

**Desarrollo de Herramientas para la Gestión de Mantenimiento y Correcta
Explotación de la Flota Consorcio Express S.A, con Tableros Inteligentes en Power BI, a
Través de la Minería de Datos**

Jhonatan Stive Florian Pardo

**Trabajo de Grado para Optar el Título de Especialista en Gerencia de
Mantenimiento**

Director:

Yesid Javier Rueda Ordoñez

Doctor en Ingeniería Química

**Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica
Especialización en Gerencia de Mantenimiento
Bucaramanga**

2021

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi Madre, quien siempre me ha orientado y expuesto a la formación académica y quien fue mi luz, mi guía para que se me diera la visión de cursar esta especialización, después de un momento difícil de mi vida. Dedico este trabajo también a mi hijo al que también le fomentare como legado lo primordial e importante que es la formación académica.

Agradecimientos

Agradezco a Dios en primer lugar por darme el destino que llevo, a mis padres, hermana que me han apoyado en todo momento, a mi hijo y mi esposa quienes me dieron fortaleza para culminar este logro y al Ingeniero Saul Pardo, quien me ha orientado en el desarrollo laboral y profesional.

Tabla de Contenido

	Pág.
1. Especificaciones Del Proyecto	10
1.1 Descripción Del Proyecto	11
1.1.1. Planteamiento del problema	11
2. Objetivos	12
2.1 Objetivo General	12
2.2 Objetivos Específicos	12
3. Justificación Del Plan Propuesto	13
4. Análisis De La Literatura Recopilada	14
4.1 Marco Teórico	14
4.1.1 Sistema Integrado De Transporte Publico (Sitp)	14
4.1.2 Rcm	15
4.1.3 Fabricantes De Flota	16
4.1.4 Mantenimiento	16
4.1.5 Programación Mantenimiento	16
4.1.6 Planeación Mantenimiento	19
4.1.7 Costos Mantenimiento	21
4.1.8 Sap Erp	22
4.1.9 Negocios Inteligentes	23

4.1.10 Gestión De Activos	24
4.2 Marco Conceptual	25
4.2.1 Reparaciones Mayores	25
4.2.2 Reparaciones Menores	25
4.2.3 Centros De Operación	25
4.2.4 Estructura Organizacional Transversal	25
4.2.5 Distancia Promedio Entre Varadas Dpv	26
4.2.6 Minería De Datos	26
5. Metodología	28
5.1 Metodología Crisp-Dm	28
5.1.1 Comprensión Del Negocio	29
5.1.2 Determinar Los Objetivos Del Negocio – Minería De Datos	29
5.1.3 Evaluación De La Situación	30
5.1.4 Criterio De Éxito Del Negocio	30
5.1.5 Realizar El Plan Del Proyecto	30
5.1.6 Herramientas	36
6. Cronograma De Actividades	37
7. Presupuesto	38
Referencias Bibliográficas	39

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Cronograma del Proyecto</i>	37
Tabla 2. <i>Presupuesto</i>	38

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Costos de Mantenimiento</i>	22
Figura 2. <i>Secuencia del Proceso CRISP-DM</i>	28
Figura 3. <i>Esquema Relacional de la Base de Datos</i>	35

Resumen

TÍTULO: DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y CORRECTA EXPLOTACIÓN DE LA FLOTA CONSORCIO EXPRESS S.A, CON TABLEROS INTELIGENTES EN POWER BI, A TRAVÉS DE LA MINERÍA DE DATOS

AUTOR: JOHNATAN STIVE FLORIAN PARDO

PALABRAS CLAVE: Gestión, mantenimiento, powerBI, minería de datos.

DESCRIPCIÓN:

La empresa Consorcio Express, cuenta con 2.267 vehículos vinculados al sistema integrado de transporte de Bogotá (SITP), actualmente con una inoperatividad de 486 vehículos, con una disponibilidad del 79% y contractualmente se requiere el 85%.

Encontramos vehículos por reparaciones mayores hasta de 600 días de inoperatividad y reparaciones menores desde 0 días de inoperatividad, esta flota se compone 8 marcas y 25 líneas, esta empresa opera en 14 centros de operación ubicados en diferentes zonas de la ciudad.

Actualmente, el proceso de mantenimiento implementó una estructura transversal para el control de toda la flota en pro de aumentar la disponibilidad, aumentar la distancia promedio entre fallas y disminuir los costos de mantenimiento aplicando la metodología RCM, donde su pilar principal es la planeación y programación de mantenimiento. La práctica de BI mejora el panorama para la toma de decisiones, la información recolectada y analizada da una visión más amplia, reduce la incertidumbre y aumenta las posibilidades de maniobra rápida y efectiva.

Por ejemplo, para el caso anteriormente mencionado de servicio de transporte, es posible coordinar la flota de vehículos disponible para atender determinadas zonas en las franjas de tiempo donde la demanda crece, pudiendo repartir de manera inteligente los recursos del sistema de transporte rotándolos en función de la demanda, basada en las franjas horarias y días de mayor volumen de pasajeros.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Yesid Javier Rueda Ordoñez, Doctor en Ing. Química.

Abstract

TITLE: DEVELOPMENT OF TOOLS FOR THE MANAGEMENT OF MAINTENANCE AND CORRECT OPERATION OF THE CONSORCIO EXPRESS S.A. FLEET, WITH INTELLIGENT DASHBOARDS IN POWER BI, THROUGH DATA MINING.

AUTHOR: JOHNATAN STIVE FLORIAN PARDO

KEY WORDS: Management, maintenance, planning, data mining

DESCRIPTION:

The company Consorcio Express has 2,267 vehicles linked to the integrated transportation system of Bogota (SITP), currently with an inoperability of 486 vehicles, with an availability of 79% and contractually 85% is required.

We found vehicles for major repairs up to 600 days of inoperability and minor repairs from 0 days of inoperability, this fleet is composed of 8 brands and 25 lines, this company operates in 14 operation centers located in different areas of the city.

Currently, the maintenance process implemented a transversal structure for the control of the entire fleet in order to increase availability, increase the average distance between failures and reduce maintenance costs by applying the RCM methodology, where its main pillar is the planning and scheduling of maintenance. The practice of BI improves the decision making process, the information collected and analyzed gives a broader vision, reduces uncertainty and increases the possibilities of quick and effective maneuvering.

For example, in the aforementioned case of transportation service, it is possible to coordinate the fleet of vehicles available to serve certain areas in time slots where demand grows, being able to intelligently distribute the resources of the transportation system by rotating them according to demand, based on the time slots and days with the highest volume of passengers.

*** Degree work

** Faculty of Physical Mechanical Engineering. School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization. Yesid Javier Rueda Ordoñez, D. in Chemical Engineering.

1. Especificaciones del Proyecto

1. Título: Desarrollo de herramientas para la Gestión de Mantenimiento y correcta explotación de la flota Consorcio Express S.A, con tableros inteligentes en power BI, a través de la minería de datos.

2. Director del Proyecto de Grado*: Yesid Javier Rueda Ordoñez

3. Autor(es):

NOMBRE	CÓDIGO
Jhonatan Stive Florian Pardo	2208277

4. Entidad interesada en el Proyecto:

Consorcio Express S.A.

Empresas del sector transporte

5. Costo del Proyecto de Grado: \$48'627.540 (Ver presupuesto)

1.1 Descripción Del Proyecto

1.1.1. Planteamiento del Problema

La empresa Consorcio Express, cuenta con 2.267 vehículos vinculados al sistema integrado de transporte de Bogotá (SITP), actualmente con una inoperatividad de 486 vehículos, con una disponibilidad del 79% y contractualmente se requiere el 85%.

Encontramos vehículos por reparaciones mayores hasta de 600 días de inoperatividad y reparaciones menores desde 0 días de inoperatividad, esta flota se compone 8 marcas y 25 líneas, esta empresa opera en 14 centros de operación ubicados en diferentes zonas de la ciudad.

Actualmente, el proceso de mantenimiento implementó una estructura transversal para el control de toda la flota en pro de aumentar la disponibilidad, aumentar la distancia promedio entre fallas y disminuir los costos de mantenimiento aplicando la metodología RCM, donde su pilar principal es la planeación y programación de mantenimiento.

El proceso de Mantenimiento a pesar de que cuenta con un CSSM robusto como lo es SAP, no cuenta actualmente con herramientas fundamentadas en minería de datos que generen reportes, que permitan evaluar la gestión de mantenimiento y a su vez no cuenta con herramientas que permitan la toma de decisiones acertadas y la correcta Gestión de Activos.

Actualmente, la compañía está en búsqueda de un Gerente de planeación y programación de mantenimiento que implemente minería de datos en el proceso, se propone el desarrollo de tableros de negocio en Power BI, para el análisis de datos para 2.267 vehículos.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Implementar la metodología crisp-md para el análisis y explotación de la flota de Consorcio Express, a través tableros de negocio en Power BI aplicando minería de datos para obtener la correcta Gestión de Mantenimiento.

2.2 Objetivos Específicos

Construir un modelo de datos relacional que permita integrar las diferentes bases de datos y fuentes de información suministradas para medir la gestión de mantenimiento periódicamente (semanal, mensual y anualmente) a través de la herramienta Power BI.

Jerarquizar y clasificar las fuentes de información donde serán extraídos los datos y variables, usando la metodología crisp-md que definen y reconocen los patrones de comportamiento en la flota y que permitirán la toma de decisiones costo – beneficio.

Utilizar y tomar como base el algoritmo de agrupamiento clustering, en las actividades del proceso de mantenimiento, análisis estadístico de grupos o conjuntos formados por patrones de comportamiento.

Cuantificar y clasificar los patrones de comportamiento, que permitan extraer conocimiento oculto en fallos de la flota.

3. Justificación del Plan Propuesto

El salto hacia la implementación de estrategias de negocio exige en las organizaciones implementar minería de datos en los procesos para reducir costes y ampliar los beneficios.

Lo cual, permitirá sostenibilidad empresarial a mediano y largo plazo a través de la gestión de activos, donde se tiene como fundamento que todas las debilidades y fortalezas de la compañía lleguen a todo nivel organizacional aplicando minería de datos para que se tomen decisiones acertadas en pro del crecimiento y reconocimiento de esta.

4. Análisis de la Literatura Recopilada

4.1 Marco Teórico

4.1.1 *Sistema Integrado de Transporte Publico (SITP)*

Este es un sistema que articula buses busetas colectivos con el sistema troncal de Transmilenio, ahorra significativamente tiempos de viaje y gastos de transporte diario. Sistema integrado de transporte público (Transmilenio S.A., 2012).

El SITP “es una red de transporte público articulada, organizada y de fácil acceso con cobertura en toda la ciudad que permite movilizar a los ciudadanos optimizando los recursos, las vías y el servicio”.

El SITP integra en una misma organización los agentes que gestionan los distintos componentes del sistema bajo la coordinación y vigilancia de Transmilenio, facilitando el acceso de los usuarios a través de un único sistema de recaudo y servicio.

En su inicio, el SITP integrará el transporte masivo y colectivo de la ciudad a través de buses. En el futuro, podrá integrar otros modos de transporte como Metro, Tranvías y Cables.

El sistema en esencia es público. Está diseñado y controlado por el Estado con el propósito de garantizar la prestación de un servicio público fundamental como es el transporte.

La operación del sistema está estructurada alrededor de Transmilenio, que definirá las condiciones del servicio y vigilará el cumplimiento de las obligaciones de las entidades privadas vinculadas al SITP. (Bogotá Cómo Vamos , s.f.)

Los cambios más importantes, contar con paraderos fijos, se deberá comprar el pasaje previamente, habrá puntos de venta en toda la ciudad.

Rutas fijas, claramente establecidas y con horarios organizados, se reducen los transbordos para las personas que viven más lejos, la tarifa integrada beneficiará a las personas de menores recursos, la ciudad estará mejor señalizada y organizada, No habrá desorden ni guerra de los buses por recoger un pasajero, progresivamente desaparecerán los buses más viejos y contaminantes.

Habrá más rutas nocturnas, menos trancón y desorden, mayor accesibilidad y conectividad de los sectores periféricos y rurales de la ciudad, mayor seguridad y menos accidentes en toda la ciudad, no habrá más conductores informales, todos deberán estar vinculados como trabajadores formales. No habrá buses parqueados en las calles, el sistema contempla patios y talleres organizados. Se reducirán los niveles de contaminación ambiental, se generarán 25.000 empleos formales para conductores, mejor infraestructura de paraderos, troncales y vías. (Bogotá Cómo Vamos , s.f.)

4.1.2 RCM

Como bien lo afirma Moubray (1997) el RCM es un mantenimiento centrado en confiabilidad, comenzó a desarrollarse dentro de la industria de la aviación, actualmente Modelo estratégico fundamental en la práctica para la correcta gestión de mantenimiento, aplicado a muchas organizaciones industriales y prestadoras de servicio a todo el mundo.

El mantenimiento basado en fiabilidad, este compuesto por el eje principal de la planeación y programación de mantenimiento, donde se debe garantizar un trabajo en equipo, un CSSM adecuado, una gestión de abastecimiento, análisis de causas y una constante retroalimentación al plan de mantenimiento.

4.1.3 Fabricantes de flota

Actualmente con la implementación del sistema integrado de transporte público en Bogotá se presentó la adquisición de buses nuevos desde que un vehículo abandona la fábrica de dichas marcas se debe garantizar el acompañamiento a los clientes con una estrategia de negocio llamada posventa que está enfocada en seguir ofreciendo atención al cliente después de su venta (Volvo Group, s.f.).

Los autobuses y autocares de Scania se inspiran en las personas que viajan en ellos y en las que los conducen. “Se dedica a crear vehículos que ofrecen los mejores resultados posibles, tanto si se trata de pasajeros felices en sus desplazamientos diarios al trabajo o de soluciones rentables para gestores de flotas” (Scania Colombia , s.f., párr. 3).

La compañía china BYD, uno de los principales fabricantes de vehículos eléctricos y baterías del mundo, indica que les interesa una relación de negocios con Colombia. Los anuncios se hicieron durante la presentación del bus biarticulado eléctrico, un vehículo casi diseñado para el mercado del país (Revista Portafolio, 2019, párr. 1).

4.1.4 Mantenimiento

Según Medrano Márquez et al. (2017) el mantenimiento es toda actividad encaminada a conservar las propiedades físicas de todos los activos de una organización orientados a operar de forma satisfactoria y a un costo razonable, conjunto de acciones técnicas, administrativas y de gestión durante el tiempo de vida útil de un elemento con el fin de mantener.

4.1.5 Programación mantenimiento

Con la programación de mantenimiento se busca dar orden a las tareas de mantenimiento que se deben desarrollar por frecuencias o ciclos, que debe garantizar la mantenibilidad de los equipos, de esta manera garantiza la disponibilidad de los equipos, actualmente se pueden

encontrar diferentes modelos de programación implementados por los procesos de mantenimiento al interior de una organización, podemos encontrar un modelo por frecuencia que es determinado por algún tipo de medida o unidad de medida, entre ellos tenemos los kilómetros si la organización corresponde al sector automotriz, por horas si corresponde a equipos estáticos, entre otros, del mismo modo encontramos un modelo de programación por ciclos que está encaminado a ejecutar tareas periódicas que pueden ser más constantes y que pueden ser legales o contractuales, por ejemplo podemos tener revisiones por días a nuestros equipos, alguna inspección anual entre otras.

Como principio se tiene que es la preparación del trabajo para aumentar la productividad, con la misión de asignar trabajos necesarios para la finalización.

Los siguientes principios proporcionan un marco para lograr una programación efectiva.

Principio 1: Plan para el Nivel de Habilidad más Bajo Requerido: Los planes de trabajo que proporcionan el número de personas requeridas, el nivel de habilidad artesanal más bajo requerido, las horas de trabajo artesanales por nivel de habilidad y la información de duración del trabajo son necesarios para la programación anticipada.

Principio 2: Los horarios y las Prioridades Laborales son Importantes: Los horarios semanales y diarios deben cumplirse lo más fielmente posible. Se deben colocar prioridades apropiadas en las nuevas órdenes de trabajo para evitar la interrupción indebida de estos horarios.

Principio 3: Calendario del Pronóstico de las Habilidades más Altas Disponibles: Un planificador desarrolla un cronograma de una semana para cada equipo basado en un pronóstico disponible de horas de artesanía que muestra los niveles más altos de habilidades disponibles, prioridades de trabajo e información de los planes de trabajo.

También se considera la posibilidad de realizar múltiples trabajos en el mismo equipo o sistema y de trabajo proactivo versus reactivo disponible.

Principio 4: Calendario para cada Hora de Trabajo Disponible: El horario de una semana asigna trabajo para cada hora de trabajo disponible. El cronograma permite emergencias y trabajos reactivos de alta prioridad al programar una cantidad suficiente de horas de trabajo en tareas fácilmente interrumpidas. Se da preferencia a completar el trabajo de mayor prioridad subutilizando los niveles de habilidad disponibles en lugar de completar el trabajo de menor prioridad.

Principio 5: El Líder de la Tripulación Maneja el Trabajo del Día Actual: El supervisor de la tripulación desarrolla un cronograma diario con un día de anticipación utilizando el progreso actual del trabajo, el cronograma de una semana y los nuevos trabajos reactivos de alta prioridad como guía. El supervisor de la tripulación combina las habilidades y tareas del personal. El supervisor de la tripulación maneja el trabajo y los problemas del día actual, incluso para reprogramar toda la tripulación para emergencias.

Principio 6: Medir el Desempeño con el Cumplimiento del Cronograma: El Wrench Time (Tiempo Efectivo de Mantenimiento) es la medida principal de la eficiencia de la fuerza laboral y de la efectividad de la planificación y la programación. El trabajo planificado antes de la asignación reduce los retrasos innecesarios durante los trabajos y el trabajo programado reduce los retrasos entre los trabajos. El cumplimiento del cronograma es la medida del cumplimiento del cronograma de una semana y su efectividad. (Palmer, 2005)

4.1.6 Planeación Mantenimiento

La planeación de mantenimiento busca garantizar la estabilidad de los activos durante su vida útil de los equipos de una organización, con orientación al control del gasto y la efectiva prolongación de las curvas de mantenimiento o curvas de desgaste de flota, como visión de la planificación es aumentar la productividad.

4.1.6.1 Principios de la planificación. La visión de la planificación es simplemente aumentar la productividad laboral. La misión de la planificación es preparar los trabajos para aumentar la productividad laboral. Tan simple como suena, cuando la gerencia implementa la planificación, se hace evidente que el sistema de planificación abunda en muchas sutilezas. La incapacidad de muchas empresas para reconocer o tratar estas sutilezas impide que sus organizaciones de planificación produzcan mejoras de productividad. Los siguientes principios guían la planificación a través de estas dificultades particulares para que sea efectiva.

Principio 1: Departamento Separado: Los planificadores están organizados en un departamento separado de los equipos de mantenimiento de embarcaciones para facilitar la especialización en técnicas de planificación y centrarse en el trabajo futuro.

Principio 2: Enfoque en el Trabajo Futuro: El Departamento de Planificación se concentra en el trabajo futuro (trabajo que no se ha comenzado) para proporcionar al Departamento de Mantenimiento al menos una semana de trabajo acumulado planificado, aprobado y listo para ejecutar. Esta cartera de pedidos permite a los equipos trabajar principalmente en el trabajo planificado.

Los supervisores de la tripulación manejan el trabajo y los problemas del día actual. Cualquier problema que surja después del comienzo de cualquier trabajo es resuelto por los técnicos o supervisores de la embarcación.

Después de cada finalización del trabajo, el técnico principal o supervisor realiza comentarios al Departamento de Planificación. La retroalimentación consiste en cualquier problema, cambio de plan u otra información útil para que los planes y horarios de trabajo futuros puedan mejorarse. Los planificadores se aseguran de que la información de retroalimentación se archiva correctamente para ayudar en el trabajo futuro.

Principio 3: Archivos de Nivel de Componente: El Departamento de Planificación mantiene un sistema de archivos simple y seguro basado en los números de etiqueta del equipo. El sistema de archivos permite a los planificadores utilizar los datos del equipo y la información aprendida en trabajos anteriores para preparar y mejorar los planes de trabajo, especialmente en tareas de mantenimiento repetitivo. La mayoría de las tareas de mantenimiento son repetitivas durante un período de tiempo suficiente. La información de costos de archivos ayuda a reparar o reemplazar decisiones.

Los supervisores y los ingenieros de planta están capacitados para acceder a estos archivos para recopilar la información que necesitan con una asistencia mínima del planificador.

Principio 4: Estimaciones Basadas en la Experiencia del Planificador: Los planificadores utilizan la experiencia personal y la información de archivo para desarrollar planes de trabajo para evitar retrasos en el trabajo anticipados y problemas de calidad o seguridad.

Como mínimo, los planificadores son técnicos experimentados de alto nivel que están capacitados en técnicas de planificación.

Principio 5: Reconocer la Habilidad de los Oficios: El Departamento de Planificación reconoce la habilidad de la artesanía. En general, la responsabilidad del

planificador es “qué” antes de “cómo”. El planificador determina el alcance de la solicitud de trabajo, incluida la aclaración de la intención del originador cuando sea necesario. Luego, el planificador planifica la estrategia general del trabajo (como reparar o reemplazar) e incluye un procedimiento preliminar si aún no hay uno en el archivo. Los técnicos de artesanía utilizan su experiencia para realizar la reparación o el reemplazo especificado. Los planificadores y técnicos trabajan juntos en trabajos repetidos para desarrollar mejores procedimientos y listas de verificación.

Principio 6: Medir el Desempeño con Muestreo de Trabajo: El tiempo de llave inglesa es la medida principal de la eficiencia de la fuerza laboral y de la efectividad de la planificación y la programación. El tiempo de la llave inglesa es la proporción del tiempo disponible para el trabajo durante el cual los técnicos artesanales no se ven impedidos de trabajar productivamente en un sitio de trabajo debido a demoras tales como la espera de asignación, autorización, piezas, herramientas, instrucciones, viajes, coordinación con otras embarcaciones, o información del equipo. El trabajo planificado antes de la asignación reduce los retrasos innecesarios durante los trabajos y el trabajo programado reduce los retrasos entre los trabajos. (Palmer, 2005)

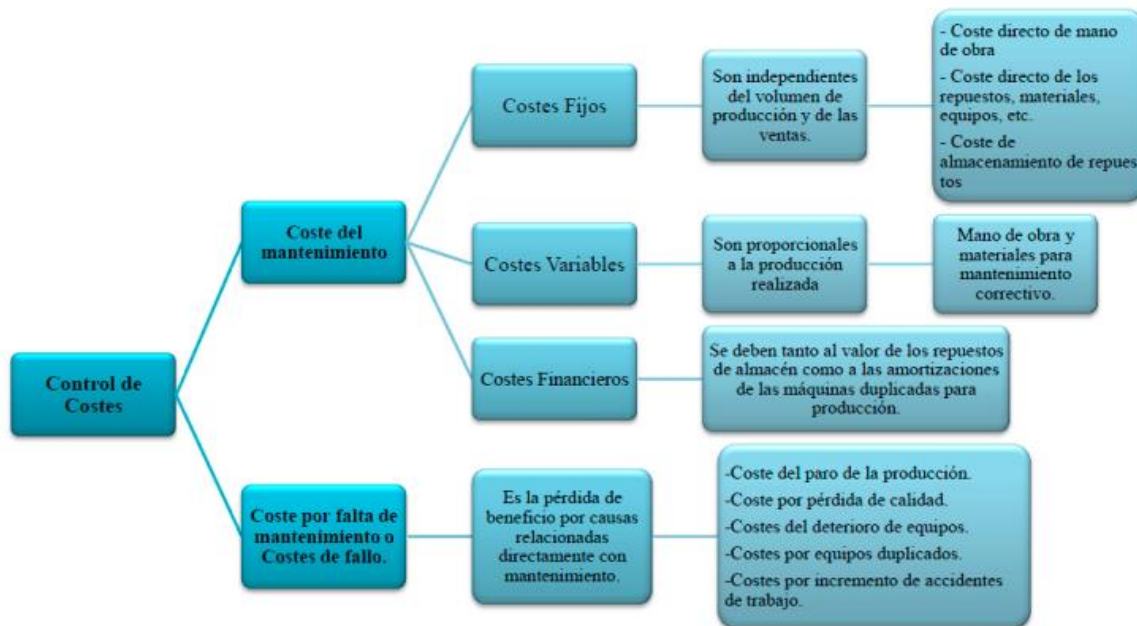
4.1.7 Costos mantenimiento

Como principal objetivo dentro de una organización es que el negocio sea rentable, para esto es indispensable el control del gasto, por ende el gasto producido por el proceso de mantenimiento debe ser orientado a obtener la mayor rentabilidad, dado que el proceso de mantenimiento es uno de los mayores generadores del gasto, dado esta premisa es importante la implementación de controles de costos en el proceso de mantenimiento, un correcto presupuesto y a su vez un control y seguimiento a la ejecución presupuestal de manera mensual, semanal y

diaria, resolverá este paradigma de que el proceso de mantenimiento es por donde se va el ingreso de la compañía.

Figura 1.

Costos de Mantenimiento



Nota: La figura muestra los costes generados por la realización de mantenimiento en una empresa, también se presentan los costes que implica la falta de éste. Tomado de Propuesta de un Plan de Mantenimiento para la Flota vehicular Megalog (p. 12), por: D. Hamid Allali, 2016, Universitat Politècnica de València

4.1.8 SAP ERP

Modulo para la gestión de mantenimiento, donde se debe establecer todo aquel activo fijo para su debida gestión en cuanto a ejecución de tareas planeadas dadas las recomendaciones de fabricante y a su vez las salidas de Almacén con sus costos acordes, se cuentan con diferentes herramientas y submódulos que son propios para desarrollar una buena y correcta gestión de mantenimiento, encontramos herramientas como SAP PM, hace referencia a mantenimiento

preventivo donde planifica de manera adelantada los mantenimientos preventivos que se deben intervenir (Saps4Hana, s.f.).

PM WOC: ordenes de mantenimiento, este submódulo tiene como principal objetivo alertar de que se debe hacer la actividad, para que se active primero debe existir un aviso en SAP, que detalle las actividades que se deben realizar, esta ot se debe detallar con un numero de orden de trabajo y este número es el q asegura toda la ejecución del proceso (Saps4Hana, s.f.).

4.1.9 Negocios inteligentes

Tiene como objetivo desarrollar herramientas para la toma de decisiones acertadas costo – beneficio, a través de la estadística y técnicas de análisis de datos que se convierten en una estrategia optima hoy en día para toda clase de negocio, esto asegura evitar el desvío del gasto y mantener soporte de manera contundente en la toma de decisiones, para la consecución de los objetivos, brindando beneficio y generando valor.

La práctica de BI mejora el panorama para la toma de decisiones, la información recolectada y analizada da una visión más amplia, reduce la incertidumbre y aumenta las posibilidades de maniobra rápida y efectiva. Detrás de un gran volumen de información hay patrones escondidos que a simple vista no se ven, por esto es necesario contar con las técnicas que suministra la práctica de BI. Por ejemplo, para el caso anteriormente mencionado de servicio de transporte, es posible coordinar la flota de vehículos disponible para atender determinadas zonas en las franjas de tiempo donde la demanda crece, pudiendo repartir de manera inteligente los recursos del sistema de transporte rotándolos en función de la demanda, basada en las franjas horarias y días de mayor volumen de pasajeros. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2018, p. 7)

En general podemos resumir los beneficios en los siguientes:

- Generación de mayores ingresos por ventas.
- Generar un mejor panorama del negocio.
- Reducir los tiempos en el proceso para la toma de decisiones.
- Mejorar la estructura de costos de producir o prestar un servicio.
- Disminuir los tiempos de proceso de un bien o servicio.
- Crear una cultura empresarial de medición.
- Mejorar las estrategias frente a la competencia.
- Planear más eficientemente el crecimiento de la empresa.
- Presupuestar con un alto grado de certeza los ingresos y egresos futuros.
- Conocer y segmentar mejor nuestros clientes.
- Crear estrategias de fidelización de clientes.
- Diversificar (ofrecer nuevos productos o servicios a nuevos clientes).
- Mejorar productos o servicios.
- Establecer la rentabilidad de cada producto.
- Mejorar la comunicación formal e informal de nuestra empresa.
- Mejorar la supervisión y el control en todas las áreas de negocio.
- Aumentar la satisfacción de los clientes.
- Hacer más eficientes las compras.
- Mejorar continuamente la información que se gestiona en la empresa. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2018, p. 8)

4.1.10 Gestión de activos

Disciplina que actualmente está siendo adoptada por las diferentes empresas industriales, con el propósito de asegurar el ciclo de vida de los activos físicos de la organización, orientados a

mejorar el rendimiento, aminorar los costos, extender la vida útil y obtener el mejor retorno de la inversión, se ha convertido en un modelo estratégico para la inversión capital (Revista IMG, 2020).

4.2 Marco Conceptual

4.2.1 Reparaciones mayores

En las empresas se contemplan las reparaciones mayores de los equipos, debido a la sobre operación de estos mismos, su mantenibilidad no puede ser frecuente dada la demanda o las necesidades de operación que requiere equipos disponibles y solo paran en caso de una avería, cuando un equipo requiere una reparación mayor se debe enfocar la atención en recurso técnico y de inversión reflejado en dinero, para nuevamente colocarla en marcha y apunto para el retorno de inversión (Botero, 1997).

4.2.2 Reparaciones menores

También conocido como reacondicionamiento o rehabilitación, que demandan pocas horas de parada para reparar la falla, se denomina como mantenimiento correctivo, de igual manera su enfoque en el recurso técnico no es de alto nivel y sus costos no son elevados, para volver a colocar el equipo disponible ante producción y retorne a operación.

4.2.3 Centros de operación

Son denominados unidades de negocio, donde se busca equilibrar la cantidad de equipos acordes a la exigencia operacional que demanda, son independientes con todo el recurso presupuestal en mano de obra directa e indirecta con asignación presupuestal definida para obtener el objetivo principal de la compañía.

4.2.4 Estructura organizacional transversal

Es una estrategia de negocio, donde se asegura un equipo, con la finalidad de apoyar los diferentes centros de operación, donde se declaran unos lineamientos, procesos y procedimientos

que todos los colaboradores deben adoptar, con esta estructura se busca a través de los datos controlar, asegurar y retroalimentar los procedimientos del proceso en pro de la mejora continua

4.2.5 Distancia promedio entre varadas DPV

Es una medida impuesta por el ente gestor Transmilenio S.A.S, que busca generar mayor confiabilidad en las flotas vehiculares asignadas a cada empresa que tenga concesiones adjudicadas para el transporte masivo de pasajeros, tiene como objetivo aumentar los kilómetros ejecutados de un vehículo automotriz sin vararse en un periodo de tiempo, de esta manera todas las compañías del sistema integrado de transporte publico de Bogotá SITP, reciben el ingreso económico para la sostenibilidad de la misma.

4.2.6 Minería de datos

Luego de que interpretamos las diferentes fases de la minería de datos, donde extraemos información, limpiamos, organizamos información, etc., debemos entrar en la revisión y aplicación de patrones nuevos, para lograr dichos patrones debemos implementar ciertos métodos o técnicas que nos permitirán realizar el desarrollo (Galán Cortina, 2015).

Aplicaremos en este proyecto técnicas de visualización, ya que la visualización de los datos es una representación gráfica de información, mediante el uso de elementos visuales como gráficas, mapas, segmentación, lo que nos permitirá detectar y comprender tendencias, valores atípicos, desviaciones y patrones en los datos, aplicaremos esta técnica ya que se toma un cargue masivo de información y lo que nos permitirá la toma de decisiones y mejoras de acción frente a costes y beneficios.

Se trabajará el desarrollo de dashboard, que nos permitirá mostrar los comportamientos atípicos y generar los planes de acción en el negocio de Este es mi Bus, esto orientado a generar cada día mejores estrategias para dar cumplimiento al contrato y finalmente a los ciudadanos.

Las técnicas más usadas en la minería de datos son provenientes de la inteligencia artificial y la estadística, el objetivo es aplicar algoritmos sobre un conjunto de datos para obtener resultados, en estas tenemos lo que son redes neuronales, basado en el paradigma de aprendizaje automatizado, la regresión lineal es una de las técnicas más utilizadas para relacionar datos, los árboles de decisión son un modelo de predicción teniendo en cuenta bases de datos construidas lógicamente y está basado en la toma de decisiones, está también la técnica de implantar modelos estadísticos y finalmente metodología de agrupamiento, donde busca tener identificar datos que sean cercanos a los ya registrados buscando similitudes en la información (Gestión Org., s.f.).

Aplicando las técnicas y tecnologías nos permite explorar grandes bases de datos, en este caso se exportarán los archivos xls que están en el sistema de información de la compañía, se trataran los datos aplicando las fases de extracción de conocimiento y se desarrollara la base de datos en MySQL que permitirá importar los datos desde las tablas creadas en la extensión .csv de Microsoft Excel (Galán Cortina, 2015).

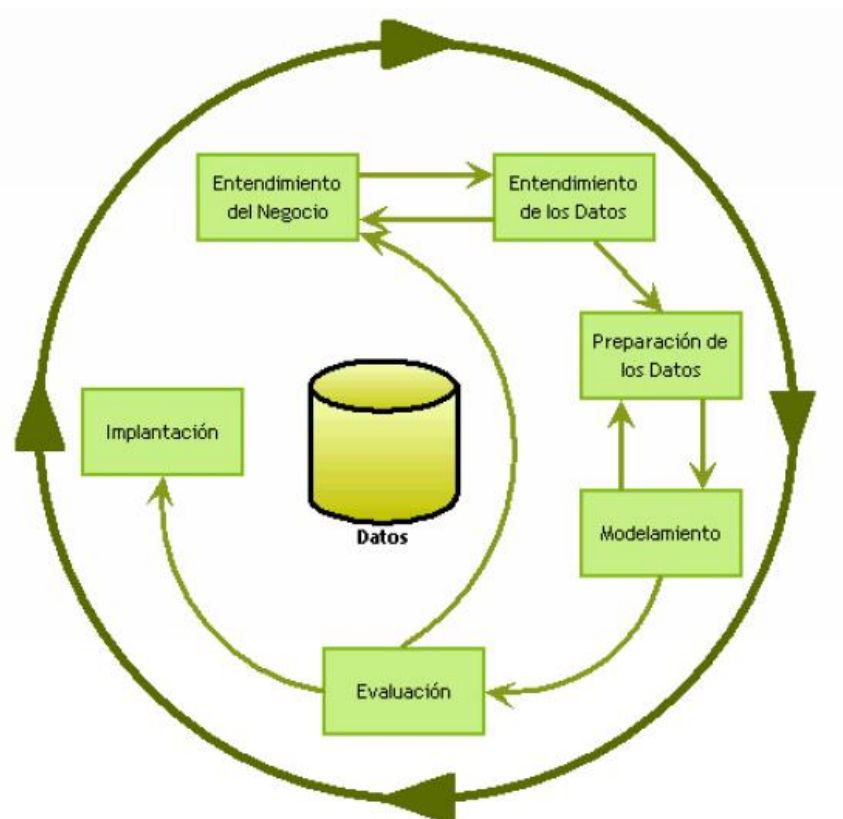
5. Metodología

5.1 Metodología CRISP-DM

Es la metodología que se va a implementar para el desarrollo del proyecto en el que se va a trabajar, está la vamos a aplicar al negocio fundamentando la explotación y análisis en la flota de Consorcio Express, para ello vamos a tener en cuenta el siguiente modelo y las siguientes fases:

Figura 2.

Secuencia del Proceso CRISP-DM



Nota: la figura muestra las fases en las que se divide CRISP-DM y las posibles secuencias a seguir entre ellas. Tomado de Aplicación de la Metodología CRISP-DM a un Proyecto de Minería de Datos en el Entorno Universitario (p. 22), por Víctor Galán Cortina, 2015, Universidad Carlos III de Madrid

5.1.1 Comprensión del negocio

La empresa del sistema integrado de transporte público (SITP) Consorcio Express, requiere un desarrollo basado en la minería de datos que le permita tomar las decisiones acertadas, que puedan generar oportunidades de mejora tanto económicamente y nivel empresarial con el fin de que se posicione como una de las mejores empresas del sistema.

A través de los datos minados, le permita explotar la flota al máximo y mantener la ejecución presupuestal, se quiere controlar y analizar en línea y a todo nivel la disposición de los recursos económicos que se invierten en la flota y el desgaste de la flota lo que llamamos curva de mantenimiento, que es la que a través de que van pasando los años se van generando ciertas inversiones necesarias y lo que se quiere es que sean planeadas y no por tomar malas decisiones. Sin antes tener en cuenta los datos minados que permitirán analizar y de antemano tomar la mejor decisión para la compañía, se requiere con prioridad con el fin de evitar la desviación de recursos y que los movimientos que se generen sean previamente analizados a 2.267 vehículos.

5.1.2 Determinar los objetivos del negocio – minería de datos

Desarrollar paneles de control a través de la minería de datos que permitan la sostenibilidad del Consorcio Express.

Desarrollar análisis de datos e implementar acciones de mejora en la flota generadas por los paneles de control.

Determinar que marca de buses es la más apropiada para vincular cero (0) kilómetros al concesionario en un futuro.

Determinar los vehículos que generan mayor gasto en reparaciones y hacer seguimiento a estos para posible desvinculación sin esperar su fin de vida útil.

5.1.3 Evaluación de la situación

En la actualidad no se tiene minería de datos en la compañía, ni análisis de información en los rendimientos y explotación de la flota, lo que esto permite no tener unos controles establecidos y se generan desviaciones de los recursos asignados, para mantener la flota a punto y poder cumplir a la ciudadanía con la excelencia en prestación del servicio.

Adicional podremos tener los costos por kilómetro de la flota por bus, por modelo, por tipología, por marca y por cada concesión los que nos facilitara saber cuáles son los gastos de cada una de estas, ya que hoy día el sistema de información implementado no nos muestra estos reportes de manera dinámica y segmentada que permita tomar las mejores decisiones para la compañía.

5.1.4 Criterio de éxito del negocio

Se cuenta con las herramientas necesarias, con los datos adecuados para realizar el análisis determinístico de la situación, para poder realizar las predicciones sobre la flota vinculada a la empresa Consorcio Express.

5.1.5 Realizar el plan del proyecto

Este proyecto se divide en las etapas que a continuación se describen:

5.1.5.1 Etapa 1. Análisis de la estructura de los datos que vamos a implementar, información exportada desde los sistemas de información de Consorcio Express, SAP, exporta costos, servicios y salidas de almacén cuantificado en pesos), GetSae (plataforma del ente gestor, que nos entrega kilómetros y varadas de vehículos), se solicitan los permisos para usar la información, con el beneficio de almacenarla en una base de datos y entregársela a la compañía, esto para que quede en el sistema de gestión integral documentado, dado que la herramienta será de uso frecuente para la toma de decisiones en la compañía frente a costes y beneficios.

5.1.5.2 Etapa 2. Se implementa base de datos en MySQL para la administración y almacenamiento de la información, esto pensando que son más de 1'048.576 registros que se utilizarán en un consolidado de los últimos 2 años (2019 y 2020), el ideal es mantener la base de datos para que se administren los datos hasta el final de la concesión que sería en el 2036, para ello se requiere de un motor de base de datos que permita almacenar la cantidad de información hasta este período.

5.1.5.3 Etapa 3. Se realiza la preparación de la información para que se contenga en una sola tabla, ya que se exportaron datos de diferentes sistemas de información que no están integrados y son independientes, SAP (Propio de Consorcio Express) y GetSae e ICO (propio del ente gestor-TransMilenio S.A), en esta etapa se extrae los únicos datos que se trabajaran para no saturar la base de datos con información que no se requiere.

5.1.5.4 Etapa 4. A continuación, se describirán las técnicas de modelado y ejecución adquiridos en la herramienta POWER BI para el análisis de los datos, que nos permitirán analizar el estado de la flota y orientar de la manera correcta la gestión de Mantenimiento en la empresa Consorcio Express.

➤RadarChart: Un gráfico de radar es “un método gráfico para mostrar datos multivariados en forma de un gráfico bidimensional de tres o más variables cuantitativas representadas en ejes que comienzan desde el mismo punto. La posición relativa y el ángulo de los ejes” (Github, 2018).

Un gráfico de radar es un “método gráfico para mostrar datos multivariados en forma de un gráfico bidimensional de tres o más variables cuantitativas representadas en ejes que comienzan desde el mismo punto” (QuestionPro, s.f.). La posición relativa y el ángulo de los ejes generalmente no son informativos. Aunque varias heurísticas, como los algoritmos que trazan los datos como el área total máxima, se pueden aplicar para clasificar las variables (ejes) en posiciones

relativas que revelan correlaciones distintas, compensaciones y una multitud de otras medidas comparativas.

➤Gráfico de columnas agrupadas: Es una visualización única que combina un gráfico de líneas y un gráfico de columnas.

La combinación de los dos gráficos en uno permite realizar una comparación más rápida de los datos, Los gráficos combinados pueden tener uno o dos ejes Y, los podremos utilizar si tiene un gráfico de líneas y un gráfico de columnas con el mismo eje X, comparar varias medidas con distintos intervalos de valores, para ilustrar la correlación entre dos medidas en una visualización, para comprobar si una medida cumple el objetivo que se define mediante otra medida (Hart, 2020).

➤Gráfico circular: Los gráficos circulares son círculos divididos en cuñas. Los gráficos de anillos son ruedas divididas en secciones.

Ninguno de los dos utiliza ejes x o y, ¿Cuándo usarlos? Estos gráficos muestran las categorías de datos como proporciones de un todo, por lo que son mejores para comparar sólo unos pocos valores, ¿Por qué elegir este tipo de gráfico? Puntos a tener en cuenta: un gráfico circular suele ser más eficaz que un gráfico de barras cuando se compara una categoría (una porción del pastel) con el total (todo el pastel) en un solo gráfico, los gráficos circulares son los más comúnmente usados para hacer comparaciones entre grupos, con los gráficos de anillos, puedes rotar las porciones, enfocarte en las específicas sacándolas de la gráfica, o cambiar el tamaño del agujero para agrandar o reducir el tamaño de los anillos. (Aitana Soluciones, 2018, párr. 4).

➤ Gráfico de líneas: se caracteriza por tener una o más líneas que corresponden a valores de datos de una determinada categoría.

¿Cuándo usarlo? Este tipo de visualización funciona mejor para mostrar y comparar tendencias a lo largo del tiempo. ¿Por qué elegir este tipo de gráfico? Un gráfico lineal muestra las diferencias entre la categoría y los valores de tiempo. Puedes utilizar dos o más líneas para comparar el rendimiento en una categoría, por ejemplo: Temperaturas anuales, meses y unidades vendidas, número de seguidores en las redes sociales por semana. (Aitana Soluciones, 2018, párr. 6)

➤ Gráfico de dispersión: utiliza puntos trazados en dos ejes de valores para mostrar y comparar valores numéricos.

Un gráfico de burbujas sustituye los puntos de datos por burbujas, cuyo tamaño representa una dimensión adicional de los datos, un gráfico de dispersión es bueno para comparar dos tipos de datos numéricos cuando se desea segmentar o categorizar uno o ambos tipos. Si deseas utilizar cuadrantes, o si los datos tienen tres series de datos que contienen cada una un conjunto de valores, deberás seleccionar un gráfico de burbujas, un gráfico de dispersión es útil para distinguir valores atípicos, correlaciones y categorización en dos conjuntos de datos, un gráfico de burbujas puede trazar puntos de datos por tamaño relativo, si desea segmentar tres conjuntos de datos por categoría, fuente o hito de la línea de tiempo. (Aitana Soluciones, 2018, párr. 7).

➤ Tabla: Es una cuadrícula que contiene datos relacionados en una serie lógica de filas y columnas. También puede contener encabezados y una fila de totales.

Las tablas funcionan bien con comparaciones cuantitativas en las que está mirando muchos valores para una única categoría. Las tablas son una excelente opción, para ver y comparar

datos detallados y valores exactos (en lugar de representaciones visuales), mostrar datos en un formato tabular, Para mostrar datos numéricos por categorías. (Hart, 2020, párr. 2).

➤Matriz: El objeto visual de matriz es similar a una tabla. Una tabla admite dos dimensiones y los datos son planos; es decir, que los “valores duplicados se muestran, pero no se agregan. Una matriz hace que sea más fácil mostrar los datos de manera significativa en múltiples dimensiones, ya que admite un diseño escalonado. La matriz agrega automáticamente los datos y permite explorarlos en profundidad” (Hart, 2020, párr. 1).

➤KPI indicador: Un indicador clave de rendimiento (KPI) es una “señal visual que comunica la cantidad de progreso realizado hacia una meta. Los indicadores clave de rendimiento son valiosos para que los equipos, gerentes y empresas evalúen rápidamente el progreso realizado en relación con objetivos medibles” (Sparkman, et al., 2017, párr. 2).

➤ChicletSlicer: “Es similar a un filtro Slicer disponible de forma nativa en Power BI, pero tiene mucha más flexibilidad e incluye la capacidad de usar imágenes en lugar de texto como filtros, utilizado para realizar segmentaciones en los informes que se generen” (Knight, 2016, párr. 3).

➤Timeline: Es un selector gráfico de rango de fechas utilizado como componente de filtrado en power bi, lo que hace que el filtrado de datos por dimensión de fecha sea fácil y divertido.

➤Text Filter: Filtro inteligente, utilizado para visualizar información específica.

5.1.5.5 Etapa 5 y 6. En esta etapa analizaremos los resultados obtenidos:

➤Evaluación inicial de herramientas y técnicas: se realiza el desarrollo del proyecto de minería de datos para analizar la flota con la herramienta POWER BI, como se indicó

anteriormente es una herramienta adecuada para realizar este tipo de análisis de información y la explotación de los datos.

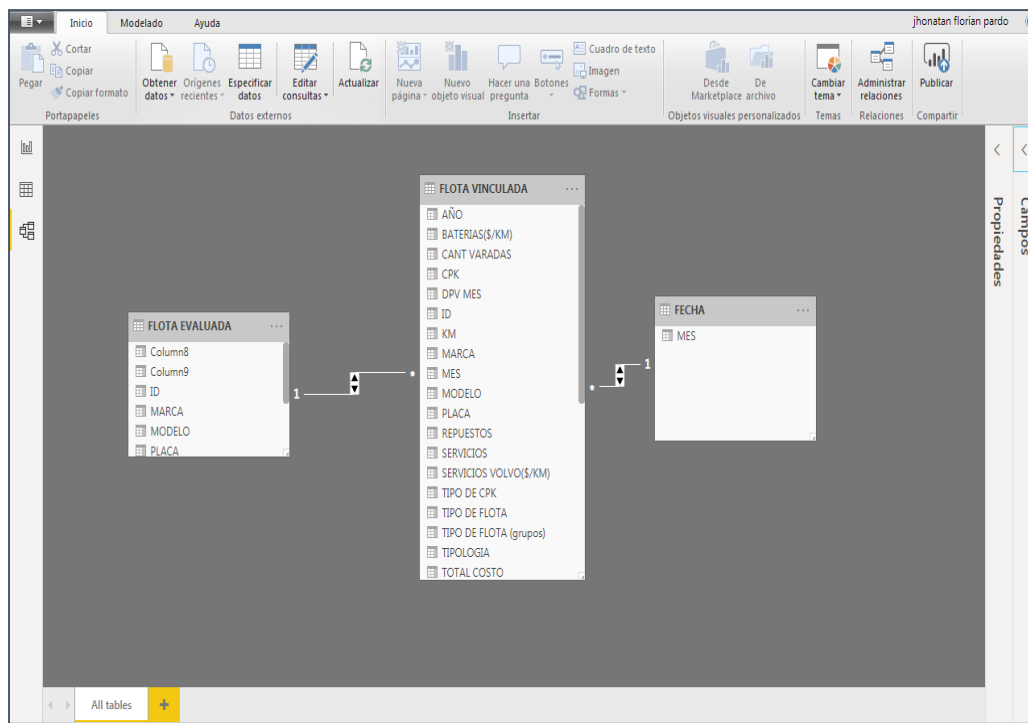
Se hace normalización de la base de datos.

Se instala conector Mysql-connector-net-8.0.16, se debe instalar esta versión dado a que la última versión no nos permite realizar la conexión entre la base de datos de MySQL y POWER BI.

➤Comprensión de los datos: En esta segunda fase de la metodología CRISP-DM “se realiza la recolección inicial de los datos para poder establecer un primer contacto con el problema, familiarizarse con los datos y averiguar su calidad, así como identificar las relaciones más evidentes para formular las primeras hipótesis” (Galán Cortina, 2015, p. 22).

Figura 3.

Esquema Relacional de la Base de Datos



Nota: la figura muestra las relaciones de la base de datos de proyecto. Elaboración propia

FLOTA_EVALUDA: Esta tabla se almacena registros de la flota vinculada en la empresa Este es mi Bus y describe en cada columna las características principales de cada vehículo vinculado.

FLOTA_VINCULADA: Esta tabla es la tabla central del almacén de datos, a continuación, una breve descripción de la conformación de cada columna de esta importante tabla.

FECHA: Tabla que contiene los periodos de evaluación en formato fecha.

5.1.6 Herramientas

MySql -Xampp, se creó la base de datos para que contenga inicialmente por lo menos 19.000 registros de una tabla que ya tiene implementado la extracción del conocimiento, lo que permitirá que los datos estén seguros y estructurados.

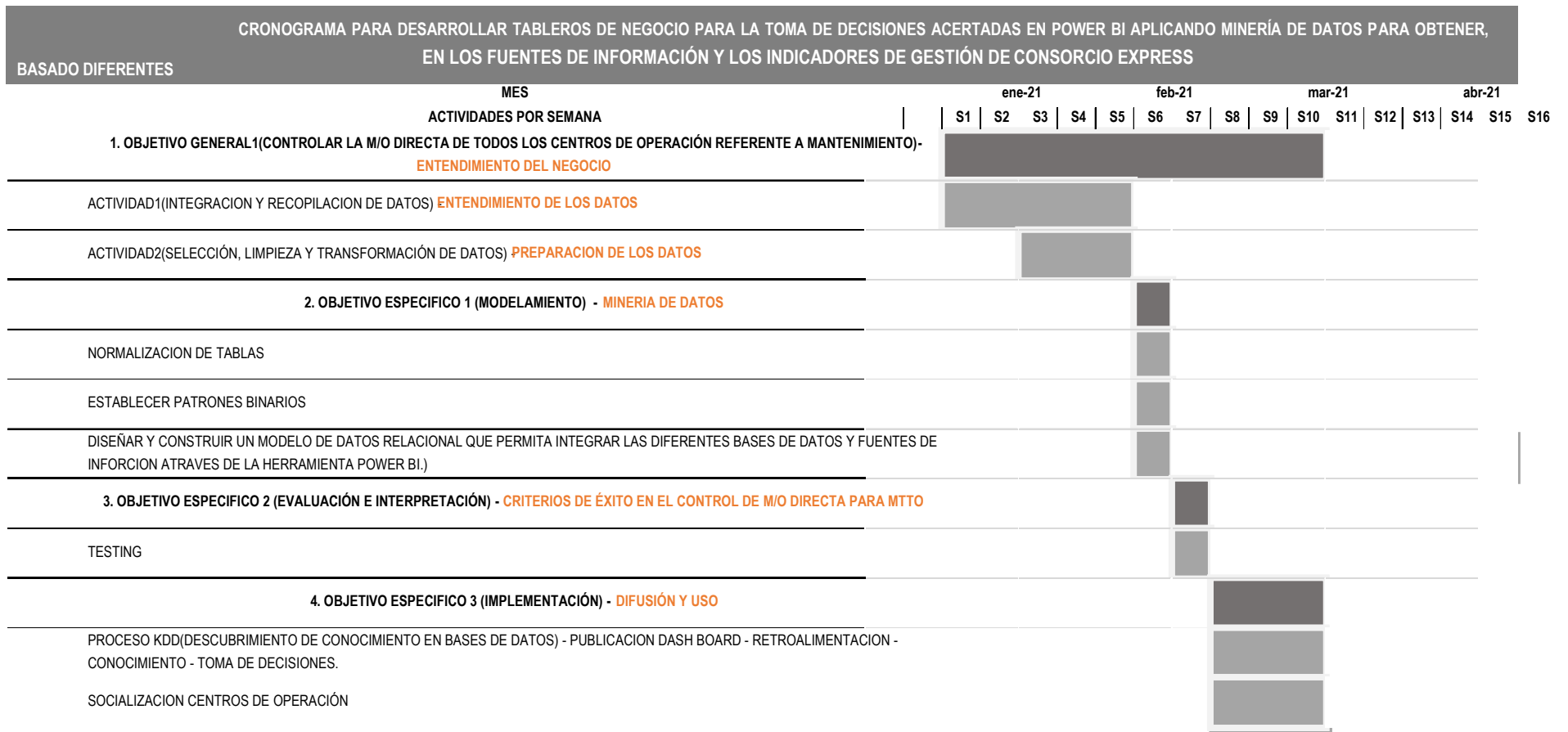
PowerBI, herramienta que es fácil de manipular, permite que la información generada en los tableros de negocio sea amena a todo nivel de la organización.

Mysql-connector-net-8.0.16, se debe instalar esta versión dado a que la última versión no nos permite realizar la conexión entre la base de datos de MySQL y POWER BI.

6. Cronograma de Actividades

Tabla 1.

Cronograma del Proyecto



7. Presupuesto

Tabla 2.

Presupuesto

Presupuesto para desarrollar tres tableros de negocio para la toma de decisiones acertadas en Power			
Bi aplicando minería de datos para obtener (CPK – costo por kilómetro) – confiabilidad de			
mantenimiento preventivo – curva de kilómetros de la flota, basado en los diferentes fuentes de			
información y los indicadores de gestión de consorcio Express			
Concepto	Cant	Costo unitario	Costo
NOMINA			
VLR HORA gerente planeación y programación	1	\$ 27.016	\$ 27.016
VLR HORA jefe planeación y programación	1	\$ 19.355	\$ 19.355
VLR HORA analista planeación y programación junior	4	\$ 8.065	\$ 32.258
Total, Nomina		\$ 54.435	\$ 78.629
Total Nomina Anual 243 Dias Laborales			\$ 19.106.855
Gastos de Oficina			
Papelerías útiles de oficina	1	\$ 100.000	\$ 100.000
equipos de computo	7	\$ 3.000.000	\$ 21.000.000
Licencias Microsoft 365	7	\$ 300.000	\$ 2.100.000
Canon de arrendamiento	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Total, Gastos De Oficina			\$ 25.100.000
Subtotal			\$ 44.206.855
Otros Gastos E Imprevistos 10%			\$ 4.420.685
Total			\$ 48.627.540

Fuente: elaboración propia

Referencias Bibliográficas

- Aitana Soluciones. (12 de septiembre de 2018). *8 tipos de gráficos para la visualización de datos en Power BI*. <https://blog.aitana.es/2018/09/12/tipos-graficos-power-bi/>
- Allali, D. (2016). *Propuesta de un Plan de Mantenimiento para la Flota vehicular Megalog*. (Trabajo de Máster en Ingeniería del Mantenimiento). Valencia: Facultad de Arquitectura e Ingeniería. Universitat Politècnica de València.
- Bogotá Cómo Vamos. (s.f.). *Conoce qué es el Sistema Integrado de Transporte Público*. <https://bogotacomovamos.org/as/>
- Botero, C. (1997). Manual de mantenimiento parte IX: reparaciones mayores almacén de mantenimiento. *Informador Técnico*(55), 24-34. doi:10.23850/22565035.1130
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2018). *Guía de negocios inteligentes*. Bogotá: Cámara de Comercio. <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/23121/Negocios%20Inteligentes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Galán Cortina, V. (2015). *Aplicación de la metodología CRISP-DM a un proyecto de minería de datos en el entorno universitario*. (Trabajo de grado). Madrid: Escuela Politécnica Superior Ingeniería en Informática. Universidad Carlos III de Madrid .
- Gestión Org. (s.f.). *Técnicas de minería de datos*. <https://www.gestion.org/el-proceso-en-la-mineria-de-datos/>
- Github. (noviembre de 2018). *PowerBI-visuals-RadarChart*. <https://github.com/microsoft/PowerBI-visuals-RadarChart>
- Hart, M. (18 de junio de 2020). *Creación de visualizaciones de matriz en Power BI*. Microsoft: <https://docs.microsoft.com/es-es/power-bi/visuals/desktop-matrix-visual>

- Hart, M. (18 de junio de 2020). *Creación y uso de gráficos combinados en Power BI*. Microsoft:
<https://docs.microsoft.com/es-es/power-bi/visuals/power-bi-visualization-combo-chart>
- Hart, M. (10 de febrero de 2020). *Tablas en informes y paneles de Power BI*. Microsoft:
<https://docs.microsoft.com/es-es/power-bi/visuals/power-bi-visualization-tables>
- Knight, D. (6 de octubre de 2016). *Elementos visuales personalizados de Power BI: cortador de chiclet*. Pragmatic Works: <https://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=https://blog.pragmaticworks.com/power-bi-custom-visuals-chiclet-slicer&prev=search>
- Medrano-Márquez, J., González Ajuech , V., & Días de León Santiago , V. (2017). *Mantenimiento técnicas y aplicaciones*. México: Patria.
- Moubray , J. (1997). *Reliability centered maintenance* (2 ed.). Madrid: Ellmman.
- Palmer, R. (2005). *Maintenance Planning and Scheduling Handbook* (2 ed.). Neptune Beach, Florida: McGraw-Hill. <https://predictiva21.com/planificacion-programacion-mantenimiento/>
- QuestionPro. (s.f.). *Gráfico de Araña*. <https://www.questionpro.com/es/help/spider-chart-analysis.html>
- Revista IMG. (4 de abril de 2020). *¿Qué importancia tiene la Gestión de Activos para las empresas industriales?*. <https://www.revistaimg.com/que-importancia-tiene-la-gestion-de-activos-para-las-empresas-industriales/>
- Revista Portafolio. (8 de abril de 2019). *Podemos invertir en una fábrica de buses eléctricos para el país*. Sección Negocios: <https://www.portafolio.co/negocios/byd-podemos-invertir-en-una-fabrica-de-buses-electricos-para-el-pais-528357>

Saps4Hana. (s.f.). *Ap-pm un modulo para la gestion del mantenimiento.*

https://saps4hanainfo.com/sap-pm-un-modulo-para-la-gestion-del-mantenimiento/#google_vignette

Scania Colombia . (s.f.). *Buses and coaches.* Products and services:

<https://www.scania.com/co/es/home/products-and-services/buses-and-coaches.html>

Sparkman, M., Parente, J., Mabee, D., & Sebolt, M. (7 de febrero de 2017). *Working with KPIs in*

Reporting Services. Microsoft: <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/reporting-services/working-with-kpis-in-reporting-services?view=sql-server-2017>

Transmilenio S.A. (9 de agosto de 2012). *Sistema Integrado de Transporte Público SITP.*

https://www.sitp.gov.co/publicaciones/40140/sistema_integrado_de_transporte_publico_sitp/

Volvo Group. (s.f.). *Sistema de buses de tránsito rápido.* [https://www.volvobuses.co/es-co/our-](https://www.volvobuses.co/es-co/our-offering/products/bus-rapid-transit.html)

[offering/products/bus-rapid-transit.html](https://www.volvobuses.co/es-co/our-offering/products/bus-rapid-transit.html)