad y pasajeros. Otorgó a la empresa un método de obtención de información actualizada mediante gráficos, tablas, listados y alertas, ayudando a la toma de decisiones relacionadas con el servicio, la frecuencia y la seguridad del servicio.

Luego, estas mejoras en las decisiones impactaría directamente en el servicio provisto y la seguridad del mismo, otorgando beneficios a los pasajeros que utilizan cada día este servicio. Algunos ejemplos serían reduciendo amontonamientos, accidentes, disminuyendo la inseguridad, robos y permitiendo el distanciamiento social en épocas de Covid 19. Esto provocaría un aumento de confianza en el servicio prestado por la empresa.

En cuanto a lo personal, me permitió iniciar un proyecto de gran interés para mí, que traería un gran desafío a nivel profesional. Iniciando el desarrollo desde cero, utilizando nuevas tecnologías y capacitandome día a día para traer la mejor solución al sistema. Aplicándolo a mejorar un servicio de transporte público que utilizo regularme en mi ciudad.

Finalmente podemos concluir que se lograron cumplir todos los objetivos propuestos del proyecto.

Demo

Mediante el siguiente link se podrá descargar el código fuente del sistema y librerías necesarias para la ejecución de la herramienta SMSP en un servidor LAMP.

Código Fuente:

- Repositorio Código:

<https://bitbucket.org/gastonngarcia/smsp/src/master/>

- ZIP:

<https://bitbucket.org/gastonngarcia/smsp/get/882165906b314648d6df83d757f59a908a9d93cb.zip>

Anexos

Ley 2873 Régimen De Ferrocarriles De La República Argentina.

HONORABLE CONGRESO DE LA NACIÓN ARGENTINA (18-nov-1891)

“CAPÍTULO SEGUNDO

De la formación y marcha de los trenes

Art. 12. La formación y marcha de los trenes se ajustará á los reglamentos que dicte el Poder Ejecutivo, en los cuales se establecerá especialmente el personal de cada tren, el número y clase de sus vehículos, y el orden de su colocación; el número y sistema de frenos, las señales y avisos, el sistema de comunicaciones entre el maquinista, los empleados del tren y los pasajeros, la velocidad máxima y mínima que han de seguir los trenes, aparatos y útiles que debe llevar cada tren para casos de accidentes, y el sistema de alumbrado de los trenes.

Art. 13. Las Empresas deberán hacer conocer del público, por medio de los diarios y por avisos colocados en todas las estaciones, el itinerario de los trenes y los horarios de salidas y llegadas.

Los cambios que en ellas se efectuáren, se harán conocer del público por los mismos medios indicados, por lo menos quince días antes de principiar á regir.

Los horarios serán establecidos con anuencia de la Dirección de Ferro-Carriles, que intervendrá, al efecto de asegurar la comodidad de los pasajeros y el servicio de combinación entre los trenes de líneas distintas.

Art. 14. Los trenes deberán seguir en su marcha la velocidad y el itinerario que la Empresa hubiere fijado de antemano.

Si á causa de accidentes ó por evitar peligros, se alterase esa marcha, el conductor del tren deberá justificar el hecho, levantando un acta, que firmarán tres pasajeros á lo menos. La falta de esta formalidad constituye á la Empresa responsable por esa alteración.” (Ley 2873, 1891)

Referencias

adictosaltrabajo.com. ([01/12/2020](#)). Securizar un API REST utilizando JSON Web Tokens.

Recuperado de

<https://www.adictosaltrabajo.com/2017/09/25/securizar-un-api-rest-utilizando-json-web-tokens/>

aeitag.com. (01/12/2020). AEI RF Identification.

Recuperado de <https://www.aeitag.com>

Aguilar, L. J. (2008). Recuperado de Fundamentos de programación. Recuperado de McGraw-Hill Interamericana de España S.L.

am-design.es. ([01/12/2020](#)). Qué es Bootstrap y para qué sirve. am-design.es. Recuperado de

<https://www.am-design.es/que-es-bootstrap-y-para-que-sirve>

atlasrfidstore.com. ([01/12/2020](#)). Atlasrfidstore RFID & Railways. Recuperado de

<https://www.atlasrfidstore.com/rfid-insider/rfid-railways>

aws.amazon.com. ([01/12/2020](#)). Informática en la nube con AWS. Recuperado de

<https://aws.amazon.com/es/what-is-aws/>

aws.amazon.com. ([01/12/2020](#)). relational-database. aws.amazon.com. Recuperado de

<https://aws.amazon.com/es/relational-database/>

beagilemyfriend.com. ([01/12/2020](#)). SCRUM. Recuperado de

<https://beagilemyfriend.com/scrum/>

buenosaires.gob.ar. (01/12/2020). organigrama_subte_diciembre_2017. Recuperado de https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/1-organigrama_subte_diciembre_2017.pdf

chequeado.com. (22/02/2019). Frecuencia del subte en hora pico: mejoró desde que asumió Rodríguez Larreta, pero todavía está lejos de la promesa de los tres minutos - Chequeado. chequeado.com.

<https://chequeado.com/el-explicador/frecuencia-del-subte-mejoro-desde-que-asumio-rodriguez-larreta-pero-todavia-esta-lejos-de-la-promesa-de-cada-tres-minutos-en-hora-pico/>

chequeado.com. (05/12/2017). Subtes cada tres minutos: qué dice el compromiso del Gobierno de la Ciudad y qué líneas lo cumplen - Chequeado. Recuperado de <https://chequeado.com/el-explicador/subtes-cada-tres-minutos-que-dice-el-compromiso-del-gobierno-de-la-ciudad-y-que-lineas-lo-cumplen/>

codigofacilito.com. (01/12/2020). ¿Qué es Vue.JS? Recuperado de <https://codigofacilito.com/articulos/que-es-vue>

culturacion.com. (01/12/2020). Qué es y para que sirve MySQL. Recuperado de <https://culturacion.com/que-es-y-para-que-sirve-mysql/>

developer.mozilla.org. (01/12/2020). Acerca de JavaScript-MDN. Recuperado de https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript/Acerca_de_JavaScript

developer.mozilla.org. (01/12/2020). CSS. Recuperado de <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/CSS>

developer.mozilla.org. (01/12/2020). HTML: Lenguaje de etiquetas de hipertexto. Recuperado de <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTML>

dipolerfid.es. (01/12/2020). Tecnología RFID. Recuperado de <https://www.dipolerfid.es/tecnologia-RFID>

enelsubte.com. (20/08/2020). Realizan obras de señalamiento en la línea E. Recuperado de <https://enelsubte.com/noticias/realizan-obras-de-senalamiento-en-la-linea-e/>

github.com/laravel/laravel. (01/12/2020). Laravel. Recuperado de <https://github.com/laravel/laravel>

git-scm.com. (01/12/2020). Git. Recuperado de <https://git-scm.com/>

gnu.org. (01/12/2020). Qué es el Software Libre?. Recuperado de <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>

Gutiérrez, J. J. (2014). ¿Qué es un framework web. Recuperado de http://www.lsi.us.es/~javierj/investigacion_ficheros/Framework.pdf

hardzone.es. (01/12/2020). Así funciona el sistema de cifrado AES-256 bits, ¿es realmente seguro?. Recuperado de <https://hardzone.es/tutoriales/rendimiento/cifrado-aes-256-bits-como-funciona/>

harting.com. (01/12/2020). RFID for the Rail Industry. Recuperado de <https://www.harting.com/UK/en-gb/solutions/rfid-locomotive>

jotaleonetti.com.ar. (01/12/2020.). ¿Qué es el ATP del Subte? Recuperado de <https://www.jotaleonetti.com.ar/transporte/subtes/atp-frenos-de-emergencia-en-el-subte/>

Larreta Rodríguez Horacio. (18/04/2015). Larreta promete: “El subte va a llegar en 3 minutos y todos los vagones van a tener aire”. TN. Recuperado de https://tn.com.ar/politica/larreta-promete-el-subte-va-llegar-en-3-minutos-y-todos-los-vagones-van-tener-aire_583714/

Larreta Rodríguez Horacio. (22/02/2016). “Nos comprometemos a bajar la frecuencia del subte a menos de 3 minutos, incorporando más de 300 vagones con AA”. Twitter. Recuperado de <https://twitter.com/horaciorlarreta/status/701831712863608834>

Larreta Rodríguez Horacio. (18/04/2015). Rodríguez Larreta prometió mejorar frecuencia del subte: “Un tren cada menos de 3 minutos”. Recuperado de <https://www.ambito.com/politica/rodriguez-larreta-prometio-mejorar-frecuencia-del-subte-un-tren-cada-menos-3-minutos-n3887134>

Ley 2873. (1891). Ley reglamentando la construcción y explotación de todos los Ferro-Carriles de la República. Información legislativa (3 de enero de 1995). Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/35000-39999/38934/norma.htm>

metrovias.com. (01/12/2020). QUIENES SOMOS. Recuperado de <https://www.metrovias.com.ar/index.php/institucional-2/>

metrovias.com.ar. (01/12/2020). HORARIOS: SUBTE Y PREMETRO. Recuperado de <https://www.metrovias.com.ar/index.php/horarios-del-servicio/horarios-subte-y-premetro/>

metrovias.com.ar. (01/12/2020). Imagen MAPAS. Recuperado de <https://www.metrovias.com.ar/index.php/mapas/>

mulesoft.com. (01/12/2020.). What is REST API design? Recuperado de <https://www.mulesoft.com/resources/api/what-is-rest-api-design>

php.net. (01/12/2020.). ¿Qué es PHP? Recuperado de

<https://www.php.net/manual/es/intro-what-is.php>

descubrecomunicacion.com (01/12/2020). ¿Que es Backend y Frontend? Recuperado de

<https://descubrecomunicacion.com/que-es-backend-y-frontend/>

redhat. (01/12/2020). ¿Qué es una API? Recuperado de

<https://www.redhat.com/es/topics/api/what-are-application-programming-interfaces>

redhat.com. (01/12/2020.). What is IDE? Recuperado de

<https://www.redhat.com/es/topics/middleware/what-is-ide>

tagmaster.com. (01/12/2020). Tagmaster RFID Rail solution products. Recuperado de

<https://www.tagmaster.com/rail-solutions/rfid/>