Maestría

ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

Proyecto desarrollado para la Especialización en Business Intelligence y Big Data

AUTORES:

Stephanie Alejandra Calvache Silva

Verónica Maricela Castillo Llumiquinga

Andrés Sebastián Estrella López

Ana Cristina Muncha Quezada

Daniel Andrés Tamayo Yanez

TUTOR: José Antonio García Fernández

Análisis Inteligente de Ventas y Mercado Toyota del Ecuador

REINVENTEMOS EL FUTURO

Análisis Inteligente de Ventas y Mercado Toyota del Ecuador

Por

Autores

Stephanie Alejandra Calvache Silva
Verónica Maricela Castillo Llumiquinga
Andrés Sebastián Estrella López
Ana Cristina Muncha Quezada
Daniel Andrés Tamayo Yanez

Octubre 2026

Aprobado



Cristian Melo
Presidente(a) del Tribunal
Universidad Internacional del Ecuador

Nosotros, Cristian Javier Melo González e Ignacio Maroto, declaramos que conocemos personalmente a los graduandos Stephanie Alejandra Calvache Silva, Verónica Maricela Castillo Llumiquinga, Andrés Sebastián Estrella López, Ana Cristina Muncha Quezada, y Daniel Andrés Tamayo Yanez, y que el proyecto de especialización «Análisis Inteligente de Ventas y Mercado Toyota del Ecuador» es original, auténtico y personal de sus autores.



Cristian Melo

Coordinador MBA UIDE



Ignacio Maroto

Provost WBS

Autoría del Proyecto de Especialización

Nosotros, Stephanie Alejandra Calvache Silva, Verónica Maricela Castillo Llumiquinga, Andrés Sebastián Estrella López, Ana Cristina Muncha Quezada, y Daniel Andrés Tamayo Yanez, declaramos bajo juramento que el proyecto de especialización titulado «Análisis Inteligente de Ventas y Mercado Toyota del Ecuador» es de nuestra autoría y exclusiva responsabilidad legal y académica; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional; y que se han citado las fuentes correspondientes, respetando la normativa vigente y los derechos de autor.

Stephanie Calvache

Firmado digitalmente por Stephanie Calvache
Fecha: 2026.10.20 09:02:23 -05'00'

Stephanie Alejandra Calvache Silva
Correo electrónico:
stcalvachesi@uide.edu.ec

Veronica Castillo

Firmado digitalmente por Veronica Castillo
Fecha: 2026.10.20 09:02:57 -05'00'

Verónica Maricela Castillo Llumiquinga
Correo electrónico:
vecastilloll@uide.edu.ec

Andres Estrella

Firmado digitalmente por Andres Estrella
Fecha: 2026.10.20 09:03:54 -05'00'

Andrés Sebastián Estrella López
Correo electrónico:
anestrellalo@uide.edu.ec

Ana Muncha

Firmado digitalmente por Ana Muncha
Fecha: 2026.10.20 09:03:26 -05'00'

Ana Cristina Muncha Quezada
Correo electrónico:
anmunchaqu@uide.edu.ec

Daniel Tamayo

Firmado digitalmente por Daniel Tamayo
Fecha: 2026.10.20 09:04:16 -05'00'

Daniel Andrés Tamayo Yanez
Correo electrónico:
datamayoya@uide.edu.ec

Autorización de Derechos de Propiedad Intelectual

Nosotros, Stephanie Alejandra Calvache Silva, Verónica Maricela Castillo Llumiquinga, Andrés Sebastián Estrella López, Ana Cristina Muncha Quezada, y Daniel Andrés Tamayo Yanez, en calidad de autores del proyecto de especialización titulado «Análisis Inteligente de Ventas y Mercado Toyota del Ecuador», autorizamos a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) a realizar un uso académico y no comercial de este documento y a incorporarlo en los repositorios institucionales que correspondan, de conformidad con la normativa aplicable sobre propiedad intelectual y protección de derechos de autor.

D. M. Quito, octubre de 2026

Stephanie Calvache

Firmado digitalmente por Stephanie Calvache
Fecha: 2026.10.20 09:04:50 -05'00'

Stephanie Alejandra Calvache Silva
Correo electrónico:
stcalvachesi@uide.edu.ec

Veronica Castillo

Firmado digitalmente por Veronica Castillo
Fecha: 2026.10.20 09:05:32 -05'00'

Verónica Maricela Castillo Llumiquinga
Correo electrónico:
vecastilloll@uide.edu.ec

Andres Estrella

Firmado digitalmente por Andres Estrella
Fecha: 2026.10.20 09:08:03 -05'00'

Andrés Sebastián Estrella López
Correo electrónico:
anestrellalo@uide.edu.ec

Ana Muncha

Firmado digitalmente por Ana Muncha
Fecha: 2026.10.20 09:06:46 -05'00'

Ana Cristina Muncha Quezada
Correo electrónico:
anmunchaqu@uide.edu.ec

Daniel Tamayo

Firmado digitalmente por Daniel Tamayo
Fecha: 2026.10.20 09:09:00 -05'00'

Daniel Andrés Tamayo Yanez
Correo electrónico:
datamayoya@uide.edu.ec

Dedicatorias y Agradecimientos

Dedicatoria

Dedico este proyecto, con todo mi amor, a mis papás, a mis hijas y a mi gemela, quienes han sido mi pilar, mi fuerza y mi mayor inspiración a lo largo de este camino. Gracias por su amor incondicional, por estar a mi lado en cada etapa y por impulsarme siempre a ser una mejor persona.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios por regalarme la oportunidad, la fortaleza y la sabiduría para alcanzar una meta más en mi vida.

A mis papás y a Santiago Macas, les expreso mi más profundo agradecimiento por acompañarme durante este período de aprendizaje y crecimiento. Gracias por su apoyo incondicional. A todos ustedes, gracias por ser parte de este sueño hecho realidad.

Stephanie Calvache

Firmado digitalmente por Stephanie Calvache
Fecha: 2026.10.20 09:09:30 -05'00'

Stephanie Alejandra Calvache Silva
Correo electrónico: stcalvachesi@uide.edu.ec

Dedicatoria

A mis hijos, Martina y Benjamín, el amor que me impulsa a seguir, aun en los días difíciles. A mi mami, por sus abrazos, sus enseñanzas y ese amor que siempre ha sido mi refugio. Este sueño cumplido lleva sus nombres y todo mi corazón.

Agradecimiento

A Dios, por darme fortaleza y guiarme durante este camino.

A mi familia, por su apoyo y comprensión en cada etapa de mi maestría.

A mis docentes, por sus enseñanzas y orientación en mi formación profesional.

Veronica Castillo

Firmado digitalmente por Veronica Castillo
Fecha: 2026.10.20 09:10:00 -05'00'

Verónica Maricela Castillo Llumiquinga
Correo electrónico: vecastilloll@uide.edu.ec

Dedicatoria

A mi mamá, a mi novia y a mi sobrino David Santiago, quienes han sido parte fundamental de esta etapa.

Agradecimiento

A mi novia, por comprender los desvelos y los planes pospuestos; a mi mamá, por apoyarme siempre; y a David Santiago, por alegrar mis días.

Andres Estrella

Firmado digitalmente por Andres Estrella
Fecha: 2026.10.20 09:11:25 -05'00'

Andrés Sebastián Estrella López
Correo electrónico: anestrellalo@uide.edu.ec

Dedicatoria

A mi padre, mi ángel en el cielo, cuyo recuerdo vive en cada página; a mi madre, guerrera incansable que me enseña a no rendirme; a mis hermanos y sobrinos, mi alegría más pura; y a mi novio, mi refugio y compañía. Este sueño cumplido es nuestro.

Agradecimiento

Gracias a mi familia y a mi novio por sostenerme cuando las fuerzas me faltaban y por creer en mí cuando yo dudaba. Cada logro de este camino lleva un pedacito de su amor.

Ana Muncha

Firmado digitalmente por Ana Muncha
Fecha: 2026.10.20 09:12:24 -05'00'

Ana Cristina Muncha Quezada
Correo electrónico: anmunchaqu@uide.edu.ec

Dedicatoria

Dedico este proyecto a mis padres, por ser el origen de mis valores, mi fortaleza y mi perseverancia. Su ejemplo ha sido fundamental para impulsarme a seguir adelante y alcanzar cada meta que me he propuesto.

Agradecimiento

A mis hijos, por ser mi mayor inspiración y motivación para seguir creciendo cada día. A mis profesores, por compartir sus conocimientos y acompañarnos en este proceso de aprendizaje. Y a mis compañeros, por el esfuerzo, la colaboración y las experiencias compartidas a lo largo de este camino académico.

A todos ustedes, gracias por ser parte de este logro.

Daniel Tamayo

Firmado digitalmente por Daniel Tamayo
Fecha: 2026.10.20 09:12:51 -05'00'

Daniel Andrés Tamayo Yanez
Correo electrónico: datamayoya@uide.edu.ec

Índice de Contenido

Introducción y objeto del proyecto **20**

Parte I **21**

Capítulo 1 ..... **21**

1.1 Presentación de la empresa 21

1.2 Identificación de los objetivos iniciales y definición del problema 22

Definición inicial del problema 22

Objetivos específicos 22

1.3 Áreas y personas que demandan información y uso actual 22

Identificación de las áreas demandantes de información 22

Gerencia General 23

Área Comercial 23

Marketing 24

Operaciones e Inventarios 24

Finanzas 24

Red de Concesionarios 25

Uso actual de la información 25

1.4 Objetivos de las áreas y necesidades detectadas 26

Gerencia General 26

Área Comercial 26

Marketing 26

Operaciones e Inventarios 27

Finanzas 27

Red de Concesionarios 27

1.5 Definición de los KPIs relevantes 28

KPIs principales del proyecto 28

KPIs prioritarios para la primera fase 29

Capítulo 2 ..... **30**

2.1 Origen de la información y recurrencia de carga: interna y externa 30

2.1.1 Fuente externa principal 30

2.1.2 Información interna del proyecto 30

2.2 Sistemas y destino de la carga 31

2.2.1 Sistemas origen 31

2.2.2 Destino de la carga 34

2.3 Almacenamiento en Data Warehouse y Datamarts 35

2.4 Carencias y problemas en la carga de datos 38

2.5 Informes que se generan actualmente, necesidades detectadas y no cubiertas 41

2.5.1 Informes que se generan actualmente 41

2.5.2 Necesidades detectadas 42

2.5.3 Necesidades no cubiertas 43

Capítulo 3 ..... **45**
3.1 Procesos de carga de datos (ETL, data lake) 45
3.1.1 ¿Cómo funcionará la carga? 45
3.1.2 Herramientas propuestas 45
3.1.3 Frecuencia de carga 46
3.1.4 Controles básicos 46
3.1.5 Diagrama del proceso 46
3.2 Información y calidad de la información disponible 47
3.2.1 Fuentes de datos utilizadas 47
3.2.2 Proceso de validación de calidad (ETL) 47
3.2.3 Problemas de calidad identificados 48
3.2.4 Propuestas de mejora 49
3.3 Horarios de carga y accesibilidad 49
3.3.1 Horarios de carga de información 49
3.3.2 Disponibilidad de la información 50
3.3.3 Accesibilidad de la información 51
3.4 Variables disponibles y acceso al Data Warehouse 51
3.4.1 Variables disponibles 51
3.4.2 Modelo de acceso al Data Warehouse 52
3.4.3 Forma de acceso 53
3.4.4 Seguridad del Data Warehouse 53
3.5 Sistemas implicados en los procesos 53
3.6 Recursos de IT o externos empleados 56
3.6.1 Recursos tecnológicos de IT 56
3.6.2 Recursos externos empleados 57
3.6.3 Responsabilidades de los proveedores externos 57
3.6.4 Recursos mínimos para la fase inicial 58

Capítulo 4 ..... **59**
4.1 Análisis de herramientas y selección de la solución de visualización 59
4.1.1 Datos disponibles para el cálculo de los KPIs 59
4.1.2 Análisis individual de cada herramienta 60
4.1.3 Matriz de decisión ponderada 61
4.1.4 Herramienta seleccionada: Microsoft Power BI 62
4.1.5 Diseño del tablero de Power BI para los 4 KPIs 62
4.2 Selección de usuarios y perfiles de uso de cada dashboard 64
4.2.1 Enfoque para la selección de usuarios 64
4.2.2 Usuarios y perfiles por dashboard 64
4.3 Necesidades de información y accesos por departamento y perfil 70
4.3.1 Necesidades de información por departamento 70
4.3.2 Información requerida por cada perfil 71
4.3.3 Matriz de accesos por perfil 75
4.3.4 Mecanismos de acceso 76
4.3.5 Controles de seguridad 76

4.3.6 Procedimiento para asignar accesos....77
4.4 Revisión y cumplimiento de los objetivos iniciales....77
4.4.1 Integración y consolidación de la información....77
4.4.2 Calidad y gobernanza de los datos....78
4.4.3 Disponibilidad de información para la toma de decisiones....78
4.4.4 Infraestructura tecnológica....78
Capítulo 5....80
5.1 Identificación de la situación actual del departamento....80
5.1.1 Diagnóstico general....80
5.1.2 Nivel de madurez frente al proyecto....82
5.2 Definición de las carencias en formación y recursos....82
5.2.1 Carencias en formación....83
5.2.2 Carencias en recursos....84
5.2.3 Prioridades recomendadas....86
5.3 Coordinación de los flujos con otras áreas....86
5.4 Definición del organigrama, dependencias de otras áreas y solución de problemas....87
Organigrama propuesto....88
Dependencias con otras áreas....88
Solución de problemas....89
5.5 Recursos externos destinados: subcontratación....90
Resumen de recursos externos vs. Internos....92
5.6 Business case de costes y beneficios....93
5.6.1 Alcance, horizonte y supuestos metodológicos....93
5.6.2 Inversión inicial (CAPEX)....94
5.6.3 Costos operativos anuales (OPEX)....95
5.6.4 Beneficios tangibles....96
5.6.5 Beneficios intangibles....97
5.6.6 Flujo económico equivalente proyectado....98
5.6.7 Indicadores financieros....98
5.6.8 Análisis de sensibilidad....100
Parte II....101
Capítulo 6....101
6.1 Seleccionar e identificar fuentes de datos, tanto externas como internas, estructuradas o semiestructuradas, que puedan ser utilizadas....101
6.2 Encontrar y definir la relación de los datos para ayudarnos a resolver y mejorar nuestra propuesta inicial....106
6.2.1 Claves de relación entre las fuentes....106
6.2.2 Modelo conceptual de relación (esquema en estrella)....107
6.3 Buscar los casos de uso que nos van a permitir incorporar esos datos en nuestro modelo de BI....109
6.4 Entender y justificar para nuestro proyecto el impacto que el Big Data puede aportar, y en qué áreas, departamentos y procesos de negocio....111

Impacto en los cuatro KPIs estratégicos 112
Áreas y procesos de negocio beneficiados 113
Evolución de BI hacia Big Data 114

Capítulo 7 115
7.1 Analizar las alternativas de diferentes proveedores propuestos 115
7.1.1 Alternativas de herramienta / plataforma 115
7.1.3 Alternativas de recursos externos 116
7.2 Hacer una selección de nuestra alternativa mejor de proveedor 118
7.2.1 Matriz de decisión ponderada para infraestructura en la nube 118
7.2.2 Matriz de Kraljic para el posicionamiento estratégico de proveedores 119
7.2.3 Comparación cualitativa de los componentes del costo total de propiedad 120
7.3 Definición del modelo de Cloud Computing 121
Modelo principal: PaaS 121
Modelo complementario: SaaS 121
Rol de IaaS en el proyecto 122
Justificación de la elección 122
Síntesis del modelo recomendado 122
7.4 Flujo de la integración de nuestra arquitectura Big Data con el datawarehouse o estructura de BI alternativa 123
7.4.1 Flujo propuesto de integración 123
7.4.2 Ingesta y almacenamiento inicial de los datos 123
7.4.3 Integración, transformación y control de calidad 124
7.4.4 Data Warehouse, Datamarts y consumo en Power BI 124
7.4.5 Alternativa cloud y evolución hacia Big Data 125
7.4.6 Resultado esperado 125

Capítulo 8 126
8.1 Introducción y análisis de framework 126
8.2 Comparación de frameworks 129
8.2.1 Apache Hadoop 129
8.2.2 Apache Spark 130
Tabla comparativa 132
8.3 Selección crítica 133
Framework seleccionado: Apache Spark 133
Criterios técnicos 133
Necesidades reales del proyecto 134
Escalabilidad y evolución 134
Frameworks no priorizados en la fase actual 134
Conclusión de la selección 135
8.4 Ecosistema Big Data 135
Componentes del ecosistema propuesto 136
Fuentes e ingesta de información 137
Azure Data Lake como repositorio de datos 137
Apache Spark como motor de procesamiento 138

Integración con el Data Warehouse y los Datamarts 139
Power BI como capa de consumo 139
Evolución hacia procesamiento en tiempo real 140
Analítica avanzada y Machine Learning 140
Calidad, seguridad y gobierno del ecosistema 141
Flujo consolidado del ecosistema 141
Evolución progresiva del ecosistema 142

Capítulo 9 142
9.1 Identificar y definir el objetivo de aplicación del modelo de aplicación de data science y machine learning en el proyecto 142
9.1.1 Identificación de la oportunidad 142
9.1.2 Necesidad identificada 143
9.1.3 Relación con los KPIs del proyecto 143
9.1.4 Objetivo de aplicación de Data Science y Machine Learning 144
9.2 Fuentes de datos utilizadas 145
Fuentes de datos y vinculación con los cuatro KPI 145
Variables requeridas para el cálculo de los indicadores 146
Formatos y estructura de los datos 147
Volumen, frecuencia y crecimiento de la información 148
Calidad de los datos y controles por KPI 148
Procesamiento de datos: del origen a los dashboards 149
Extracción y preservación 149
Transformación y validación 149
Carga, actualización y modelado 150
Cálculo y visualización 150
Resultado esperado y delimitación del alcance 150
9.3 Área de aplicación y departamentos de negocio implicados 151
9.4 Identificación de la mejora esperada 155
9.4.1 Situación actual frente a situación esperada 155
9.4.2 Mejora esperada por área de negocio 156
9.4.3 Mejora esperada sobre los indicadores 156
9.4.4 Condiciones para que la mejora se materialice 157
9.5 Cuantificar la mejora en el área de aplicación a través de un business case 157
9.5.1 Costos estimados de implementación y operación 158
9.5.2 Mejora esperada 159
9.5.3 Resultado económico del business case 161
9.5.4 Análisis de sensibilidad 161
9.5.5 Indicadores para validar la mejora 162
9.5.6 Conclusión del business case 163

Capítulo 10 164
10.1 Identificar y definir el objetivo de aplicación del modelo de aplicación de real time 164
10.1.1 Identificación del objetivo de aplicación 164

10.1.2 Definición del objetivo de aplicación 168
10.2 Fuentes de datos utilizadas 170
AutoPlus 171
Inventario de vehículos 172
Ventas y pedidos de concesionarios 172
CRM comercial 173
Canales digitales de Toyota 174
Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE) 174
Información pública de Toyota del Ecuador 175
Base histórica y tablas de homologación 175
Fuentes de datos utilizadas en el modelo de Real Time 176
Integración entre fuentes históricas y datos de alta frecuencia 177
Flujo de utilización de los datos 177
Consideraciones de calidad y disponibilidad 178
10.3 Área de aplicación y departamentos de negocio implicados 179
Área de aplicación 180
Departamentos de negocios implicados 180
Integración interdepartamental y valor empresarial 181
10.4 Identificación de la mejora esperada 181
Participación de mercado 182
Ranking de modelos más vendidos 182
Ingresos potenciales por venta 183
Demanda geográfica 183
Mejora en la calidad y disponibilidad de la información 183
10.5 Cuantificar la mejora en el área de aplicación a través de un business case 185
10.5.1 Alcance y supuestos de evaluación 185
10.5.2 Costos incrementales estimados 185
10.5.3 Beneficios y control de doble conteo 186
10.5.4 Flujo e indicadores del escenario base 186
10.5.5 Sensibilidad y criterio de decisión 187
Conclusiones y aplicaciones 188
Referencias 189

Índice de Tablas

Tablas

Tabla 1 *KPIs principales del proyecto* 28
Tabla 2 *Síntesis de fuentes y recurrencia* 31
Tabla 3 *Sistemas de origen y frecuencia de actualización* 32
Tabla 4 *Tecnologías propuestas* 35
Tabla 5 *Fuentes y recurrencia del Data Warehouse* 38
Tabla 6 *Carencias, riesgos y recomendaciones para la carga de datos* 40
Tabla 7 *Etapas del proceso de carga* 45
Tabla 8 *Herramientas propuestas por etapa* 45
Tabla 9 *Cronograma de carga de información* 50
Tabla 10 *Perfiles y niveles de acceso* 51
Tabla 11 *Acceso al Data Warehouse por área y usuario* 52
Tabla 12 *Recursos tecnológicos de IT* 56
Tabla 13 *Recursos externos empleados* 57
Tabla 14 *Datos disponibles para el cálculo de los KPIs* 59
Tabla 15 *Matriz de decisión ponderada de herramientas BI* 61
Tabla 16 *Estructura del tablero de Power BI* 63
Tabla 17 *Perfiles generales de uso* 64
Tabla 18 *Dashboard ejecutivo corporativo* 64
Tabla 19 *Dashboard comercial y de ventas* 65
Tabla 20 *Dashboard de inventario y disponibilidad de vehículos* 66
Tabla 21 *Dashboard de posventa, talleres y repuestos* 66
Tabla 22 *Dashboard de experiencia del cliente* 67
Tabla 23 *Dashboard financiero y de rentabilidad* 67
Tabla 24 *Dashboard de marketing y gestión de prospectos* 68
Tabla 25 *Matriz consolidada de usuarios* 68
Tabla 26 *Perfiles de acceso recomendados* 69
Tabla 27 *Necesidades de información por departamento* 70
Tabla 28 *Matriz de accesos por perfil* 75
Tabla 29 *Coordinación de los flujos de información entre áreas* 87
Tabla 30 *Problemas operativos y soluciones propuestas* 89
Tabla 31 *Recursos externos e internos y responsables de control* 92
Tabla 32 *Inversión inicial del proyecto (CAPEX)* 94
Tabla 33 *Costos operativos anuales del proyecto (OPEX)* 95
Tabla 34 *Beneficios tangibles estimados a plena madurez* 96
Tabla 35 *Proyección anual de beneficios tangibles* 97
Tabla 36 *Flujo económico equivalente proyectado* 98
Tabla 37 *Indicadores financieros del escenario base* 99
Tabla 38 *Análisis de sensibilidad financiera* 100
Tabla 39 *Selección y clasificación de fuentes de datos* 102

Tabla 40 *Relación entre las fuentes de datos identificadas* 106
Tabla 41 *Priorización de casos de uso según valor y factibilidad* 109
Tabla 42 *Casos de uso y fuentes de datos vinculadas* 110
Tabla 43 *Comparación ponderada de herramientas de visualización* 115
Tabla 44 *Recursos externos y aportes al proyecto* 117
Tabla 45 *Matriz de decisión ponderada de infraestructura en la nube* 118
Tabla 46 *Matriz de Kraljic aplicada a los proveedores* 119
Tabla 47 *Comparación del costo total de propiedad a tres años* 120
Tabla 48 *Modelos de computación en la nube recomendados* 122
Tabla 49 *Comparación de Apache Hadoop y Apache Spark* 132
Tabla 50 *Componentes del ecosistema Big Data propuesto* 136
Tabla 51 *Relación de los KPI con el modelo predictivo* 143
Tabla 52 *Aplicación de los criterios SMART al modelo predictivo* 144
Tabla 53 *Fuentes de datos y función analítica para la primera fase* 146
Tabla 54 *Correspondencia entre indicadores, variables y cálculo* 147
Tabla 55 *Controles de calidad vinculados a los indicadores* 149
Tabla 56 *Situación actual y esperada con el modelo predictivo* 155
Tabla 57 *Indicadores de mejora esperada* 156
Tabla 58 *Costos estimados del piloto de Machine Learning* 158
Tabla 59 *Resultados económicos del piloto de Machine Learning* 161
Tabla 60 *Análisis de sensibilidad del piloto de Machine Learning* 162
Tabla 61 *Efectos de la demora de información sobre los KPI* 164
Tabla 62 *Matriz FODA cruzada para el modelo en tiempo real* 165
Tabla 63 *Matriz ponderada de priorización de casos de uso en tiempo real* 165
Tabla 64 *Tiempos de respuesta previstos por KPI y decisión* 166
Tabla 65 *Comparación de los KPI actuales y con Toyota Pulse* 167
Tabla 66 *Aplicación de los criterios SMART a Toyota Pulse* 168
Tabla 67 *Alineación de Toyota Pulse con el Balanced Scorecard* 169
Tabla 68 *Fuentes de datos del modelo en tiempo real* 176
Tabla 69 *Comparación entre la situación actual y la mejora esperada* 184
Tabla 70 *Presupuesto incremental de implementación de Toyota Pulse* 185
Tabla 71 *Beneficios anuales supuestos de Toyota Pulse* 186
Tabla 72 *Flujo económico incremental de Toyota Pulse* 186
Tabla 73 *Sensibilidad económica de Toyota Pulse* 187

Índice de Gráficos y Figuras

Figura 1 *Arquitectura propuesta de la solución de Business Intelligence* 35
Figura 2 *Diagrama del proceso de carga de datos* 47
Figura 3 *Organigrama propuesto del área de Business Intelligence* 88
Figura 4 *Modelo conceptual de relación entre las fuentes* 108
Figura 5 *Flujo de integración de la arquitectura Big Data y Business Intelligence* 126

Introducción y objeto del proyecto

El mercado automotor ecuatoriano se desarrolla en un entorno competitivo, marcado por cambios en la demanda, la evolución de las preferencias de los consumidores y la necesidad de coordinar las decisiones comerciales, financieras y operativas. En Toyota del Ecuador, estas actividades generan información relacionada con ventas, modelos, segmentos, ubicación geográfica, participación de mercado e inventarios. Cuando los datos se administran mediante reportes separados, hojas de cálculo y fuentes con distintas periodicidades, se dificulta obtener una visión integrada y oportuna del desempeño del negocio.

En este contexto, el proyecto «Análisis Inteligente de Ventas y Mercado Toyota del Ecuador» tiene por objeto diseñar una propuesta integral de Business Intelligence que permita centralizar, depurar, almacenar, analizar y visualizar la información relevante para la toma de decisiones. La solución busca facilitar la identificación de los modelos y segmentos con mayor demanda, comparar el comportamiento de las ventas entre provincias y concesionarios, analizar tendencias históricas y monitorear indicadores clave para las áreas de Gerencia General, Comercial, Marketing, Finanzas, Operaciones e Inventarios.

El alcance del proyecto comprende la identificación de las fuentes de datos y sus frecuencias de actualización; la definición del proceso de extracción, transformación y carga; el diseño de un Data Warehouse y Datamarts; la selección de la herramienta de visualización; y la estructuración de dashboards, perfiles de usuario, niveles de acceso y controles de calidad y seguridad. La fuente principal será AutoPlus, complementada con información sectorial y corporativa pública y con tablas de control desarrolladas para el proyecto. No se utilizará información confidencial ni restringida de Toyota del Ecuador.

La propuesta constituye un ejercicio académico basado en fuentes públicas y en el esquema de datos descrito para AutoPlus. Las situaciones operativas, responsabilidades,

metas y presupuestos planteados son hipótesis de diseño que requieren validación institucional; no proceden de una auditoría interna ni acreditan acceso a sistemas confidenciales de Toyota del Ecuador. Las capacidades de BI descriptivo, Machine Learning y tiempo real se presentan como etapas distintas, sujetas a disponibilidad de datos, autorización y viabilidad económica.

Parte I

Business Intelligence y Big Data

Capítulo 1

1.1 Presentación de la empresa

Toyota Motor Corporation fue fundada en 1937 por Kiichiro Toyoda (Toyota Motor Corporation, s. f.), y su presencia comercial en Ecuador se remonta a 1959, cuando inició su relación con el grupo Casabaca, su distribuidor y representante autorizado en el país desde hace más de 60 años (Toyota del Ecuador, s. f.-a). Toyota del Ecuador S. A. se dedica a actividades comerciales generales, especialmente al marketing mayorista, importación y/o distribución de todo tipo de vehículos, partes y accesorios para la marca Toyota (EMIS, s. f.).

Datos generales

- Sede: Quito, Pichincha (Galo Plaza Lasso N69-309, sector Carcelén)
- Sector: Comerciantes al por mayor de vehículos motorizados y partes y suministros de vehículos motorizados (EMIS, s. f.).
- Sitio web oficial: toyota.com.ec

Filosofía empresarial: Toyota basa su gestión en dos pilares centrales heredados de su casa matriz japonesa: el mejoramiento continuo (kaizen) y el respeto por la gente, además del célebre sistema "Just in Time" desarrollado por Taiichi Ohno, que revolucionó la manera de producir y gestionar inventarios en la industria automotriz a nivel mundial (Toyota Motor Corporation, 2012).

1.2 Identificación de los objetivos iniciales y definición del problema

Definición inicial del problema

Toyota del Ecuador, a través de su red de concesionarios, genera constantemente grandes volúmenes de datos provenientes de ventas, mantenimiento, encuestas de satisfacción, redes sociales y sistemas de gestión de inventario. Sin embargo, esta información suele encontrarse dispersa entre distintas plataformas y áreas, sin un proceso estructurado de análisis que permita anticipar la demanda, optimizar el inventario de repuestos o mejorar la experiencia del cliente. Esto genera decisiones basadas en intuición más que en evidencia, y oportunidades perdidas de personalización y eficiencia operativa.

Objetivo general: Diseñar una propuesta de solución basada en Big Data que permita a Toyota del Ecuador optimizar la gestión de inventario, la predicción de demanda, la experiencia del cliente, mejorando la toma de decisiones basada en datos.

Objetivos específicos

- Identificar las fuentes de datos relevantes disponibles en la empresa (ventas, CRM, redes sociales, sistemas de taller).
- Definir los KPIs que se buscan mejorar (rotación de inventario, tiempo de respuesta en servicio, índice de satisfacción).
- Proponer una arquitectura básica de captura, almacenamiento y análisis de datos (data warehouse, dashboards, herramientas de visualización).

1.3 Áreas y personas que demandan información y uso actual

Identificación de las áreas demandantes de información

Toyota Ecuador desarrolla sus actividades mediante una estructura organizacional orientada a la comercialización de vehículos, la gestión de su red de concesionarios y el fortalecimiento de su posicionamiento en el mercado automotriz nacional. En este contexto, la información generada por las transacciones comerciales constituye un activo estratégico

para apoyar la planificación, el seguimiento de resultados y la toma de decisiones en los distintos niveles de la organización.

A partir del análisis de los procesos de negocio, se identifican las siguientes áreas como principales consumidoras de información.

Gerencia General

La Gerencia General requiere una visión integral del desempeño comercial de Toyota Ecuador para evaluar el cumplimiento de los objetivos estratégicos, identificar oportunidades de crecimiento y establecer lineamientos para la organización.

Actualmente la información es obtenida mediante reportes periódicos que muestran indicadores generales de ventas, sin embargo, estos reportes presentan limitaciones para realizar análisis multidimensionales o explorar el comportamiento del mercado desde diferentes perspectivas.

Con la implementación del sistema de Business Intelligence, la Gerencia podrá disponer de paneles ejecutivos que permitan monitorear en tiempo real la evolución de las ventas, la participación por segmentos, el desempeño regional y las principales tendencias del mercado automotriz ecuatoriano.

Área Comercial

El área Comercial es la principal usuaria de la información de ventas debido a que su gestión depende directamente del seguimiento del comportamiento del mercado y del desempeño de cada modelo comercializado.

Actualmente el análisis se realiza utilizando reportes históricos y hojas de cálculo, lo que dificulta identificar de manera oportuna cambios en la demanda o variaciones entre provincias y segmentos.

El sistema BI permitirá analizar indicadores relacionados con volumen de ventas, participación por modelo, desempeño de cada familia de vehículos, comportamiento

geográfico y evolución temporal de las ventas, facilitando la planificación comercial y la definición de estrategias de crecimiento.

Marketing

El departamento de Marketing requiere comprender las preferencias de los consumidores para diseñar campañas de promoción más efectivas y fortalecer el posicionamiento de la marca.

La información actualmente disponible permite conocer resultados generales de ventas, pero limita la posibilidad de identificar patrones específicos asociados al tipo de combustible, segmento de mercado o características técnicas de los vehículos.

Los dashboards desarrollados permitirán segmentar la demanda, identificar tendencias de consumo y evaluar el crecimiento de tecnologías como los vehículos híbridos, apoyando la planificación de campañas comerciales basadas en evidencia.

Operaciones e Inventarios

El área de Operaciones utiliza la información comercial para planificar el abastecimiento de vehículos y optimizar la distribución hacia la red nacional de concesionarios.

Actualmente la planificación depende principalmente del comportamiento histórico de las ventas y de estimaciones realizadas por cada unidad comercial.

La incorporación de herramientas de Business Intelligence permitirá identificar patrones de demanda por región, modelos con mayor rotación y preferencias de los consumidores según transmisión, tracción y tipo de combustible, contribuyendo a mejorar la gestión de inventarios y reducir costos operativos.

Finanzas

El área Financiera requiere información integrada para evaluar el comportamiento económico de las ventas y apoyar la planificación presupuestaria de la empresa.

Aunque actualmente dispone de reportes financieros tradicionales, estos no siempre incorporan variables comerciales que permitan interpretar de manera conjunta el desempeño económico y el comportamiento del mercado.

El proyecto facilitará el análisis del precio promedio de venta, avalúo promedio de los vehículos, distribución por rangos de precio y valor total del mercado, fortaleciendo la toma de decisiones financieras.

Red de Concesionarios

La red nacional de concesionarios constituye un actor fundamental dentro del modelo comercial de Toyota Ecuador. Cada concesionario requiere información específica sobre el comportamiento del mercado de su zona de influencia para adaptar sus estrategias comerciales y mejorar su competitividad.

El sistema BI permitirá consultar indicadores por provincia y cantón, identificar los modelos con mayor demanda en cada región y comparar el desempeño comercial entre diferentes zonas geográficas.

Uso actual de la información

Actualmente las distintas áreas utilizan la información principalmente para:

- Elaboración de reportes comerciales periódicos.
- Seguimiento del cumplimiento de metas de ventas.
- Evaluación del desempeño de modelos y segmentos.
- Planificación de campañas comerciales.
- Gestión de inventarios.
- Análisis financiero.
- Elaboración de informes para la alta dirección.

1.4 Objetivos de las áreas y necesidades detectadas

Gerencia General

Objetivo actual: Monitorear el desempeño global de Toyota Ecuador y evaluar el cumplimiento de los objetivos estratégicos de ventas y participación de mercado.

Necesidades detectadas.

- Indicadores ejecutivos consolidados.
- Seguimiento en tiempo real de los KPIs.
- Comparativos históricos.
- Información para apoyar decisiones estratégicas.

Área Comercial

Objetivo actual: Incrementar el volumen de ventas y optimizar el desempeño del portafolio de vehículos.

Necesidades detectadas.

- Análisis por modelo.
- Ventas por familia.
- Desempeño por segmento.
- Comparativos entre provincias.
- Tendencias mensuales de ventas.

Marketing

Objetivo actual: Diseñar estrategias comerciales orientadas a las preferencias del consumidor ecuatoriano.

Necesidades detectadas.

- Identificación de segmentos con mayor crecimiento.
- Preferencias según tipo de combustible.
- Participación de vehículos híbridos.

- Análisis geográfico de la demanda.

Operaciones e Inventarios

Objetivo actual: Garantizar la disponibilidad oportuna de vehículos en función de la demanda del mercado.

Necesidades detectadas

- Pronóstico de demanda.
- Modelos de mayor rotación.
- Distribución territorial de ventas.
- Comportamiento por transmisión y tracción.

Finanzas

Objetivo actual: Evaluar el comportamiento financiero de las operaciones comerciales y apoyar la planificación presupuestaria.

Necesidades detectadas.

- Precio promedio por vehículo.
- Avalúo promedio.
- Valor económico del mercado.
- Distribución por rangos de precios.

Red de Concesionarios

Objetivo actual: Optimizar el desempeño comercial de cada concesionario mediante estrategias adaptadas a las características de su mercado local.

Necesidades detectadas.

- Ventas por provincia y cantón.
- Ranking regional de ventas.
- Modelos con mayor demanda.
- Comparativos entre concesionarios.

1.5 Definición de los KPIs relevantes

La definición de KPI´s permitirá a Toyota del Ecuador transformar la información disponible en indicadores útiles para la toma de decisiones. Estos indicadores deben estar alineados con los objetivos del proyecto: optimizar inventarios, anticipar la demanda, mejorar la experiencia del cliente y fortalecer una gestión basada en datos.

KPIs principales del proyecto

Tabla 1

KPIs principales del proyecto

Área	KPI relevante	Objetivo
Gerencia General	Cumplimiento de metas comerciales	Medir el avance frente a los objetivos estratégicos.
Gerencia General	Crecimiento de ventas	Comparar el desempeño comercial entre períodos.
Comercial	Ventas por modelo	Identificar los vehículos de mayor demanda.
Comercial	Ventas por segmento	Analizar el comportamiento de SUV, camionetas, sedanes, híbridos, entre otros.
Comercial	Tasa de conversión	Medir cuántos prospectos o cotizaciones se convierten en ventas reales.
Marketing	Participación de vehículos híbridos	Evaluar la adopción de nuevas tecnologías por parte del mercado.
Marketing	Leads generados	Medir la efectividad de campañas comerciales y digitales.
Operaciones e Inventarios	Rotación de inventario	Evaluar qué tan rápido se venden o renuevan las unidades disponibles.
Operaciones e Inventarios	Días de inventario disponible	Determinar cuántos días puede cubrir la demanda el inventario actual.
Operaciones e Inventarios	Exactitud del pronóstico de demanda	Comparar la demanda proyectada frente a las ventas reales.
Operaciones e Inventarios	Quiebre de stock	Identificar modelos demandados que no estuvieron disponibles.

Área	KPI relevante	Objetivo
Finanzas	Precio promedio de venta	Analizar el comportamiento económico del portafolio comercializado.
Finanzas	Valor de inventario disponible	Medir el capital inmovilizado en unidades disponibles.
Concesionarios	Ventas por concesionario	Comparar el desempeño comercial de cada punto de venta.
Concesionarios	Modelos más vendidos por zona	Adaptar inventario y campañas según la demanda regional.
Experiencia del cliente	Índice de satisfacción del cliente	Medir la percepción del cliente después de la compra o servicio.
Experiencia del cliente	NPS	Evaluar el nivel de recomendación y fidelidad hacia la marca.
Experiencia del cliente	Tiempo de respuesta a solicitudes	Mejorar la agilidad comercial y de atención al cliente.
Big Data / BI	Calidad de datos	Asegurar que la información sea completa, correcta y confiable.
Big Data / BI	Uso de dashboards	Medir la adopción del sistema BI por parte de las áreas usuarias.

KPIs prioritarios para la primera fase

Para iniciar el proyecto, se recomienda priorizar los indicadores de mayor impacto. En particular, para la Fase 1 (piloto) del proyecto se seleccionan como KPIs estratégicos centrales los siguientes cuatro, por ser los que mejor se calculan con la data ya disponible en AUTOPLUS y los que ofrecen mayor valor inmediato para la Gerencia General, el área Comercial y la Red de Concesionarios:

1. Participación de Mercado.
2. Ranking de modelos más vendidos.
3. Ingresos potenciales por venta.
4. Demanda Geográfica.

KPIs adicionales para fases posteriores del proyecto (Fase 2 y siguientes):

5. Cumplimiento de metas comerciales.

6. Índice de satisfacción del cliente.
7. Tiempo de respuesta a solicitudes.
8. Calidad de datos.

Estos KPI´s permitirán monitorear los aspectos más críticos del negocio: ventas, inventario, demanda, desempeño regional y experiencia del cliente.

Capítulo 2

2.1 Origen de la información y recurrencia de carga: interna y externa

2.1.1 Fuente externa principal

La fuente central del proyecto será **AutoPlus**, plataforma especializada en información del mercado automotor ecuatoriano. La base permitirá analizar el comportamiento de Toyota dentro del mercado nacional y compararlo con otras marcas, modelos y segmentos.

La información se obtiene mediante archivos en formato Excel que contienen variables temporales, comerciales, geográficas y técnicas, como año y mes, marca, familia, modelo, segmento, provincia, cantón, precio, tipo de combustible, transmisión, tracción, cilindraje, año del modelo y número de unidades. Estas variables permiten estudiar la participación de Toyota en el mercado, analizar la distribución territorial y reconocer cambios en la composición del sector.

La utilización de AutoPlus como fuente del proyecto se realiza en base a la información también recopilada por la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE).

2.1.2 Información interna del proyecto

La información interna estará conformada por los datos generados durante el desarrollo del proyecto, como tablas de homologación de marcas y modelos, criterios de clasificación, registros de control de cargas y la base histórica consolidada.

Recurrencia de carga. La información del mercado automotor se presenta en periodos mensuales o bimensuales según se obtenga disponibilidad para el análisis del periodo coherente para el proyecto y sus objetivos. Los boletines oficiales de la AEADE reportan las ventas de cada mes, incluyen comparaciones con periodos anteriores y presentan resultados acumulados, utilizando AutoPlus como fuente.

La descarga se realizará cuando la información del periodo cerrado se encuentre disponible en la plataforma. No se asumirá una actualización en tiempo real ni una fecha fija de publicación, debido a que la disponibilidad puede depender de los procesos de consolidación y validación de los registros.

Las fuentes públicas complementarias se actualizarán según la periodicidad establecida por cada entidad, que podrá ser mensual, trimestral o anual. Por su parte, las tablas y controles internos del proyecto se actualizarán después de cada nueva carga.

Síntesis de fuentes y recurrencia.

Tabla 2

Síntesis de fuentes y recurrencia

Tipo de información	Fuente	Aporte al proyecto	Recurrencia
Externa principal	AutoPlus	Información y características del mercado automotor ecuatoriano	Mensual/Bimensual, cuando el periodo cerrado esté disponible
Externa complementaria	Fuentes oficiales y bases públicas	Contextualización y validación de los resultados	Según la periodicidad de cada fuente
Interna del proyecto	Tablas de homologación, controles y base consolidada	Organización, consistencia y seguimiento de la información	Después de cada carga/actualización

2.2 Sistemas y destino de la carga

2.2.1 Sistemas origen

El proyecto de Análisis Inteligente de Ventas y Mercado - Toyota Ecuador se basa en la integración de información proveniente de diversas fuentes de datos, siendo la principal la

plataforma AUTOPLUS, que proporciona información estructurada del mercado automotriz ecuatoriano, incluyendo ventas por marca, modelo, provincia, participación de mercado y tendencias históricas. Esta información es complementada con datos corporativos públicos de Toyota del Ecuador, como información comercial, portafolio de vehículos y reportes institucionales.

Las principales fuentes consideradas son:

Tabla 3

Sistemas de origen y frecuencia de actualización

Fuente	Tipo de información	Frecuencia
AUTOPLUS	Ventas nacionales, participación de mercado, modelos, provincias	Mensual
Toyota del Ecuador	Información corporativa, modelos comercializados, red de concesionarios	Según publicación
Archivos Excel/CSV	Información descargada desde AUTOPLUS	Mensual
Power BI Dataset	Modelo analítico para indicadores	Actualización automática

Proceso ETL (Extract – Transform – Load). Para garantizar información confiable y consistente se implementa un proceso ETL compuesto por tres etapas:

Extracción (Extract). Cada inicio de mes se descarga desde AUTOPLUS los archivos correspondientes al período anterior.

Los datos incluyen:

- Marca
- Modelo
- Provincia
- Cantón
- Segmento
- Número de unidades vendidas
- Participación de mercado

- Fecha del registro

Los archivos se almacenan temporalmente en un área denominada Landing Zone (LZ) para su procesamiento, siguiendo una arquitectura ampliamente utilizada en proyectos de Data Warehouse.

Transformación (Transform). Durante esta etapa se realiza la depuración y preparación de los datos mediante procesos automáticos.

Las principales actividades son:

- Eliminación de registros duplicados.
- Validación de campos obligatorios.
- Homologación de nombres de modelos.
- Normalización de provincias y ciudades.
- Conversión de formatos de fechas.
- Validación de tipos de datos.
- Cálculo de indicadores derivados.

Entre los indicadores calculados se encuentran:

- Participación de mercado (%)
- Ranking de modelos más vendidos
- Ingresos potenciales por venta
- Demanda Geográfica (ventas por provincia y cantón)
- Crecimiento mensual
- Variación interanual

Este proceso garantiza la calidad y consistencia de la información antes de su almacenamiento.

Carga (Load). Una vez transformados, los datos son cargados hacia el Data Warehouse, donde quedan organizados mediante un modelo dimensional.

Posteriormente se generan los DataMart utilizados por Power BI para la elaboración de dashboards e indicadores estratégicos.

La carga será incremental, incorporando únicamente la información nueva de cada período, reduciendo tiempos de procesamiento y evitando duplicidad de registros.

2.2.2 Destino de la carga

El destino final de los datos será un Data Warehouse corporativo, diseñado específicamente para soportar procesos analíticos.

Desde este repositorio se alimentarán diferentes DataMart orientados al análisis comercial.

DataMart Comercial. Contendrá información de:

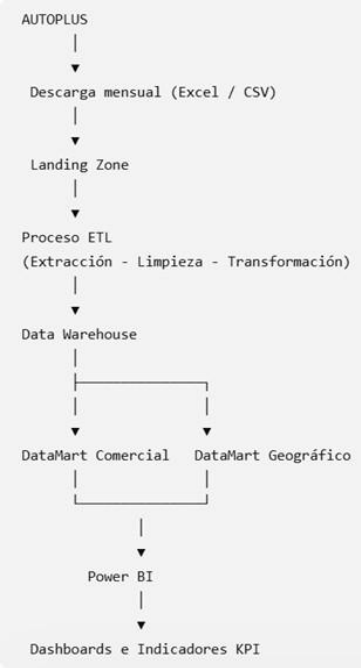
- Ventas por marca.
- Ventas por modelo.
- Participación de mercado.
- Ingresos potenciales.
- Ranking de vehículos.
- Tendencias históricas.

Este DataMart será consumido directamente por Power BI, permitiendo la construcción de dashboards interactivos. Estos campos alimentan directamente los cuatro KPIs estratégicos priorizados para la Fase 1 del proyecto (Participación de Mercado, Ranking de modelos más vendidos, Ingresos potenciales por venta y Demanda Geográfica), además de otros indicadores complementarios que se incorporarán en fases posteriores.

Arquitectura propuesta.

Figura 1

Arquitectura propuesta de la solución de Business Intelligence



Tecnologías propuestas.

Tabla 4

Tecnologías propuestas

Componente	Tecnología
Fuente de datos	AUTOPLUS
Archivos de carga	Excel / CSV
Proceso ETL	Power Query (Power BI) o SQL Server Integration Services (SSIS)
Base de datos	SQL Server
Data Warehouse	SQL Server Data Warehouse
Visualización	Microsoft Power BI
Lenguaje de consultas	SQL
Cálculos analíticos	DAX

2.3 Almacenamiento en Data Warehouse y Datamarts

Para que el proyecto de Business Intelligence genere valor real, la información no puede manejarse como archivos aislados o reportes separados. Es necesario organizarla en

una estructura centralizada, histórica y confiable, que permita comparar periodos, marcas, modelos, provincias y segmentos del mercado automotor ecuatoriano. Por esta razón, se propone trabajar con un Data Warehouse como repositorio principal de datos y con Datamarts orientados a las necesidades de cada área usuaria.

Origen de la información. La fuente externa principal será AutoPlus, una plataforma especializada en información del mercado automotor ecuatoriano. Esta fuente permitirá analizar el comportamiento de Toyota dentro del mercado nacional y compararlo con otras marcas, modelos, segmentos y ubicaciones geográficas. La información se obtendrá principalmente en archivos Excel, con variables como año, mes, marca, familia, modelo, segmento, provincia, cantón, precio, tipo de combustible, transmisión, tracción, cilindraje, año del modelo y unidades vendidas.

Estos datos permitirán identificar la participación de Toyota en el mercado, reconocer tendencias de consumo, analizar la distribución territorial de las ventas y observar cambios relevantes en la composición del sector. Como apoyo, se considerará información publicada por la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE) y otras fuentes oficiales que ayuden a contextualizar y validar los resultados.

La información interna del proyecto estará formada por tablas de homologación de marcas y modelos, criterios de clasificación, registros de control de carga y la base histórica consolidada. Este componente interno es importante porque permitirá mantener consistencia en los datos, evitar duplicidades y asegurar que los análisis se realicen sobre una misma versión de información.

Recurrencia de carga. La carga de información se realizará de forma mensual o bimensual, dependiendo de la disponibilidad de los datos del periodo cerrado en AutoPlus y en los reportes oficiales. No se plantea una actualización en tiempo real, ya que este tipo de información requiere procesos previos de consolidación, validación y publicación.

Las fuentes públicas complementarias se actualizarán según la periodicidad definida por cada entidad. Por su parte, las tablas internas del proyecto, como homologaciones, controles y base consolidada, deberán actualizarse después de cada nueva carga para conservar la trazabilidad y la calidad de la información.

Estructura del Data Warehouse. El Data Warehouse se organizará en tres etapas. La primera será una zona de carga inicial, donde se guardarán los archivos originales recibidos desde AutoPlus y las fuentes complementarias. La segunda será una zona de limpieza y transformación, en la que se homologarán nombres de marcas, modelos, segmentos y ubicaciones. Finalmente, la tercera etapa será la base consolidada, donde quedará almacenada la información histórica lista para reportes, dashboards y análisis comparativos.

Esta estructura permitirá que el proyecto no dependa de archivos sueltos, sino de una fuente central única. De esta manera, las áreas podrán trabajar con datos más ordenados, comparables y confiables.

Datamarts propuestos. A partir del Data Warehouse se crearán Datamarts específicos para las principales áreas de análisis. La Gerencia General podrá revisar participación de mercado, crecimiento y cumplimiento de metas. El área Comercial podrá analizar ventas por modelo, segmento, provincia y comparación con competidores. Marketing podrá identificar tendencias de consumo, crecimiento de vehículos híbridos y comportamiento del cliente. Operaciones e Inventarios tendrá información para revisar demanda por zona, rotación y modelos con mayor movimiento. Finanzas podrá analizar precios promedio, valor de mercado y comportamiento económico. Finalmente, la Red de Concesionarios podrá comparar el desempeño por provincia, cantón y zona comercial.

La ventaja de trabajar con Datamarts es que cada área recibe información enfocada en sus decisiones, sin perder la consistencia de una base central común. Esto facilita el uso de dashboards y evita que cada departamento construya reportes diferentes con criterios propios.

Síntesis de fuentes y recurrencia.

Tabla 5

Fuentes y recurrencia del Data Warehouse

Tipo de información	Fuente	Aporte al proyecto	Recurrencia
Externa principal	AutoPlus	Información del mercado automotor ecuatoriano	Mensual o bimensual
Externa complementaria	AEADE y fuentes públicas	Validación y contexto del mercado	Según cada fuente
Interna del proyecto	Homologaciones, controles y base consolidada	Consistencia y seguimiento de datos	Después de cada carga

2.4 Carencias y problemas en la carga de datos

A partir de la arquitectura definida por el equipo (fuente principal AUTOPLUS, proceso ETL con Landing Zone, transformación y carga incremental, y almacenamiento en un Data Warehouse con Datamarts orientados a cada área usuaria), se identifican las siguientes carencias y problemas potenciales en la carga de datos del proyecto.

Carencias propias de la fuente de datos.

- Dependencia de una única fuente externa (AUTOPLUS): si la plataforma cambia el formato de sus archivos o columnas, el proceso de Extracción y Transformación puede fallar sin que el equipo lo detecte de inmediato.
- Sin actualización en tiempo real ni fecha fija de publicación: esto es coherente para KPIs de mercado, pero deja sin fuente de carga definida a KPIs de mayor frecuencia como "Tiempo de respuesta a solicitudes" o "Leads generados".
- Información corporativa de Toyota con periodicidad "según publicación": al no tener una periodicidad fija, no se garantiza consistencia temporal con AUTOPLUS al cruzar datos en el Data Warehouse.

- AUTOPLUS entrega datos de mercado, no operativos: no incluye historial de servicio por VIN, kilometraje real ni datos de CRM, lo que limita análisis futuros de mantenimiento predictivo o personalización de cliente.

Riesgos en el proceso ETL (Extract–Transform–Load).

- Landing Zone sin política de respaldo explícita: si los archivos originales se sobrescriben tras el procesamiento, se pierde la trazabilidad para auditar errores posteriores.
- Homologación de modelos y normalización geográfica dependiente de una tabla maestra: si no se mantiene actualizada, los registros no homologados quedarían fuera de los indicadores o mal clasificados.
- La carga incremental puede no capturar correcciones retroactivas: las fuentes de mercado automotor suelen publicar revisiones a periodos ya cerrados, y sin una lógica de actualización (upsert) el Data Warehouse podría quedar con cifras desactualizadas.
- Validación de campos obligatorios sin manejo de excepciones definido: no se especifica si los registros que fallan la validación se descartan, marcan para revisión o se cargan igual.

Riesgos de almacenamiento y gobierno de datos.

- Ausencia de un rol definido de calidad de datos: no se asigna una responsabilidad explícita de validar la información antes de que llegue a los Datamarts.
- Profundidad histórica no garantizada: si AUTOPLUS no entrega series históricas completas, KPIs interanuales (crecimiento YoY, variación) podrían carecer de suficiente histórico al inicio del proyecto.

Cuadro resumen: carencias, riesgos y recomendaciones.

Tabla 6

Carencias, riesgos y recomendaciones para la carga de datos

Categoría	Carencia / Problema	Riesgo o impacto	Recomendación
Fuente de datos	Dependencia de una única fuente externa (AUTOPLUS)	Si AUTOPLUS cambia el formato de archivos o columnas, el ETL puede fallar sin ser detectado a tiempo	Definir validaciones automáticas de estructura antes de cada carga
Fuente de datos	Sin actualización en tiempo real ni fecha fija de publicación	KPIs de alta frecuencia (Leads generados, Tiempo de respuesta) no tienen fuente ni recurrencia de carga definida	Identificar una fuente interna complementaria para estos KPIs
Fuente de datos	Información de Toyota Ecuador con periodicidad "según publicación"	Inconsistencia temporal al cruzar con datos de AUTOPLUS en el Data Warehouse	Establecer una periodicidad mínima acordada con el área de vinculación
Fuente de datos	AUTOPLUS entrega datos de mercado, no operativos (sin VIN, kilometraje, CRM)	Limita análisis futuros de mantenimiento predictivo y personalización de cliente	Evaluar fuentes internas no confidenciales para fases posteriores
Proceso ETL	Landing Zone sin política de respaldo explícita	Pérdida de trazabilidad para auditar errores si se sobrescriben archivos originales	Conservar copia sin modificar de cada archivo fuente por un periodo definido
Proceso ETL	Homologación de modelos depende de tabla maestra mantenida manualmente	Modelos nuevos o mal escritos quedan fuera de los indicadores o mal clasificados	Asignar un responsable de mantener la tabla de homologación
Proceso ETL	Carga incremental sin lógica de corrección retroactiva	Revisiones tardías de AUTOPLUS a periodos ya cargados no se reflejan en el DW	Incorporar lógica de actualización (upsert), no solo inserción
Proceso ETL	Sin definición de manejo de excepciones en validación de campos	No está claro si los registros inválidos se descartan, marcan o cargan igual	Documentar un flujo de cuarentena/revisión para registros fallidos

Categoría	Carencia / Problema	Riesgo o impacto	Recomendación
Almacenamiento y gobierno	No hay rol definido de calidad de datos	Nadie valida formalmente la información antes de llegar a los Datamarts	Asignar responsabilidad de validación dentro del equipo
Almacenamiento y gobierno	Profundidad histórica de AUTOPLUS no confirmada	KPIs interanuales (crecimiento YoY, variación) podrían carecer de suficiente histórico al inicio	Confirmar con AUTOPLUS el rango de años disponible antes de diseñar el DW

Recomendaciones generales.

- Definir un responsable de mantener actualizada la tabla de homologación de marcas/modelos antes de cada carga mensual.
- Conservar una copia sin modificar de cada archivo original de AUTOPLUS en la Landing Zone, para poder auditar discrepancias.
- Ajustar el proceso de carga incremental para permitir actualizaciones (upsert) sobre periodos ya cargados, no solo inserciones de periodos nuevos.
- Documentar explícitamente qué sucede con los registros que no pasan la validación de campos obligatorios.
- Evaluar con el área de vinculación con Toyota si es posible obtener una fuente interna complementaria para los KPIs de servicio y cliente que hoy no tienen origen de datos definido.

2.5 Informes que se generan actualmente, necesidades detectadas y no cubiertas

2.5.1 Informes que se generan actualmente

Toyota del Ecuador genera diversos reportes operativos, comerciales y de postventa provenientes de los concesionarios, talleres autorizados, sistemas de inventario y plataformas de análisis de mercado. Estos informes permiten dar seguimiento al desempeño de la compañía, aunque actualmente gran parte de la información se analiza de forma independiente y con capacidad limitada para la generación de análisis predictivos.

Informes de ventas de vehículos. Presentan información sobre unidades vendidas por modelo, segmento, provincia, concesionario y período de tiempo. Estos reportes son utilizados por las áreas comercial y gerencial para evaluar la participación de mercado, el cumplimiento de metas y el comportamiento de la demanda.

Informes de participación de mercado. Se elaboran a partir de fuentes como AUTOPLUS y permiten comparar el desempeño de Toyota frente a otras marcas del mercado automotor ecuatoriano, identificando tendencias comerciales y oportunidades de crecimiento.

Informes de mantenimiento y posventa. Los talleres autorizados registran información sobre mantenimientos preventivos, correctivos, cambios de aceite, sustitución de filtros, alineación, balanceo, garantías y reparaciones realizadas a los vehículos. Estos informes permiten controlar la calidad del servicio y la frecuencia de atención de los clientes.

Informes de inventario de repuestos. Contienen información sobre disponibilidad, consumo y rotación de repuestos genuinos Toyota. Estos reportes son utilizados para abastecer oportunamente los talleres y evitar retrasos en las reparaciones o mantenimientos programados.

Informes de satisfacción del cliente. Se generan a partir de encuestas y procesos de atención posteriores a la venta o servicio técnico, permitiendo medir la experiencia del cliente y detectar oportunidades de mejora en los concesionarios y talleres.

Informes ejecutivos. La Gerencia General utiliza reportes consolidados con indicadores de ventas, rentabilidad, servicio posventa, crecimiento de mercado y desempeño regional para apoyar la toma de decisiones estratégicas.

2.5.2 Necesidades detectadas

A partir del análisis de los procesos actuales y de la información disponible, se identifican diversas necesidades que justifican la implementación de una solución basada en Big Data y Business Intelligence.

Integración de la información empresarial. Actualmente los datos de ventas, inventarios, talleres, mantenimiento, satisfacción del cliente y mercado se encuentran distribuidos en diferentes sistemas y fuentes de información, dificultando la obtención de una visión integral del negocio.

Monitoreo en tiempo real. Las áreas de Gerencia, Comercial, Operaciones y Posventa requieren indicadores actualizados que permitan reaccionar rápidamente ante cambios en la demanda, problemas de abastecimiento o variaciones en el comportamiento de los clientes.

Pronóstico de demanda. Existe la necesidad de anticipar con mayor precisión la demanda de vehículos y repuestos para optimizar la planificación operativa y reducir costos asociados a inventarios excesivos o faltantes.

Gestión integral del cliente. Toyota dispone de grandes volúmenes de información generados durante el ciclo de vida del vehículo, pero actualmente no existe una explotación analítica avanzada que permita comprender completamente el comportamiento y preferencias de cada cliente.

2.5.3 Necesidades no cubiertas

Mantenimiento predictivo. Actualmente los talleres realizan mantenimientos preventivos basados principalmente en kilometraje o cronogramas establecidos por el fabricante. Sin embargo, no existe un sistema capaz de analizar de forma conjunta históricos de reparación, condiciones geográficas, clima, uso del vehículo y comportamiento de fallas para predecir averías futuras. Esta es una de las principales oportunidades identificadas para el uso de Big Data en Toyota Ecuador.

La implementación de modelos predictivos permitiría:

- Anticipar fallas mecánicas.
- Reducir costos de reparación.

- Incrementar la disponibilidad de los vehículos.
- Mejorar la satisfacción del cliente.
- Incrementar la seguridad de los usuarios.
- Gestión inteligente de repuestos e inventarios

Actualmente el abastecimiento de repuestos se basa principalmente en consumos históricos y experiencia operativa. No existe una solución analítica que combine información de ventas, kilometraje, frecuencia de mantenimiento y comportamiento regional para predecir la demanda futura de repuestos.

La aplicación de Big Data permitiría:

- Reducir quiebres de stock.
- Disminuir sobreinventarios.
- Optimizar los costos de almacenamiento.
- Mejorar los tiempos de atención en talleres.
- Experiencia personalizada del cliente

La información disponible tampoco es utilizada para desarrollar experiencias altamente personalizadas. Actualmente no se generan recomendaciones automatizadas basadas en hábitos de uso, antigüedad del vehículo o historial de servicios.

Mediante Big Data sería posible:

- Enviar recordatorios automáticos de mantenimiento.
- Ofrecer promociones personalizadas de repuestos.
- Recomendar servicios específicos según el historial del vehículo.
- Diseñar planes de financiamiento ajustados al perfil del cliente.
- Incrementar la fidelización y recompra de vehículos Toyota

Capítulo 3

3.1 Procesos de carga de datos (ETL, data lake)

El proceso de carga tiene como objetivo integrar la información proveniente de AutoPlus, AEADE y los archivos internos del proyecto en una base única, ordenada y confiable. Para ello, se plantea utilizar una arquitectura compuesta por un Data Lake, un proceso ETL, un Data Warehouse y diferentes Datamarts para el análisis (Microsoft, s. f.-b).

3.1.1 ¿Cómo funcionará la carga?

Tabla 7

Etapas del proceso de carga

Etapa	Descripción
Recopilación	Se descargan los archivos de AutoPlus y las fuentes complementarias en formato Excel o CSV.
Almacenamiento inicial	Los archivos originales se guardan en el Data Lake, organizados por fuente, año y mes, sin modificar su contenido.
Proceso ETL	Se revisan formatos, duplicados y datos incompletos; además, se homologan marcas, modelos, segmentos y ubicaciones.
Carga consolidada	La información limpia se incorpora al Data Warehouse y se distribuye en Datamarts para cada área.
Visualización	Power BI toma los datos validados para generar dashboards, indicadores y reportes de gestión.

3.1.2 Herramientas propuestas

Tabla 8

Herramientas propuestas por etapa

Etapa	Herramienta	Uso principal
Fuentes	AutoPlus, AEADE, Excel/CSV	Obtención de datos del mercado y archivos internos.
Data Lake	Azure Data Lake o nube	Respaldo de los archivos originales por periodo.
ETL	Power Query / Dataflows	Limpieza, homologación y preparación de datos.
Base central	SQL Server o Azure SQL	Data Warehouse y Datamarts.
Reportes	Power BI	Dashboards e indicadores para la toma de decisiones.

3.1.3 Frecuencia de carga

La carga principal será mensual o bimensual, una vez que AutoPlus publique la información del periodo cerrado. Las fuentes oficiales se actualizarán según su propia periodicidad y los dashboards se refrescarán después de validar cada carga.

3.1.4 Controles básicos

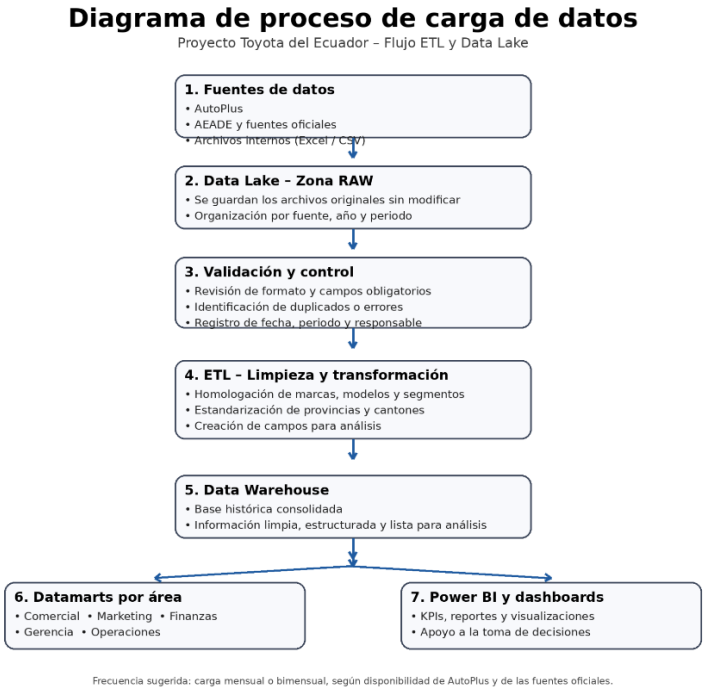
- Fecha y periodo de la carga
- Registros recibidos y procesados
- Responsable y estado final
- Fuente y archivo recibido
- Duplicados y errores detectados.

3.1.5 Diagrama del proceso

Resultado esperado: pasar de archivos separados a una base confiable, histórica y lista para analizar en Power BI.

Figura 2

Diagrama del proceso de carga de datos



3.2 Información y calidad de la información disponible

3.2.1 Fuentes de datos utilizadas

La fuente principal del proyecto es **AUTOPLUS**, plataforma que entrega mensualmente ventas nacionales, participación de mercado, modelo, marca, provincia y cantón. Se complementa con información corporativa de Toyota del Ecuador (portafolio, red de concesionarios) con periodicidad "según publicación", y con archivos Excel/CSV descargados manualmente cada inicio de mes.

3.2.2 Proceso de validación de calidad (ETL)

Antes de llegar al Data Warehouse, los datos pasan por una etapa de transformación que incluye: eliminación de duplicados, validación de campos obligatorios, homologación de nombres de modelos, normalización de provincias/ciudades, conversión de formatos de fecha y validación de tipos de dato. Sobre esa base se calculan indicadores derivados (participación

de mercado, ranking de modelos, crecimiento mensual, variación interanual) (DAMA International, 2017).

3.2.3 Problemas de calidad identificados

- *Dependencia de fuente única:* si AUTOPLUS cambia el formato de sus archivos/columnas, el ETL puede fallar sin detección inmediata.
- *Sin tiempo real ni fecha fija de publicación:* deja sin fuente definida a KPIs de alta frecuencia (leads, tiempo de respuesta).
- *Periodicidad "según publicación" de Toyota Ecuador:* genera inconsistencia temporal al cruzar con AUTOPLUS.
- *AUTOPLUS entrega datos de mercado, no operativos:* no incluye VIN, kilometraje ni CRM, limitando mantenimiento predictivo.
- *Landing Zone sin política de respaldo:* si se sobrescriben los archivos originales, se pierde trazabilidad para auditar errores.
- *Homologación dependiente de tabla maestra manual:* modelos nuevos o mal escritos quedan fuera o mal clasificados.
- *Carga incremental sin lógica de corrección retroactiva (upsert):* revisiones tardías de AUTOPLUS no se reflejarían en el DW.
- *Sin manejo de excepciones definido:* no está claro si los registros que fallan validación se descartan, marcan o cargan igual.
- *Ausencia de un rol de calidad de datos:* nadie valida formalmente la información antes de llegar a los Datamarts.
- *Profundidad histórica no confirmada:* podría no haber suficiente histórico para KPIs interanuales (YoY).

3.2.4 Propuestas de mejora

1. Definir validaciones automáticas de estructura (columnas/formato) antes de cada carga.
2. Conservar copia sin modificar de cada archivo fuente de AUTOPLUS en la Landing Zone, para auditar discrepancias.
3. Incorporar lógica de actualización (upsert), no solo inserción, para capturar correcciones retroactivas.
4. Documentar explícitamente el tratamiento de registros que no pasan la validación (descartar / cuarentena / carga con marca).
5. Asignar un responsable de mantener actualizada la tabla de homologación de marcas/modelos.
6. Asignar responsabilidad explícita de calidad de datos dentro del equipo, antes de que la información llegue a los Datamarts.
7. Confirmar con AUTOPLUS el rango histórico disponible antes de diseñar el Data Warehouse.
8. Evaluar fuentes internas complementarias (no confidenciales) para KPIs de servicio/cliente hoy sin origen definido.

3.3 Horarios de carga y accesibilidad

3.3.1 Horarios de carga de información

Con el fin de garantizar que los análisis realizados en Power BI utilicen información consistente y validada, se establece un cronograma de carga mensual, alineado con la disponibilidad de los datos publicados por la plataforma AutoPlus y las fuentes oficiales del mercado automotor.

El proceso ETL (Extracción, Transformación y Carga) se ejecutará de forma programada fuera del horario laboral para evitar afectar el rendimiento de los sistemas y asegurar que los usuarios consulten información

Tabla 9

Cronograma de carga de información

Etapa	Horario propuesto	Responsable
Descarga de archivos AutoPlus	Primer día hábil de cada mes - 07:00	Analista BI
Validación de archivos	07:30 - 08:00	Analista BI
Proceso ETL	20:00 - 21:00	SQL Server / Power Query
Actualización del Data Warehouse	21:00 - 21:20	SQL Server
Actualización de DataMart	21:20 - 21:40	SQL Server
Actualización de Power BI	22:00	Power BI Service

Carga extraordinaria

Se podrán ejecutar cargas manuales cuando:

- Existan correcciones de información histórica.
- AutoPlus publique una actualización extraordinaria.
- Se detecten errores en los datos cargados.
- Se requiera información para análisis especiales.

En estos casos el proceso será autorizado por el administrador del Data Warehouse.

3.3.2 Disponibilidad de la información

Después de finalizar cada proceso ETL, la información estará disponible para consulta en un tiempo aproximado de 30 minutos. La disponibilidad estimada será del 99 %, considerando mantenimientos programados y actualizaciones del sistema.

La información histórica permanecerá almacenada para permitir:

- Comparaciones mensuales.
- Comparaciones anuales.

- Análisis de tendencias.
- Evaluación de KPIs.
- Construcción de reportes históricos en Power BI.

3.3.3 Accesibilidad de la información

El acceso al Data Warehouse estará controlado mediante perfiles de usuario, garantizando la seguridad de la información y el principio de mínimo privilegio.

Tabla 10

Perfiles y niveles de acceso

Perfil	Acceso
Administrador BI	Acceso total al Data Warehouse, ETL y DataMarts
Gerencia General	Consulta de dashboards ejecutivos
Comercial	Consulta de ventas, modelos, provincias y concesionarios
Marketing	Consulta de tendencias, segmentos y participación de mercado
Finanzas	Consulta de indicadores financieros
Operaciones	Consulta de inventarios y demanda
Usuarios Power BI	Solo lectura de dashboards publicados

Los usuarios accederán mediante autenticación corporativa utilizando sus credenciales institucionales.

3.4 Variables disponibles y acceso al Data Warehouse

3.4.1 Variables disponibles

Las variables que alimentarán el Data Warehouse provienen principalmente de AutoPlus y de información corporativa pública de Toyota Ecuador.

- Variables de tiempo: Año, Mes, Fecha de carga, Periodo
- Variables geográficas: Provincia, Cantón, Región
- Variables comerciales: Marca, Familia, Modelo, Segmento, Unidades vendidas, Participación de mercado, Ranking de ventas

- Variables técnicas: Tipo de combustible, Transmisión, Tracción, Cilindraje, Año del modelo
- Variables financieras: Precio promedio, Avalúo del vehículo, Ingreso potencial, Valor total de ventas

Estas variables permitirán construir indicadores relacionados con ventas, inventario, participación de mercado y comportamiento comercial.

3.4.2 Modelo de acceso al Data Warehouse

El Data Warehouse estará implementado en SQL Server utilizando un modelo dimensional compuesto por tablas de hechos y dimensiones.

Tabla 11

Acceso al Data Warehouse por área y usuario

Área / Usuario	Tablas del Data Warehouse	Variables disponibles	KPIs que consulta	Nivel de acceso
Gerencia General	Fact_Ventas, Dim_Fecha, Dim_Modelo, Dim_Geografía	Ventas, participación de mercado, crecimiento, ranking de modelos	Cumplimiento de metas, crecimiento de ventas, participación de mercado	Solo lectura
Área Comercial	Fact_Ventas, Dim_Modelo, Dim_Geografía	Modelo, segmento, provincia, cantón, unidades vendidas, precio promedio	Ventas por modelo, ventas por segmento, modelos más vendidos por zona	Solo lectura
Marketing	Fact_Ventas, Dim_Modelo	Tipo de combustible, segmento, modelo, participación de mercado	Participación de vehículos híbridos, crecimiento por segmento	Solo lectura
Operaciones e Inventarios	Fact_Ventas, Dim_Modelo, Dim_Geografía	Unidades vendidas, provincia, modelo, tendencias de demanda	Rotación de inventario*, pronóstico de demanda*, quiebre de stock*	Solo lectura
Finanzas	Fact_Ventas	Precio promedio, ingreso potencial, valor de ventas	Precio promedio de venta, valor del mercado	Solo lectura

Área / Usuario	Tablas del Data Warehouse	Variables disponibles	KPIs que consulta	Nivel de acceso
Administrador BI	Todas las tablas del Data Warehouse	Todas las variables	Todos los KPIs	Lectura y escritura
Analista BI	Data Warehouse y DataMarts	Variables comerciales y técnicas	Validación de indicadores y calidad de datos	Lectura y actualización del ETL

3.4.3 Forma de acceso

El acceso al Data Warehouse será mediante:

- SQL Server Management Studio (administradores).
- Power BI Desktop (analistas).
- Power BI Service (usuarios finales).
- Consultas SQL para análisis específicos.

El DataMart Comercial será la fuente de datos principal para Power BI, permitiendo desarrollar dashboards interactivos sin acceder directamente a las tablas del Data Warehouse

3.4.4 Seguridad del Data Warehouse

Para proteger la información se implementarán las siguientes medidas:

- Autenticación mediante usuarios corporativos.
- Acceso por roles.
- Permisos de solo lectura para usuarios finales.
- Registro de auditoría de consultas.
- Copias de seguridad automáticas diarias.
- Cifrado de la base de datos y de las conexiones.

3.5 Sistemas implicados en los procesos

El proyecto de Business Intelligence tiene como objetivo analizar las ventas de vehículos en Ecuador utilizando la base de datos del AUTOPLUS. La información será utilizada para construir indicadores relacionados con ventas por marca y modelo,

participación de mercado, ventas por provincia y tendencias históricas. Para ello, se plantea una arquitectura que integra el almacenamiento, procesamiento y visualización de los datos.

Sistemas involucrados

Los principales sistemas considerados son:

- Base de datos – AUTOPLUS: constituye la fuente principal de información del proyecto. Contiene el registro de matriculaciones de vehículos con variables como año, mes, marca, modelo, provincia, precio, combustible y tipo de vehículo.
- Microsoft Excel: se utiliza como repositorio inicial para almacenar la información, realizar revisiones preliminares y validar la calidad de los datos antes de su procesamiento.
- Power Query: herramienta utilizada para extraer, limpiar y transformar la información, eliminando duplicados, corrigiendo inconsistencias y estandarizando los datos para su análisis.
- Power BI: plataforma de Business Intelligence empleada para modelar la información, crear relaciones entre tablas, desarrollar medidas mediante DAX y construir dashboards interactivos con los indicadores definidos.

Integración entre aplicaciones

La integración del proyecto sigue un proceso ETL (Extract, Transform and Load). En primer lugar, los datos del AUTOPLUS son importados desde Excel hacia Power BI mediante Power Query. Durante esta etapa se realizan procesos de depuración, transformación y validación para garantizar la calidad de la información.

Una vez procesados, los datos son cargados al modelo de Power BI, donde se crean las relaciones necesarias y las medidas para el cálculo de los indicadores. Finalmente, la información se presenta mediante paneles interactivos que permiten analizar el comportamiento del mercado automotriz desde diferentes perspectivas.

Los cuatro KPIs estratégicos priorizados del proyecto son:

- Ranking de Modelos Más Vendidos, para identificar los vehículos con mayor volumen de comercialización.
- Participación de Mercado, que muestra el porcentaje de ventas de cada marca respecto al total del mercado.
- Demanda Geográfica (ventas por provincia y cantón), permitiendo comparar el desempeño comercial entre las diferentes provincias del país.
- Ingresos Potenciales por Venta, calculado como precio por unidades vendidas, para comparar el aporte económico de cada modelo (ej. Corolla vs. Hilux).
- Tendencias e Históricos (indicador de apoyo), mediante análisis temporal por año y mes para identificar el crecimiento, disminución y comportamiento estacional de las ventas.

Arquitectura general

La arquitectura propuesta se compone de cuatro niveles:

1. Fuente de datos: Base de datos del AUTOPLUS almacenada en Microsoft Excel.
2. Procesamiento de datos: Power Query realiza la extracción, limpieza y transformación de la información.
3. Modelo analítico: Power BI organiza los datos, establece relaciones y calcula los indicadores mediante DAX.
4. Visualización: dashboards interactivos que permiten monitorear los KPIs, filtrar la información por marca, modelo, provincia y período, facilitando la toma de decisiones basada en datos.

La arquitectura permite contar con información confiable, actualizada y de fácil análisis, optimizando la generación de reportes y proporcionando una visión integral del comportamiento del mercado automotriz ecuatoriano.

3.6 Recursos de IT o externos empleados

La arquitectura propuesta previamente considera a AutoPlus como fuente principal, archivos Excel o CSV como medio de intercambio, Power Query o SQL Server Integration Services para el proceso ETL, SQL Server para el Data Warehouse y Power BI para la presentación de indicadores. También se utilizarán SQL para consultas y DAX para los cálculos analíticos.

3.6.1 Recursos tecnológicos de IT

Tabla 12

Recursos tecnológicos de IT

Recurso tecnológico	Uso dentro del proyecto
AutoPlus	Fuente externa principal para obtener información del mercado automotor ecuatoriano, como ventas, marcas, modelos, segmentos y ubicación geográfica.
Archivos Excel y CSV	Formatos utilizados para descargar, intercambiar y cargar los datos provenientes de AutoPlus y otras fuentes complementarias.
Landing Zone	Área temporal o permanente donde se almacenarán los archivos originales antes de aplicar procesos de limpieza y transformación.
Power Query	Herramienta para importar, limpiar, combinar, transformar y homologar los datos cuando el volumen de información sea moderado.
SQL Server Integration Services — SSIS	Alternativa para automatizar procesos ETL de mayor complejidad o volumen.
SQL Server	Sistema de gestión de base de datos destinado al almacenamiento estructurado de la información histórica.
Data Warehouse	Repositorio central donde se integrará la información validada y consolidada para su análisis.
Datamarts	Subconjuntos de información orientados a las necesidades de Gerencia, Comercial, Marketing, Operaciones y otras áreas.
Microsoft Power BI	Herramienta utilizada para construir dashboards, reportes interactivos e indicadores clave de desempeño.
SQL	Lenguaje empleado para realizar consultas, validaciones, transformaciones y extracción de información desde el Data Warehouse.
DAX	Lenguaje utilizado en Power BI para crear medidas, indicadores, comparaciones temporales y cálculos analíticos.
SharePoint, OneDrive o almacenamiento institucional	Espacio destinado a compartir archivos, administrar versiones y controlar el acceso a los documentos del proyecto.

Recurso tecnológico	Uso dentro del proyecto
Sistema de respaldos	Recurso necesario para conservar copias de los archivos originales, bases consolidadas y configuraciones del proyecto.

El proceso ya definido establece que los archivos descargados serán almacenados inicialmente en una Landing Zone y posteriormente procesados antes de ser cargados en el Data Warehouse.

3.6.2 Recursos externos empleados

Además de los recursos internos de tecnología, el proyecto dependerá de proveedores y fuentes externas que suministren información, infraestructura o soporte especializado.

Tabla 13

Recursos externos empleados

Recurso externo	Aporte al proyecto
Proveedor de AutoPlus	Proporcionar los archivos del mercado automotor y brindar soporte ante problemas de acceso, descarga o cambios en su estructura.
AEADE	Entregar información sectorial que permita contextualizar y contrastar los resultados obtenidos desde AutoPlus.
Fuentes públicas oficiales	Complementar el análisis con información económica, territorial, normativa o estadística.
Proveedor de servicios en la nube	Ofrecer infraestructura para almacenamiento, procesamiento, respaldos y disponibilidad de la información.
Microsoft	Proporcionar las licencias y servicios de Power BI, SQL Server

AutoPlus constituye el principal recurso externo del proyecto, mientras que AEADE y otras fuentes públicas serán utilizadas para validar y contextualizar los resultados.

3.6.3 Responsabilidades de los proveedores externos

Para reducir la dependencia tecnológica y evitar interrupciones, los proveedores externos deberán cumplir, cuando sea aplicable, con las siguientes responsabilidades:

- Garantizar la disponibilidad de los servicios contratados.
- Informar previamente sobre cambios en formatos, nombres de columnas o estructuras de archivos.
- Proporcionar soporte ante errores de acceso o descarga.

- Mantener medidas de seguridad y respaldo de la infraestructura.
- Definir claramente las condiciones de licenciamiento y uso de la información.
- Proteger la confidencialidad e integridad de los datos.
- Establecer tiempos de respuesta ante incidentes.
- Facilitar documentación técnica y capacitación básica.

Este punto resulta relevante porque un cambio no informado en la estructura de los archivos de AutoPlus podría provocar fallos en el proceso ETL.

3.6.4 Recursos mínimos para la fase inicial

Para una primera fase académica o piloto no será necesario implementar toda la infraestructura empresarial. El proyecto puede comenzar con los siguientes recursos mínimos:

1. Acceso a AutoPlus y fuentes de AEADE.
2. Archivos de carga en Excel o CSV.
3. Una estructura organizada de carpetas para la Landing Zone.
4. Power Query para limpieza y transformación.
5. SQL Server Express o una base de datos equivalente.
6. Power BI Desktop para el desarrollo de dashboards.
7. Un responsable de carga y calidad de datos.
8. Un usuario del área de negocio que valide los resultados.
9. Procedimientos documentados de respaldo, control de versiones y manejo de errores.

Posteriormente, si aumenta el volumen, la frecuencia o la complejidad de los datos, se podrá migrar hacia SSIS, servicios en la nube, automatización de cargas y una infraestructura empresarial con mayor capacidad.

Capítulo 4

4.1 Análisis de herramientas y selección de la solución de visualización

El objetivo concreto de esta etapa es construir, en Power BI o en la herramienta que resulte seleccionada, un tablero que represente los cuatro KPIs estratégicos del proyecto (Participación de Mercado, Ranking de Modelos Más Vendidos, Ingresos Potenciales por Venta y Demanda Geográfica) utilizando la data ya adquirida a través de AUTOPLUS y consolidada en el Data Warehouse (Fact_Ventas, Dim_Fecha, Dim_Modelo, Dim_Geografía). Por esta razón, el análisis de herramientas que se desarrolla a continuación no evalúa capacidades genéricas de Business Intelligence, sino la capacidad concreta de cada plataforma para calcular estos cuatro KPIs con los campos disponibles en la fuente.

4.1.1 Datos disponibles para el cálculo de los KPIs

Antes de evaluar las herramientas, se identifican los campos de AUTOPLUS que alimentan cada KPI, ya que la herramienta seleccionada debe poder consumirlos sin transformación adicional fuera del proceso ETL ya diseñado:

Tabla 14

Datos disponibles para el cálculo de los KPIs

KPI	Fórmula	Campos de origen (AUTOPLUS / Data Warehouse)
1. Participación de Mercado	(Unidades Toyota / Total unidades del mercado) x 100, por mes, provincia, segmento y modelo	Marca, Modelo, Segmento, Provincia, Año, Mes, Unidades vendidas
2. Ranking de Modelos Más Vendidos	Total de unidades por modelo; análisis Pareto 80/20; evolución mensual	Modelo, Familia, Año, Mes, Unidades vendidas
3. Ingresos Potenciales por Venta	Precio x Unidades, comparado entre modelos (ej. Corolla vs. Hilux)	Modelo, Precio, Unidades vendidas
4. Demanda Geográfica	Unidades Toyota por provincia (Pichincha, Guayas, Azuay, etc.)	Provincia, Cantón, Unidades vendidas

4.1.2 Análisis individual de cada herramienta

Se comparó la adecuación conceptual de cada alternativa a los cuatro KPI y al entorno de Microsoft propuesto. Las puntuaciones constituyen un juicio del equipo para este caso académico; no son resultados de pruebas de rendimiento ni una clasificación universal de los proveedores.

Microsoft Power BI. Power BI puede construir los cuatro KPIs directamente sobre el modelo dimensional ya definido, sin pasos intermedios. El KPI de Participación de Mercado se resuelve con una medida DAX que divide las unidades Toyota entre el total del mercado, filtrable por mes, provincia, segmento y modelo mediante segmentadores nativos. El Ranking de Modelos se construye con la función RANKX y un visual de barras ordenado, y el análisis Pareto 80/20 se logra combinando una medida de porcentaje acumulado con un gráfico de líneas y columnas, un patrón estándar y documentado en Power BI. Los Ingresos Potenciales se calculan con una medida SUMX (Precio x Unidades) y se visualizan en un Treemap o en tarjetas de KPI financiero. La Demanda Geográfica se resuelve con el visual de mapa de formas (Shape Map) cargando el archivo de límites de provincias de Ecuador, algo que la herramienta permite de forma nativa sin licencias adicionales. Además, como el proceso ETL de los capítulos 2 y 3 ya usa Power Query y SQL Server/Azure SQL, no existe fricción entre el origen de datos y la herramienta de visualización: la conexión es directa.

Tableau. Tableau permite construir los cuatro KPI y conectarse a SQL Server, Azure SQL Database y Azure Synapse mediante su conector de Microsoft SQL Server; puede requerir la instalación del controlador correspondiente (Tableau, s. f.). Su adopción exigiría implementar las medidas con las expresiones de cálculo de Tableau y formar al equipo en ese entorno. La comparación económica debe utilizar una combinación equivalente de perfiles de creación y consulta, con cotizaciones vigentes; no se presupone un costo adicional por el conector.

QlikView / Qlik Sense. Qlik Sense ofrece un motor asociativo útil para explorar relaciones entre modelos, provincias y segmentos. En este proyecto se prioriza la continuidad con Power Query y DAX; migrar implicaría capacitación y adaptación de los procesos de preparación y cálculo. El costo relativo deberá confirmarse con una cotización que contemple usuarios, capacidad y alcance, por lo que la puntuación de costo se considera preliminar.

Domo. Domo es una alternativa para integrar fuentes y presentar indicadores mediante dashboards. Para este proyecto se requeriría validar en una prueba de concepto la conectividad, las reglas de cálculo y el consumo previsto. Al no disponer de una cotización comparable, su costo y esfuerzo de implantación se valoran de forma preliminar; no se atribuyen cargos específicos a conectores ni limitaciones de cálculo sin verificación técnica.

Pentaho / MicroStrategy. Pentaho y MicroStrategy son productos distintos, con enfoques de integración, análisis y administración que deben evaluarse por separado en una contratación. Se mantienen agrupados únicamente como alternativas no priorizadas en esta comparación exploratoria. Su despliegue no se descarta por una incapacidad funcional, sino por el esfuerzo de evaluación y adaptación adicional frente al entorno Microsoft propuesto.

4.1.3 Matriz de decisión ponderada

Para objetivar la selección, se calificó cada herramienta (escala 1 a 5) en los criterios más relevantes para este objetivo específico —construir un Power BI/dashboard de los 4 KPIs con la data de AUTOPLUS, ponderados según su importancia para el proyecto:

Tabla 15

Matriz de decisión ponderada de herramientas BI

Herramienta	Compat. arquitectura (20%)	Cálculo de los 4 KPIs (25%)	Mapa de Ecuador (15%)	Costo (15%)	Auto-servicio (15%)	Escalabi- lidad (10%)	Total (/5)
Power BI	5	5	5	4	4	5	4.70
Tableau	2	4	4	2	3	4	3.15

Herramienta	Compat. arquitectura (20%)	Cálculo de los 4 KPIs (25%)	Mapa de Ecuador (15%)	Costo (15%)	Auto-servicio (15%)	Escalabi - lidad (10%)	Total (/5)
Qlik Sense	2	4	3	3	3	3	3.05
Domo	2	3	3	2	4	3	2.80
Pentaho/MicroStrategy	3	3	2	2	2	4	2.65

4.1.4 Herramienta seleccionada: Microsoft Power BI

Power BI obtiene la calificación más alta (4.70/5.00) y se selecciona como la herramienta para construir el tablero de los 4 KPIs estratégicos de Toyota Ecuador. La decisión se sustenta en tres razones específicas para este objetivo:

- Los KPI se implementarán con medidas DAX sobre el modelo semántico. Power Query utiliza el lenguaje M para preparar los datos; DAX se emplea después para los cálculos analíticos. La selección permite mantener ambos procesos dentro del mismo entorno.
- La demanda geográfica puede representarse mediante un mapa de formas y un archivo de límites territoriales compatible. La disponibilidad del archivo, su licencia y la correspondencia de códigos del INEC deben validarse antes de construir el visual.
- Power BI Pro publica una tarifa de USD 14 por usuario al mes con pago anual (Microsoft, s. f.-c). Para 10 usuarios, el presupuesto de licencias es USD 1 680 al año. La comparación con otras plataformas requiere igualar roles, capacidades y condiciones contractuales.

4.1.5 Diseño del tablero de Power BI para los 4 KPIs

Con la herramienta seleccionada, se define el modelo de datos y las medidas DAX que alimentarán directamente el tablero de los 4 KPIs, manteniendo el esquema en estrella ya propuesto en el Data Warehouse.

4.1.5.1 Medidas DAX por KPI.

KPI 1 · Participación de Mercado. Visual: mapa de Ecuador (Shape Map) por provincia + línea temporal por mes + barras por provincia, filtrable por segmento y modelo.

KPI 2 · Ranking de Modelos Más Vendidos. Visual: gráfico de barras ordenado (ranking) combinado con línea de porcentaje acumulado (curva de Pareto 80/20) y línea temporal de evolución mensual.

KPI 3 · Ingresos Potenciales por Venta. Visual: Treemap por modelo (tamaño = ingreso potencial) y tarjetas de KPI financiero para comparar modelos específicos (ej. Corolla vs. Hilux, como en el ejemplo del KPI estratégico definido).

KPI 4 · Demanda Geográfica. Visual: mapa de Ecuador con relleno por intensidad de demanda (choropleth) y tabla dinámica por cantón, apoyando la apertura de concesionarios y campañas regionales.

4.1.5.2 Estructura del tablero. El tablero de Power BI se organizará en una página resumen con cuatro tarjetas (una por KPI) y páginas de detalle navegables mediante marcadores (bookmarks), replicando la estructura de fórmula-visualización ya definida para cada indicador:

Tabla 16

Estructura del tablero de Power BI

#	KPI	Visualización principal	Filtros / segmentadores
1	Participación de Mercado	Mapa de Ecuador + línea temporal + barras por provincia	Mes, Provincia, Segmento, Modelo
2	Ranking de Modelos Más Vendidos	Barras ordenadas + curva de Pareto 80/20 + línea temporal	Mes, Familia, Segmento
3	Ingresos Potenciales por Venta	Treemap por modelo + tarjetas de comparación (ej. Corolla vs. Hilux)	Modelo, Rango de precio
4	Demanda Geográfica	Mapa de Ecuador (choropleth) + tabla por provincia/cantón	Provincia, Cantón, Mes

4.2 Selección de usuarios y perfiles de uso de cada dashboard

4.2.1 Enfoque para la selección de usuarios

El diseño de los dashboards debe responder a las necesidades de información de cada nivel de la organización. No todos los usuarios requieren los mismos indicadores, la misma frecuencia de actualización ni el mismo grado de detalle. Por esta razón, la propuesta diferencia a los usuarios de acuerdo con su responsabilidad, el tipo de decisión que toman y la forma en que consumen la información (Microsoft, 2024b).

La segmentación evita entregar información innecesaria, facilita la adopción de las herramientas de Business Intelligence y protege los datos sensibles. En Toyota del Ecuador, cada dashboard debe construirse para un propósito específico y con un nivel de acceso coherente con las funciones del usuario.

Perfiles generales.

Tabla 17

Perfiles generales de uso

Perfil	Forma de uso
Estratégico	Analiza resultados globales, tendencias y cumplimiento de los objetivos corporativos.
Táctico	Controla el desempeño de áreas, regiones, concesionarios o líneas de negocio.
Operativo	Da seguimiento a las actividades diarias y atiende desviaciones inmediatas.
Analítico	Explora la información, identifica causas y prepara análisis especializados.

4.2.2 Usuarios y perfiles por dashboard

Dashboard Ejecutivo Corporativo.

Tabla 18

Dashboard ejecutivo corporativo

Usuarios principales	Presidente Ejecutivo, Gerente General y Comité Directivo.
Perfil de uso	Estratégico.
Objetivo	Obtener una visión integral del desempeño de Toyota del Ecuador.

Usuarios principales	Presidente Ejecutivo, Gerente General y Comité Directivo.
Decisiones que apoya	Definición de prioridades, asignación de recursos, cumplimiento presupuestario y evaluación del desempeño general.
Indicadores principales	Ventas totales, participación de mercado, ingresos, rentabilidad, inventario, cumplimiento de presupuesto, NPS y desempeño de posventa.
Frecuencia de consulta	Semanal y mensual.
Nivel de detalle	Información consolidada nacional, con posibilidad de profundizar por área, región o concesionario.
Tipo de acceso	Lectura ejecutiva, filtros generales y alertas.
Dispositivo principal	Computador, tableta y teléfono móvil.
Criterio de diseño	Debe ser sencillo, visual y orientado a excepciones. Su función es mostrar rápidamente si la empresa está cumpliendo sus objetivos.

Dashboard Comercial y de Ventas.

Tabla 19

Dashboard comercial y de ventas

Usuarios principales	Gerente Comercial, jefes regionales, gerentes de concesionarios y jefes de ventas.
Perfil de uso	Táctico y operativo.
Objetivo	Controlar el cumplimiento de las metas comerciales y el comportamiento de las ventas.
Decisiones que apoya	Ajuste de metas, campañas, incentivos, distribución de unidades y gestión de equipos comerciales.
Indicadores principales	Ventas por modelo, agencia, región, asesor y canal; cumplimiento de presupuesto; conversión de prospectos; ticket promedio y participación por modelo.
Frecuencia de consulta	Diaria, semanal y mensual.
Nivel de detalle	Desde resultados nacionales hasta el detalle por asesor y vehículo.
Tipo de acceso	Filtros por periodo, región, concesionario, modelo y asesor.
Dispositivo principal	Computador y teléfono móvil.
Criterio de diseño	La Gerencia Comercial necesita una visión nacional y comparativa; cada concesionario debe visualizar principalmente su propia operación.

Dashboard de Inventario y Disponibilidad de Vehículos.

Tabla 20

Dashboard de inventario y disponibilidad de vehículos

Usuarios principales	**Gerencia Comercial, responsables de logística, abastecimiento, planificación e inventarios.**
Perfil de uso	Táctico y analítico.
Objetivo	Mantener un inventario equilibrado y reducir las unidades inmovilizadas.
Decisiones que apoya	Importación, distribución de unidades, transferencias entre concesionarios, promociones y liquidación de inventario antiguo.
Indicadores principales	Stock por modelo, versión, color y ubicación; rotación; días de inventario; unidades en tránsito; antigüedad y disponibilidad.
Frecuencia de consulta	Diaria y semanal.
Nivel de detalle	Unidad, modelo, concesionario, región y estado logístico.
Tipo de acceso	Consulta detallada, alertas y análisis de antigüedad.
Dispositivo principal	Computador.
Criterio de diseño	El responsable de inventarios requiere detalle por unidad; la Gerencia Comercial necesita información consolidada para priorizar modelos y campañas.

Dashboard de Posventa, Talleres y Repuestos.

Tabla 21

Dashboard de posventa, talleres y repuestos

Usuarios principales	**Gerente de Posventa, jefes de taller, responsables de repuestos y gerentes de concesionarios.**
Perfil de uso	Táctico y operativo.
Objetivo	Controlar productividad, capacidad, facturación y calidad del servicio de posventa.
Decisiones que apoya	Asignación de técnicos, gestión de citas, mejora de productividad, abastecimiento de repuestos y reducción de tiempos de atención.
Indicadores principales	Órdenes de trabajo, facturación, productividad por técnico, ocupación del taller, tiempo promedio de reparación, vehículos atendidos, disponibilidad y rotación de repuestos.
Frecuencia de consulta	Diaria y semanal.
Nivel de detalle	Taller, técnico, asesor de servicio, orden de trabajo y tipo de reparación.
Tipo de acceso	Operativo, con alertas y seguimiento diario.
Dispositivo principal	Computador, tableta y pantallas de control del taller.

Usuarios principales	**Gerente de Posventa, jefes de taller, responsables de repuestos y gerentes de concesionarios.**
Criterio de diseño	Debe permitir identificar rápidamente cuellos de botella, retrasos, baja productividad o falta de repuestos.

Dashboard de Experiencia del Cliente.

Tabla 22

Dashboard de experiencia del cliente

Usuarios principales	**Gerencia de Experiencia del Cliente, Gerencia Comercial, Posventa, Calidad y gerentes de concesionarios.**
Perfil de uso	Estratégico y táctico.
Objetivo	Evaluar la percepción del cliente durante la compra y el servicio de posventa.
Decisiones que apoya	Planes de mejora, capacitación, corrección de procesos y seguimiento de reclamos.
Indicadores principales	NPS, satisfacción, CES, reclamos, tiempos de respuesta, causas de inconformidad, recompra y recomendación.
Frecuencia de consulta	Semanal y mensual.
Nivel de detalle	Nacional, región, concesionario, proceso, asesor y tipo de reclamo.
Tipo de acceso	Análisis de tendencias, filtros y detalle de casos críticos.
Dispositivo principal	Computador y tableta.
Criterio de diseño	La Alta Dirección observa tendencias generales; los responsables de concesionario necesitan conocer los casos que deben corregirse.

Dashboard Financiero y de Rentabilidad.

Tabla 23

Dashboard financiero y de rentabilidad

Usuarios principales	**Gerente Financiero, Contraloría, Gerencia General y responsables de presupuesto.**
Perfil de uso	Estratégico, táctico y analítico.
Objetivo	Evaluar ingresos, costos, rentabilidad y cumplimiento financiero.
Decisiones que apoya	Presupuestos, control de gastos, evaluación de rentabilidad, inversión y asignación de recursos.
Indicadores principales	Ingresos, costos, margen bruto, utilidad, EBITDA, rentabilidad por modelo, agencia y línea de negocio, cuentas por cobrar y flujo de caja.
Frecuencia de consulta	Semanal, mensual y trimestral.
Nivel de detalle	Consolidado corporativo, unidad de negocio, agencia, cuenta y centro de costo.

Usuarios principales	**Gerente Financiero, Contraloría, Gerencia General y responsables de presupuesto.**
Tipo de acceso	Restringido, debido a la sensibilidad de la información.
Dispositivo principal	Computador.
Criterio de diseño	Los gerentes de concesionario visualizan únicamente su unidad; la Gerencia Financiera tiene acceso consolidado.

Dashboard de Marketing y Gestión de Prospectos.

Tabla 24

Dashboard de marketing y gestión de prospectos

Usuarios principales	**Gerencia de Marketing, equipo digital, Gerencia Comercial y responsables de CRM.**
Perfil de uso	Táctico y analítico.
Objetivo	Medir la efectividad de las campañas y la generación de oportunidades comerciales.
Decisiones que apoya	Distribución del presupuesto publicitario, selección de canales, segmentación y seguimiento de campañas.
Indicadores principales	Prospectos generados, costo por lead, tasa de conversión, campañas activas, tráfico digital, pruebas de manejo, cotizaciones y ventas atribuidas.
Frecuencia de consulta	Diaria, semanal y mensual.
Nivel de detalle	Campaña, canal, audiencia, modelo, concesionario y prospecto.
Tipo de acceso	Interactivo, con filtros y análisis comparativo.
Dispositivo principal	Computador y teléfono móvil.
Criterio de diseño	Marketing evalúa el desempeño de cada campaña; Comercial analiza la calidad y el estado de los prospectos recibidos.

Matriz consolidada de usuarios.

Tabla 25

Matriz consolidada de usuarios

Dashboard	Usuario estratégio	Usuario táctico	Usuario operativo	Usuario analítico
Ejecutivo corporativo	Gerencia General y Comité Directivo	Gerentes de área	—	BI y Planeación
Comercial	Gerencia Comercial	Jefes regionales y gerentes de concesionario	Jefes de ventas y asesores	Analistas comerciales
Inventario	Gerencia Comercial	Logística y Planificación	Responsables de inventario	Analistas de demanda

Dashboard	Usuario estratégio	Usuario táctico	Usuario operativo	Usuario analítico
Posventa	Gerencia de Posventa	Gerentes de concesionario y jefes de taller	Técnicos, asesores y repuestos	Analistas de posventa
Experiencia del cliente	Gerencia General	Calidad, Comercial y Posventa	Responsables de atención	Analistas de experiencia
Financiero	Gerencia General y Financiera	Responsables de presupuesto	Contabilidad y Tesorería	Analistas financieros
Marketing	Gerencia de Marketing	Responsables de campañas	Ejecutivos de CRM	Analistas digitales

Perfiles de acceso recomendados.

Tabla 26

Perfiles de acceso recomendados

Perfil de acceso	Alcance
Administrador de BI	Administra fuentes, permisos, modelos semánticos, actualización y publicación de los dashboards.
Analista	Puede consultar, filtrar, descargar información y elaborar análisis especializados.
Usuario gerencial	Consulta indicadores y profundiza dentro de su área de responsabilidad.
Usuario operativo	Visualiza únicamente la información necesaria para ejecutar y controlar su trabajo.

Recomendación de seguridad: aplicar seguridad a nivel de fila (Row-Level Security) en Power BI. Así, un gerente de concesionario visualizará únicamente la información de su agencia, mientras que la Gerencia General tendrá acceso a la información nacional consolidada.

4.3 Necesidades de información y accesos por departamento y perfil

4.3.1 Necesidades de información por departamento

Tabla 27

Necesidades de información por departamento

Departamento	Necesidades de información	Indicadores principales	Frecuencia de consulta
Gerencia General	Visión consolidada del desempeño de Toyota frente al mercado, evolución de ventas, posicionamiento competitivo y comportamiento por zonas.	Ventas totales, crecimiento mensual e interanual, participación de mercado, ranking de marcas y modelos, desempeño por provincia y cumplimiento de metas.	Mensual y bajo demanda.
Área Comercial	Identificación de modelos, segmentos y territorios con mayor o menor desempeño para orientar metas, cobertura y acciones comerciales.	Ventas por modelo, segmento, provincia y cantón; precio promedio; modelos más vendidos; variación de ventas y participación territorial.	Semanal, mensual y bajo demanda.
Marketing	Comprensión de tendencias del consumidor, comportamiento por segmento y posicionamiento de Toyota frente a competidores.	Participación de mercado, crecimiento por segmento, ventas de vehículos híbridos, preferencias por combustible, transmisión y tipo de vehículo.	Mensual y por campaña.
Operaciones e Inventarios	Estimación de la demanda por modelo y territorio para apoyar la planificación de abastecimiento y distribución.	Tendencia de demanda, unidades vendidas por zona y modelo, estacionalidad y concentración geográfica de ventas.	Mensual y durante procesos de planificación.
Finanzas	Estimación del valor del mercado y análisis económico del comportamiento comercial.	Precio promedio, valor estimado de ventas, crecimiento del mercado y participación por segmento.	Mensual, trimestral y anual.
Tecnología y Business Intelligence	Administración de fuentes, procesos ETL, calidad de datos, modelos analíticos, permisos y disponibilidad de la plataforma.	Registros cargados, errores, duplicados, tiempo de procesamiento, cumplimiento de cargas, disponibilidad y uso de dashboards.	En cada carga y mediante monitoreo continuo.

Departamento	Necesidades de información	Indicadores principales	Frecuencia de consulta
Calidad o gobierno de datos	Validación de consistencia, integridad, actualización y trazabilidad de la información.	Porcentaje de registros completos, duplicados detectados, registros rechazados, errores de homologación y cumplimiento de reglas de calidad.	En cada proceso de carga.

4.3.2 Información requerida por cada perfil

Gerencia General. La Gerencia General necesita información resumida, visual y orientada a decisiones estratégicas. Su acceso debe concentrarse en dashboards ejecutivos que permitan identificar rápidamente tendencias, desviaciones y oportunidades.

Este perfil podrá consultar:

- Evolución general de ventas.
- Participación de Toyota en el mercado nacional.
- Comparación frente a las principales marcas competidoras.
- Ranking de modelos y segmentos.
- Desempeño por provincia y región.
- Tendencias mensuales e interanuales.
- Alertas sobre disminuciones relevantes en ventas o participación.

El acceso será exclusivamente de **lectura**, sin posibilidad de modificar datos, cálculos o estructuras del modelo.

Gerencia y analistas comerciales. El área comercial requiere un mayor nivel de detalle para analizar territorios, modelos y segmentos. Su información debe permitir comparar resultados entre provincias, cantones y líneas de vehículos.

Este perfil podrá consultar:

- Ventas por modelo, segmento y ubicación.
- Precio promedio por modelo.
- Participación de mercado por territorio.

- Crecimiento mensual e interanual.
- Modelos con mayor y menor desempeño.
- Concentración de ventas por provincia.
- Evolución de la demanda por categoría.

Los gerentes comerciales tendrán acceso de lectura a dashboards consolidados. Los analistas comerciales podrán utilizar filtros, exportar resultados autorizados y generar análisis complementarios, pero no modificarán las fuentes originales ni el Data Warehouse.

Marketing. Marketing necesita información relacionada con tendencias, segmentos, características técnicas y comportamiento competitivo.

Podrá consultar:

- Participación de mercado por marca.
- Crecimiento por segmento.
- Ventas por tipo de combustible.
- Participación de vehículos híbridos.
- Preferencias por transmisión, tracción y categoría.
- Comportamiento de modelos por provincia.
- Evolución de segmentos y tendencias del mercado.

El perfil será de lectura y análisis. No tendrá acceso a procesos ETL ni a tablas administrativas.

Operaciones e Inventarios. Operaciones requiere información para anticipar la demanda y apoyar decisiones de distribución. Sin embargo, la información de AutoPlus refleja matriculaciones o ventas del mercado y no contiene datos internos de inventario, disponibilidad, VIN, tiempos de entrega o existencias físicas. Esta limitación ya fue identificada en el diagnóstico de calidad del proyecto.

En la primera fase, este departamento podrá consultar:

- Tendencias de ventas por modelo.
- Demanda histórica por provincia.
- Estacionalidad mensual.
- Modelos con crecimiento sostenido.
- Concentración territorial de ventas.

Indicadores como **rotación de inventario, días de inventario, quiebres de stock o disponibilidad por concesionario** solo podrán calcularse cuando se integren fuentes internas de Toyota.

Finanzas. Finanzas podrá analizar información agregada relacionada con precios y valores estimados del mercado.

Su acceso incluirá:

- Precio promedio por modelo y segmento.
- Valor estimado de las ventas.
- Evolución del valor del mercado.
- Crecimiento por periodo.
- Comparación económica entre segmentos.

Debe diferenciarse entre el valor estimado del mercado, calculado a partir de unidades y precios, y los ingresos contables reales de Toyota. Para obtener rentabilidad, margen, costos o ingresos efectivos será necesario integrar información financiera interna.

Analista de Business Intelligence. El analista BI tendrá acceso técnico para preparar, validar y analizar la información.

Sus permisos incluirán:

- Consulta del Data Warehouse y Datamarts.
- Ejecución y supervisión de procesos ETL.
- Actualización de tablas de homologación.

- Revisión de registros rechazados o en cuarentena.
- Creación de medidas y cálculos en Power BI.
- Desarrollo y mantenimiento de dashboards.
- Validación de indicadores.
- Análisis de calidad de datos.

Este perfil podrá actualizar procesos analíticos, pero no deberá administrar por sí solo todos los permisos de seguridad.

Administrador de Business Intelligence. El administrador BI será responsable de la infraestructura, seguridad y disponibilidad del sistema.

Tendrá acceso a:

- Todas las tablas del Data Warehouse.
- Configuración de procesos ETL.
- Administración de usuarios y roles.
- Copias de seguridad.
- Auditoría de accesos.
- Configuración de conexiones.
- Publicación de dashboards.
- Recuperación ante fallos.
- Administración del entorno de Power BI Service.

Es el único perfil con permisos completos de lectura, escritura y administración técnica.

Responsable de calidad de datos. Se propone incluir formalmente un perfil de Data Steward o responsable de calidad, debido a que el documento previo identificó la ausencia de un rol encargado de validar la información antes de su incorporación a los Datamarts.

Sus funciones serán:

- Verificar la estructura de los archivos.
- Revisar campos obligatorios.
- Validar duplicados.
- Aprobar homologaciones de modelos y marcas.
- Gestionar registros con errores.
- Documentar incidencias.
- Autorizar la liberación de la carga hacia el Data Warehouse.

4.3.3 Matriz de accesos por perfil

Tabla 28

Matriz de accesos por perfil

Perfil	Power BI Service	Power BI Desktop	Datamarts	Data Warehouse	ETL	Administración de usuarios
Gerencia General	Lectura	No	No	No	No	No
Gerencia Comercial	Lectura	No	No	No	No	No
Analista Comercial	Lectura y exportación autorizada	No	Lectura limitada	No	No	No
Marketing	Lectura	No	Lectura limitada	No	No	No
Operaciones	Lectura	No	Lectura limitada	No	No	No
Finanzas	Lectura	No	Lectura limitada	No	No	No
Analista BI	Lectura y edición de reportes	Sí	Lectura y actualización	Lectura controlada	Ejecución y mantenimiento	No
Responsable de calidad	Lectura de control	No	Lectura	Lectura controlada	Validación y aprobación	No
Administrador BI	Acceso total	Sí	Acceso total	Acceso total	Acceso total	Sí

Perfil	Power BI Service	Power BI Desktop	Datamarts	Data Warehouse	ETL	Administración de usuarios
Proveedor externo	Acceso temporal y restringido	Según autorización	No	No	Soporte específico	No

4.3.4 Mecanismos de acceso

Los usuarios finales accederán principalmente mediante **Power BI Service**, utilizando credenciales corporativas. Los analistas trabajarán con Power BI Desktop y herramientas de consulta, mientras que los administradores utilizarán SQL Server Management Studio y los servicios de administración correspondientes. El documento de la Semana 3 ya establece estos mecanismos y diferencia el acceso técnico del acceso de usuarios finales.

Los accesos se organizarán de la siguiente forma:

- Dashboards ejecutivos: Gerencia General.
- Dashboard comercial: Comercial y Gerencia de Ventas.
- Dashboard de mercado: Marketing.
- Dashboard de demanda: Operaciones.
- Dashboard financiero: Finanzas.
- Panel de calidad y cargas: analistas BI, administrador y responsable de datos.

4.3.5 Controles de seguridad

Para proteger la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información, se aplicarán los siguientes controles:

- Autenticación mediante cuentas corporativas.
- Acceso basado en roles.
- Permisos de solo lectura para usuarios finales.
- Restricción de descarga y exportación según perfil.
- Registro de accesos y actividades.

- Revisión periódica de permisos.
- Eliminación de accesos de usuarios que cambien de función.
- Cifrado de conexiones y bases de datos.
- Copias de seguridad automáticas.
- Uso de seguridad a nivel de fila en Power BI cuando un usuario solo deba visualizar una región o unidad específica.

Estas medidas complementan los controles ya planteados para autenticación, auditoría, respaldos y cifrado del Data Warehouse.

4.3.6 Procedimiento para asignar accesos

La asignación de permisos seguirá el siguiente proceso:

1. El jefe del departamento solicitará el acceso.
2. Se identificará el perfil correspondiente.
3. El administrador BI verificará que el acceso solicitado sea necesario.
4. El responsable de seguridad o la gerencia autorizará el permiso.
5. Se asignará el rol en Power BI y, cuando corresponda, en el Data Warehouse.
6. El usuario recibirá una inducción sobre el uso adecuado de la información.
7. Los permisos serán revisados periódicamente.
8. Todo cambio o eliminación de acceso quedará registrado.

4.4 Revisión y cumplimiento de los objetivos iniciales

4.4.1 Integración y consolidación de la información

El proyecto cumple adecuadamente con el objetivo de integrar información proveniente de múltiples fuentes de datos. La arquitectura propuesta considera procesos ETL para extraer, transformar y cargar la información hacia un Data Warehouse, permitiendo disponer de una base histórica, estructurada y confiable para el análisis. Esta práctica

responde a las mejores metodologías de Business Intelligence, ya que elimina la dispersión de datos y reduce inconsistencias en los reportes.

4.4.2 Calidad y gobernanza de los datos

Uno de los principales objetivos era garantizar la calidad de la información disponible. En el proyecto se identifican procesos de validación, estandarización y almacenamiento centralizado, elementos fundamentales para asegurar la consistencia de los indicadores. Sin embargo, como oportunidad de mejora, sería recomendable incorporar políticas formales de gobierno de datos (Data Governance), incluyendo responsables de calidad, controles automáticos de validación y métricas de confiabilidad que permitan monitorear permanentemente la integridad de la información.

4.4.3 Disponibilidad de información para la toma de decisiones

El proyecto cumple con el propósito de facilitar el acceso oportuno a la información mediante el uso de Power BI y modelos analíticos. La disponibilidad de dashboards permitirá que los responsables comerciales analicen variables como ventas por marca, participación de mercado, tendencias históricas y comportamiento regional sin depender de procesos manuales de consolidación de información. Esta automatización reducirá significativamente los tiempos de generación de reportes y mejorará la capacidad de respuesta de la organización.

4.4.4 Infraestructura tecnológica

La infraestructura propuesta es consistente con una arquitectura moderna de Business Intelligence. El uso de SQL Server, Data Warehouse, Datamarts, Power Query, DAX, SharePoint y OneDrive proporciona una plataforma escalable para el almacenamiento, procesamiento y análisis de datos. Además, la definición de recursos tecnológicos y responsabilidades de soporte fortalece la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

Contraste con información actual del mercado. El proyecto también demuestra coherencia con la evolución actual del mercado automotor ecuatoriano. La Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE) publica mensualmente estadísticas oficiales sobre ventas de vehículos, participación por marcas y comportamiento del sector, información que constituye una fuente confiable para alimentar el sistema de Business Intelligence y enriquecer los análisis estratégicos. Los boletines más recientes evidencian la importancia de contar con información actualizada para identificar cambios en la demanda, tendencias del mercado y oportunidades comerciales.

Asimismo, la utilización de fuentes externas como AEADE complementa adecuadamente la información interna de Toyota Ecuador, permitiendo comparar el desempeño de la empresa frente al mercado nacional y generar indicadores como participación de mercado (Market Share), crecimiento de ventas, evolución de segmentos y comportamiento de la competencia.

Oportunidades de mejora. Aunque el proyecto presenta una estructura sólida, existen oportunidades para incrementar su valor estratégico:

- Incorporar modelos predictivos utilizando técnicas de Machine Learning para estimar la demanda futura y apoyar la planificación comercial.
- Implementar alertas automáticas en Power BI para detectar desviaciones importantes en ventas o participación de mercado.
- Integrar información de satisfacción del cliente, posventa y comportamiento de recompra para obtener una visión integral del negocio.
- Definir indicadores de calidad de datos (completitud, consistencia, oportunidad y exactitud) que permitan medir permanentemente la confiabilidad de la información utilizada por los usuarios.

Capítulo 5

5.1 Identificación de la situación actual del departamento

Para este capítulo, la situación actual se analiza a partir de la información desarrollada en los capítulos anteriores y de la arquitectura propuesta para el proyecto. Es importante aclarar que el trabajo no utiliza información confidencial de Toyota del Ecuador ni pretende realizar una auditoría de su estructura interna. Por ello, el diagnóstico debe entenderse como un punto de partida funcional para implementar una capacidad de Business Intelligence de manera ordenada y sostenible.

5.1.1 Diagnóstico general

En el escenario actual, la gestión analítica no aparece concentrada en un departamento de Business Intelligence plenamente constituido. Las necesidades de información están distribuidas entre Gerencia General, Comercial, Marketing, Operaciones e Inventarios, Finanzas y la red de concesionarios. Cada área consulta los datos desde su propia perspectiva y, en varios casos, trabaja con reportes históricos, archivos de Excel y análisis preparados de forma periódica.

Esta forma de trabajo permite responder a los requerimientos básicos del negocio, pero dificulta construir una visión compartida. Un mismo dato puede pasar por diferentes archivos, criterios de clasificación o fechas de corte, aumentando el tiempo de preparación y el riesgo de que dos áreas lleguen a conclusiones distintas. Además, parte del conocimiento queda concentrado en las personas que elaboran los reportes, lo que genera dependencia y limita la continuidad cuando cambian las funciones o los responsables.

Fortalezas identificadas.

- **Necesidad de negocio claramente reconocida.** Las áreas requieren información más integrada para planificar ventas, inventarios, campañas, resultados financieros y desempeño regional.

- **KPIs y usuarios definidos.** El proyecto ya establece indicadores prioritarios, dashboards, perfiles de uso y niveles de acceso, lo que reduce la ambigüedad al momento de implementar la solución.
- **Disponibilidad de fuentes estructuradas.** AutoPlus, los archivos Excel o CSV, la información pública sectorial y las tablas de homologación permiten construir una base inicial consistente para el análisis.
- **Arquitectura tecnológica coherente.** La combinación de SQL Server, Data Warehouse, Power Query, DAX, Power BI, SharePoint y OneDrive ofrece una plataforma escalable y compatible con el alcance planteado.
- **Cultura favorable al mejoramiento.** La filosofía de Toyota, basada en el kaizen y el respeto por las personas, puede facilitar la adopción de procesos de mejora continua también en la gestión de información.

Limitaciones observadas.

- **Información dispersa.** Los datos se encuentran distribuidos entre varias fuentes, reportes y responsables, sin una única versión oficial disponible para todos los usuarios.
- **Dependencia de procesos manuales.** La descarga, consolidación, validación y preparación de archivos todavía requiere intervención humana, lo que consume tiempo y eleva el riesgo de errores.
- **Gobierno de datos en etapa inicial.** Aunque se proponen perfiles como administrador BI y responsable de calidad, todavía se debe formalizar quién es dueño de cada dato, quién lo valida y quién autoriza su publicación.
- **Capacidad analítica principalmente descriptiva.** El proyecto permite comprender qué ocurrió y cómo se comporta el mercado, pero aún no incorpora de forma

operativa modelos predictivos para anticipar demanda, inventarios o comportamiento de clientes.

- **Actualización condicionada a la fuente.** La frecuencia mensual o bimensual es adecuada para análisis de mercado, pero no cubre necesidades que podrían requerir información diaria o cercana al tiempo real.
- **Soporte todavía no formalizado.** Es necesario definir acuerdos de servicio, tiempos de respuesta, protocolos de incidentes y responsables para mantener la solución una vez que los dashboards entren en uso.

5.1.2 Nivel de madurez frente al proyecto

En términos prácticos, Toyota del Ecuador se encontraría en una etapa de transición entre una gestión basada en reportes separados y una gestión integrada mediante Business Intelligence. El proyecto ya cuenta con una estructura conceptual sólida: fuentes identificadas, proceso ETL, repositorio central, KPIs, dashboards y perfiles de acceso. Sin embargo, todavía falta convertir ese diseño en una capacidad organizacional permanente, con personas responsables, procesos documentados y recursos asignados.

El reto principal no consiste únicamente en instalar Power BI o construir gráficos. La verdadera transformación se producirá cuando todas las áreas utilicen definiciones comunes, confíen en la misma fuente y puedan relacionar cada indicador con una decisión concreta. Desde esta perspectiva, la situación actual es favorable para iniciar un piloto, pero requiere acompañamiento, disciplina y una implementación gradual para evitar que la solución termine convirtiéndose en otro reporte aislado.

5.2 Definición de las carencias en formación y recursos

La implementación de la propuesta requiere fortalecer tanto las competencias de las personas como los recursos disponibles. La principal carencia no es exclusivamente tecnológica. Contar con licencias, servidores y dashboards no garantiza que la organización

tome mejores decisiones si los usuarios no comprenden los indicadores, no confían en los datos o continúan trabajando con archivos paralelos.

5.2.1 Carencias en formación

La formación debe adaptarse al rol de cada usuario. No todos necesitan aprender programación o modelado de datos, pero sí deben comprender cómo utilizar la información de manera responsable y qué decisiones pueden apoyar con ella.

Alta dirección y gerencias.

- **Alfabetización de datos.** Interpretar tendencias, variaciones, comparativos y alertas sin depender totalmente del equipo técnico.
- **Lectura ejecutiva de dashboards.** Diferenciar un indicador relevante de un dato accesorio y formular preguntas que orienten la toma de decisiones.
- **Uso responsable de la información.** Comprender los límites del análisis, la periodicidad de los datos y el nivel de precisión de cada fuente.

Usuarios de las áreas de negocio.

- **Uso práctico de Power BI.** Aplicar filtros, segmentaciones, navegación, detalle y exportación sin alterar la lógica oficial del reporte.
- **Comprensión de los KPIs.** Conocer la definición, fórmula, fuente y frecuencia de actualización de cada indicador.
- **Autonomía con control.** Resolver consultas habituales mediante autoservicio, evitando la creación de versiones paralelas en hojas de cálculo.

Equipo técnico y analistas de BI.

- **Preparación e integración de datos.** Fortalecer conocimientos en Power Query, SQL, procesos ETL y modelado dimensional.
- **Análisis y visualización.** Desarrollar dominio de DAX, diseño de dashboards, experiencia de usuario y comunicación de hallazgos.

- **Administración de la plataforma.** Gestionar Power BI Service, espacios de trabajo, actualizaciones, gateway, seguridad a nivel de fila y auditoría de accesos.
- **Calidad y gobierno.** Aplicar reglas de validación, documentar metadatos, administrar homologaciones y dar seguimiento a errores de carga.

Responsables de datos por área.

- **Gobierno y propiedad del dato.** Definir quién crea, valida, corrige y aprueba la información antes de que llegue a los dashboards.
- **Privacidad y seguridad.** Conocer los criterios para compartir, descargar o restringir información según el perfil del usuario.
- **Gestión del cambio.** Acompañar la adopción, recoger retroalimentación y explicar por qué se reemplazan algunos reportes anteriores.

5.2.2 Carencias en recursos

Además de la formación, la solución necesita recursos humanos, tecnológicos y organizacionales que aseguren su continuidad. El mayor riesgo sería concentrar toda la implementación en una sola persona o depender de apoyos ocasionales, porque el sistema requiere mantenimiento, validación y evolución permanente.

Recursos humanos.

- **Líder o responsable de Business Intelligence.** Debe priorizar requerimientos, coordinar a las áreas y asegurar que el proyecto mantenga relación con los objetivos del negocio.
- **Analista BI.** Encargado de construir medidas, dashboards, validaciones y análisis para los usuarios.
- **Especialista de datos o ETL.** Responsable de automatizar cargas, mantener el modelo y solucionar fallos de integración.

- **Data Steward por área.** Usuario de negocio que conoce el origen del dato, valida su calidad y participa en las homologaciones.
- **Administrador tecnológico.** Gestiona infraestructura, respaldos, accesos, seguridad y disponibilidad de la plataforma.

Recursos tecnológicos.

- **Licencias y ambientes.** Power BI Pro o la modalidad que corresponda, SQL Server o Azure SQL, espacios de desarrollo, pruebas y producción.
- **Automatización y conectividad.** Gateway, procesos programados, monitoreo de cargas y alertas cuando una actualización falle.
- **Respaldo y continuidad.** Copias de seguridad, control de versiones, almacenamiento institucional y procedimientos de recuperación.
- **Documentación.** Diccionario de datos, catálogo de KPIs, manuales de usuario, bitácora de cambios y registro de incidentes.
- **Seguridad.** Roles, permisos, autenticación corporativa, seguridad a nivel de fila y revisión periódica de accesos.

Recursos organizacionales.

- **Tiempo asignado.** Los responsables deben disponer de horas formales para validar datos, participar en reuniones y resolver incidencias.
- **Presupuesto.** Se requiere una partida para licencias, capacitación, soporte, infraestructura y posibles servicios especializados.
- **Comité de datos.** Un espacio breve y periódico para priorizar necesidades, aprobar definiciones y resolver diferencias entre áreas.
- **Acuerdos de servicio.** Tiempos claros para actualizar información, responder solicitudes y solucionar problemas críticos.

5.2.3 Prioridades recomendadas

- **Corto plazo, de cero a tres meses.** Nombrar un patrocinador y un responsable BI, capacitar al grupo piloto, aprobar el diccionario de KPIs y habilitar las licencias y espacios de trabajo básicos.
- **Mediano plazo, de tres a seis meses.** Formalizar los responsables de calidad, automatizar el proceso ETL, establecer controles de actualización y capacitar al equipo técnico en SQL, DAX y administración de Power BI.
- **Etapa de consolidación, de seis a doce meses.** Integrar nuevas fuentes internas, incorporar información de cliente y posventa, desarrollar análisis predictivos y ampliar gradualmente el acceso a la red de concesionarios.

En conclusión, las carencias identificadas pueden cubrirse de forma progresiva. No es necesario crear desde el primer día una estructura grande, pero sí establecer responsabilidades claras y proteger el conocimiento generado. La adopción será real cuando cada usuario comprenda qué significa el indicador, confíe en la fuente y sepa qué acción debe tomar a partir del resultado. Ese cambio de comportamiento será tan importante como la tecnología utilizada.

5.3 Coordinación de los flujos con otras áreas

La implementación de la solución de Business Intelligence en Toyota del Ecuador requiere la coordinación entre las áreas de Comercial, Marketing, Operaciones, Finanzas, Posventa e IT para garantizar información confiable y oportuna para la toma de decisiones. El flujo de información inicia con los datos provenientes de AutoPlus y fuentes corporativas, continúa con su procesamiento mediante ETL para validar y depurar los registros, y finaliza con su almacenamiento en el Data Warehouse y distribución en Datamarts, permitiendo su visualización en Microsoft Power BI a través de dashboards adaptados a cada área.

La coordinación funcional entre las áreas se desarrolla de la siguiente manera:

Tabla 29

Coordinación de los flujos de información entre áreas

Área	Información que entrega	Información que recibe	Objetivo
Comercial	Ventas por modelo, concesionario y provincia	Participación de mercado, ranking de modelos y tendencias	Optimizar estrategias comerciales
Marketing	Campañas, leads y segmentación	Preferencias del cliente y comportamiento regional	Diseñar campañas basadas en datos
Operaciones e Inventarios	Inventarios, disponibilidad y rotación	Pronósticos de demanda y modelos de mayor rotación	Reducir quiebres de stock
Posventa	Servicios realizados, garantías y satisfacción	Indicadores de desempeño y NPS	Mejorar la experiencia del cliente
Finanzas	Costos, ingresos y presupuestos	Rentabilidad por producto y análisis financiero	Optimizar rentabilidad
Gerencia General	Objetivos estratégicos	Dashboard ejecutivo consolidado	Apoyar decisiones estratégicas
Tecnología (IT)	Administración del Data Warehouse y ETL	Requerimientos funcionales de todas las áreas	Garantizar disponibilidad y calidad de los datos

Para garantizar la calidad de la información, se propone implementar un modelo de Gobierno de Datos, donde cada área sea responsable de validar los datos que genera. De esta forma, Comercial verificará la información de ventas, Operaciones los inventarios, Finanzas los datos económicos y el equipo de Business Intelligence supervisará el cumplimiento de los estándares de calidad.

Además, se recomienda crear un Comité de Business Intelligence integrado por representantes de Gerencia General, Comercial, Marketing, Operaciones, Finanzas e IT, encargado de revisar periódicamente los indicadores, proponer mejoras y aprobar cambios en los procesos de análisis. Esta coordinación permitirá reducir errores, mejorar la confiabilidad de la información y fortalecer la toma de decisiones basada en datos.

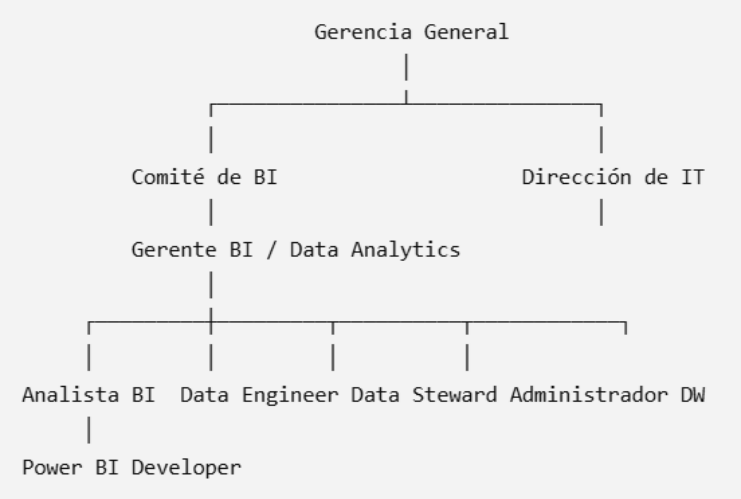
5.4 Definición del organigrama, dependencias de otras áreas y solución de problemas

Para garantizar la sostenibilidad del proyecto de Business Intelligence se propone una estructura organizacional que combine responsabilidades técnicas y funcionales. El área de Business Intelligence dependerá jerárquicamente de la Gerencia General, permitiendo que los análisis generados tengan una visión corporativa y no exclusivamente tecnológica.

Organigrama propuesto

Figura 3

Organigrama propuesto del área de Business Intelligence



Cada uno de estos roles tendrá funciones específicas:

- **Gerente de Business Intelligence:** define la estrategia analítica, coordina los proyectos de BI y alinea las necesidades del negocio con los objetivos corporativos.
- **Data Engineer:** administra los procesos ETL, integra las fuentes de información y mantiene el Data Warehouse.
- **Analista BI:** desarrolla indicadores, dashboards y análisis para las áreas usuarias.
- **Power BI Developer:** diseña visualizaciones, reportes interactivos y modelos analíticos.
- **Data Steward:** supervisa la calidad, consistencia y gobernanza de los datos.
- **Administrador del Data Warehouse:** administra la infraestructura, respaldos, seguridad y disponibilidad de la plataforma.

Dependencias con otras áreas

El éxito del proyecto depende de la interacción permanente con las diferentes áreas de la organización:

- **Comercial:** valida indicadores de ventas, metas comerciales y comportamiento del mercado.
- **Marketing:** utiliza los dashboards para segmentación de clientes y evaluación de campañas.
- **Operaciones e Inventarios:** utiliza modelos predictivos para planificar abastecimiento.
- **Finanzas:** analiza rentabilidad, costos e indicadores económicos.
- **Posventa:** monitorea satisfacción del cliente, garantías y desempeño de talleres.
- **Gerencia General:** utiliza dashboards ejecutivos para seguimiento estratégico.

La dependencia funcional será bidireccional, ya que las áreas proveen información al sistema BI y, al mismo tiempo, utilizan los análisis generados para apoyar la toma de decisiones.

Solución de problemas

Para minimizar riesgos durante la operación del sistema de Business Intelligence se propone implementar un procedimiento de gestión de incidencias basado en buenas prácticas de gobierno de TI.

Tabla 30

Problemas operativos y soluciones propuestas

Problema	Causa probable	Solución propuesta
Datos duplicados	Errores durante el proceso ETL	Validaciones automáticas y reglas de deduplicación
Información inconsistente	Diferentes criterios entre áreas	Catálogo único de datos maestros y homologaciones
Retrasos en actualización	Publicación tardía de AutoPlus	Programación flexible de cargas y notificaciones automáticas
Errores en dashboards	Cambios en modelos de datos	Ambiente de pruebas antes de publicar cambios
Baja adopción del sistema	Falta de capacitación	Programa continuo de formación y acompañamiento
Problemas de seguridad	Accesos no controlados	Gestión de permisos basada en roles (RBAC), autenticación corporativa y auditorías periódicas

5.5 Recursos externos destinados: subcontratación

- **Criterio de tercerización (make-or-buy)**

La decisión de qué recursos se desarrollan con personal interno y cuáles se subcontratan se basa en un criterio de "make or buy" aplicado a tres variables: (1) el carácter estratégico de la actividad para el negocio automotriz, (2) la disponibilidad de talento especializado en Power BI y arquitecturas de datos dentro de la organización, y (3) el costo de mantener una capacidad permanente frente al de contratarla puntualmente. Bajo este criterio, las actividades que requieren conocimiento profundo del negocio de Toyota del Ecuador (definición de KPIs, validación de indicadores, toma de decisiones comerciales) permanecen internas, mientras que las actividades de naturaleza técnica-especializada, de alta inversión en infraestructura o de carácter temporal se destinan a proveedores externos.

- **Recursos externos identificados**

Consultoría especializada en implementación de Power BI. Durante la Fase 1 (piloto), se contratará de forma temporal a un consultor o firma certificada en Power BI para apoyar el diseño del modelo de datos, la construcción de las medidas DAX de los cuatro KPIs estratégicos (Participación de Mercado, Ranking de modelos más vendidos, Ingresos potenciales por venta y Demanda Geográfica) y la definición de buenas prácticas de modelado dimensional. Esta consultoría tendrá una duración estimada de 2 a 3 meses, tiempo suficiente para dejar operativo el tablero piloto y transferir el conocimiento al equipo interno (Data Engineer y Analista BI) mediante sesiones de acompañamiento y documentación técnica.

Infraestructura en la nube para el Data Warehouse. En lugar de invertir en servidores propios, el almacenamiento y procesamiento de datos se soportará sobre un proveedor cloud (por ejemplo, Microsoft Azure o Azure Synapse), lo que permite escalar la capacidad conforme crezca el volumen de información de AutoPlus sin comprometer capital

en hardware. La administración de esta infraestructura —parches de seguridad, disponibilidad y respaldos— queda a cargo del proveedor bajo un esquema de servicio administrado (Platform as a Service, PaaS).

Licenciamiento y soporte técnico de Power BI Pro. El licenciamiento de la plataforma de visualización, junto con el soporte técnico de primer nivel ante incidentes de la herramienta (no de los datos), se contratará directamente con Microsoft o con un partner autorizado. Esto garantiza actualizaciones constantes de la herramienta y acceso a soporte oficial sin necesidad de mantener personal interno dedicado exclusivamente a la plataforma.

Capacitación y certificación del equipo interno. Se subcontratará un programa de formación externa (cursos o certificaciones oficiales de Microsoft en Power BI y DAX) dirigido al Analista BI y al Power BI Developer, de manera que, al finalizar la Fase 1, el equipo interno pueda asumir de forma autónoma el mantenimiento y la expansión del tablero hacia los KPIs de fases posteriores.

Auditoría externa de calidad de datos (Fase 2, opcional). Una vez validado el piloto de los 4 KPIs, se evaluará la contratación de una auditoría externa de gobierno de datos, que revise de forma independiente la confiabilidad, trazabilidad y consistencia de los indicadores antes de escalar el proyecto al resto de KPIs identificados en el Capítulo 1 (rotación de inventario, NPS, cumplimiento de metas, entre otros).

Criterios de selección de proveedores. Para la elección de los proveedores externos se considerarán los siguientes criterios: experiencia comprobada en proyectos de Business Intelligence en el sector automotriz o retail, certificaciones oficiales de Microsoft, referencias de clientes en Ecuador o la región, capacidad de transferencia de conocimiento (no solo de ejecución), y condiciones contractuales claras sobre confidencialidad de la información comercial de Toyota del Ecuador.

Riesgos de la subcontratación y mitigación. La dependencia de terceros conlleva riesgos que deben gestionarse de forma explícita. El principal es la fuga de conocimiento técnico si el proyecto queda excesivamente ligado al consultor externo; se mitiga exigiendo documentación técnica formal y sesiones de transferencia como entregable contractual. Un segundo riesgo es la exposición de información sensible de ventas y clientes ante proveedores externos; se mitiga con acuerdos de confidencialidad (NDA) y accesos restringidos únicamente a los datos necesarios para cada tarea. Finalmente, existe el riesgo de discontinuidad del servicio si el proveedor cloud presenta caídas; se mitiga mediante acuerdos de nivel de servicio (SLA) que garanticen disponibilidad mínima y respaldos periódicos.

Gobierno y control de los proveedores externos. Todo recurso externo contratado reportará funcionalmente al Gerente de Business Intelligence, quien validará los entregables antes de su implementación en producción. El Data Steward supervisará que cualquier trabajo realizado por terceros cumpla con los estándares internos de calidad y gobierno de datos definidos para el proyecto, y el Administrador del Data Warehouse controlará los accesos otorgados a consultores externos, asegurando que sean temporales y revocados al finalizar cada contrato.

Resumen de recursos externos vs. Internos

Tabla 31

Recursos externos e internos y responsables de control

Actividad	Tipo de recurso	Responsable de control interno
Diseño inicial del modelo de datos y KPIs	Externo (consultoría)	Gerente de BI
Infraestructura del Data Warehouse (cloud)	Externo (proveedor cloud)	Administrador del Data Warehouse
Licenciamiento y soporte de Power BI	Externo (Microsoft/partner)	Administrador del Data Warehouse
Capacitación del equipo	Externo (formación certificada)	Gerente de BI
Auditoría de calidad de datos (Fase 2)	Externo (auditor independiente)	Data Steward

Actividad	Tipo de recurso	Responsable de control interno
Definición y validación de KPIs de negocio	Interno	Comercial / Gerencia General
Mantenimiento diario del tablero y ETL	Interno	Data Engineer / Analista BI

En conjunto, la subcontratación se concentra en componentes de arranque, infraestructura especializada y transferencia de conocimiento, mientras que las decisiones sobre los indicadores del negocio y la operación diaria del sistema permanecen bajo control interno, evitando que Toyota del Ecuador dependa de terceros para el uso continuo de su información comercial.

5.6 Business case de costes y beneficios

Este business case evalúa la propuesta de Business Intelligence de los capítulos 1 a 5 mediante un escenario de costos y beneficios económicos equivalentes a cuatro años. Se calculan VAN, TIR, ROI y recuperación simple. Los ahorros de tiempo se monetizan como capacidad liberada y no se presentan como entradas de efectivo garantizadas. La decisión final requiere confirmar qué beneficios reducen desembolsos o generan margen adicional.

Todos los valores se expresan en dólares estadounidenses. El licenciamiento de Power BI utiliza la tarifa publicada por Microsoft; las horas de consultoría, capacitación, infraestructura, salarios y mejoras operativas son supuestos académicos. Los cálculos se presentan con dos decimales y no corresponden a estados financieros de Toyota del Ecuador.

5.6.1 Alcance, horizonte y supuestos metodológicos

Se adopta un horizonte académico de cuatro años. El año 0 concentra la inversión de arranque; el año 1 considera seis meses de realización de beneficios y costos operativos completos, como supuesto conservador. Los años 2 a 4 representan la consolidación del piloto. Los desarrollos adicionales de Machine Learning y tiempo real se evalúan separadamente en los capítulos 9 y 10.

- Moneda: dólares; Ecuador es una economía dolarizada, por lo que no se requiere ajuste cambiario.

- Tasa de descuento: 12% anual. Se adopta como supuesto de evaluación del proyecto. Como referencia, el Banco Central del Ecuador (2026) publicó para enero de 2026 tasas activas efectivas referenciales de 7,74% para el segmento productivo corporativo y 9,91% para el empresarial. La prima de riesgo tecnológico incorporada en la tasa del proyecto constituye una decisión metodológica, no una tasa publicada por el BCE.
- Los roles de Analista BI, Data Engineer y Data Steward descritos en el Capítulo 5 se cubren mediante reasignación parcial de personal interno de TI/Comercial; su dedicación se refleja como costo de oportunidad y se discute de forma separada en la sección 5.6.5, para no duplicar los desembolsos de efectivo que sí forman parte del flujo de caja.
- Se supone que el acceso autorizado a AutoPlus estaría cubierto por una suscripción preexistente. Solo bajo ese supuesto su costo adicional sería cero; no se afirma que Toyota disponga de ella. Cualquier nueva licencia, ampliación de derechos o servicio de extracción debe cotizarse e incorporarse antes de aprobar el proyecto.
- No se presupuesta hardware adicional porque el escenario supone disponibilidad de computadores adecuados. Esta condición debe confirmarse durante el levantamiento inicial.

5.6.2 Inversión inicial (CAPEX)

La inversión inicial cubre exclusivamente actividades de arranque de la Fase 1 (piloto) que no se repiten en los años siguientes:

Tabla 32

Inversión inicial del proyecto (CAPEX)

Concepto	Costo ($)	Sustento de mercado
Consultoría especializada en implementación de Power BI (diseño del modelo de datos, medidas DAX de los 4 KPIs, transferencia de conocimiento; ~150 horas)	7 000	Tarifa de consultoría BI para Latinoamérica/offshore: $ 40–120/hora (Power BI Consulting Team, 2026); proyectos completos de BI con múltiples fuentes y roles en Latinoamérica: $ 2 000–10 000 (Equipo Datdata, 2025)

Concepto	Costo ($)	Sustento de mercado
Capacitación y certificación oficial Microsoft Power BI/DAX para 2 integrantes (Analista BI y Power BI Developer)	2 400	Estimación del proyecto: USD 1 200 por persona; requiere cotización del proveedor de formación y certificación
Configuración inicial de infraestructura (Landing Zone, reglas de seguridad, pruebas de conectividad AutoPlus–Power BI)	600	Estimación interna equivalente a 12–15 horas de consultoría al mismo valor/hora
Total inversión inicial (CAPEX)	10 000	

Nota. Elaboración propia con referencias de consultoría de Equipo Datdata (2025) y Power BI Consulting Team (2026). Los importes de capacitación e infraestructura son estimaciones presupuestarias sujetas a cotización; no representan tarifas oficiales de Microsoft.

5.6.3 Costos operativos anuales (OPEX)

Los costos operativos contemplan 10 usuarios en el año 1, 12 en el año 2 y 15 en los años 3 y 4. El presupuesto cloud se fija en USD 540, 650, 750 y 800, respectivamente, como supuesto de consumo creciente. Se añade una contingencia exacta del 10% sobre licencias e infraestructura. No se aplica una inflación adicional a estos valores.

Tabla 33

Costos operativos anuales del proyecto (OPEX)

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Licencias Microsoft Power BI Pro ($ 14/usuario/mes)	1 680 (10 u.)	2 016 (12 u.)	2 520 (15 u.)	2 520 (15 u.)
Infraestructura cloud (Azure SQL Database nivel Standard + Azure Blob Storage para la Landing Zone)	540	650	750	800
Soporte y contingencia (10% de licenciamiento + infraestructura)	222,00	266,60	327,00	332,00
Total OPEX anual	2 442,00	2 932,60	3 597,00	3 652,00

Nota. Elaboración propia. Microsoft (s. f.-c) publica Power BI Pro a USD 14 por usuario al mes, con pago anual. Los presupuestos de Azure SQL y Blob Storage son estimaciones sujetas a región, capacidad, redundancia y consumo; deben validarse con las tarifas oficiales de Microsoft (s. f.-a, s. f.-d).

5.6.4 Beneficios tangibles

Los beneficios tangibles se estiman a partir de tres fuentes de valor, coherentes con el diagnóstico presentado en el Capítulo 1 (uso actual de la información basado en "reportes históricos y hojas de cálculo") y con el alcance real de los datos de AutoPlus (información de mercado, no operativa):

Tabla 34

Beneficios tangibles estimados a plena madurez

Beneficio	$/año (base)	Cálculo y supuestos
a) Ahorro de horas-hombre en elaboración de reportes comerciales y ejecutivos (Gerencia General, Comercial, Marketing, Finanzas y Operaciones)	3 240,00	5 áreas × 6 h/mes × 75% = 22,5 h/mes. En 12 meses: 270 h × USD 12/h = USD 3 240. La dedicación y el costo horario son supuestos académicos; el ahorro representa capacidad disponible, no reducción salarial automática.
b) Reducción de reprocesos y conciliación de cifras entre áreas (menor tiempo en corregir inconsistencias detectadas en el diagnóstico del Capítulo 2)	1 152,00	8 h/mes × 12 meses × USD 12/h = USD 1 152. Estas horas se consideran adicionales a las de elaboración de reportes para evitar doble conteo.
c) Mejora en la eficiencia de asignación del presupuesto de marketing digital (segmentación por combustible, segmento y zona geográfica)	2 400	Presupuesto supuesto de USD 4 000/mes × reducción de gasto del 5% manteniendo resultados × 12 meses = USD 2 400. La mejora debe validarse con campañas comparables; el dato de publicidad de concesionarios estadounidenses no se traslada a Ecuador (Maurer et al., 2025).
Beneficio base anual (a + b + c), a plena madurez	6 792,00	

Se aplica un factor de realización del 50% al beneficio anual base en el año 1. Para los años 2 a 4 se supone crecimiento del 5% anual sobre el beneficio de plena madurez: USD 6 792 × 1,05; × $1,05^2$; y × $1,05^3$. Esta proyección es un escenario y no una tendencia demostrada.

Nota. Elaboración propia. Los salarios, las horas ahorradas y el presupuesto de campañas son supuestos del escenario, pendientes de validación interna. Paylab (s. f.) se utiliza únicamente como referencia salarial exploratoria. La referencia publicitaria de Maurer et al. (2025) corresponde a concesionarios de Estados Unidos y no a una tarifa ecuatoriana.

Tabla 35

Proyección anual de beneficios tangibles

Criterio	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Factor de realización / crecimiento	50%	100% × 1,05	×1,05 adicional	×1,05 adicional
Beneficio tangible total ($)	3 396,00	7 131,60	7 488,18	7 862,59

5.6.5 Beneficios intangibles

Además de los beneficios cuantificados, el proyecto genera valor estratégico difícil de expresar en flujo de caja, pero relevante para la decisión de inversión:

- Cultura organizacional basada en datos ("single source of truth"): elimina el conflicto de cifras entre áreas que hoy usan hojas de cálculo independientes.
- Mayor velocidad y calidad en la toma de decisiones estratégicas (Gerencia General) y tácticas (Comercial, Marketing), al pasar de reportes periódicos a paneles actualizados mensualmente.
- Gobierno de datos: trazabilidad, auditoría de accesos y control de calidad (rol de Data Steward), lo que reduce el riesgo reputacional y de cumplimiento normativo.
- Escalabilidad: la arquitectura (Data Warehouse + Datamarts) queda preparada para incorporar sin rediseño los KPIs de Fase 2 (rotación de inventario, NPS, tiempo de respuesta, calidad de datos) descritos en el Capítulo 1.
- Comparación de alternativas: la selección de Power BI se basa en continuidad técnica y una tarifa verificable. Un ahorro frente a otra plataforma solo puede determinarse con presupuestos equivalentes y no se añade al flujo del proyecto.
- Posicionamiento competitivo: el seguimiento del mercado y de sus marcas líderes permite comparar la posición comercial de Toyota y orientar decisiones de portafolio. El uso de analítica se plantea como una capacidad por desarrollar en el proyecto; las estadísticas de ventas no demuestran por sí solas que el crecimiento de otras marcas se deba a ella (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador [AEADE], 2026b).

- Base habilitante para mantenimiento predictivo y personalización del cliente, identificadas como necesidades no cubiertas en el Capítulo 2 (sección 2.5.3), una vez se integren fuentes internas adicionales.

Costo de oportunidad del personal interno: como supuesto, un analista con remuneración de USD 1 300 mensuales y dedicación del 30%–40% representa USD 4 680–6 240 anuales, antes de cargas adicionales. Aunque no exige necesariamente una nueva contratación, consume capacidad de trabajo. Al incorporar solo el límite inferior de USD 4 680/año, el VAN del escenario base baja a −USD 14 570,02. Por tanto, el análisis simplificado sin este costo no justifica por sí solo la inversión.

5.6.6 Flujo económico equivalente proyectado

Tabla 36

Flujo económico equivalente proyectado

Concepto ($)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Inversión inicial (CAPEX)	(10 000)	–	–	–	–
Costos operativos (OPEX)	–	(2 442,00)	(2 932,60)	(3 597,00)	(3 652,00)
Beneficios tangibles	–	3 396,00	7 131,60	7 488,18	7 862,59
Flujo económico neto	-10 000,00	954,00	4 199,00	3 891,18	4 210,59
Flujo económico acumulado	-10 000,00	-9 046,00	-4 847,00	-955,82	3 254,77

Nota. Elaboración propia. Flujos antes de impuestos, sin valor residual y expresados con dos decimales. Incluyen capacidad laboral liberada monetizada; no equivalen a caja efectivamente recibida. El costo de oportunidad del analista se evalúa por separado en 5.6.5.

5.6.7 Indicadores financieros

Valor Actual Neto (VAN). El VAN descuenta los flujos netos de los 4 años a la tasa de 12% y los compara con la inversión inicial. Un VAN positivo indica que el proyecto genera valor por encima del costo de oportunidad del capital.

VAN = −10 000 + 954/(1,12)¹ + 4 199/(1,12)² + 3 891,18/(1,12)³ + 4 210,59/(1,12)⁴ = −USD 355,23.

Tasa Interna de Retorno (TIR). La TIR es la tasa de descuento que hace que el VAN del proyecto sea igual a cero; se compara contra la tasa de descuento (costo de oportunidad del capital, 12%) para decidir si el proyecto se acepta.

TIR = 10,54%, inferior a la tasa de descuento del 12%.

Retorno sobre la Inversión (ROI). El ROI compara el beneficio neto total acumulado durante el horizonte de evaluación con el total de recursos invertidos (CAPEX + OPEX de los 4 años), sin descontar en el tiempo:

ROI = (Beneficios totales − Costos totales) / Costos totales × 100

ROI = (25 878,37 − 22 623,60) / 22 623,60 × 100 = 14,39% acumulado en cuatro años. Este cociente no es una rentabilidad anual ni incorpora el valor temporal del dinero.

Periodo de Recuperación (Payback). El acumulado no descontado pasa de negativo a positivo entre los años 3 y 4. La estimación fraccionaria supone que los beneficios netos del último año se realizan uniformemente.

Payback simple = 3 + 955,82 / 4 210,59 = 3,23 años.

El payback descontado al 12% no se alcanza dentro de los cuatro años: el saldo descontado final es −USD 355,23.

Tabla 37

Indicadores financieros del escenario base

Indicador	Resultado	Criterio de aceptación
VAN (12%)	−USD 355,23	No supera el costo de oportunidad
TIR	10,54%	Inferior al 12% requerido
ROI acumulado (4 años)	14,39%	Positivo, pero no sustituye al VAN

Indicador	Resultado	Criterio de aceptación
Recuperación simple / descontada	3,23 años / no alcanzada	La recuperación descontada excede el horizonte

El escenario base no respalda la aprobación financiera a una tasa del 12%, pese al ROI contable positivo. Se recomienda reducir costos, validar beneficios incrementales y limitar el alcance del piloto antes de comprometer la inversión completa.

5.6.8 Análisis de sensibilidad

Dado que los beneficios de la Fase 1 dependen en gran medida de la velocidad de adopción por parte de los usuarios de negocio, se evaluaron dos escenarios adicionales al escenario base: uno conservador (beneficios 20% menores y costos operativos 10% mayores, por ejemplo ante baja adopción o retrasos en la carga de AutoPlus) y uno optimista (beneficios 20% mayores, por ejemplo si la Red de Concesionarios adopta los dashboards antes de lo previsto).

Tabla 38

Análisis de sensibilidad financiera

Indicador	Conservador	Base	Optimista
VAN (12%)	USD -5 104,00	USD -355,23	USD 3 453,61
TIR	-11,97%	10,54%	25,17%
ROI acumulado	-13,33%	14,39%	37,26%
Payback	No se recupera en 4 años	3,23 años	2,51 años

El escenario conservador presenta un VAN de −USD 5 104,00 y no recupera la inversión en cuatro años. El escenario optimista alcanza un VAN de USD 3 453,61 y una TIR de 25,17%. El cambio de conclusión entre escenarios muestra que la decisión depende de beneficios verificables y de una adopción efectiva, no solo de seleccionar una herramienta.

Los retornos publicados para otras organizaciones no se utilizan para validar este presupuesto porque sus alcances, costos y condiciones no son equivalentes. La aprobación debe apoyarse en una línea base propia, una prueba de concepto y el costo total de los recursos realmente comprometidos.

Parte II

Big Data

Capítulo 6

6.1 Seleccionar e identificar fuentes de datos, tanto externas como internas, estructuradas o semiestructuradas, que puedan ser utilizadas

Para el desarrollo del modelo de Business Intelligence se seleccionaron las fuentes de datos en función de su relación con los cuatro indicadores priorizados para la primera fase: participación de mercado, ranking de modelos más vendidos, ingresos potenciales por venta y demanda geográfica. Además, se consideraron criterios de disponibilidad, confiabilidad, periodicidad, nivel de desagregación, trazabilidad y facilidad de integración con la arquitectura tecnológica propuesta.

Las fuentes fueron clasificadas según su origen, interno o externo, y de acuerdo con su estructura. Se consideran estructurados aquellos datos organizados en filas y columnas con campos definidos, como archivos Excel, CSV o tablas de bases de datos. Por otro lado, los datos semiestructurados corresponden a documentos, reportes, páginas web o archivos que mantienen cierta organización, pero requieren procesos adicionales de extracción, depuración y homologación antes de incorporarse al Data Warehouse.

Tabla 39

Selección y clasificación de fuentes de datos

Fuente	Origen	Tipo de datos	Información disponible	Periodicidad	KPI relacionado
AutoPlus	Externa	Estructurados: Excel o CSV	Año, mes, marca, familia, modelo, segmento, provincia, cantón, precio, tipo de combustible, transmisión, tracción, cilindraje, año del modelo y unidades vendidas	Mensual o bimensual, según disponibilidad del periodo cerrado	Participación de mercado, ranking de modelos, ingresos potenciales y demanda geográfica
AEADE	Externa	Semiestructurados: boletines, anuarios y documentos PDF	Ventas totales del mercado, comportamiento por marcas y segmentos, variaciones mensuales e interanuales y tendencias del sector	Mensual y anual	Participación de mercado, ranking de modelos y validación de tendencias
Sitio web de Toyota del Ecuador	Externa	Semiestructurados: páginas web, fichas técnicas y catálogos	Portafolio vigente, familias, modelos, características técnicas, tecnologías de motorización y red de concesionarios	Según publicación o modificación del portafolio	Ranking de modelos e ingresos potenciales
Catálogos geográficos oficiales	Externa	Estructurados y geoespaciales	Códigos, nombres y límites territoriales de provincias y cantones del Ecuador	Según actualización oficial	Demanda geográfica
Base histórica consolidada del proyecto	Interna	Estructurados	Registros depurados e integrados por periodo, marca, modelo, segmento y ubicación geográfica	Después de cada carga	Los cuatro KPI

Fuente	Origen	Tipo de datos	Información disponible	Periodicidad	KPI relacionado
Tablas de homologación	Interna	Estructurados	Equivalencias y criterios estandarizados para marcas, familias, modelos, segmentos, provincias y cantones	Después de cada actualización o cuando se detecten nuevas categorías	Los cuatro KPI
Registros de carga y calidad	Interna	Estructurados o semiestructurados	Fecha de carga, archivo procesado, cantidad de registros, duplicados, campos incompletos, errores y correcciones aplicadas	Después de cada proceso de carga	Control transversal de la calidad de los KPI
Registros corporativos de ventas	Interna potencial	Estructurados	Fecha de venta, concesionario, modelo, unidades, precio de lista, descuentos y precio facturado	Diaria o mensual	Ranking, ingresos y demanda geográfica
Listas internas de precios	Interna potencial	Estructurados o semiestructurados	Modelo, versión, precio, vigencia, promociones y modificaciones comerciales	Según actualización comercial	Ingresos potenciales
Reportes de concesionarios	Interna potencial	Semiestructurados: hojas de cálculo y reportes periódicos	Ventas, cotizaciones, disponibilidad de vehículos y desempeño por territorio	Semanal o mensual	Ranking, ingresos potenciales y demanda geográfica

Nota. Las fuentes internas potenciales se incorporarían únicamente en una fase posterior y después de obtener las autorizaciones institucionales correspondientes.

AutoPlus constituye la fuente externa principal del proyecto debido a que contiene los campos necesarios para calcular los cuatro KPI priorizados. A partir de esta información se podrá calcular la participación de mercado mediante la relación entre las unidades Toyota y el total de unidades del mercado; ordenar los modelos según su volumen de ventas; estimar los ingresos potenciales mediante la multiplicación del número de unidades por el precio de referencia; y analizar la concentración territorial de la demanda por provincia y cantón.

Los boletines y anuarios de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador servirán como fuentes complementarias para contextualizar y validar los resultados agregados obtenidos con AutoPlus. Sin embargo, debido a que varias publicaciones de la AEADE emplean AutoPlus como fuente, sus cifras no deberán sumarse a la base principal ni considerarse registros independientes, ya que esto podría generar duplicidad. Su función dentro del modelo será principalmente de contraste, validación y análisis del contexto sectorial (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador [AEADE], 2025, 2026a, 2026b).

El sitio web de Toyota del Ecuador permitirá revisar el portafolio comercial vigente, las familias de vehículos y las características de los modelos. Debido a que la información publicada en una página web puede modificarse, será necesario conservar una copia o registro de cada extracción junto con su fecha de consulta. Esta medida permitirá relacionar correctamente los modelos y precios con el periodo analizado y evitar que modificaciones posteriores alteren los resultados históricos (Toyota del Ecuador, s. f.-b).

Los catálogos geográficos oficiales serán utilizados para normalizar los nombres y códigos de provincias y cantones. Esta información permitirá reducir errores producidos por abreviaturas, variaciones ortográficas o cambios en la denominación de las ubicaciones. Asimismo, facilitará la integración de los registros de AutoPlus con los mapas de Power BI para visualizar la demanda geográfica (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2025).

Entre las fuentes internas actualmente disponibles se encuentran la base histórica consolidada, las tablas de homologación y los registros de control de carga. La base histórica constituirá la fuente única de información utilizada por los dashboards. Las tablas de homologación permitirán resolver diferencias en los nombres y clasificaciones de marcas, modelos, segmentos y territorios. Por su parte, los registros de carga facilitarán la trazabilidad

del proceso y permitirán identificar archivos incompletos, registros duplicados, errores de formato y correcciones realizadas.

En una fase posterior podrían incorporarse registros corporativos de ventas, listas internas de precios y reportes de concesionarios, siempre que Toyota del Ecuador autorice su utilización. Estas fuentes permitirían comparar el comportamiento general del mercado con las ventas reales de la empresa y diferenciar entre ingresos potenciales e ingresos efectivamente facturados.

Mientras no se disponga de información contable o transaccional interna, el tercer indicador deberá mantenerse bajo la denominación “ingresos potenciales por venta”. Este KPI representa una estimación calculada mediante la multiplicación del volumen de unidades por el precio de referencia y no corresponde al ingreso real obtenido por Toyota, debido a que no contempla descuentos, promociones, impuestos, condiciones de financiamiento u otras variaciones comerciales.

Para la implementación de la primera fase, las fuentes se priorizarán de la siguiente manera:

1. Fuentes obligatorias: AutoPlus, base histórica consolidada y tablas de homologación.
2. Fuentes de validación y enriquecimiento: AEADE, sitio web de Toyota del Ecuador y catálogos geográficos oficiales.
3. Fuentes de expansión futura: registros corporativos de ventas, listas internas de precios y reportes de concesionarios, sujetos a autorización institucional.

Esta selección permite mantener un alcance realista, dado que los cuatro KPI priorizados pueden calcularse inicialmente con la información disponible en AutoPlus y con los datos internos generados por el proyecto. Al mismo tiempo, la arquitectura propuesta queda preparada para incorporar nuevas fuentes corporativas que incrementen posteriormente la precisión, profundidad y utilidad estratégica del modelo de Business Intelligence.

6.2 Encontrar y definir la relación de los datos para ayudarnos a resolver y mejorar nuestra propuesta inicial

Para que las fuentes identificadas en el apartado 6.1 aporten valor real al modelo de Business Intelligence, es necesario definir cómo se relacionan entre sí. Relacionar los datos no implica, en todos los casos, una unión física de tablas: según la fuente, la relación puede ser una tabla de referencia (lookup) que homologa un campo, una validación cruzada entre dos orígenes independientes, o una relación de vigencia temporal que solo se activará cuando Toyota del Ecuador autorice el uso de sus fuentes internas. Definir estas relaciones permite cerrar las carencias identificadas en el capítulo 2 (apartado 2.4) y precisar el cálculo de los cuatro KPI priorizados, mejorando así la propuesta inicial del proyecto.

6.2.1 Claves de relación entre las fuentes

La Tabla 40 identifica, para cada par de fuentes descritas en 6.1, el campo o conjunto de campos que permite vincularlas, el tipo de relación que las une y el aporte concreto que esa relación tiene sobre la propuesta inicial, ya sea resolviendo una carencia detectada en el capítulo 2 o mejorando la precisión de un KPI priorizado.

Tabla 40

Relación entre las fuentes de datos identificadas

Fuente A	Fuente B	Campo(s) clave de relación	Tipo de relación	Aporte a la propuesta inicial / carencia que resuelve
AutoPlus	Base histórica consolidada	Año, mes, marca, modelo, segmento, provincia, cantón	Acumulativa (append / upsert) por periodo	Consolida la serie histórica necesaria para calcular tendencias, crecimiento mensual y variación interanual; resuelve la carencia "profundidad histórica no garantizada" (Tabla 6).

Fuente A	Fuente B	Campo(s) clave de relación	Tipo de relación	Aporte a la propuesta inicial / carencia que resuelve
AutoPlus	Tablas de homologación	Marca, modelo, segmento (texto original → texto estandarizado)	Muchos a uno (lookup)	Evita que modelos nuevos o mal escritos queden fuera de los KPI o mal clasificados; resuelve la carencia "homologación dependiente de tabla maestra manual".
AutoPlus	Catálogos geográficos oficiales	Provincia, cantón (nombre → código DPA)	Muchos a uno (lookup)	Normaliza los nombres de ubicación y habilita los mapas de Power BI para el KPI de demanda geográfica, evitando duplicidad por variaciones ortográficas.
AutoPlus	AEADE	Marca, periodo (mes/año)	Validación cruzada (sin unión física)	Contrasta las cifras agregadas de mercado y permite detectar inconsistencias, sin sumar ambas fuentes y evitando así duplicidad, tal como se señaló en 6.1.
AutoPlus	Sitio web de Toyota del Ecuador	Modelo, familia, precio de referencia con fecha de extracción (snapshot)	Muchos a uno con vigencia temporal (tipo SCD-2)	Permite calcular "ingresos potenciales por venta" multiplicando unidades por el precio vigente en cada periodo, evitando que cambios posteriores del sitio alteren resultados históricos.
Base histórica consolidada	Registros de carga y calidad	Fecha de carga, archivo procesado	Uno a uno (auditoría)	Sostiene la trazabilidad y el control transversal de calidad exigido para los cuatro KPI (Tabla 29).
Base histórica consolidada	Registros corporativos de ventas / listas internas de precios (fase futura)	Modelo, concesionario, fecha de venta	Uno a uno potencial, sujeto a autorización institucional	Permitirá comparar los "ingresos potenciales" (estimados) con los ingresos reales facturados, cerrando la limitación descrita en 6.1 para este indicador.

6.2.2 Modelo conceptual de relación (esquema en estrella)

A partir de las claves anteriores, las relaciones se organizan en un modelo dimensional tipo estrella, coherente con la arquitectura de Data Warehouse y Datamarts definida en el capítulo 2 y con las tablas de hechos y dimensiones mencionadas en el apartado

3.4.2 (Fact_Ventas, Dim_Fecha, Dim_Modelo, Dim_Geografía). La tabla de hechos concentra las unidades vendidas al grano marca-modelo-segmento-provincia-cantón-periodo, y se relaciona con las dimensiones de tiempo, producto y geografía ya homologadas; dos vínculos adicionales incorporan la validación externa (AEADE) y la evolución futura hacia ingresos reales facturados.

Figura 4

Modelo conceptual de relación entre las fuentes

Fact_Ventas

```
(marca, modelo, segmento, provincia, cantón, periodo, unidades,
precio_referencia)
  |-- Dim_Fecha  (año, mes, periodo)
  |-- Dim_Modelo  (marca, modelo, segmento — homologados vía Tablas de
homologación)
  |-- Dim_Geografía  (provincia, cantón, código DPA — normalizados vía
catálogos oficiales)
  |-- Dim_Fuente  (AutoPlus | AEADE | sitio web Toyota Ecuador | fase
futura)
  |-- (validación cruzada) AEADE  — por marca y periodo
  |-- (precio vigente, SCD-2) Sitio web Toyota Ecuador  — por modelo y
fecha de extracción
  \-- (fase futura) Registros corporativos de ventas  — por modelo,
concesionario y fecha
```

La definición de estas relaciones resuelve de forma directa varias de las carencias señaladas en 2.4: la dependencia de una fuente externa única se mitiga al incorporar AEADE como validación cruzada; la homologación manual de modelos y la normalización geográfica dejan de ser tareas aisladas y pasan a ser relaciones explícitas del modelo (Dim_Modelo y Dim_Geografía); y la trazabilidad de cada carga queda sostenida por la relación con los registros de carga y calidad. Al mismo tiempo, estas relaciones permiten calcular con mayor precisión los cuatro KPI priorizados en el capítulo 1 y sientan la base para identificar, en el apartado 6.3, los casos de uso que explotarán cada una de estas relaciones dentro del modelo de BI.

6.3 Buscar los casos de uso que nos van a permitir incorporar esos datos en nuestro modelo de BI

Antes de definir el listado completo de casos de uso, se ubicó cada uno en una matriz de dos ejes valor estratégico y factibilidad de implementación para decidir el orden en que deben incorporarse al modelo de BI.

Tabla 41

Priorización de casos de uso según valor y factibilidad

Criterio	Factibilidad alta (dato ya disponible en AutoPlus / base histórica)	Factibilidad baja (requiere autorización o fuente adicional)
Valor estratégico alto	Hacer primero: • Participación de mercado • Ranking de modelos (Pareto 80/20) • Demanda geográfica	Planificar: • Comparación ingresos potenciales vs. ingresos reales facturados (requiere registros corporativos de ventas)
Valor estratégico medio	Habilitadores continuos: • Homologación de nombres y geografía • Validación cruzada AutoPlus–AEADE • Actualización controlada del portafolio web	Reevaluar más adelante: • Reportes de concesionarios y listas internas de precios (fase de expansión, sujeta a autorización)

Los casos de uso del cuadrante “hacer primero” coinciden exactamente con los cuatro KPI priorizados para la Fase 1 lo que confirma que la selección de indicadores ya realizada es coherente con el criterio de valor-factibilidad. Los casos del cuadrante “habilitadores continuos” no generan un KPI visible por sí mismos, pero son condición de calidad para que los KPI de arriba sean confiables; de ahí que, aunque su valor estratégico directo sea medio, deban ejecutarse en paralelo desde el primer día.

A partir de la priorización anterior, se detalla a continuación cada caso de uso de forma individual, especificando la fuente de datos que lo alimenta, el KPI que resuelve, las áreas de Toyota del Ecuador que se beneficiarían directamente y el referente del sector que valida que el enfoque ya ha sido probado en la industria. Esta tabla operacionaliza la matriz de la sección cada fila corresponde a un caso de uso ya ubicado en uno de los cuadrantes anteriores, y el orden en que se presenta sigue precisamente esa priorización, desde los casos de “hacer primero” hasta el caso de expansión futura.

Tabla 42

Casos de uso y fuentes de datos vinculadas

Caso de uso	Fuente(s) principal(es)	KPI relacionado	Área(s) beneficiada(s)	Referente sectorial que valida el enfoque
Cálculo de participación de mercado por provincia, segmento y modelo	AutoPlus, catálogos geográficos, tablas de homologación	Participación de Mercado	Gerencia General, Comercial	BI corporativo histórico de Toyota Motor Sales (Hyperion) (Progress Software, s. f.)
Ranking dinámico de modelos con curva de Pareto 80/20	AutoPlus, base histórica consolidada	Ranking de Modelos Más Vendidos	Comercial, Marketing	Plataforma centralizada de insights de Toyota (The Loop) (Market Logic Software, s. f.)
Estimación y comparación de ingresos potenciales por modelo	AutoPlus (unidades), sitio web Toyota Ecuador (precio de referencia)	Ingresos Potenciales por Venta	Finanzas, Comercial	"The Loop" – integración de datos comerciales y económicos en Toyota TMNA (Market Logic Software, s. f.)
Mapeo de intensidad de demanda por provincia y cantón	AutoPlus, catálogos geográficos oficiales	Demanda Geográfica	Red de Concesionarios, Marketing	Analítica geoespacial de GM (Esri ArcGIS) (General Motors, 2015)
Validación cruzada de cifras de mercado (AutoPlus vs. AEADE)	AEADE	Participación de Mercado, Ranking	Gerencia General	Prácticas de gobernanza y calidad de dato (DAMA-DMBOK) (DAMA International, 2017)
Actualización controlada del portafolio comercial (snapshot fechado)	Sitio web Toyota del Ecuador	Ingresos Potenciales, Ranking	Marketing, Comercial	"The Loop" (fuente única de verdad actualizable) (Market Logic Software, s. f.)
Homologación de nombres de marca, modelo, segmento y ubicación	Tablas de homologación	Los cuatro KPI	Todas las áreas	DAMA-DMBOK (estandarización de datos maestros) (DAMA International, 2017)
Auditoría y trazabilidad de cada carga	Registros de carga y calidad	Control transversal de calidad	Big Data / BI	Gobernanza de datos (DAMA-DMBOK) (DAMA International, 2017)
(Fase futura) Comparación de ingresos potenciales vs. ingresos reales facturados	Registros corporativos de ventas, listas internas de precios	Evolución del KPI 3	Finanzas, Concesionarios	automotiveMastermind – Toyota (fusión de datos internos del concesionario y datos externos) (automotiveMastermind, 2017)

La combinación de la cadena de valor del dato, la matriz de valor-factibilidad y el benchmarking sectorial confirma que los ocho primeros casos de uso son ejecutables de inmediato con la arquitectura definida en el capítulo 4 (esquema en estrella, medidas DAX, Power BI), y que el noveno constituye la ruta natural de maduración del modelo —de una

estimación de mercado hacia un indicador financiero real— una vez que Toyota del Ecuador autorice la incorporación de sus fuentes internas de ventas. Este ordenamiento evita dispersar esfuerzo en desarrollos de bajo valor o baja factibilidad y concentra la Fase 1 exactamente en los casos de uso que sostienen los cuatro KPI estratégicos ya priorizados.

6.4 Entender y justificar para nuestro proyecto el impacto que el Big Data puede aportar, y en qué áreas, departamentos y procesos de negocio

El Big Data representa una oportunidad estratégica para Toyota del Ecuador, ya que permite transformar grandes volúmenes de información en conocimiento útil para la toma de decisiones. Su valor no se limita al almacenamiento de datos, sino que consiste en integrar información comercial, financiera, geográfica, operativa y de clientes para identificar patrones, anticipar escenarios y mejorar los procesos de negocio. En el sector automotor, esta capacidad es especialmente importante debido a los cambios en las preferencias de los consumidores, la competencia entre marcas, el crecimiento de los vehículos híbridos y la necesidad de ofrecer una experiencia de servicio cada vez más personalizada.

El proyecto desarrollado propone una primera fase de Business Intelligence basada en información de AUTOPLUS, archivos Excel o CSV, procesos ETL, un Data Warehouse y tableros de Power BI. La solución prioriza cuatro indicadores estratégicos: participación de mercado, ranking de modelos más vendidos, ingresos potenciales por venta y demanda geográfica. Estos indicadores permiten pasar de reportes aislados a una visión integrada del mercado y del desempeño comercial de Toyota. La información disponible incluye variables como marca, modelo, segmento, provincia, cantón, año, mes, precio y unidades vendidas, las cuales pueden ser organizadas y analizadas mediante un modelo dimensional.

Impacto en los cuatro KPIs estratégicos

La participación de mercado permite comparar las unidades vendidas por Toyota con el total del mercado, considerando períodos, provincias, segmentos y modelos. Big Data facilita detectar zonas donde la marca gana o pierde participación, identificar oportunidades comerciales y asignar objetivos de acuerdo con el potencial de cada territorio. De esta manera, Gerencia General y el área Comercial pueden tomar decisiones fundamentadas sobre promociones, inversión y distribución de recursos.

El ranking de modelos más vendidos identifica los vehículos que concentran la demanda y permite aplicar un análisis Pareto 80/20. Con el tiempo, este indicador puede evolucionar hacia modelos predictivos que anticipen qué vehículos tendrán mayor demanda en determinados períodos o regiones. Esto impacta en la planificación de ventas, la distribución de unidades, la gestión de inventarios y la definición de campañas comerciales. La empresa podría, por ejemplo, anticipar el crecimiento de un modelo en una provincia y ajustar el abastecimiento antes de que se produzcan faltantes.

Los ingresos potenciales por venta relacionan el precio de cada vehículo con las unidades comercializadas. Este indicador permite analizar el valor económico del portafolio y evitar decisiones basadas únicamente en volumen. Un modelo con menos unidades vendidas puede generar mayores ingresos potenciales que otro con mayor rotación. La integración de precios, segmentos, provincias y evolución temporal ayudaría a Finanzas y Comercial a priorizar modelos, evaluar promociones y asignar recursos con una visión más completa de rentabilidad y generación de valor.

La demanda geográfica muestra dónde se concentran las ventas de Toyota por provincia y cantón. Su aplicación permite identificar territorios con potencial, adaptar el inventario, diseñar campañas regionales y evaluar la conveniencia de fortalecer la red de concesionarios. El análisis territorial es fundamental para comprender que la demanda no se

comporta de manera uniforme en todo el país, por lo que las decisiones comerciales deben responder a las características específicas de cada mercado local.

Áreas y procesos de negocio beneficiados

En Gerencia General, Big Data facilita el seguimiento de objetivos, la identificación de tendencias y la evaluación de escenarios. Los dashboards ejecutivos permiten consultar información actualizada y mejorar la velocidad de respuesta ante cambios del mercado. En el área Comercial, la analítica fortalece el pronóstico de ventas, la gestión de concesionarios, la definición de metas y la planificación de promociones. En Marketing, permite segmentar mercados, analizar la adopción de vehículos híbridos, medir campañas y avanzar hacia una comunicación más personalizada.

En Operaciones e Inventarios, el principal beneficio consiste en mejorar la planificación de la demanda. La combinación de ventas históricas, ubicación geográfica, modelo, segmento, estacionalidad e inventario disponible puede reducir el sobre inventario, los quiebres de stock y el capital inmovilizado. Asimismo, la información puede apoyar una distribución más eficiente de vehículos entre concesionarios. En Finanzas, la integración de datos comerciales y económicos facilita proyectar ingresos, analizar precios, valorar inventarios y evaluar la rentabilidad del portafolio.

La Posventa también representa una oportunidad importante para una segunda fase. Si se integran datos de ventas, CRM, talleres, garantías, repuestos, kilometraje, historial de mantenimiento y satisfacción del cliente, Toyota podría desarrollar mantenimiento predictivo, recomendaciones de servicio, recordatorios automáticos y promociones personalizadas. Además, sería posible pronosticar la demanda de repuestos y detectar clientes con riesgo de abandono. Esta evolución contribuiría a mejorar la fidelización, la disponibilidad de vehículos y la experiencia integral del cliente.

Evolución de BI hacia Big Data

Es importante distinguir entre la solución actual de BI y una futura arquitectura de Big Data. La primera fase del proyecto trabaja principalmente con datos estructurados, históricos y de actualización periódica provenientes de AUTOPLUS. Por ello, su alcance corresponde principalmente a Business Intelligence: describe qué ocurrió y permite analizar qué está ocurriendo. Sin embargo, esta base es necesaria para evolucionar hacia Big Data mediante la incorporación de nuevas fuentes, como CRM, redes sociales, talleres, repuestos, datos de vehículos conectados y canales digitales.

La evolución esperada consiste en pasar del análisis descriptivo al diagnóstico, predictivo y prescriptivo. En una etapa inicial, Power BI muestra resultados y tendencias. Posteriormente, los modelos analíticos podrían explicar las causas de los cambios, pronosticar la demanda y recomendar acciones. Así, Toyota podría pasar de reaccionar ante los resultados a anticipar necesidades, optimizar recursos y personalizar la relación con sus clientes.

En conclusión, Big Data puede convertirse en un habilitador de la estrategia de Toyota del Ecuador. Los cuatro KPIs priorizados constituyen una base sólida para integrar información y mejorar las decisiones comerciales, financieras y operativas. Su impacto esperado se refleja en mayor crecimiento de ventas, eficiencia en inventarios, mejor asignación de recursos, incremento de la fidelización y fortalecimiento de la ventaja competitiva. El proyecto no debe presentar los cuatro KPIs actuales como un ecosistema completo de Big Data, sino como la primera etapa de una solución de inteligencia empresarial que puede evolucionar hacia analítica predictiva y prescriptiva.

Capítulo 7

7.1 Analizar las alternativas de diferentes proveedores propuestos

El proyecto de Business Intelligence para Toyota del Ecuador contempla proveedores en dos frentes que, en conjunto, sostienen toda la solución: el proveedor de la plataforma de visualización y los proveedores externos de infraestructura, datos y servicios especializados. El documento no los trata como decisiones aisladas, sino bajo un mismo criterio: qué alternativa entrega el objetivo concreto —los cuatro KPIs estratégicos— al menor costo y riesgo, sin sobredimensionar la solución para un piloto de 8 a 10 usuarios.

7.1.1 Alternativas de herramienta / plataforma

Se evaluaron cinco proveedores de software de visualización —Power BI, Tableau, Qlik Sense, Domo y Pentaho/MicroStrategy— no por reputación general en el mercado de BI, sino por su capacidad real de calcular los cuatro KPIs (Participación de Mercado, Ranking de Modelos Más Vendidos, Ingresos Potenciales por Venta y Demanda Geográfica) sobre el modelo dimensional ya construido en el Data Warehouse. La comparación se objetivó mediante una matriz de decisión ponderada (Tabla 15), calificando cada herramienta de 1 a 5 en seis criterios:

Tabla 43

Comparación ponderada de herramientas de visualización

Herramienta	Compat. arquitectura (20%)	Cálculo 4 KPIs (25%)	Mapa Ecuador (15%)	Costo (15%)	Autoservicio (15%)	Escalabilidad (10%)	Total (/5)
Power BI	5	5	5	4	4	5	**4.70**
Tableau	2	4	4	2	3	4	**3.15**
Qlik Sense	2	4	3	3	3	3	**3.05**
Domo	2	3	3	2	4	3	**2.80**
Pentaho / MicroStrategy	3	3	2	2	2	4	**2.65**

Power BI obtiene 4,70/5,00 en la matriz exploratoria. Su selección responde a la continuidad con Power Query, el modelo DAX y Azure SQL, así como al presupuesto

verificable de Power BI Pro. La puntuación resume prioridades del proyecto y deberá validarse mediante una prueba de concepto; no demuestra que la herramienta sea superior en todos los contextos.

Tableau permite conectar SQL Server y Azure SQL mediante el conector documentado por el proveedor (Tableau, s. f.). La principal consideración para el proyecto es el esfuerzo de formación y traslado de los cálculos a otro entorno, además de una cotización con perfiles comparables de creación y consulta.

Qlik Sense se mantiene como alternativa de exploración asociativa. Su adopción exigiría validar las expresiones, los procesos de preparación y las condiciones de licenciamiento; la valoración presentada es preliminar.

Domo se mantiene como alternativa de integración y visualización. La decisión requiere una prueba de conectividad y una cotización del consumo esperado; no se asume un costo adicional de conectores ni una limitación general de su motor analítico.

Pentaho/MicroStrategy son plataformas empresariales robustas, pero sobredimensionadas para un piloto de 8 a 10 usuarios que procesa un único archivo mensual de AUTOPLUS: requerirían infraestructura dedicada y un equipo de administración especializado que el proyecto no justifica en esta fase.

7.1.3 Alternativas de recursos externos

En este segundo frente, el proyecto no compara varias opciones de un mismo tipo de proveedor, sino que decide, bajo un criterio de "make or buy", qué actividades se desarrollan con personal interno y cuáles se subcontratan. Permanece interno lo que exige conocimiento profundo del negocio (definición de KPIs, validación de indicadores, decisiones comerciales); se destina a proveedores externos lo técnico-especializado, de alta inversión en infraestructura o de carácter temporal:

Tabla 44

Recursos externos y aportes al proyecto

Recurso externo	Aporte al proyecto
Proveedor de AutoPlus	Proporciona los archivos del mercado automotor y brinda soporte ante problemas de acceso, descarga o cambios en su estructura.
AEADE	Entrega información sectorial que permite contextualizar y contrastar los resultados obtenidos desde AutoPlus.
Fuentes públicas oficiales	Complementan el análisis con información económica, territorial, normativa o estadística.
Proveedor de servicios en la nube (Azure / Synapse)	Ofrece infraestructura para almacenamiento, procesamiento, respaldos y disponibilidad de la información (IaaS).
Microsoft / partner autorizado	Proporciona licencias y soporte técnico de Power BI y SQL Server.
Consultor certificado (temporal, 2–3 meses)	Apoya el diseño del modelo de datos y la construcción de las medidas DAX iniciales, con transferencia de conocimiento como entregable contractual.

Los criterios de selección de estos proveedores son explícitos: experiencia comprobada en proyectos de Business Intelligence en el sector automotriz o retail, certificaciones oficiales de Microsoft, referencias de clientes en Ecuador o la región, capacidad de transferencia de conocimiento (no solo de ejecución), y condiciones contractuales claras sobre confidencialidad de la información comercial de Toyota del Ecuador.

Gestión del riesgo común a ambos frentes. El documento anticipa tres riesgos derivados de depender de terceros —en la herramienta seleccionada y en los recursos externos contratados— junto con su mitigación: fuga de conocimiento técnico si el proyecto queda ligado al consultor externo, mitigada exigiendo documentación técnica y sesiones de transferencia como entregable contractual; exposición de información sensible de ventas y clientes, mitigada con acuerdos de confidencialidad (NDA) y accesos restringidos únicamente a los datos necesarios; y discontinuidad del servicio si el proveedor cloud presenta caídas, mitigada mediante acuerdos de nivel de servicio (SLA) con disponibilidad mínima garantizada. El gobierno de estos proveedores queda centralizado: todo recurso

externo reporta funcionalmente al Gerente de Business Intelligence, y el Data Steward valida que su trabajo cumpla los estándares internos de calidad y gobierno de datos.

7.2 Hacer una selección de nuestra alternativa mejor de proveedor

La selección del proveedor no se resuelve con un juicio cualitativo, sino aplicando tres herramientas de gestión estratégica que, en conjunto, permiten contrastar alternativas desde perspectivas técnica, financiera y de riesgo: una matriz de decisión ponderada, una matriz de Kraljic de posicionamiento de proveedores, y un análisis de costo total de propiedad a mediano plazo.

7.2.1 Matriz de decisión ponderada para infraestructura en la nube

Hasta ahora, la comparación cuantitativa se había aplicado únicamente a las herramientas de visualización. Para dar el mismo rigor a la decisión de infraestructura, se extiende el método a los tres proveedores cloud dominantes del mercado, evaluados sobre seis criterios ponderados según su relevancia para el proyecto:

Tabla 45

Matriz de decisión ponderada de infraestructura en la nube

Criterio (peso)	Microsoft Azure	AWS	Google Cloud
Compatibilidad con la arquitectura relacional ya construida (25%)	5	3	3
Integración nativa con la herramienta de visualización seleccionada (20%)	5	3	2
Costo total estimado para el volumen del piloto (20%)	4	4	4
Seguridad, cumplimiento y gestión de identidad (15%)	5	5	4
Soporte técnico y disponibilidad de partners locales (10%)	5	3	2
Escalabilidad hacia procesamiento distribuido y Big Data (10%)	4	5	5
Total ponderado (/5)	**4,70**	**3,70**	**3,25**

Azure obtiene 4,70/5,00, frente a 3,70 de AWS y 3,25 de Google Cloud. Los resultados se calculan multiplicando cada puntuación por su peso y sumando los productos. La preferencia por Azure responde a la compatibilidad y continuidad del diseño propuesto; las puntuaciones son valoraciones académicas y no pruebas comparativas de rendimiento ni garantías de costos.

7.2.2 Matriz de Kraljic para el posicionamiento estratégico de proveedores

La matriz de Kraljic, ampliamente utilizada en gestión estratégica de compras, clasifica a los proveedores según dos ejes: el impacto que tienen sobre el resultado del negocio y el riesgo de suministro que representan (disponibilidad de alternativas, dificultad de sustitución, dependencia). Aplicada a los recursos externos del proyecto, permite definir el nivel de gestión que cada relación de proveedor requiere: (Kraljic, 1983)

Tabla 46

Matriz de Kraljic aplicada a los proveedores

Cuadrante	Proveedor / recurso	Impacto en negocio	Riesgo de suministro	Estrategia de gestión
Estratégico	Microsoft Azure (infraestructura cloud)	Alto	Alto	Relación de largo plazo, SLA con disponibilidad garantizada, cláusulas de portabilidad de datos
Cuello de botella	Proveedor de datos del mercado automotor	Bajo–medio	Alto (fuente única)	Plan de contingencia, acuerdos de soporte prioritario, monitoreo de cambios en el formato de origen
Apalancamiento	Licenciamiento Power BI / Microsoft	Alto	Bajo (mercado competitivo)	Negociación activa de precio y volumen, competencia entre partners autorizados
No crítico	Consultoría externa temporal	Bajo	Bajo	Contratación puntual, sin necesidad de relación de largo plazo

Este ejercicio evidencia algo que una comparación simple de herramientas no muestra: Azure es el único recurso que cae en el cuadrante estratégico, lo que justifica invertir esfuerzo de gestión en asegurar la relación mediante acuerdos contractuales robustos,

mientras que el licenciamiento de Power BI, al caer en apalancamiento, es un frente donde conviene negociar condiciones comerciales antes que fidelizar un único proveedor. El proveedor de datos del mercado automotor, en cambio, aparece como el recurso de mayor riesgo relativo de la cadena, no por su impacto individual, sino por ser una fuente sin sustituto inmediato, lo que exige un plan de contingencia independiente de la decisión tecnológica.

7.2.3 Comparación cualitativa de los componentes del costo total de propiedad

La comparación siguiente identifica componentes de costo que deberán cotizarse para Azure con Power BI y para una alternativa con AWS y Tableau. Al no disponer de presupuestos equivalentes, se presenta una valoración cualitativa y no un TCO monetario validado.

Tabla 47

Comparación del costo total de propiedad a tres años

Componente (3 años, piloto de 8–10 usuarios)	**Azure + Power BI**	**AWS + Tableau**
Licenciamiento de visualización	Bajo	Alto
Infraestructura cloud (almacenamiento y cómputo)	Medio	Medio
Costos de integración / conectores adicionales	Configuración e integración previstas	Configuración y adaptación de cálculos; requiere estimación
Capacitación del equipo (curva de aprendizaje)	Baja (continuidad del stack)	Alta (nuevo lenguaje de cálculo)
Tendencia del TCO acumulado	Preferencia preliminar por continuidad técnica	Por determinar con cotizaciones equivalentes

La diferencia no proviene únicamente del costo de licencia por usuario, sino de un efecto acumulativo: cada año que el proyecto opera sobre un ecosistema no nativo genera costos recurrentes de integración y capacitación que la alternativa Azure + Power BI evita por diseño.

7.3 Definición del modelo de Cloud Computing

Para el proyecto "Análisis Inteligente de Ventas y Mercado Toyota del Ecuador" se propone adoptar principalmente un modelo de cloud computing PaaS (Platform as a Service), complementado con servicios SaaS (Software as a Service) para la capa de visualización, colaboración y consumo de información. Esta decisión es coherente con la arquitectura tecnológica ya definida en el proyecto, que contempla servicios en la nube para almacenamiento, procesamiento, Data Warehouse, procesos ETL y distribución de dashboards.

Modelo principal: PaaS

La elección de PaaS responde a que la solución necesita una plataforma tecnológica capaz de soportar almacenamiento, procesamiento, integración y gestión de datos sin que Toyota del Ecuador tenga que administrar directamente servidores físicos, sistemas operativos o infraestructura de hardware. Este enfoque permite que el equipo de Business Intelligence se concentre en el modelo de datos, las reglas de negocio, la calidad, la seguridad y el análisis, mientras el proveedor cloud administra la infraestructura subyacente.

Dentro de la arquitectura propuesta, servicios como Azure Data Lake pueden utilizarse como repositorio para los archivos originales; Azure SQL Database o Azure Synapse pueden soportar el Data Warehouse y los Datamarts; y Power Query o Dataflows pueden ejecutar los procesos de limpieza, homologación y preparación de datos. Esto mantiene una arquitectura escalable y reduce la necesidad de realizar inversiones iniciales en servidores propios.

Modelo complementario: SaaS

En la capa de visualización y acceso de usuarios se propone utilizar Microsoft Power BI Service bajo un modelo SaaS. Los usuarios finales podrán consultar dashboards e indicadores desde la nube mediante credenciales corporativas, sin necesidad de administrar la

infraestructura tecnológica que soporta el servicio. De forma complementaria, herramientas como SharePoint y OneDrive pueden emplearse para colaboración, control de versiones y distribución de documentos del proyecto.

Rol de IaaS en el proyecto

IaaS (Infrastructure as a Service) no se considera el modelo prioritario para esta fase del proyecto. Su utilización sería necesaria si Toyota del Ecuador requiriera administrar directamente máquinas virtuales, sistemas operativos, redes o configuraciones de servidores. Dado que la propuesta busca reducir la carga operativa de infraestructura y privilegiar servicios administrados, PaaS resulta más adecuado para la arquitectura analítica planteada.

Justificación de la elección

PaaS ofrece un equilibrio adecuado entre control y simplicidad. A diferencia de SaaS puro, permite diseñar y administrar el Data Warehouse, los procesos ETL, las reglas de negocio y los modelos analíticos con mayor flexibilidad. Al mismo tiempo, frente a IaaS, reduce la necesidad de mantener servidores y sistemas operativos. Esta combinación es especialmente conveniente para un proyecto de Business Intelligence que debe crecer de manera progresiva, automatizar cargas y ampliar usuarios y fuentes de información conforme aumente la madurez analítica.

Síntesis del modelo recomendado

Tabla 48

Modelos de computación en la nube recomendados

Modelo	Uso en el proyecto	Ejemplos	Prioridad
PaaS	Almacenamiento, procesamiento, ETL, Data Warehouse y Datamarts	Azure Data Lake, Azure SQL Database, Azure Synapse, Dataflows	Principal
SaaS	Visualización, colaboración y consumo de información	Power BI Service, SharePoint, OneDrive	Complementario

Modelo	Uso en el proyecto	Ejemplos	Prioridad
IaaS	Infraestructura administrada directamente por el equipo técnico	Máquinas virtuales y servidores cloud	No prioritario

La recomendación para Toyota del Ecuador es utilizar una arquitectura cloud predominantemente PaaS, complementada con SaaS. Este modelo permite disponer de una solución escalable, segura y flexible, reducir la inversión en infraestructura física y concentrar los recursos del proyecto en el objetivo central: transformar los datos en información confiable y útil para la toma de decisiones. En términos prácticos, Toyota mantendría el control sobre sus datos, modelos y procesos analíticos, mientras el proveedor cloud asumiría la administración de la infraestructura tecnológica.

7.4 Flujo de la integración de nuestra arquitectura Big Data con el datawarehouse o estructura de BI alternativa

7.4.1 Flujo propuesto de integración

La arquitectura propuesta para Toyota del Ecuador debe conectar las fuentes de información, una capa de almacenamiento inicial, los procesos de integración y calidad, el Data Warehouse, los Datamarts y finalmente Power BI. Esta estructura permite transformar archivos y datos dispersos en información histórica, consistente y disponible para la toma de decisiones. El proyecto identifica a AutoPlus como fuente externa principal, complementada con información pública de Toyota del Ecuador, AEADE y tablas internas de homologación y control. La carga será mensual o bimensual, según la disponibilidad del período cerrado.

Fuentes → Data Lake/Landing Zone → ETL/ELT → Data Warehouse → Datamarts → Modelo semántico Power BI → Dashboards → Decisiones

7.4.2 Ingesta y almacenamiento inicial de los datos

La primera etapa consiste en extraer los archivos Excel o CSV de AutoPlus y las fuentes complementarias. El diseño del proyecto plantea conservar los archivos originales en un Data Lake o Landing Zone, organizados por fuente, año y mes. Esta decisión es relevante

porque un Data Lake permite conservar datos en su formato nativo y mantenerlos disponibles para futuros análisis, mientras que el Data Warehouse recibe información estructurada y preparada para consultas analíticas (Microsoft, s. f.-g). En el caso de Toyota, esta capa también mejora la trazabilidad, ya que permite conservar una copia sin modificar de cada archivo fuente.

7.4.3 Integración, transformación y control de calidad

A continuación se ejecuta el proceso ETL. La extracción obtiene los datos desde las fuentes; la transformación limpia, homologa y valida la información; y la carga incorpora los datos preparados al repositorio analítico. En el proyecto se consideran actividades como eliminación de duplicados, validación de campos obligatorios, homologación de marcas y modelos, normalización geográfica, conversión de fechas y validación de tipos de datos. Además, se calculan indicadores derivados como participación de mercado, ranking de modelos, ingresos potenciales, demanda geográfica, crecimiento mensual y variación interanual. Microsoft (s. f.-b) señala que ETL permite consolidar datos de múltiples orígenes y aplicar limpieza, validación, combinación y transformación antes de cargarlos en un destino común. Para Toyota se recomienda complementar la carga incremental con lógica de actualización (upsert) para incorporar correcciones retroactivas publicadas por AutoPlus.

7.4.4 Data Warehouse, Datamarts y consumo en Power BI

Los datos validados se cargan en un Data Warehouse corporativo, que constituye la fuente central e histórica para el análisis. El proyecto propone un modelo dimensional y un Datamart Comercial con información de ventas, participación de mercado, ingresos potenciales, ranking de vehículos y tendencias históricas. Desde esta capa, Power BI consume datos preparados para construir los dashboards. La separación entre Data Warehouse y Datamarts permite mantener una única versión de la información y, simultáneamente, ofrecer vistas orientadas a las necesidades de Gerencia General, Comercial,

Marketing, Operaciones, Finanzas y concesionarios. Esta lógica es consistente con una arquitectura BI en la que los datos curados se sirven a las herramientas de análisis y reporte (Microsoft, s. f.-e).

7.4.5 Alternativa cloud y evolución hacia Big Data

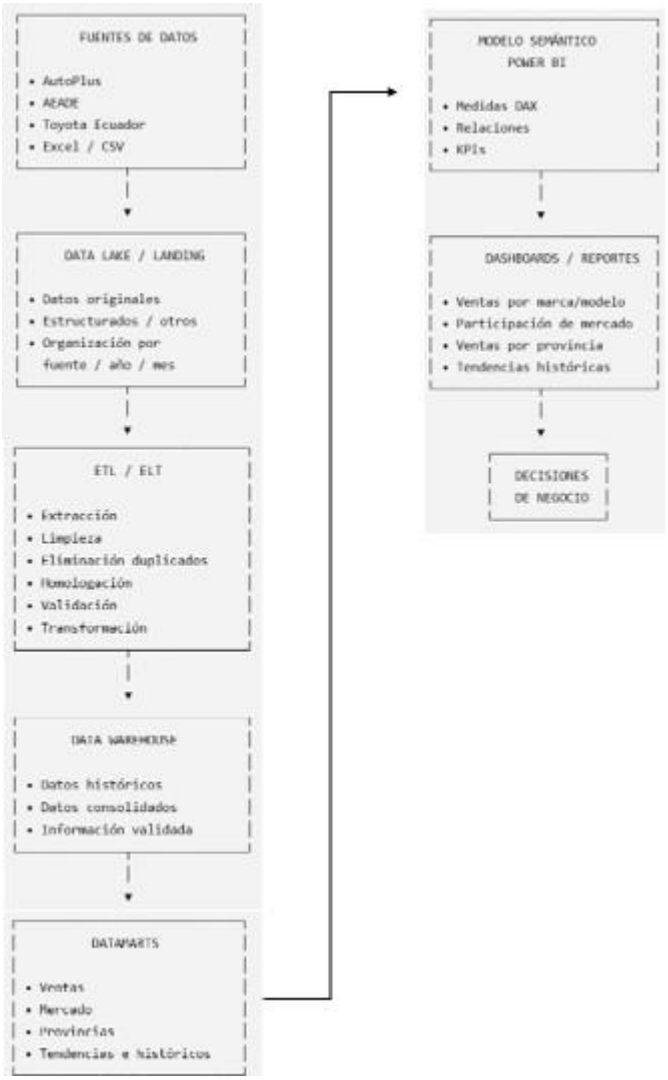
La alternativa recomendada en el proyecto es una arquitectura principalmente PaaS, complementada con SaaS. En este esquema, Azure Data Lake puede utilizarse para el almacenamiento inicial; Azure SQL Database o Azure Synapse para el Data Warehouse y Datamarts; Power Query o Dataflows para la preparación; y Power BI Service como capa SaaS de visualización y consumo. El equipo de BI mantiene el control sobre los modelos, reglas de negocio, calidad y seguridad, mientras el proveedor administra la infraestructura. Esta elección permite escalar la solución sin mantener servidores propios y facilita incorporar nuevas fuentes en etapas posteriores.

7.4.6 Resultado esperado

El flujo propuesto convierte la información de mercado en una cadena controlada de valor: captura, conservación, calidad, integración, almacenamiento, modelado y visualización. En la Fase 1, la salida se concentra en los cuatro KPIs priorizados: participación de mercado, ranking de modelos más vendidos, ingresos potenciales por venta y demanda geográfica. Posteriormente, la arquitectura puede incorporar CRM, talleres, repuestos, satisfacción del cliente y datos de vehículos conectados, evolucionando desde un BI principalmente descriptivo hacia analítica diagnóstica, predictiva y prescriptiva. La gobernanza y calidad deben acompañar todas las capas para asegurar que los indicadores sean confiables y comparables (DAMA International, 2017).

Figura 5

Flujo de integración de la arquitectura Big Data y Business Intelligence



Capítulo 8

8.1 Introducción y análisis de framework

En el proyecto Análisis Inteligente de Ventas y Mercado Toyota del Ecuador, la incorporación de Big Data debe entenderse como una evolución de la arquitectura de Business Intelligence existente y no como un reemplazo de esta. Actualmente, la solución propuesta integra información de AutoPlus, AEADE y archivos internos mediante procesos ETL, un Data Warehouse, Datamarts y Microsoft Power BI, con el objetivo de generar información para la toma de decisiones comerciales y estratégicas. La primera fase se

concentra en cuatro indicadores: participación de mercado, ranking de modelos más vendidos, ingresos potenciales por venta y demanda geográfica.

Desde una perspectiva empresarial, un framework de Big Data debe evaluarse no únicamente por su capacidad tecnológica, sino por su contribución al negocio, escalabilidad, facilidad de integración, costos de operación y capacidad para responder a futuras necesidades analíticas. En este sentido, el análisis del proyecto considera principalmente Apache Hadoop y Apache Spark, dos alternativas de código abierto ampliamente utilizadas para el procesamiento distribuido de grandes volúmenes de información. Hadoop permite distribuir el almacenamiento y procesamiento entre diferentes nodos, mientras que Spark incorpora procesamiento en memoria y un motor unificado para analítica, SQL, machine learning y procesamiento de datos a gran escala (IBM Cloud Education Team, s. f.).

Apache Hadoop presenta como principal fortaleza su capacidad para almacenar y procesar grandes volúmenes de información mediante un entorno distribuido. Su componente HDFS permite conservar datos en diferentes nodos y resulta adecuado para escenarios de grandes históricos y procesamiento batch. Además, posee un ecosistema maduro compuesto por tecnologías como Hive y HBase. Sin embargo, para el proyecto Toyota Ecuador existen ciertas limitaciones: el modelo tradicional MapReduce depende considerablemente de operaciones de lectura y escritura en disco, lo que reduce su eficiencia frente a procesos iterativos y analítica de menor latencia. Asimismo, su implementación requiere una infraestructura y administración especializada que podría resultar excesiva para la fase piloto planteada.

Apache Spark, por su parte, es un motor de procesamiento distribuido orientado a grandes volúmenes de datos y diseñado para soportar diferentes tipos de cargas analíticas. Su procesamiento en memoria reduce la necesidad de realizar operaciones continuas de lectura y escritura en disco, favoreciendo especialmente los procesos iterativos, analítica avanzada y

machine learning. Adicionalmente, Spark ofrece APIs para SQL y lenguajes como Python, R, Scala y Java, lo que facilita su integración con las competencias técnicas consideradas en el proyecto. También permite trabajar tanto con procesamiento batch como con streaming mediante Spark Structured Streaming (IBM, s. f.-a).

Desde el punto de vista estratégico, Spark presenta una mayor alineación con la evolución prevista para Toyota Ecuador. En la fase inicial, los datos de AutoPlus y AEADE presentan una frecuencia mensual o bimensual, por lo que no existe una necesidad inmediata de procesamiento distribuido de alta velocidad. En consecuencia, la arquitectura actual puede continuar utilizando Power Query/Dataflows y Azure SQL o Azure Synapse para las cargas habituales. Spark debe incorporarse progresivamente cuando aumenten el volumen y variedad de los datos, o cuando se incorporen casos de uso como modelos predictivos, información de CRM, posventa, talleres, repuestos, canales digitales o vehículos conectados.

La selección de Spark también responde a criterios de escalabilidad y sostenibilidad tecnológica. El framework puede distribuir el procesamiento entre diferentes recursos y evolucionar desde cargas batch hacia escenarios de mayor frecuencia y streaming. Esto permite que Toyota Ecuador mantenga su arquitectura de BI actual y, simultáneamente, disponga de una plataforma preparada para evolucionar hacia analítica diagnóstica, predictiva y prescriptiva. Apache Flink también constituye una alternativa técnicamente relevante para procesamiento de flujos de datos, especialmente cuando existen requerimientos de baja latencia y procesamiento continuo; sin embargo, el proyecto actual no presenta todavía una necesidad de procesamiento en tiempo real que justifique introducir un framework adicional (Apache Software Foundation, s. f.-a).

Por lo tanto, desde una perspectiva de negocio y tecnología, Apache Spark se establece como el framework propuesto para la evolución Big Data del proyecto, manteniendo Hadoop como una referencia tecnológica para escenarios de almacenamiento y

procesamiento batch de grandes históricos. Esta decisión no implica implementar Spark inmediatamente en todos los procesos, sino utilizarlo bajo un enfoque progresivo y basado en casos de uso. De esta manera, la inversión tecnológica se vincula con una necesidad empresarial concreta y se evita sobredimensionar la arquitectura durante la etapa piloto.

8.2 Comparación de frameworks

8.2.1 Apache Hadoop

Ventajas.

- HDFS (Hadoop Distributed File System): almacenamiento distribuido propio, económico para grandes volúmenes de archivos históricos sin procesar.
- Ecosistema maduro y probado (Hive, HBase, Sqoop, Oozie) durante más de una década en proyectos de gran escala.
- Bajo costo para conservar datos fríos (poco consultados) durante largos periodos — compatible con la necesidad de profundidad histórica para KPI interanuales.

Desventajas.

- MapReduce escribe resultados intermedios en disco: mucho más lento que Spark en cargas iterativas o de baja latencia.
- Sin librerías nativas de Machine Learning ni de grafos; requiere componentes adicionales del ecosistema.
- Mayor esfuerzo de administración de clúster e infraestructura dedicada — sobredimensionado para un piloto de 8 a 10 usuarios.
- No ofrece procesamiento en tiempo real, una limitación para futuras alertas de mantenimiento predictivo.

Rendimiento.

- Procesamiento por lotes (batch), con lectura/escritura constante en disco entre cada fase de MapReduce.

- Adecuado para reprocesos históricos masivos sin urgencia de respuesta inmediata.
- Ineficiente en cargas iterativas, como entrenar un modelo que recorre el mismo conjunto de datos varias veces.

Facilidad de uso.

- Curva de aprendizaje alta: exige programar bajo el paradigma MapReduce (Java u otros lenguajes con conectores).
- La administración del clúster (YARN, HDFS) requiere personal especializado, sin el cual la adopción se dificulta.

Aplicaciones frente a los 4 KPI.

- Archivado histórico de los datos que alimentan los cuatro KPI (AutoPlus) y de futuras fuentes no estructuradas — Data Lake de bajo costo.
- Reprocesos masivos por lotes, como reconstruir la serie histórica completa de Participación de Mercado o Demanda Geográfica.
- Consultas SQL sobre grandes volúmenes vía Hive, dejando los datos listos para que Power BI calcule después los KPI, sin acelerar ese cálculo.

8.2.2 Apache Spark

Ventajas.

- Procesamiento en memoria (in-memory): puede acelerar determinadas cargas frente a Hadoop MapReduce; el rendimiento depende del conjunto de datos y de la configuración (IBM Cloud Education Team, s. f.).
- APIs nativas de SQL (Spark SQL), Machine Learning (MLlib) y grafos (GraphX) en una misma plataforma.
- Compatible con Python, R, Scala, Java y SQL — menor fricción frente al SQL y Power Query ya usados en el proyecto.

- Soporta batch y streaming (Spark Structured Streaming), habilitando a futuro alertas casi en tiempo real.
- Integración nativa con Microsoft Azure (Synapse, Databricks), el mismo proveedor cloud que ya usa el proyecto para su Data Warehouse.

Desventajas.

- No tiene sistema de archivos propio; depende de HDFS, Azure Data Lake Storage u otro almacenamiento externo.
- El procesamiento en memoria exige clústeres con más RAM, elevando el costo si el volumen crece de forma considerable.
- Un mal uso de particiones u operaciones de shuffle puede degradar el rendimiento si el código no está optimizado.

Rendimiento.

- Mantiene los datos en memoria entre etapas de cálculo, reduciendo drásticamente lecturas/escrituras en disco.
- Tiempos mucho menores en cargas iterativas (Machine Learning) y en consultas repetidas sobre el mismo conjunto de datos.
- Ideal para recalcular los 4 KPI cada mes a medida que crece el histórico, sin perder velocidad.

Facilidad de uso.

- Curva de aprendizaje suave: APIs de alto nivel en Python (PySpark) y SQL (Spark SQL), sin programar map-reduce directamente.
- El Analista BI y el Data Engineer del proyecto ya manejan SQL y Power Query — adoptar Spark extiende conocimientos existentes.

Aplicaciones frente a los 4 KPI.

- Cálculo más ágil de Participación de Mercado y Ranking de Modelos (Pareto 80/20): agregaciones repetidas por mes, provincia y modelo.
- Machine Learning (MLlib) para extender Ingresos Potenciales hacia un pronóstico de ingresos, o Demanda Geográfica hacia un pronóstico por provincia.
- Streaming (Structured Streaming) para monitorear Demanda Geográfica o Participación de Mercado con alertas antes del cierre mensual.
- Análisis de grafos (GraphX) para explorar vínculos entre modelos, concesionarios y zonas geográficas.

Tabla comparativa

Tabla 49

Comparación de Apache Hadoop y Apache Spark

Criterio	Apache Hadoop	Apache Spark
Ventajas	HDFS propio para almacenamiento distribuido y económico; ecosistema maduro (Hive, HBase); ideal para archivar grandes volúmenes históricos.	Procesamiento en memoria mucho más rápido; incluye SQL, ML (MLlib) y grafos (GraphX) nativos; compatible con Python, R, Scala y SQL; se integra con Azure, ya usado en el proyecto.
Desventajas	Escritura/lectura en disco entre fases (lento en cargas iterativas); sin ML/grafos nativos; requiere clúster e infraestructura dedicada.	No tiene sistema de archivos propio (depende de HDFS o almacenamiento en la nube); mayor consumo de RAM; requiere buenas prácticas para evitar cuellos de botella por shuffle.
Rendimiento	Adecuado para procesamiento por lotes masivo sin urgencia de tiempo de respuesta.	Mayor rapidez en determinadas cargas iterativas mediante procesamiento en memoria; el rendimiento depende del volumen y de la configuración. Soporta streaming (IBM Cloud Education Team, s. f.).
Facilidad de uso	Curva de aprendizaje alta: requiere programar en el paradigma MapReduce y administrar el clúster (YARN/HDFS).	Curva de aprendizaje más suave mediante PySpark y Spark SQL; aprovecha conocimientos de SQL y Python ya presentes en el equipo del proyecto.
Aplicaciones frente a los 4 KPI	Archivado histórico de los datos que alimentan los 4 KPI y futuras fuentes no estructuradas (Data Lake de bajo costo).	Cálculo más rápido y escalable de los 4 KPI; base para extenderlos hacia pronósticos y alertas casi en tiempo real.

8.3 Selección crítica

Framework seleccionado: Apache Spark

Para el proyecto Análisis Inteligente de Ventas y Mercado Toyota del Ecuador se recomienda seleccionar Apache Spark como framework principal de procesamiento distribuido para la evolución de la arquitectura Big Data. La elección no implica reemplazar la solución de Business Intelligence ya definida, sino incorporar una capa de procesamiento capaz de atender mayores volúmenes, nuevas fuentes y análisis más complejos cuando el proyecto avance desde su fase descriptiva hacia analítica diagnóstica, predictiva y prescriptiva. Esta decisión es coherente con la arquitectura PaaS planteada previamente, basada en Azure Data Lake, Azure SQL Database o Azure Synapse y Power BI Service, porque Spark puede integrarse sobre servicios administrados sin exigir la construcción y mantenimiento de un clúster físico propio.

Criterios técnicos

Desde el punto de vista técnico, Spark presenta una ventaja relevante frente al modelo clásico Hadoop MapReduce por su capacidad de mantener datos y resultados intermedios en memoria durante procesos iterativos. Esta característica reduce la dependencia de lecturas y escrituras continuas en disco y resulta especialmente útil para análisis que requieren múltiples transformaciones, segmentaciones, cálculos estadísticos o modelos de machine learning. Además, permite trabajar con datos estructurados y semiestructurados mediante APIs de SQL, Python y otros lenguajes, lo que facilita su incorporación al conocimiento ya desarrollado por el equipo de BI. Para Toyota del Ecuador, esto permitiría procesar históricos de ventas, comportamiento por modelo, provincia y segmento, e integrar en el futuro información de CRM, posventa, talleres, repuestos o vehículos conectados sin cambiar de framework principal.

Necesidades reales del proyecto

La selección debe considerar que el proyecto todavía no presenta un volumen ni una velocidad de datos que justifiquen desplegar desde el inicio una infraestructura Big Data compleja. Las fuentes principales actuales, como AutoPlus, AEADE y archivos internos, se actualizan principalmente de forma mensual o bimensual y se integran en un Data Warehouse para su explotación en Power BI. Por esta razón, en la fase piloto deben mantenerse Power Query/Dataflows y Azure SQL o Synapse para las cargas habituales, incorporando Spark únicamente cuando el crecimiento de datos, la complejidad de las transformaciones o los nuevos casos de uso lo requieran. Este enfoque evita sobredimensionar la solución y mantiene una relación adecuada entre capacidad tecnológica, costo y valor generado para el negocio.

Escalabilidad y evolución

La principal justificación de Spark a mediano y largo plazo es su capacidad de escalar horizontalmente. A medida que se incorporen nuevas fuentes, el procesamiento puede distribuirse entre más recursos de cómputo sin rediseñar el modelo completo. En un entorno cloud, esta elasticidad permite aumentar o reducir capacidad según la demanda y pagar por los recursos utilizados. Además, Spark ofrece una ruta de evolución desde procesos batch hacia escenarios de procesamiento más frecuente y streaming, lo que resulta relevante si Toyota incorpora posteriormente datos de clientes, telemetría, campañas digitales o vehículos conectados. La misma plataforma puede soportar preparación de datos, análisis avanzado y modelos de machine learning, reduciendo la fragmentación tecnológica.

Frameworks no priorizados en la fase actual

Hadoop MapReduce no se recomienda como framework principal para este proyecto. Aunque es robusto para procesamiento batch masivo, su mayor dependencia del disco, el tiempo de ejecución de tareas y la administración de un ecosistema Hadoop completo

aportarían una complejidad que no se justifica con las necesidades actuales. HDFS tampoco es indispensable, ya que Azure Data Lake ya cumple la función de almacenamiento distribuido dentro de la arquitectura cloud propuesta. De forma similar, Apache Storm no sería prioritario porque el proyecto no requiere actualmente procesamiento de eventos con latencias de milisegundos. Si en el futuro aparece una necesidad intensiva de ingesta en tiempo real, tecnologías como Kafka podrían incorporarse como complemento de mensajería y Spark Structured Streaming podría asumir el procesamiento, sin alterar el núcleo de la arquitectura.

Conclusión de la selección

En conclusión, Apache Spark representa la alternativa más equilibrada para la evolución Big Data del proyecto Toyota del Ecuador por su rendimiento, flexibilidad, integración con la arquitectura cloud ya seleccionada y capacidad de escalamiento. Sin embargo, su implementación debe realizarse de manera progresiva y guiada por casos de uso concretos. Para la fase actual, el modelo de BI existente continúa siendo suficiente; Spark debe incorporarse cuando el volumen, variedad o velocidad de los datos hagan necesario un procesamiento distribuido más avanzado. Esta decisión permite conservar la simplicidad operativa en el corto plazo y, al mismo tiempo, preparar una arquitectura escalable para las necesidades futuras del negocio.

8.4 Ecosistema Big Data

La selección de Apache Spark como framework de procesamiento distribuido debe entenderse dentro de un ecosistema tecnológico más amplio y no como una herramienta aislada. Para el proyecto **"Análisis Inteligente de Ventas y Mercado Toyota del Ecuador"**, se propone un ecosistema Big Data evolutivo, integrado principalmente con servicios de Microsoft Azure y con la arquitectura de Business Intelligence definida previamente.

El objetivo de este ecosistema es permitir que Toyota del Ecuador pueda mantener la solución actual de Business Intelligence para los requerimientos de corto plazo y, al mismo tiempo, disponer de una arquitectura preparada para incorporar progresivamente mayores volúmenes, variedad y velocidad de información. De esta forma, la organización puede evolucionar desde el análisis descriptivo basado principalmente en datos estructurados hacia escenarios de analítica diagnóstica, predictiva y, posteriormente, prescriptiva.

La arquitectura existente ya contempla la integración de AutoPlus, AEADE y archivos internos, el almacenamiento inicial de archivos, procesos ETL, un Data Warehouse, Datamarts y Power BI como capa de visualización. La incorporación de Apache Spark amplía esta arquitectura sin sustituir sus componentes actuales.

Componentes del ecosistema propuesto

El ecosistema Big Data se estructura mediante diferentes capas tecnológicas que cumplen funciones específicas dentro del ciclo de vida de los datos.

Tabla 50

Componentes del ecosistema Big Data propuesto

Capa	Componente propuesto	Función dentro del proyecto
Fuentes de datos	AutoPlus, AEADE, Toyota del Ecuador, Excel/CSV y futuras fuentes internas	Generación y suministro de información comercial, geográfica, operativa y de mercado
Ingesta de datos	Power Query/Dataflows y mecanismos de carga cloud	Incorporar los datos provenientes de las distintas fuentes al entorno analítico
Almacenamiento inicial	Azure Data Lake	Conservar archivos originales y futuras fuentes estructuradas o semiestructuradas
Procesamiento Big Data	Apache Spark	Ejecutar transformaciones, procesamiento distribuido y análisis sobre grandes conjuntos de datos
Procesamiento analítico	Spark SQL	Consultar, integrar y transformar información estructurada mediante operaciones compatibles con SQL
Procesamiento futuro en streaming	Spark Structured Streaming	Procesar información de mayor frecuencia cuando se incorporen fuentes como canales digitales, telemetría o vehículos conectados
Almacenamiento analítico	Azure SQL Database / Azure Synapse	Alojar el Data Warehouse, información consolidada y estructuras analíticas
Datamarts	Datamart Comercial y futuros Datamarts por área	Organizar información de acuerdo con las necesidades de cada unidad de negocio
Analítica avanzada	Spark y modelos de Machine Learning	Desarrollar pronósticos, segmentaciones y futuros modelos predictivos

Capa	Componente propuesto	Función dentro del proyecto
Visualización	Power BI Service	Presentar KPIs, dashboards y resultados analíticos a los usuarios
Gobierno y calidad	Reglas de validación, homologación, seguridad y trazabilidad	Garantizar información consistente, confiable y controlada

Ecosistema Big Data propuesto para Toyota del Ecuador. Elaboración propia.

Fuentes e ingesta de información

El ecosistema comienza con las fuentes de datos. En la fase actual, AutoPlus constituye la principal fuente externa y proporciona variables relacionadas con año, mes, marca, familia, modelo, segmento, provincia, cantón, precio, combustible, transmisión, tracción y unidades comercializadas. La información se complementa con fuentes oficiales como AEADE y con las tablas internas de homologación y control desarrolladas para el proyecto.

Estas fuentes son suficientes para los cuatro KPIs estratégicos seleccionados para la primera fase: **participación de mercado, ranking de modelos más vendidos, ingresos potenciales por venta y demanda geográfica**.

En esta etapa no resulta necesario utilizar una infraestructura de ingesta de alta velocidad debido a que la información principal se actualiza de manera mensual o bimensual. Por ello, Power Query y Dataflows pueden continuar realizando las tareas habituales de extracción y preparación. Conforme el proyecto incorpore nuevas fuentes o aumente la frecuencia de actualización, la capa de ingesta podrá evolucionar sin modificar la estructura general del ecosistema.

Azure Data Lake como repositorio de datos

Azure Data Lake cumple la función de repositorio inicial dentro del ecosistema. Su objetivo es conservar los datos recibidos antes de realizar transformaciones definitivas, manteniendo los archivos originales organizados por fuente y período.

Esta capa es especialmente importante para garantizar trazabilidad. Ante una modificación de reglas de negocio, inconsistencias o necesidad de reprocesamiento, los

archivos originales pueden recuperarse sin depender exclusivamente de la información transformada dentro del Data Warehouse.

La arquitectura ya definida en el proyecto establece que los archivos originales sean almacenados inicialmente en un Data Lake antes del proceso ETL, para posteriormente incorporarlos al Data Warehouse y distribuirlos entre los diferentes Datamarts.

A futuro, el Data Lake permitirá además almacenar fuentes que no necesariamente tengan la misma estructura tabular de AutoPlus, como registros provenientes de CRM, interacciones digitales, talleres, posventa, repuestos o vehículos conectados.

Apache Spark como motor de procesamiento

Apache Spark constituye el núcleo de procesamiento Big Data propuesto. Su función será complementar los procesos tradicionales de transformación utilizados actualmente y asumir aquellas cargas cuya complejidad o volumen requieran procesamiento distribuido.

En las primeras etapas, Spark no necesita intervenir en todas las cargas. Los procesos mensuales provenientes de AutoPlus pueden continuar procesándose mediante Power Query/Dataflows y la infraestructura de BI existente. Sin embargo, Spark podrá incorporarse cuando aumente el volumen histórico, se integren múltiples fuentes o las transformaciones requieran operaciones analíticas más complejas.

Dentro del ecosistema, Spark SQL puede utilizarse para realizar consultas, agregaciones e integración de información estructurada. Esto facilita la continuidad con el conocimiento de SQL ya previsto dentro del proyecto. Por otro lado, las capacidades de procesamiento distribuido de Spark permiten trabajar con conjuntos de datos mayores y ejecutar múltiples transformaciones sin depender exclusivamente de una única infraestructura de procesamiento.

La incorporación de Spark debe realizarse, por tanto, bajo un criterio de necesidad y generación de valor, evitando sobredimensionar tecnológicamente la primera fase.

Integración con el Data Warehouse y los Datamarts

Después de los procesos de validación, transformación y enriquecimiento, la información se incorpora al Data Warehouse. Este repositorio continúa cumpliendo una función central dentro del ecosistema, ya que constituye la fuente histórica y estructurada desde la cual se alimentan los Datamarts.

Por esta razón, la adopción de Big Data no elimina el Data Warehouse. Ambos componentes cumplen funciones complementarias: el Data Lake permite conservar y procesar información con mayor flexibilidad, mientras que el Data Warehouse organiza los datos ya validados para facilitar consultas empresariales, construcción de indicadores y generación de reportes.

En la arquitectura propuesta se mantiene inicialmente el **Datamart Comercial**, que incorpora ventas por marca y modelo, participación de mercado, ingresos potenciales, ranking de vehículos y tendencias históricas. Estos datos alimentan los KPIs de la primera fase y constituyen posteriormente la base para desarrollar otros Datamarts orientados a Marketing, Finanzas, Operaciones, Inventarios, Posventa y Red de Concesionarios.

Power BI como capa de consumo

Microsoft Power BI continúa siendo la herramienta de visualización y consumo de información del ecosistema. La función de Spark no es reemplazar Power BI, sino proporcionar una mayor capacidad de procesamiento antes de que la información llegue a la capa de presentación.

Los datos consolidados en el Data Warehouse y los Datamarts serán consumidos desde Power BI para generar dashboards dirigidos a Gerencia General, Comercial, Marketing, Finanzas, Operaciones e Inventarios y a la Red de Concesionarios.

De esta forma se mantiene una separación clara entre las funciones tecnológicas: el Data Lake almacena, Spark procesa, el Data Warehouse organiza, los Datamarts especializan y Power BI comunica la información al usuario final.

Evolución hacia procesamiento en tiempo real

Actualmente el proyecto no requiere procesamiento en tiempo real, ya que AutoPlus y las principales fuentes analizadas presentan información con periodicidad mensual o bimensual. Por ello, la implementación inicial debe mantener un enfoque principalmente **batch**.

Sin embargo, la arquitectura debe permitir una evolución futura. Si Toyota del Ecuador incorpora fuentes de mayor velocidad —por ejemplo, datos provenientes de vehículos conectados, CRM, campañas digitales, aplicaciones móviles, navegación web o interacciones de clientes— podría utilizarse un componente de mensajería como Apache Kafka para recibir eventos y Spark Structured Streaming para su procesamiento (Apache Software Foundation, s. f.-b).

Este componente no se considera necesario para la fase inicial, sino una ampliación del ecosistema asociada a nuevos casos de uso y a mayores requerimientos de velocidad.

Analítica avanzada y Machine Learning

Uno de los principales beneficios de incorporar Spark al ecosistema es facilitar la evolución desde la analítica descriptiva hacia modelos predictivos.

A partir del histórico acumulado podrían desarrollarse, progresivamente, modelos orientados a pronóstico de demanda, identificación de patrones regionales, segmentación de clientes, predicción de rotación de inventarios o estimación de demanda de vehículos y repuestos.

En etapas posteriores, si Toyota autoriza la integración de información operacional adicional, podrían incorporarse datos de CRM, talleres, garantías, repuestos, kilometraje,

satisfacción del cliente y vehículos conectados. Esto permitiría desarrollar casos de uso como mantenimiento predictivo, personalización de ofertas, predicción de abandono y optimización de inventarios.

Este proceso representa una evolución natural del proyecto: primero consolidar y gobernar los datos; posteriormente explicar comportamientos; después anticiparlos; y finalmente utilizar modelos analíticos para recomendar acciones.

Calidad, seguridad y gobierno del ecosistema

La incorporación de tecnologías Big Data incrementa la importancia de la calidad y gobierno de la información. Todas las capas deben mantener controles relacionados con integridad, disponibilidad, trazabilidad, consistencia y acceso.

Las reglas desarrolladas anteriormente para eliminación de duplicados, validación de campos obligatorios, homologación de marcas y modelos, normalización geográfica, validación de formatos y gestión de errores deben mantenerse independientemente de la tecnología empleada.

Asimismo, los accesos deben administrarse de acuerdo con el perfil de cada usuario. No todos los usuarios requieren acceso a las fuentes originales o al procesamiento: la mayoría consumirá únicamente la información necesaria mediante los dashboards de Power BI.

Este modelo permite mantener una única versión confiable de los datos y reduce el riesgo de que distintas áreas construyan indicadores utilizando criterios diferentes.

Flujo consolidado del ecosistema

De manera conceptual, el ecosistema Big Data propuesto puede representarse mediante el siguiente flujo:

Fuentes de datos → Ingesta → Azure Data Lake → Validación y calidad → Apache Spark / ETL → Azure SQL o Azure Synapse → Data Warehouse → Datamarts → Power BI → Usuarios y decisiones

Para escenarios futuros de alta velocidad se podría incorporar una segunda ruta:

Fuentes en tiempo real → Kafka → Spark Structured Streaming → Data Lake / capa analítica → Power BI y modelos predictivos

La primera ruta representa la arquitectura prioritaria para las necesidades actuales del proyecto, mientras que la segunda constituye una capacidad de evolución que deberá habilitarse únicamente cuando existan fuentes y casos de uso que justifiquen procesamiento de mayor frecuencia.

Evolución progresiva del ecosistema

La implementación del ecosistema se recomienda de manera gradual. En una primera fase se mantienen AutoPlus, AEADE, Excel/CSV, Azure Data Lake, procesos ETL, Data Warehouse, Datamarts y Power BI para responder a los cuatro KPIs estratégicos. En una segunda fase se pueden incorporar fuentes internas como CRM, inventarios, talleres, repuestos y datos de experiencia del cliente, aumentando progresivamente el uso de Apache Spark. Finalmente, una tercera fase podría incorporar datos de vehículos conectados, canales digitales, procesamiento en streaming y modelos avanzados de Machine Learning.Este enfoque evita implementar componentes tecnológicos antes de que exista una necesidad real y permite relacionar cada inversión con un caso de uso concreto del negocio.

Capítulo 9

9.1 Identificar y definir el objetivo de aplicación del modelo de aplicación de data science y machine learning en el proyecto

9.1.1 Identificación de la oportunidad

El proyecto de Business Intelligence para Toyota Ecuador busca transformar la información disponible sobre ventas y mercado en información útil para la toma de decisiones. La primera etapa se enfoca en Power BI y en cuatro KPIs estratégicos:

Participación de Mercado, Ranking de Modelos Más Vendidos, Ingresos Potenciales por Venta y Demanda Geográfica.

Estos indicadores permiten conocer qué está ocurriendo en el negocio, pero el proyecto también presenta una oportunidad para avanzar hacia un análisis predictivo. A partir de los datos históricos de ventas y de las variables comerciales y geográficas disponibles, se puede desarrollar un modelo de Data Science y Machine Learning orientado a estimar la demanda futura de vehículos.

La oportunidad principal consiste, por tanto, en complementar el análisis descriptivo de Power BI con una capacidad predictiva que permita identificar patrones de comportamiento y anticipar posibles cambios en la demanda por modelo y provincia. Esto puede aportar información adicional para la planificación de inventarios, distribución y acciones comerciales.

9.1.2 Necesidad identificada

La información disponible permite analizar variables como modelo, segmento, provincia, cantón, unidades vendidas, evolución temporal, precio, tipo de combustible, transmisión, tracción y año del modelo. Estas variables constituyen una base adecuada para estudiar el comportamiento histórico de las ventas.

A partir de esta información se propone utilizar Data Science para encontrar patrones y Machine Learning para generar estimaciones de demanda. El foco inicial será un caso de uso concreto y directamente relacionado con los KPIs del proyecto:

9.1.3 Relación con los KPIs del proyecto

Tabla 51

Relación de los KPI con el modelo predictivo

KPI	Pregunta que responde	Aporte del modelo predictivo
Participación de Mercado	¿Qué participación tiene Toyota en el mercado?	Permite complementar el análisis histórico con tendencias futuras cuando existan datos suficientes.

KPI	Pregunta que responde	Aporte del modelo predictivo
Ranking de Modelos Más Vendidos	¿Qué modelos presentan mayor volumen de ventas?	Ayuda a anticipar qué modelos podrían presentar mayor demanda en los siguientes períodos.
Ingresos Potenciales por Venta	¿Dónde existe mayor potencial económico?	Permite relacionar las proyecciones de unidades con el potencial económico de los modelos.
Demanda Geográfica	¿En qué provincias se concentra la demanda?	Permite estimar la demanda futura por ubicación y apoyar la planificación de distribución.

9.1.4 Objetivo de aplicación de Data Science y Machine Learning

Objetivo general. Desarrollar un modelo predictivo de demanda que utilice el histórico de ventas y las características comerciales y geográficas disponibles para estimar la demanda futura de los principales modelos Toyota por provincia, integrando sus resultados en Power BI para apoyar la planificación de inventarios, distribución y estrategias comerciales.

Enfoque del objetivo. El propósito no es reemplazar la toma de decisiones de los responsables del negocio, sino proporcionarles una herramienta adicional basada en datos. La solución busca evolucionar desde una visión principalmente descriptiva hacia una visión predictiva:

- Power BI permite visualizar qué está ocurriendo.
- Data Science permite analizar patrones y relaciones presentes en los datos.
- Machine Learning permite estimar escenarios de demanda futura.
- Los responsables de las áreas Comercial, Gerencia y Concesionarios utilizan esta información para tomar decisiones.

Objetivo SMART.

Tabla 52

Aplicación de los criterios SMART al modelo predictivo

Criterio	Aplicación al proyecto
S – Específico	Predecir la demanda futura de vehículos Toyota por modelo y provincia utilizando el histórico de ventas y las variables disponibles.

Criterio	Aplicación al proyecto
M – Medible	Evaluar el desempeño del modelo mediante métricas de error de pronóstico y comparar sus resultados con una línea base histórica.
A – Alcanzable	Utilizar inicialmente la información disponible en AutoPlus, que contiene variables de ventas, modelos, provincias, segmentos y características de los vehículos.
R – Relevante	Apoyar decisiones relacionadas con inventario, distribución, comercialización y priorización de modelos.
T – Temporal	Implementar el modelo como una segunda capa analítica del proyecto y actualizarlo conforme se incorporen nuevos períodos de información.

9.2 Fuentes de datos utilizadas

El proyecto Análisis Inteligente de Ventas y Mercado Toyota del Ecuador integra información del sector automotor para respaldar cuatro indicadores estratégicos: (1) participación de mercado, (2) ranking de modelos más vendidos, (3) ingresos potenciales por venta y (4) demanda geográfica. Toda fuente y cada transformación se seleccionan en función de su contribución a estos indicadores, sin incorporar datos personales ni información corporativa restringida en la primera fase.

Fuentes de datos y vinculación con los cuatro KPI

AutoPlus será la fuente externa principal porque aporta los registros de ventas del mercado y sus dimensiones comerciales, temporales y territoriales. Los boletines de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE) servirán para contrastar los resultados agregados; los catálogos públicos de Toyota del Ecuador permitirán revisar modelos, características y precios de referencia cuando estén disponibles. Las tablas de homologación, la base histórica consolidada y los registros de carga serán generados por el propio proyecto.

Fuentes previstas para la primera fase y función analítica

Tabla 53

Fuentes de datos y función analítica para la primera fase

Fuente	Información y formato	KPI vinculado	Actualización prevista
AutoPlus (externa)	Unidades, marca, modelo, segmento, período, provincia/cantón y precio si consta en el archivo; Excel o CSV.	Los cuatro KPI.	Mensual o bimensual, al disponer del período cerrado.
AEADE (externa)	Boletines, anuarios y estadísticas agregadas; PDF.	Contraste de participación, ranking y tendencias.	Según publicación.
Toyota del Ecuador (pública)	Portafolio, versiones, fichas y precios publicados; web o catálogo.	Validación de modelos e ingresos potenciales.	Según actualización.
Catálogos geográficos oficiales	Provincias, cantones y códigos; datos tabulares.	Demanda geográfica.	Según actualización oficial.
Registros internos del proyecto	Histórico consolidado, equivalencias y controles de carga; Excel o SQL.	Los cuatro KPI y trazabilidad.	Después de cada carga.

Nota. Las fuentes corporativas de ventas, CRM, inventarios y concesionarios se consideran una expansión futura y no se asumen disponibles sin autorización institucional.

AEADE no se incorporará como una segunda tabla de hechos de ventas cuando sus boletines utilicen AutoPlus como base: se empleará únicamente para validación y contexto, evitando contar dos veces los mismos registros.

Variables requeridas para el cálculo de los indicadores

Las variables se organizan en cinco grupos: temporales (año y mes), comerciales (marca, familia, modelo y segmento), geográficas (provincia y cantón), técnicas (combustible, transmisión, tracción y cilindraje, si existen) y cuantitativas (unidades vendidas y precio de referencia). Los campos técnicos facilitan segmentaciones, pero no se utilizarán como requisitos obligatorios cuando no intervengan en los cuatro KPI priorizados.

Correspondencia entre indicadores, variables y método de cálculo

Tabla 54

Correspondencia entre indicadores, variables y cálculo

KPI	Variables indispensables	Regla analítica	Control determinante
Participación de mercado	Marca, unidades, período y filtros de segmento/territorio.	Unidades Toyota ÷ unidades totales del mercado × 100, para un mismo universo.	Igual período y alcance en numerador y denominador.
Ranking de modelos más vendidos	Marca, modelo homologado, período y unidades.	Suma de unidades Toyota por modelo; orden descendente.	Unificar denominaciones y evitar registros duplicados.
Ingresos potenciales por venta	Modelo/versión, unidades, precio de referencia y vigencia.	Unidades × precio de referencia aplicable al período.	Validar moneda, vigencia y cobertura de precios.
Demanda geográfica	Provincia, cantón, período, modelo y unidades.	Suma de unidades por territorio y período.	Normalizar nombres y validar códigos territoriales.

Nota. El KPI de ingresos potenciales es una estimación; no equivale a ingresos facturados porque no incorpora descuentos, impuestos ni condiciones de cada transacción.

La unidad de análisis se definirá de acuerdo con el detalle entregado por AutoPlus. Si un archivo presenta ventas agregadas por período, marca, modelo y territorio, la clave de cada registro deberá representar esa combinación, sin tratar los agregados como transacciones individuales.

Formatos y estructura de los datos

Los datos estructurados se recibirán principalmente en archivos Excel (XLSX), CSV y tablas SQL. Los datos semiestructurados corresponderán a PDF sectoriales, catálogos y páginas web. En cada carga se preservará el archivo original y su fecha de recepción o consulta. Cuando un dato provenga de un catálogo, también se conservará su vigencia para no aplicar un precio actual a un período histórico incompatible.

Los formatos se estandarizarán antes de la integración: fechas bajo una convención única; unidades como números enteros no negativos; precios como valores numéricos con moneda identificada; y marcas, modelos y ubicaciones con claves homologadas. El

procesamiento de PDF y páginas web se limitará a información complementaria verificable, sin convertir estimaciones editoriales en registros independientes de venta.

Volumen, frecuencia y crecimiento de la información

La carga de AutoPlus se planifica por períodos cerrados y no en tiempo real. El volumen inicial dependerá del histórico efectivamente disponible y de la granularidad de los archivos. Como el trabajo todavía no dispone de una medición validada del número de filas, los megabytes recibidos ni la profundidad histórica, no se presentan cifras supuestas.

En el primer levantamiento se registrarán, por período: número de archivos, tamaño en MB, registros de entrada, registros válidos, duplicados, excepciones, número de modelos y cobertura territorial. Esta línea base permitirá proyectar el almacenamiento y determinar si la infraestructura requiere escalar.

Para la fase inicial, la combinación de Power Query o Dataflows y SQL Server o Azure SQL es suficiente como diseño de procesamiento por lotes. Apache Spark se mantiene como alternativa de crecimiento cuando el volumen, la variedad o la complejidad hagan técnicamente necesario el procesamiento distribuido, según la selección crítica ya desarrollada en el proyecto.

Calidad de los datos y controles por KPI

La información solo se incorporará a los Datamarts después de superar controles de integridad, validez, consistencia, unicidad, actualidad y trazabilidad. Se propone conservar tanto el archivo original como un registro de errores y correcciones para que los resultados puedan auditarse y reproducirse.

Controles de calidad vinculados a los indicadores

Tabla 55

Controles de calidad vinculados a los indicadores

Dimensión	Validación propuesta	KPI protegido
Completitud	Comprobar período, marca, modelo y unidades; exigir territorio cuando se publique el desglose geográfico.	Participación, ranking y demanda.
Unicidad	Detectar duplicados mediante una clave acorde a la granularidad del archivo.	Los cuatro KPI.
Consistencia	Homologar marcas, modelos y segmentos; normalizar provincias y cantones.	Ranking, participación y demanda.
Validez	Verificar tipos, unidades no negativas, fechas correctas y precios con moneda/vigencia.	Los cuatro KPI; especialmente ingresos potenciales.
Conciliación	Comparar totales de carga y subtotales por período con el origen y reportes agregados comparables.	Participación y ranking.
Trazabilidad	Guardar fuente, período, versión del archivo, fecha, responsable y correcciones.	Los cuatro KPI.

Nota. Los límites cuantitativos de aceptación se definirán después de medir el primer lote; no se atribuyen tasas de error al conjunto de datos sin una auditoría previa.

Los registros que no cumplan las validaciones se enviarán a una tabla de excepciones para su revisión. Las correcciones retroactivas de AutoPlus se incorporarán mediante actualizaciones controladas (upsert), evitando que la carga incremental mantenga cifras desactualizadas.

Procesamiento de datos: del origen a los dashboards

Extracción y preservación

Se obtendrán los archivos del último período disponible y se almacenarán sin alteraciones en la Landing Zone o Azure Data Lake, con identificación de fuente, fecha y versión. Los boletines y catálogos complementarios se conservarán como evidencia del dato consultado.

Transformación y validación

Power Query o Dataflows verificará el esquema recibido, eliminará duplicados, normalizará tipos y fechas, aplicará las tablas de homologación y calculará campos derivados.

Se separarán los registros válidos de aquellos que requieran corrección. Las comparaciones entre fuentes respetarán el período, la cobertura territorial y el segmento de mercado.

Carga, actualización y modelado

Los registros depurados se incorporarán al Data Warehouse mediante carga incremental con capacidad de corrección histórica. El modelo dimensional incluirá una tabla de hechos de ventas de mercado y dimensiones de tiempo, marca/modelo, segmento y geografía. Los precios de referencia se vincularán por modelo o versión y vigencia, únicamente cuando exista información verificable.

Cálculo y visualización

Power BI consumirá los Datamarts para calcular los cuatro KPI mediante medidas DAX. Los tableros permitirán comparar períodos, marcas, modelos, segmentos y territorios según el nivel de detalle disponible. Cada actualización deberá ejecutarse después de que el lote haya superado las validaciones y conciliaciones.

Resultado esperado y delimitación del alcance

La solución permitirá a Toyota del Ecuador analizar su participación frente al mercado, identificar los modelos con mayor demanda, estimar los ingresos potenciales a partir de precios de referencia y reconocer la distribución geográfica de las ventas. El valor del proyecto radica en integrar y validar estos cuatro resultados desde una misma base histórica, reduciendo inconsistencias entre reportes aislados.

La primera fase no incluye ventas facturadas internas, clientes identificables, mantenimiento predictivo ni analítica en tiempo real. Esos casos requieren fuentes adicionales, permisos específicos y una justificación independiente de volumen y valor para el negocio. Con esta delimitación, la propuesta conserva coherencia técnica, metodológica y financiera con el trabajo grupal.

9.3 Área de aplicación y departamentos de negocio implicados

El modelo de Data Science y Machine Learning propuesto para Toyota del Ecuador tendrá como principal área de aplicación la planificación de la demanda comercial y operativa de vehículos, utilizando información histórica de ventas y variables comerciales y geográficas disponibles. Esta aplicación constituye una evolución de la solución de Business Intelligence desarrollada en las etapas anteriores del proyecto, pasando de un análisis principalmente descriptivo hacia una capacidad predictiva que permita estimar escenarios futuros. De acuerdo con Chen et al. (2012), la evolución de la inteligencia empresarial hacia el análisis avanzado permite ampliar el uso de los datos desde la generación de reportes hacia aplicaciones orientadas al descubrimiento de patrones y apoyo a la toma de decisiones.

La aplicación se concentrará inicialmente en la estimación de la demanda futura de los principales modelos Toyota por provincia. Para ello, se utilizarán variables como período, marca, modelo, segmento, provincia, cantón, unidades vendidas, precio, tipo de combustible, transmisión, tracción y año del modelo. Estas variables ya forman parte de las fuentes consideradas en el proyecto y permiten relacionar el comportamiento histórico de las ventas con características comerciales y geográficas. El resultado del modelo predictivo será integrado en Power BI, de manera que los usuarios puedan visualizar tanto el comportamiento histórico como las estimaciones futuras y utilizarlas como insumo para sus procesos de planificación.

La primera aplicación estará directamente relacionada con los cuatro KPIs estratégicos definidos para la Fase 1: participación de mercado, ranking de modelos más vendidos, ingresos potenciales por venta y demanda geográfica. En este sentido, el modelo permitirá complementar la información histórica con una perspectiva prospectiva. Por ejemplo, el ranking de modelos podrá evolucionar desde la identificación de los vehículos

con mayor volumen de ventas hacia la estimación de cuáles podrían presentar mayor demanda en períodos posteriores. De igual manera, la demanda geográfica podrá utilizarse para identificar posibles variaciones futuras por provincia y apoyar decisiones relacionadas con la distribución y disponibilidad de unidades.

Gerencia General. La Gerencia General será uno de los principales usuarios de los resultados del modelo, debido a que requiere una visión consolidada para evaluar el cumplimiento de los objetivos estratégicos y el comportamiento del mercado. La aplicación predictiva permitirá complementar el dashboard ejecutivo con tendencias esperadas de demanda, facilitando el análisis de escenarios y la identificación de posibles cambios en el comportamiento comercial. El objetivo no será sustituir el criterio de los responsables de la organización, sino proporcionar información adicional para sustentar sus decisiones. Este enfoque es consistente con el propósito de la inteligencia empresarial, que busca convertir los datos en información útil para apoyar las decisiones estratégicas y operativas (IBM, s. f.-b).

Área Comercial. El área Comercial constituye uno de los principales departamentos de aplicación, debido a su relación directa con las ventas, el portafolio de vehículos y la gestión de concesionarios. El modelo podrá utilizarse para estimar la demanda de determinados modelos y territorios, apoyando la definición de metas, la planificación de ventas y la priorización de productos. Asimismo, la combinación de pronósticos con el ranking de modelos permitirá identificar cambios potenciales en la composición de la demanda y facilitar una planificación comercial sustentada en evidencia. El proyecto ya establece que esta área requiere información sobre ventas por modelo, familia, segmento, provincia y evolución temporal.

Marketing. En Marketing, la aplicación estará orientada al análisis de tendencias de consumo y comportamiento del mercado. Las estimaciones de demanda podrán utilizarse como insumo para segmentar territorios y grupos de productos, así como para orientar

campañas comerciales de acuerdo con los patrones observados. También permitirá dar seguimiento a la evolución de tecnologías y segmentos, como los vehículos híbridos, que forman parte de las variables consideradas en los análisis del proyecto. De esta manera, Marketing podrá complementar el análisis de resultados de campañas con información histórica y prospectiva para una mejor planificación de sus actividades.

Operaciones e Inventarios. Esta área constituye una de las aplicaciones más relevantes del modelo predictivo, debido a que las estimaciones de demanda pueden relacionarse directamente con la planificación del abastecimiento y la distribución de vehículos. El pronóstico por modelo y provincia permitirá identificar posibles incrementos o disminuciones de demanda y utilizar esta información como insumo para planificar la disponibilidad de unidades. Esto puede contribuir a reducir situaciones de sobreinventario, quiebres de stock y capital inmovilizado. El proyecto establece como indicadores para esta área la rotación de inventario, los días de inventario disponible, la exactitud del pronóstico y los quiebres de stock.

Finanzas. El departamento financiero podrá utilizar los resultados del modelo para complementar el análisis económico del portafolio. La combinación entre unidades proyectadas, precios e ingresos potenciales permitirá analizar escenarios de generación de valor y evaluar el impacto económico asociado a cambios en la demanda. Esta información puede contribuir a la planificación presupuestaria y a la evaluación de decisiones comerciales, especialmente cuando los resultados del pronóstico se integren con información financiera interna disponible en fases posteriores del proyecto. Actualmente, el proyecto contempla el análisis del precio promedio, avalúo promedio, valor económico del mercado y distribución por rangos de precios.

Red de concesionarios. La red de concesionarios representa el nivel operativo y territorial donde las predicciones pueden convertirse en acciones comerciales concretas. La

estimación de demanda por provincia y cantón permitirá que cada concesionario analice el comportamiento de su mercado local y ajuste sus actividades comerciales de acuerdo con las características de su zona. Además, los resultados podrán utilizarse para comparar tendencias entre territorios y apoyar la planificación de inventario, campañas y objetivos comerciales. El proyecto establece que los concesionarios requieren información sobre ventas por provincia y cantón, ranking regional, modelos de mayor demanda y comparativos entre puntos de venta.

Finalmente, el área de Tecnología de la Información (IT) y Business Intelligence tendrá un papel transversal en la operación del modelo. Su responsabilidad estará relacionada con la disponibilidad de las fuentes, los procesos ETL, el Data Warehouse, los modelos analíticos y la integración de los resultados con Power BI. El proyecto plantea que la arquitectura debe permitir mantener una fuente centralizada y confiable, mientras que cada área usuaria valida los datos relacionados con sus procesos. Esta coordinación resulta fundamental porque una solución predictiva depende tanto de la calidad del modelo como de la calidad, consistencia y trazabilidad de los datos utilizados. Microsoft (2024a) señala que la alineación entre las iniciativas de datos y los objetivos del negocio favorece la adopción y permite que las soluciones de BI respondan a necesidades empresariales concretas.

En conjunto, el área de aplicación del modelo se concentra inicialmente en demanda, ventas, distribución e inventarios, pero sus resultados tendrán un carácter transversal. Gerencia General utilizará la información para el análisis estratégico; Comercial para la planificación de ventas; Marketing para el análisis de tendencias y segmentación; Operaciones e Inventarios para abastecimiento y disponibilidad; Finanzas para escenarios económicos; los concesionarios para la gestión territorial; e IT/BI para garantizar la disponibilidad y calidad de la solución. Esta integración permitirá que el proyecto evolucione desde una herramienta de visualización histórica hacia una plataforma analítica con capacidades predictivas, manteniendo como principio que los modelos de Data Science

constituyen un apoyo para la toma de decisiones y no un sustituto del criterio de los responsables de cada área.

9.4 Identificación de la mejora esperada

La mejora esperada con la incorporación del modelo de Data Science y Machine Learning consiste en que Toyota del Ecuador pase de una gestión comercial y de inventarios basada en lo que ya ocurrió a una gestión capaz de anticipar lo que probablemente ocurrirá. En la Fase 1, los cuatro KPIs estratégicos (Participación de Mercado, Ranking de Modelos Más Vendidos, Ingresos Potenciales por Venta y Demanda Geográfica) muestran en Power BI el comportamiento histórico de las ventas. El modelo predictivo añade una estimación de la demanda futura por modelo y provincia, de modo que las decisiones de abastecimiento, distribución y acciones comerciales se tomen con anticipación y no como reacción a desviaciones que ya se produjeron.

9.4.1 Situación actual frente a situación esperada

La siguiente tabla resume el cambio que se espera en la forma de trabajar con la información una vez que el modelo esté operativo.

Tabla 56

Situación actual y esperada con el modelo predictivo

Dimensión	Situación actual	Situación esperada con el modelo
Enfoque analítico	Descriptivo: reportes periódicos sobre ventas ya realizadas.	Predictivo: estimación de la demanda por modelo y provincia para los siguientes períodos.
Planificación de inventario	Basada principalmente en consumos históricos y experiencia operativa.	Basada en proyecciones de demanda que se validan contra las ventas reales.
Distribución geográfica	Asignación de unidades según el comportamiento pasado de cada zona.	Asignación anticipada hacia las provincias con mayor demanda proyectada.
Elaboración de pronósticos	Consolidación manual de información de distintas fuentes.	Pronóstico automatizado, actualizado con cada carga de AutoPlus e integrado en los dashboards de Power BI.
Toma de decisiones	Reactiva: se actúa cuando el quiebre de stock o el sobreinventario ya ocurrió.	Anticipada: se identifican con antelación los modelos y provincias con riesgo de faltante o exceso.

9.4.2 Mejora esperada por área de negocio

La mejora no se concentra en un solo departamento. Cada área usuaria obtiene un beneficio distinto a partir de la misma proyección de demanda:

- **Operaciones e Inventarios:** es el área más beneficiada. Se espera reducir el sobreinventario en modelos de baja rotación y los quiebres de stock en modelos de alta demanda, mejorando la rotación y reduciendo los días de inventario disponible.
- **Área Comercial:** podrá priorizar modelos y provincias según la demanda proyectada, fijar metas comerciales más realistas y orientar campañas hacia las zonas donde se anticipa una desaceleración de ventas.
- **Red de Concesionarios:** recibirá unidades más alineadas con la demanda local, lo que reduce traslados entre concesionarios y pérdidas de venta por falta de disponibilidad.
- **Gerencia General:** contará con escenarios de demanda futura para la planificación estratégica, relacionando las unidades proyectadas con el KPI de Ingresos Potenciales por Venta.
- **Finanzas:** se espera una disminución del capital inmovilizado en inventario y una proyección de ingresos más confiable para el presupuesto.

9.4.3 Mejora esperada sobre los indicadores

Para que la mejora sea verificable, se vincula a indicadores ya definidos en el Capítulo 1 para Operaciones e Inventarios y Finanzas, y a los KPIs estratégicos de la Fase 1.

Tabla 57

Indicadores de mejora esperada

Indicador	Mejora esperada	Forma de medición
Exactitud del pronóstico de demanda	Error de pronóstico inferior al de la línea base histórica.	Comparar el error del modelo (por ejemplo, MAPE) con un método simple, como el promedio móvil o el mismo mes del año anterior.

Indicador	Mejora esperada	Forma de medición
Rotación de inventario	Incremento de la rotación.	Comparación del indicador antes y después del piloto.
Días de inventario disponible	Reducción de los días de cobertura sin afectar la disponibilidad.	Seguimiento mensual por modelo y provincia.
Quiebres de stock	Menor número de faltantes en los modelos de mayor demanda.	Casos mensuales de modelos demandados sin unidades disponibles.
Valor de inventario disponible	Reducción del capital inmovilizado (2,5% en el escenario base de la sección 9.5).	Valor del inventario al cierre de cada mes.
Tiempo de elaboración de pronósticos	Ahorro aproximado de 10 horas mensuales (sección 9.5).	Horas dedicadas a consolidar información y proyectar demanda.
Demanda Geográfica y Ranking de Modelos	Pasan de mostrar solo el histórico a incorporar la demanda proyectada.	Uso de la vista predictiva en Power BI por parte de las áreas usuarias.

9.4.4 Condiciones para que la mejora se materialice

La mejora esperada depende de tres condiciones. Primero, AutoPlus entrega datos de mercado y no datos operativos de Toyota, por lo que los beneficios sobre inventario requieren integrar al modelo la información interna de existencias y pedidos. Segundo, la precisión del pronóstico dependerá de la profundidad histórica disponible, que debe confirmarse antes del entrenamiento. Tercero, las áreas usuarias deben incorporar efectivamente las proyecciones en sus decisiones de pedido y distribución; un pronóstico que no cambia decisiones no genera valor.

En síntesis, la mejora esperada no es únicamente disponer de un pronóstico, sino que ese pronóstico cambie decisiones concretas: qué modelos pedir, cuántas unidades y hacia qué provincia enviarlas. La cuantificación económica de esta mejora se desarrolla en la sección 9.5.

9.5 Cuantificar la mejora en el área de aplicación a través de un business case

El presente business case tiene como objetivo cuantificar económicamente la incorporación de un modelo de Data Science y Machine Learning orientado al **pronóstico de demanda y optimización de inventarios** dentro de la propuesta de Business Intelligence desarrollada para Toyota del Ecuador.

El análisis se plantea de forma incremental respecto de la infraestructura tecnológica ya considerada en el proyecto. Por esta razón, no se vuelven a contabilizar los costos correspondientes al Data Warehouse, Power BI, Landing Zone o infraestructura base de Azure incluidos previamente en el business case general. En el Capítulo 5 ya se contempla una inversión inicial de USD 10.000 asociada a consultoría especializada, capacitación e infraestructura inicial, además de los costos operativos posteriores.

El costo analizado en esta sección corresponde exclusivamente a los recursos adicionales necesarios para desarrollar, validar, desplegar y mantener un modelo predictivo. Esta orientación es coherente con la evolución propuesta para el proyecto, que plantea avanzar progresivamente desde Business Intelligence descriptivo hacia modelos de pronóstico de demanda, identificación de patrones regionales y optimización de inventarios.

9.5.1 Costos estimados de implementación y operación

Para estimar la inversión requerida se consideran horas de trabajo especializado, integración técnica, validación con las áreas de negocio, formación, capacidad de procesamiento cloud y una provisión para contingencias. Los valores representan **supuestos presupuestarios para fines académicos** y deberán ser reemplazados por cotizaciones reales en caso de ejecución del proyecto.

Como referencia de consistencia, el business case desarrollado anteriormente utiliza tarifas de consultoría especializada en Business Intelligence de entre USD 40 y USD 120 por hora.

Tabla 58

Costos estimados del piloto de Machine Learning

Concepto	Estimación	Costo estimado (USD)
Especialista en Data Science / Machine Learning: preparación de datos, selección del algoritmo, entrenamiento, validación y documentación	100 horas × USD 50/h	5.000

Concepto	Estimación	Costo estimado (USD)
Data Engineer: preparación del dataset, integración con el Data Warehouse y automatización del flujo de datos	60 horas × USD 45/h	2.700
Validación funcional por parte de Comercial, Operaciones e Inventarios	40 horas × USD 25/h	1.000
Capacitación técnica para 2 integrantes del equipo interno	2 × USD 800	1.600
Capacidad cloud anual adicional (costo operativo)	USD 75/mes × 12	900
Adquisición de servidores o computadores adicionales	Infraestructura existente / cloud	0
Contingencia de implementación	Provisión presupuestaria fija	1 020
Implementación inicial, sin cloud recurrente		**11 320**
Seguimiento y mantenimiento anual del modelo	24 h/año × USD 50/h	1 200
Total del primer año (inicial + operación)	USD 11 320 + 900 + 1 200	13 420

El escenario supone que no se requiere hardware adicional y que la plataforma base del capítulo 5 está disponible. La validación funcional se valora como costo económico del equipo interno; su inclusión no implica una nueva contratación. Los USD 900 de cloud y USD 1 200 de mantenimiento se repiten cada año.

La implementación inicial se estima en USD 11 320 y la operación incremental en USD 2 100 anuales. El requerimiento económico del primer año es USD 13 420. Se utiliza un horizonte de cuatro años y una tasa del 12%, coherentes con el caso base.

9.5.2 Mejora esperada

La principal mejora esperada consiste en incrementar la capacidad de Toyota del Ecuador para anticipar el comportamiento de la demanda y utilizar esta información para apoyar decisiones de abastecimiento, distribución y gestión de inventarios.

Dentro de los indicadores previamente definidos para Operaciones e Inventarios se encuentran la rotación de inventario, los días de inventario disponible, la exactitud del pronóstico de demanda y los quiebres de stock. Por tanto, el modelo predictivo permitiría complementar el análisis descriptivo actualmente planteado con una estimación anticipada de la demanda.

El documento también establece que la evolución hacia analítica predictiva permitiría pasar de una gestión reactiva a una gestión capaz de anticipar necesidades y optimizar recursos.

Para cuantificar económicamente esta mejora se utiliza un escenario académico conservador. Debido a que no se dispone de información confidencial sobre el valor real del inventario de Toyota del Ecuador, se establece como supuesto una cartera piloto de inventario de USD 600.000.

Se plantea una reducción del 2,5% del inventario promedio del piloto. El capital liberado es un cambio del capital de trabajo y no un ingreso anual recurrente. Para monetizar la mejora sin duplicar el principal, se valora únicamente su costo anual de financiamiento u oportunidad al 12%, como supuesto académico.

Por tanto:

Capital liberado = USD 600 000 × 2,5% = USD 15 000.

Beneficio anual equivalente = USD 15 000 × 12% = USD 1 800. El principal de USD 15 000 no se vuelve a sumar al flujo, porque ya se monetiza su costo de oportunidad.

Adicionalmente, se considera un beneficio asociado a la reducción del tiempo empleado en consolidar información y elaborar pronósticos manualmente.

El business case desarrollado previamente utiliza un costo hora-hombre de aproximadamente USD 12 para actividades analíticas y administrativas.

Se supone una liberación adicional de 10 horas mensuales para la elaboración de pronósticos, distinta del ahorro de reportes considerado en el capítulo 5:

120 horas/año × USD 12/hora = USD 1.440 anuales

En consecuencia:

Beneficio económico anual = USD 1 800 + USD 1 440 = USD 3 240.

Beneficio neto anual después de operación = USD 3 240 − USD 2 100 = USD 1 140. Las horas liberadas solo se convierten en ahorro de caja si reducen un desembolso o evitan una contratación.

9.5.3 Resultado económico del business case

A partir de los costos y beneficios estimados, se obtiene el siguiente resultado:

Tabla 59

Resultados económicos del piloto de Machine Learning

Indicador	Resultado
Inversión inicial	USD 11 320
Beneficio económico bruto anual	USD 3 240
Costo operativo anual	USD 2 100
Flujo económico neto anual	USD 1 140
VAN a cuatro años (12%)	−USD 7 857,42
TIR a cuatro años	−28,53%
ROI acumulado a cuatro años	−34,28%
Recuperación dentro de cuatro años	No alcanzada

El ROI se calcula para el mismo horizonte de cuatro años:

ROI = (Beneficios totales − Costos totales) / Costos totales × 100.

ROI = (12 960 − 19 720) / 19 720 × 100.

ROI = −34,28%.

El VAN descuenta el beneficio neto recurrente a la tasa del 12%:

VAN = −11 320 + Σ [1 140 / (1,12)^t], para t = 1, 2, 3 y 4.

VAN = −USD 7 857,42; TIR = −28,53%.

La inversión no se recupera dentro de los cuatro años evaluados. No se extrapola un periodo de recuperación a una vida útil no analizada.

Bajo estos supuestos, los beneficios recurrentes cuantificados son insuficientes para justificar el despliegue completo del modelo predictivo.

9.5.4 Análisis de sensibilidad

Debido a que el beneficio económico depende directamente de la capacidad del modelo para mejorar las decisiones relacionadas con inventarios, se plantean tres escenarios.

Tabla 60

Análisis de sensibilidad del piloto de Machine Learning

Escenario	Reducción del inventario	Beneficio bruto anual	VAN a 4 años (12%)	ROI a 4 años
Conservador	1,5%	USD 2 520,00	USD -10 044,31	-48,88%
Base	**2,5%**	**USD 3 240,00**	**USD -7 857,42**	**-34,28%**
Optimista	3,5%	USD 3 960,00	USD -5 670,53	-19,68%

Con reducciones del inventario del 1,5%, 2,5% y 3,5%, el beneficio bruto anual sería USD 2 520, USD 3 240 y USD 3 960, respectivamente. Los tres escenarios presentan un VAN negativo a cuatro años y no recuperan la inversión en ese horizonte.

Para alcanzar VAN cero, manteniendo la inversión y el costo operativo, se requeriría un beneficio bruto anual cercano a USD 5 827. Si USD 1 440 provienen del tiempo liberado, la reducción de inventario debería aproximarse al 6,09% bajo el supuesto de costo de oportunidad del 12%. Este umbral es una condición de evaluación, no una meta garantizada.

Estos resultados muestran que la rentabilidad del proyecto depende fundamentalmente de la precisión del modelo, de su adopción por parte de las áreas usuarias y de que las predicciones sean efectivamente incorporadas en las decisiones de planificación y abastecimiento.

9.5.5 Indicadores para validar la mejora

Antes de escalar el modelo a toda la organización, se recomienda realizar un piloto y comparar sus resultados con el comportamiento real de la demanda.

La evaluación deberá considerar, como mínimo, los siguientes indicadores:

- Exactitud del pronóstico de demanda.
- Error entre demanda pronosticada y demanda real.
- Rotación de inventario.
- Días de inventario disponible.
- Número de quiebres de stock.
- Capital inmovilizado en inventario.

- Horas dedicadas a elaboración manual de pronósticos.
- Ahorro económico generado por las decisiones apoyadas por el modelo.

Estos indicadores permitirán determinar si el beneficio estimado en el business case se materializa realmente antes de ampliar la solución a otras áreas, concesionarios o categorías de vehículos.

9.5.6 Conclusión del business case

La incorporación de Machine Learning no queda financieramente justificada con los beneficios cuantificados en este escenario. La inversión inicial de USD 11 320 y la operación de USD 2 100 anuales producen un VAN de −USD 7 857,42 a cuatro años. Se recomienda una prueba acotada de validación predictiva antes de un desarrollo completo, y cuantificar por separado cualquier ahorro de almacenamiento, menor pérdida por obsolescencia o margen por ventas recuperadas que pueda demostrarse.

La principal fuente de valor proviene de una mejor utilización del inventario y de la reducción del tiempo destinado a actividades manuales de análisis y pronóstico. Sin embargo, debido a que el proyecto no dispone de información confidencial sobre el valor real de inventarios, costos logísticos o pérdidas por quiebres de stock de Toyota del Ecuador, los valores utilizados constituyen **supuestos académicos de simulación y no resultados financieros reales de la empresa**.

Por esta razón, se recomienda iniciar mediante un piloto controlado, medir la mejora real obtenida y sustituir posteriormente los supuestos utilizados en este business case por información operativa real. Este enfoque permitiría validar la rentabilidad del modelo antes de realizar una implementación a mayor escala.

Capítulo 10

10.1 Identificar y definir el objetivo de aplicación del modelo de aplicación de real time

Toyota Pulse se plantea como una ampliación futura de la propuesta de BI para reducir la demora entre las ventas autorizadas de la red y su análisis. El alcance distingue los indicadores internos, que podrían actualizarse con mayor frecuencia, de la participación oficial de mercado, que depende de la publicación periódica de la fuente sectorial.

10.1.1 Identificación del objetivo de aplicación

La oportunidad: decisiones correctas que llegan tarde. La información sectorial por periodos cerrados permite analizar tendencias, pero no equivale a un registro de ventas en tiempo real. Un flujo autorizado de operaciones de concesionarios permitiría identificar cambios internos antes del cierre mensual y contrastarlos posteriormente con la información del mercado.

El costo de esa demora se ve con claridad en cada uno de los cuatro KPIs:

Tabla 61

Efectos de la demora de información sobre los KPI

KPI	Lo que hoy se descubre tarde	Lo que cuesta
Participación de mercado	Que la competencia ganó terreno en un segmento o provincia	Un mes entero de ventas cedidas sin reaccionar
Ranking de modelos más vendidos	Que un modelo se estancó o que otro despegó	Promociones e inventario apuntando al lugar equivocado
Ingresos potenciales por venta	Que la mezcla se inclinó hacia modelos de menor valor	Vender más unidades y facturar menos
Demanda geográfica	Que una provincia aceleró o se frenó	Unidades y campañas donde la demanda ya no está

Como ejemplo exclusivamente ilustrativo, 900 unidades a USD 30 000 representarían USD 27 millones de ingresos potenciales, mientras que 500 unidades a USD 48 000 representarían USD 24 millones. Estos volúmenes y precios no son datos verificados de Toyota. El ejemplo muestra por qué conviene analizar simultáneamente volumen, mezcla y territorio; no permite inferir facturación ni margen real.

Diagnóstico estratégico: FODA cruzado. La matriz FODA siguiente resume hipótesis de trabajo sobre la marca, el mercado y la disponibilidad de información. Sus factores deben contrastarse con los responsables de Toyota antes de convertirlos en decisiones de implementación.

Tabla 62

Matriz FODA cruzada para el modelo en tiempo real

Criterio	**Oportunidades: crece la demanda de híbridos; la demanda varía mucho entre provincias; los competidores también deciden con datos mensuales**	**Amenazas: marcas chinas con precios agresivos que ganan participación rápido; el total del mercado depende de una fuente externa; resistencia al cambio en la red**
Fortalezas: marca líder con red nacional de concesionarios; cultura *Just in Time*; KPIs y arquitectura en la nube ya definidos	**Atacar**: usar el ranking y la demanda geográfica en vivo para llevar unidades y campañas híbridas a las provincias que aceleran	**Defender**: detectar en días la pérdida de participación y responder antes del cierre del mes
Debilidades: KPIs disponibles solo al cierre del periodo; ventas internas aún no integradas	**Corregir**: conectar las ventas de los concesionarios en tiempo real para tener los cuatro KPIs al día	**Proteger**: arrancar con un piloto acotado en Pichincha y Guayas, conciliado cada mes con la cifra oficial

Selección del caso de uso: matriz de priorización ponderada. Antes de elegir, evaluamos cinco aplicaciones real time posibles para Toyota. El criterio de mayor peso fue la capacidad de mover los cuatro KPIs estratégicos, porque ahí se juega el negocio. El monitoreo en vivo de esos KPIs ganó con claridad: 4,40 sobre 5.

Tabla 63

Matriz ponderada de priorización de casos de uso en tiempo real

Caso de uso real time	**Alineación con los 4 KPIs (30%)**	**Impacto en ingresos (25%)**	**Disponibilidad de datos (20%)**	**Necesidad de baja latencia (15%)**	**Tiempo a valor (10%)**	**Puntaje**
Monitoreo y alerta en vivo de los 4 KPIs	5	4	4	4	5	**4,40**
Gestión de leads en tiempo real	2	5	4	5	4	3,80
Precios y promociones dinámicas	4	4	3	3	3	3,55

Caso de uso real time	Alineación con los 4 KPIs (30%)	Impacto en ingresos (25%)	Disponibilidad de datos (20%)	Necesidad de baja latencia (15%)	Tiempo a valor (10%)	Puntaje
Monitoreo de reputación en redes sociales	2	2	4	3	4	2,75
Mantenimiento predictivo con vehículo conectado	1	3	2	4	2	2,25

Nota. Escala de 1 (bajo) a 5 (alto). La gestión de leads ofrece un impacto atractivo, pero se mide con indicadores distintos a los cuatro KPIs que guían este proyecto; por eso queda en segundo lugar.

Por qué tiene que ser en tiempo real. La captura de eventos y el refresco de un dashboard son procesos distintos. El objetivo técnico del piloto es registrar operaciones autorizadas en menos de un minuto, sujeto a pruebas de integración. En Power BI Pro sobre capacidad compartida, la actualización automática de páginas con DirectQuery tiene un intervalo mínimo de 30 minutos; por ello no se promete un tablero subminuto con el licenciamiento base (Microsoft, 2026). La participación oficial permanece vinculada al cierre de la fuente sectorial.

Tabla 64

Tiempos de respuesta previstos por KPI y decisión

KPI	Decisión que habilita	Tiempo de respuesta	Modo
Ventas internas autorizadas	Capturar y validar la operación	Objetivo <1 minuto	Ingesta de eventos
Demanda geográfica	Llevar unidades y campañas a la provincia que acelera	30–60 minutos, sujeto a configuración	Near real time
Ranking de modelos más vendidos	Reforzar o pausar la promoción de un modelo	30–60 minutos, sujeto a configuración	Near real time
Ingresos potenciales por venta	Corregir la mezcla cuando pierde valor	Diario	Near real time
Participación de mercado (en curso)	Reaccionar ante pérdida de terreno en un segmento	Diario	Near real time
Participación de mercado (oficial)	Evaluar resultados y metas	Mensual	Batch

La respuesta a la pregunta de cualquier inversionista, *¿por qué pagar por tiempo real?*, está en esta tabla: cada día que una desviación pasa inadvertida son ventas y participación que el reporte mensual solo podrá registrar, nunca recuperar.

El modelo identificado: Toyota Pulse. Toyota Pulse integraría eventos autorizados de ventas y reservas, validaría los registros y actualizaría los indicadores internos y sus alertas. Las reservas se mantendrán separadas de las ventas efectivamente registradas. El ranking, los ingresos potenciales y la demanda geográfica de la red podrán observarse con menor latencia; la cuota de mercado requerirá un denominador sectorial del mismo periodo y alcance.

Tabla 65

Comparación de los KPI actuales y con Toyota Pulse

KPI estratégico	Fórmula	Hoy	Con Toyota Pulse
Participación de mercado	(Unidades Toyota ÷ total mercado) × 100	Al cierre del periodo	Indicador provisional solo con denominador estimado; oficial al cierre
Ranking de modelos más vendidos	Unidades por modelo, Pareto 80/20	Mensual	Datos internos: refresco objetivo de 30–60 min
Ingresos potenciales por venta	Precio × unidades	Mensual	Datos internos: refresco objetivo de 30–60 min
Demanda geográfica	Unidades Toyota por provincia	Mensual	Datos internos: refresco objetivo de 30–60 min

El modelo funciona en seis pasos encadenados:

1. **Captura:** recibe al instante cada venta y reserva de la red, con modelo, provincia y precio.
2. **Validación:** depura duplicados y homologa nombres de modelos y territorios con las mismas reglas del proyecto.
3. **Cálculo:** actualiza las unidades, el ranking, los ingresos potenciales y la distribución geográfica del universo interno disponible. La participación provisional se calcula únicamente si existe una estimación documentada del mercado y se identifica como tal.

4. **Detección:** compara cada KPI con su meta y con el pronóstico de demanda del modelo predictivo.
5. **Alerta:** avisa al área responsable qué se desvía, dónde y cuánto vale en ingresos potenciales.
6. **Conciliación:** al publicarse la cifra oficial del mes, cuadra la participación y ajusta el modelo.

Así se completa la evolución analítica de Toyota: el Business Intelligence cuenta lo que pasó, el modelo predictivo anticipa lo que vendrá y Toyota Pulse indica qué hacer hoy.

10.1.2 Definición del objetivo de aplicación

Objetivo general. *Diseñar e implementar, sujeto a autorización institucional, un piloto de Toyota Pulse en seis meses y evaluar su ampliación al finalizar el mes 12. Se propone capturar las operaciones en menos de un minuto y actualizar la vista de gestión cada 30–60 minutos, con alertas atendidas dentro de 24 horas. La participación oficial se conciliará al cierre del periodo. Las mejoras comerciales se medirán frente a una línea base y un grupo o periodo comparable, sin atribuir de antemano un aumento de ventas al sistema.*

El objetivo cumple los cinco criterios SMART:

Tabla 66

Aplicación de los criterios SMART a Toyota Pulse

Criterio	Cómo lo cumple
Específico	Se concentra en los cuatro KPIs que ya guían el negocio
Medible	Usa las fórmulas de cada KPI y el tiempo que tarda en detectarse una desviación
Alcanzable	Requiere autorización de acceso, pruebas de conectividad y capacidad técnica comprobada
Relevante	Piloto propuesto en Pichincha y Guayas; selección definitiva según cobertura y disponibilidad de datos
Temporal	Piloto de 6 meses; decisión de ampliación al mes 12

Objetivos específicos. Cada KPI tiene su propio objetivo, su señal de alerta y su meta:

1. Participación de mercado: conciliar la cuota oficial de cada periodo; mostrar una estimación provisional solo cuando el denominador y su método estén documentados. El aumento de un punto porcentual se considera una hipótesis de mejora a evaluar, no un resultado comprometido.
2. Ranking de modelos: actualizar la vista interna cada 30–60 minutos y revisar desviaciones relevantes dentro de 24 horas, diferenciando cambios de demanda de errores o retrasos de carga.
3. Ingresos potenciales: seguir la evolución del valor de referencia de las ventas internas y evaluar una hipótesis de mejora del 5% frente a la línea base. Este valor no equivale a margen ni facturación contable y no se utiliza directamente como beneficio financiero.
4. Demanda geográfica: actualizar la distribución de ventas internas por provincia y cantón conforme al refresco disponible y comparar el resultado con la demanda esperada. El alcance publicado debe indicar los concesionarios y periodos efectivamente cubiertos.

Alineación con la estrategia: Balanced Scorecard. La propuesta utiliza las perspectivas del Balanced Scorecard como marco de alineación (Kaplan y Norton, 1992). Los cuatro KPI comerciales cubren principalmente mercado y resultados; la perspectiva de aprendizaje requiere, además, indicadores de adopción, formación y uso de alertas, que se plantean como controles complementarios.

Tabla 67

Alineación de Toyota Pulse con el Balanced Scorecard

Perspectiva	Objetivo estratégico	KPI	Aporte de Toyota Pulse
Financiera	Maximizar el valor de cada venta	Ingresos potenciales por venta	Corrige la mezcla dentro del mes
Mercado y cliente	Defender y ganar posición	Participación de mercado	Detecta en días dónde se pierde terreno

Perspectiva	Objetivo estratégico	KPI	Aporte de Toyota Pulse
Procesos internos	El modelo correcto en la provincia correcta	Ranking de modelos y demanda geográfica	Mueve inventario y campañas según la demanda viva
Aprendizaje y crecimiento	Decidir con datos en vivo	Adopción de usuarios, formación y atención de alertas	Medir uso y aprendizaje; controles complementarios a los KPI comerciales

Alcance. Se propone un piloto de seis meses en Pichincha y Guayas, condicionado al acceso autorizado y a una cobertura representativa. La ampliación al mes 12 dependerá de calidad, latencia, adopción y resultados económicos comprobados. No se afirma que exista una conexión operativa con Toyota ni que los datos internos estén disponibles.

Toyota Pulse representa una posibilidad de evolución hacia decisiones con menor latencia. Su valor dependerá de la integración autorizada, la calidad de los registros y la respuesta efectiva de los usuarios. La propuesta preserva la diferencia entre indicadores internos, estimaciones provisionales y cifras oficiales del mercado.

10.2 Fuentes de datos utilizadas

Para la aplicación del modelo de **Real Time** propuesto para Toyota del Ecuador, se plantea utilizar una combinación de fuentes de datos históricas, operativas y digitales. La finalidad es complementar la información periódica actualmente disponible con fuentes de mayor frecuencia de actualización, de manera que la organización pueda detectar cambios relevantes en la demanda, disponibilidad de vehículos y comportamiento comercial en periodos considerablemente más cortos.

La propuesta parte de la arquitectura de Business Intelligence desarrollada previamente en el proyecto, en la cual AutoPlus constituye la principal fuente externa de información del mercado automotriz. A partir de esta base, el modelo de Real Time incorpora de manera progresiva nuevas fuentes internas y digitales que permitan reducir la latencia entre la generación del dato y su utilización para la toma de decisiones. Esto resulta especialmente importante en escenarios donde las condiciones de demanda, inventario o

comportamiento del cliente pueden cambiar antes de que se disponga de un reporte mensual consolidado.

En este contexto, las fuentes de datos pueden clasificarse en dos grandes grupos. El primero corresponde a las **fuentes históricas y periódicas**, utilizadas para establecer tendencias, patrones de comportamiento y referencias del mercado. El segundo corresponde a las **fuentes operativas de mayor frecuencia**, necesarias para detectar eventos recientes y alimentar el componente de Real Time.

AutoPlus

AutoPlus constituye la principal fuente externa del modelo y representa la base de información utilizada para analizar el comportamiento del mercado automotriz ecuatoriano. Los archivos obtenidos desde esta plataforma contienen información relacionada con variables como año, mes, marca, familia, modelo, segmento, provincia, cantón, precio, tipo de combustible, transmisión, tracción, cilindraje y unidades comercializadas.

Dentro del modelo de Real Time, AutoPlus no funcionará como una fuente estrictamente en tiempo real debido a que su actualización se produce de manera mensual o bimensual, según la disponibilidad del periodo cerrado. Sin embargo, su importancia continúa siendo elevada porque permite establecer la referencia histórica contra la cual se pueden comparar los datos de mayor frecuencia.

De esta manera, los registros provenientes de AutoPlus permiten identificar tendencias de ventas, variaciones en la participación de mercado, comportamiento de los diferentes modelos y patrones geográficos de demanda. Estos datos pueden posteriormente combinarse con información operativa más reciente para determinar si los acontecimientos observados en un momento determinado representan una desviación frente al comportamiento histórico.

Por ejemplo, si el sistema detecta un incremento reciente en las solicitudes de un determinado modelo dentro de una provincia, el histórico de AutoPlus puede utilizarse para determinar si dicho crecimiento forma parte de una tendencia previamente observada o constituye un comportamiento atípico que requiere atención.

Inventario de vehículos

La información de inventarios representa una de las fuentes internas más importantes para la evolución del proyecto hacia un modelo de Real Time. Esta fuente debería contener datos relacionados con las unidades disponibles, modelo, versión, ubicación, concesionario, fecha de ingreso y estado del vehículo.

A diferencia de AutoPlus, la información de inventario puede actualizarse con una frecuencia considerablemente mayor, dependiendo de las capacidades de los sistemas internos de Toyota del Ecuador y de su red de concesionarios. Una actualización cada pocos minutos u horas permitiría conocer con mayor precisión la disponibilidad de vehículos en diferentes ubicaciones.

La incorporación de esta fuente permitiría detectar oportunamente situaciones como exceso de inventario, reducción acelerada de existencias o potenciales quiebres de stock. Además, al relacionar la disponibilidad de unidades con las tendencias de demanda, sería posible identificar diferencias entre las zonas donde se encuentran los vehículos y aquellas donde existe una mayor intención de compra.

Esto permitiría que el modelo de Real Time no se limite a mostrar qué modelos tienen mayor demanda, sino que también pueda determinar si existe suficiente disponibilidad para atenderla.

Ventas y pedidos de concesionarios

Los registros de ventas y pedidos constituyen otra fuente fundamental para el funcionamiento del modelo. Esta información puede incluir variables como fecha y hora de la

operación, concesionario, modelo, versión, número de unidades, ubicación geográfica y estado del pedido.

Su integración permitiría disponer de una visión comercial más actualizada que la proporcionada exclusivamente por los registros consolidados del mercado. La frecuencia de actualización podría ser cercana al tiempo real, especialmente si los sistemas transaccionales de los concesionarios permiten transmitir la información de manera automática.

Los datos de ventas y pedidos permitirían identificar incrementos o disminuciones repentinas de la demanda de determinados modelos y territorios. Asimismo, podrían utilizarse para detectar diferencias entre la demanda histórica y el comportamiento comercial reciente.

Por ejemplo, si un modelo comienza a registrar un aumento significativo de pedidos en una determinada provincia, esta información podría compararse inmediatamente con el inventario disponible para determinar si existe riesgo de falta de unidades.

CRM comercial

El sistema de Customer Relationship Management o CRM representa una fuente de información particularmente relevante porque permite observar el comportamiento del cliente antes de que se concrete una venta.

Entre las variables potencialmente disponibles se encuentran los leads generados, solicitudes de información, cotizaciones, oportunidades comerciales, modelo de interés, concesionario relacionado, ubicación del cliente y etapa del proceso comercial.

La incorporación del CRM permitiría construir indicadores adelantados de demanda. Mientras que una venta representa una transacción ya realizada, una cotización o una solicitud de información refleja una intención de compra que podría materializarse posteriormente.

Esta característica convierte al CRM en una fuente especialmente útil para el modelo de Real Time. Un aumento repentino en el número de cotizaciones de un determinado modelo podría actuar como una señal temprana de crecimiento de la demanda, permitiendo que las áreas comerciales y de inventarios adopten decisiones antes de que las ventas efectivamente se materialicen.

Canales digitales de Toyota

Los canales digitales representan otra fuente de información que podría incorporarse progresivamente al modelo. Entre ellos se pueden considerar el sitio web de Toyota, formularios de contacto, solicitudes de cotización, consultas sobre modelos, configuradores de vehículos y otros puntos de interacción digital disponibles para los clientes.

Estas fuentes pueden generar información con una frecuencia de segundos o minutos, por lo que resultan especialmente relevantes para una arquitectura orientada al Real Time.

Los datos digitales permitirían observar el interés de los usuarios antes de que estos ingresen al CRM o realicen una compra. Variables como número de consultas por modelo, solicitudes de información, visitas a páginas específicas o formularios completados podrían utilizarse como señales tempranas del comportamiento del mercado.

Su principal valor radica en permitir que la organización conozca qué vehículos están generando mayor interés en un periodo determinado y en qué zonas geográficas se concentra dicho interés.

Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE)

La información publicada por la AEADE se mantiene como una fuente externa complementaria para el proyecto. Sus boletines, anuarios y estadísticas permiten conocer el comportamiento general del sector automotor ecuatoriano, incluyendo tendencias de mercado, evolución de ventas y comportamiento por marcas o segmentos.

Debido a su periodicidad, esta fuente no forma parte del componente de Real Time propiamente dicho. Su función principal consiste en validar y contextualizar los resultados obtenidos a partir de AutoPlus y de las fuentes internas.

Por esta razón, la información de AEADE no debe utilizarse como una segunda tabla de hechos que duplique los registros de ventas, sino como una referencia externa para contrastar tendencias y verificar la coherencia de los resultados agregados.

Información pública de Toyota del Ecuador

La información pública disponible en los canales oficiales de Toyota del Ecuador también puede utilizarse como fuente complementaria. Esta incluye el portafolio de modelos, versiones, características de los vehículos y precios de referencia publicados.

Esta fuente resulta particularmente útil para mantener actualizadas las dimensiones comerciales del modelo de datos. Los cambios en versiones, características o precios pueden incorporarse al sistema mediante procesos de actualización programados.

En el contexto del Real Time, su papel será principalmente de apoyo y homologación, ya que permitirá relacionar correctamente las señales provenientes de ventas, inventarios, CRM y canales digitales con los modelos efectivamente comercializados.

Base histórica y tablas de homologación

Además de las fuentes externas e internas, el proyecto contempla la utilización de una base histórica consolidada y tablas de homologación desarrolladas específicamente para garantizar la consistencia de los datos.

Estas tablas permiten corregir diferencias en nombres de marcas, modelos, segmentos y ubicaciones geográficas provenientes de distintas fuentes. Esta función se vuelve todavía más importante dentro de un entorno de Real Time, debido a que las inconsistencias deben identificarse y corregirse antes de que la información llegue a los dashboards o genere alertas.

La base histórica también permite mantener trazabilidad sobre los datos incorporados en cada periodo y facilita la comparación entre los acontecimientos actuales y los patrones registrados previamente.

Fuentes de datos utilizadas en el modelo de Real Time

Tabla 68

Fuentes de datos del modelo en tiempo real

Fuente de datos	Origen	Tipo de información	Frecuencia estimada	Aplicación en el modelo
AutoPlus	Externa	Ventas, marca, modelo, segmento, provincia, cantón, precio y unidades comercializadas	Mensual o bimensual	Línea base histórica, tendencias y comparación del comportamiento reciente
Inventario de vehículos	Interna	Stock por modelo, versión, concesionario y ubicación	Minutos u horas	Identificación de disponibilidad, exceso de inventario y posibles quiebres de stock
Ventas y pedidos de concesionarios	Interna	Transacciones, pedidos, modelos, cantidades, ubicación y fecha de operación	Cercana al tiempo real	Identificación de cambios recientes en la demanda
CRM comercial	Interna	Leads, oportunidades, cotizaciones, modelo de interés y estado comercial	Minutos u horas	Identificación temprana de intención de compra y demanda potencial
Canales digitales	Interna / digital	Consultas de modelos, formularios, solicitudes de información y cotizaciones	Segundos o minutos	Identificación de señales tempranas de interés del mercado
AEADE	Externa	Estadísticas agregadas, boletines y tendencias del sector automotor	Según publicación	Validación y contextualización de tendencias
Toyota del Ecuador	Externa / pública	Modelos, versiones, características y precios publicados	Según actualización	Validación, homologación y actualización de información comercial
Base histórica y tablas de homologación	Interna del proyecto	Registros consolidados, equivalencias y controles de calidad	Después de cada carga	Integración, consistencia y trazabilidad

Nota. Las fuentes internas relacionadas con ventas, inventarios, pedidos, CRM y canales digitales representan una ampliación futura de la arquitectura y su utilización dependerá de la disponibilidad, calidad y autorización institucional de Toyota del Ecuador. En el alcance académico actual del proyecto no se asume acceso directo a información corporativa confidencial.

Integración entre fuentes históricas y datos de alta frecuencia

El funcionamiento del modelo de Real Time requiere combinar adecuadamente las fuentes de información con diferentes velocidades de actualización. No todos los datos necesitan generarse en tiempo real para aportar valor al sistema.

Las fuentes históricas, como AutoPlus, AEADE y la base consolidada, cumplen la función de proporcionar el contexto necesario para interpretar los eventos recientes. Estas fuentes permiten establecer patrones de ventas, estacionalidad, comportamiento geográfico y tendencias de mercado.

Por otra parte, las fuentes operativas como inventarios, pedidos, CRM y canales digitales proporcionan información con menor latencia. Su función es identificar los cambios recientes que podrían requerir una respuesta de las áreas de negocio.

La combinación de ambos tipos de información es fundamental. Los datos de alta frecuencia indican qué está ocurriendo en este momento, mientras que los datos históricos permiten determinar si ese comportamiento es normal, esperado o representa una desviación significativa.

Por ejemplo, una disminución de inventario puede no representar necesariamente un problema. Sin embargo, si se produce simultáneamente un incremento de pedidos, cotizaciones y consultas digitales de ese mismo modelo, el sistema podría identificar un posible riesgo de quiebre de stock.

Flujo de utilización de los datos

El flujo general propuesto para las fuentes de datos sería el siguiente:

Ventas + Pedidos + Inventarios + CRM + Canales digitales → Ingesta de datos de alta frecuencia → Validación y homologación → Data Lake / Data Warehouse → Procesamiento analítico → Power BI → Alertas y apoyo a la toma de decisiones

Las fuentes históricas, como AutoPlus y AEADE, continuarían ingresando mediante procesos de carga programados, mientras que las fuentes operativas podrían procesarse mediante mecanismos de ingesta continua o microprocesamiento por lotes.

Posteriormente, la información sería validada y homologada antes de incorporarse a la capa analítica. De esta manera, los datos provenientes de distintas fuentes mantendrían criterios comunes para variables como modelo, segmento, ubicación geográfica y periodo.

Dentro de la evolución tecnológica definida para el proyecto, herramientas como Spark Structured Streaming podrían utilizarse para procesar información de mayor frecuencia cuando el volumen y velocidad de los datos justifiquen su implementación.

Consideraciones de calidad y disponibilidad

La utilización de múltiples fuentes implica también la necesidad de establecer controles de calidad. El modelo deberá verificar aspectos como duplicidad de registros, valores faltantes, formatos incorrectos, diferencias en la denominación de modelos y posibles desfases temporales entre los sistemas.

Asimismo, cada fuente deberá mantener información relacionada con la fecha y hora de actualización. Este aspecto es especialmente importante en un modelo de Real Time, ya que una información aparentemente actual podría encontrarse desactualizada debido a problemas de integración.

Por ello, la calidad del sistema no dependerá únicamente de la velocidad con la que se procesen los datos, sino también de su confiabilidad, consistencia y trazabilidad.

Las fuentes utilizadas para el modelo de Real Time se estructuran sobre la base de información ya definida en la solución de Business Intelligence y una ampliación progresiva hacia fuentes operativas de mayor frecuencia.

AutoPlus continuará proporcionando el contexto histórico y de mercado, mientras que los datos de inventarios, ventas, pedidos, CRM y canales digitales permitirán identificar cambios recientes con una menor latencia.

La integración de estas fuentes permitirá que Toyota del Ecuador avance desde una visión principalmente retrospectiva hacia una capacidad de seguimiento más dinámica. De esta forma, la organización podrá relacionar la demanda observada con la disponibilidad de vehículos, identificar señales tempranas de interés comercial y disponer de información más oportuna para apoyar las decisiones relacionadas con inventarios, distribución y gestión comercial.

En consecuencia, el valor del modelo no dependerá de sustituir las fuentes actuales, sino de integrarlas con nuevas fuentes de mayor frecuencia, construyendo progresivamente una arquitectura capaz de combinar contexto histórico, información operativa y señales digitales dentro de una misma plataforma analítica.

10.3 Área de aplicación y departamentos de negocio implicados

El proyecto “Análisis Inteligente de Ventas y Mercado Toyota del Ecuador” propone una solución de Business Intelligence (BI) y Big Data orientada a transformar información comercial y de mercado en insumos para la toma de decisiones. Su primera fase integra información de AutoPlus, fuentes de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE) y registros internos mediante procesos ETL, un Data Warehouse, Datamarts y Microsoft Power BI. Los cuatro indicadores prioritarios son participación de mercado, ranking de modelos más vendidos, ingresos potenciales por venta y demanda geográfica. El enfoque es pertinente para un mercado que continúa cambiando: la AEADE reportó que Ecuador cerró 2025 con 124.505 vehículos nuevos comercializados, un crecimiento de 15 % frente a 2024, mientras que enero de 2026 registró 11.342 unidades, 37 % más que enero de

2025 (AEADE, 2026a, 2026b). Esto evidencia la necesidad de contar con información integrada y oportuna para responder a cambios en demanda, segmentos y preferencias.

Área de aplicación

La aplicación principal se ubica en la gestión comercial y estratégica, pero su alcance es transversal. El BI permite integrar datos de diferentes fuentes, transformarlos y presentarlos mediante indicadores y visualizaciones que apoyan decisiones estratégicas y operativas (Microsoft, s. f.-f). En Toyota Ecuador, esto significa pasar de reportes aislados a una visión común del negocio, manteniendo una fuente de información gobernada y comparable. El proyecto contempla además una evolución hacia analítica predictiva para estimar demanda por modelo y provincia, con potencial de extender el análisis a inventarios, posventa, repuestos y experiencia del cliente. Esta evolución es coherente con la gestión moderna de datos, que requiere calidad, integración, seguridad y gobierno para generar valor empresarial (DAMA International, 2017).

Departamentos de negocios implicados

La Gerencia General utilizará un dashboard ejecutivo para monitorear crecimiento, participación de mercado y cumplimiento de objetivos, facilitando decisiones de portafolio y asignación de recursos. El área Comercial empleará ventas por modelo, segmento, provincia y concesionario para definir metas, priorizar productos y ajustar estrategias de ventas. Marketing podrá relacionar tendencias de consumo, segmentación geográfica y tecnologías como los vehículos híbridos con la planificación de campañas. Operaciones e Inventarios utilizará pronósticos, rotación y demanda territorial para mejorar el abastecimiento y disminuir quiebres o sobreinventarios. Finanzas podrá vincular unidades, precios e ingresos potenciales con análisis de rentabilidad y planificación presupuestaria. La Red de

Concesionarios podrá comparar su desempeño y adaptar el inventario y las acciones comerciales a las características de cada zona. Finalmente, Posventa y Tecnología/IT cumplen funciones habilitadoras: Posventa aporta información sobre servicios, garantías y satisfacción; IT administra la arquitectura, ETL, almacenamiento, seguridad y disponibilidad de los datos. La propia red oficial de Toyota Ecuador confirma la existencia de concesionarios autorizados con actividades de ventas, repuestos y servicio, lo que refuerza la necesidad de una visión integrada entre áreas (Toyota del Ecuador, s. f.-a).

Integración interdepartamental y valor empresarial.

El valor del proyecto no se encuentra únicamente en visualizar indicadores, sino en conectar decisiones. Por ejemplo, Comercial puede detectar un incremento esperado de demanda y trasladar esa señal a Operaciones para planificar disponibilidad; Marketing puede orientar campañas hacia segmentos o zonas con mayor potencial; Finanzas puede evaluar el impacto económico; y Gerencia General puede decidir prioridades corporativas con una visión consolidada. Para sostener este esquema, se requiere gobierno de datos y responsabilidades claras sobre calidad y uso de la información. DAMA International (2017) señala que la gestión de datos comprende políticas, prácticas y controles destinados a generar valor durante todo el ciclo de vida del dato. Por tanto, el proyecto debe gestionarse como una iniciativa de negocio transversal y no únicamente como una implementación tecnológica.

10.4 Identificación de la mejora esperada

La mejora esperada con la implementación de la solución de Business Intelligence y Big Data propuesta para Toyota del Ecuador consiste principalmente en transformar datos dispersos del mercado automotor en información estructurada, histórica y confiable que facilite la toma de decisiones comerciales y estratégicas.

Actualmente, la información disponible proviene de distintas fuentes, principalmente AutoPlus, complementada con información de AEADE, Toyota Ecuador, catálogos

geográficos y registros internos del proyecto. Aunque estas fuentes contienen datos relevantes, su análisis mediante archivos independientes dificulta mantener una visión integrada del comportamiento del mercado, realizar comparaciones históricas y detectar oportunamente tendencias o cambios en la demanda.

Con la arquitectura propuesta, los archivos originales serán almacenados en una Landing Zone y posteriormente sometidos a procesos de limpieza, validación, homologación y transformación. La información depurada será integrada en un Data Warehouse y en los Datamarts correspondientes, permitiendo finalmente su visualización y análisis mediante Power BI.

La principal mejora esperada es, por tanto, pasar de un análisis basado en reportes aislados a un modelo de información centralizado que permita consultar los datos bajo criterios homogéneos y generar una visión integral del mercado automotor ecuatoriano.

Esta mejora se evidenciará especialmente en los cuatro indicadores estratégicos establecidos para la primera fase del proyecto:

Participación de mercado

La solución permitirá conocer de forma más rápida y estructurada la participación de Toyota frente a otras marcas, analizando su evolución por período, segmento y ubicación geográfica.

De esta manera, la empresa podrá identificar incrementos o disminuciones de participación, reconocer mercados donde Toyota tiene una posición sólida y detectar aquellos donde existe espacio para fortalecer su presencia comercial.

Ranking de modelos más vendidos

La integración histórica de la información permitirá identificar cuáles son los modelos con mayor aceptación en el mercado y analizar cómo cambia su demanda a lo largo del tiempo.

Este conocimiento facilitará la comparación entre modelos Toyota y los principales competidores, aportando información útil para decisiones relacionadas con portafolio, planificación comercial y priorización de modelos.

Ingresos potenciales por venta

La solución permitirá estimar el potencial económico generado por los vehículos comercializados, relacionando las unidades registradas con sus respectivos precios de referencia.

Este indicador deberá interpretarse como una estimación de ingresos potenciales y no como los ingresos reales obtenidos por Toyota, debido a que en esta primera fase no se incorporan variables como descuentos, promociones, financiamiento, impuestos o precios finales de facturación.

Sin embargo, permitirá dimensionar económicamente el comportamiento del mercado y comparar el potencial de diferentes modelos, segmentos o territorios.

Demanda geográfica

Mediante la homologación de provincias y cantones y su incorporación en las herramientas de visualización, será posible identificar las zonas con mayor concentración de ventas.

Esto permitirá reconocer mercados de alta demanda, territorios con potencial de crecimiento y diferencias en las preferencias de vehículos entre distintas regiones del país. La información geográfica puede servir como apoyo para futuras decisiones comerciales, de cobertura y asignación de recursos.

Mejora en la calidad y disponibilidad de la información

Adicionalmente, se espera una mejora transversal en la calidad de los datos. Los procesos de ETL permitirán reducir duplicidades, corregir inconsistencias, homologar

nombres de marcas y modelos, estandarizar ubicaciones geográficas y validar los campos necesarios para calcular los indicadores.

La conservación de los archivos originales y el registro de cada carga permitirán mantener trazabilidad sobre el origen y procesamiento de la información.

Tabla 69

Comparación entre la situación actual y la mejora esperada

Situación actual	Mejora esperada
Información distribuida en diferentes archivos y fuentes	Base histórica centralizada e integrada
Procesamiento y revisión manual de información	Procesos estandarizados de limpieza, validación y transformación
Diferencias en nombres de modelos, marcas o ubicaciones	Homologación de datos mediante reglas y tablas de equivalencias
Análisis principalmente descriptivo y aislado	Análisis integrado mediante indicadores y dashboards
Dificultad para comparar períodos	Seguimiento histórico de tendencias
Limitada visualización territorial	Análisis por provincia y cantón
Mayor dependencia de interpretación manual	Decisiones respaldadas por información estructurada y visual

Nota. Elaboración propia a partir de la arquitectura y los indicadores definidos en el proyecto.

En consecuencia, la mejora esperada no se limita a disponer de nuevos dashboards, sino a crear una estructura de información que permita convertir los datos disponibles en conocimiento útil para la toma de decisiones.

En esta primera fase, el proyecto permitirá responder de manera sistemática a cuatro preguntas fundamentales: qué participación tiene Toyota en el mercado, cuáles son los modelos con mayor demanda, cuál es el potencial económico de las ventas registradas y dónde se concentra geográficamente esa demanda.

A futuro, esta estructura también permitirá incorporar nuevas fuentes autorizadas, como información comercial interna, inventarios, CRM, talleres, repuestos o experiencia del cliente, haciendo posible evolucionar desde una analítica principalmente descriptiva hacia modelos diagnósticos, predictivos y posteriormente prescriptivos.

10.5 Cuantificar la mejora en el área de aplicación a través de un business case

El business case de Toyota Pulse evalúa exclusivamente la capa adicional de captura de eventos, reglas de alerta y seguimiento operativo. Supone que la plataforma base de BI está disponible; no suma otra vez sus licencias, su Data Warehouse ni los ahorros de reportes de 5.6. Tampoco incluye los beneficios de optimización de inventario del capítulo 9. Todos los importes de esta sección son supuestos académicos, no cotizaciones ni resultados de Toyota.

10.5.1 Alcance y supuestos de evaluación

Se adopta un horizonte de cuatro años, una tasa de descuento del 12%, inversión al inicio y ausencia de valor residual. El primer año reconoce el 50% del beneficio anual por la preparación del piloto; los costos operativos se consideran completos desde el año 1. Se mantiene Power BI Pro para la vista de 30–60 minutos. Una exigencia de visualización subminuto obligaría a cotizar capacidad adicional y rehacer el presupuesto.

10.5.2 Costos incrementales estimados

Tabla 70

Presupuesto incremental de implementación de Toyota Pulse

Componente	Supuesto	USD
Integración y validación de eventos	80 h × USD 50/h	4 000
Reglas de alertas e integración de indicadores	40 h × USD 50/h	2 000
Pruebas, permisos y seguridad	20 h × USD 50/h	1 000
Formación y validación funcional	20 h × USD 25/h	500
Contingencia de implementación	Provisión fija	1 000
Total inicial	Suma de componentes	8 500

Nota. Elaboración propia. La tarifa de USD 50/h es un supuesto dentro del rango orientativo de consultoría utilizado en el capítulo 5; el esfuerzo real debe cotizarse (Power BI Consulting Team, 2026).

La operación incremental se presupuesta en USD 3 000/año: USD 100/mes para captura, mensajería y procesamiento de eventos (USD 1 200), 24 h/año de mantenimiento a USD 50/h (USD 1 200) y USD 600 de monitoreo y contingencia. Son asignaciones de

presupuesto, no tarifas de un producto cloud específico. Cualquier incremento de licencias, conectividad o protección de datos se añadirá antes de contratar.

10.5.3 Beneficios y control de doble conteo

Tabla 71

Beneficios anuales supuestos de Toyota Pulse

Beneficio incremental	Cálculo del escenario base	USD/año
Margen de operaciones recuperadas por atención oportuna	12 operaciones/año × USD 400 de margen de contribución	4 800
Gastos de urgencia evitados por coordinación de alertas	12 eventos/año × USD 200 de costo evitable	2 400
Total a plena operación	4 800 + 2 400	7 200

Nota. Elaboración propia. Una operación recuperada solo se reconoce cuando existe evidencia de atribución al piloto. Se contabiliza margen de contribución después de costos variables, no el precio del vehículo. Los gastos evitados deben verificarse en registros y no duplicar ahorros de inventario o reportes de otras fases. No se monetiza automáticamente la hipótesis de 5% de ingresos potenciales ni de un punto de cuota de mercado.

10.5.4 Flujo e indicadores del escenario base

Tabla 72

Flujo económico incremental de Toyota Pulse

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Inversión inicial	−8 500	—	—	—	—
Beneficio incremental	—	3 600	7 200	7 200	7 200
Operación adicional	—	−3 000	−3 000	−3 000	−3 000
Flujo neto	−8 500	600	4 200	4 200	4 200
Acumulado	−8 500	−7 900	−3 700	500	4 700

Nota. Elaboración propia. Valores en USD, antes de impuestos. La estimación no constituye un presupuesto corporativo aprobado.

$$VAN = -8\,500 + 600/1{,}12 + 4\,200/1{,}12^2 + 4\,200/1{,}12^3 + 4\,200/1{,}12^4 = \text{USD } 1\,042{,}58$$

. La TIR es 16,73%. El ROI acumulado es (25 200 − 20 500) / 20 500 × 100 = 22,93%. La recuperación simple ocurre a los 2,88 años y la descontada a los 3,61 años, suponiendo realización uniforme dentro del año de recuperación.

10.5.5 Sensibilidad y criterio de decisión

Tabla 73

Sensibilidad económica de Toyota Pulse

Indicador	Conservador	Base	Optimista
Beneficio bruto anual pleno	USD 4 800	USD 7 200	USD 9 600
VAN al 12%	−USD 5 175,63	USD 1 042,58	USD 7 260,79
TIR	−16,03%	16,73%	41,79%
ROI acumulado	−18,05%	22,93%	63,90%
Recuperación simple	No se alcanza en 4 años	2,88 años	2,02 años

Nota. Elaboración propia. Se mantienen USD 8 500 iniciales y USD 3 000/año de operación; únicamente cambia la magnitud de los beneficios. El año 1 realiza el 50% en todos los escenarios.

El escenario base es viable únicamente bajo los supuestos definidos y condiciona la ampliación a beneficios verificables. El umbral aproximado para VAN cero es USD 6 798 anuales de beneficio a plena operación. Durante el piloto deberán registrarse latencia, cobertura, duplicados, alertas atendidas, margen incremental atribuible y gastos evitados. Si los beneficios no alcanzan el umbral o aumentan los costos de capacidad, se deberá reducir el alcance o detener la expansión. Un resultado positivo de esta capa incremental no demuestra que el programa completo sea rentable: primero debe resolverse la viabilidad de la plataforma base.

Conclusiones y aplicaciones

La propuesta define una arquitectura gradual para integrar información de AutoPlus y fuentes públicas, controlar su calidad y presentar cuatro KPI comerciales: participación de mercado, ranking de modelos, ingresos potenciales y demanda geográfica. El alcance inicial es descriptivo y trabaja con periodos cerrados; no necesita desplegar desde el comienzo toda la infraestructura Big Data prevista para fases posteriores.

La selección preliminar de Power BI y Azure responde a la continuidad del entorno propuesto y requiere una prueba de concepto. El gobierno de datos, la definición de responsables y la trazabilidad son condiciones para que los indicadores sean comparables y útiles. Las fuentes internas, los modelos predictivos y la captura de eventos solo se incorporarán con autorización y datos adecuados.

La evaluación económica corregida aconseja cautela: el caso base de BI presenta VAN negativo al 12%, y el modelo predictivo no se justifica con los beneficios recurrentes cuantificados. Toyota Pulse tiene VAN positivo solo en el escenario base y optimista de su evaluación incremental. Se recomienda validar primero un piloto limitado, reemplazar los supuestos por registros y cotizaciones, y ampliar por etapas únicamente cuando la evidencia técnica y económica lo respalde.

Referencias

Apache Software Foundation. (s. f.-a). *Apache Flink: Stateful computations over data streams*. https://flink.apache.org/

Apache Software Foundation. (s. f.-b). *Structured Streaming programming guide*. Apache Spark. https://spark.apache.org/docs/latest/streaming/index.html

Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. (2025). *Anuario 2024*. https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2025/03/AEADE-ANUARIO-2024_digital.pdf

Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. (2026a, 6 de febrero). *Boletín de prensa: Enero 2026*. https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2026/02/Boletin-de-Prensa-Enero-2026.pdf

Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. (2026b). *Boletín de ventas para prensa: Ventas de vehículos—Diciembre 2025*. https://www.aeade.net/sdm_downloads/boletin-de-ventas-para-prensa-ventas-de-vehiculos-diciembre-2025/

automotiveMastermind. (2017, 12 de enero). *Big data analytics to drive sales at Toyota dealerships* [Comunicado de prensa]. PR Newswire. https://www.prnewswire.com/news-releases/big-data-analytics-to-drive-sales-at-toyota-dealerships-300390200.html

Banco Central del Ecuador. (2026, enero). *Tasas de interés activas efectivas máximas y referenciales*. https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/TasasVigentes012026.htm

Chen, H., Chiang, R. H. L., y Storey, V. C. (2012). Business intelligence and analytics: From big data to big impact. *MIS Quarterly, 36*(4), 1165–1188. https://doi.org/10.2307/41703503

DAMA International. (2017). *DAMA-DMBOK: Data management body of knowledge* (2.ª ed.). Technics Publications.

EMIS. (s. f.). *Toyota del Ecuador S. A.: Perfil de compañía*. Recuperado el 12 de octubre de 2026, de https://www.emis.com/php/company-profile/EC/Toyota_Del_Ecuador_SA_es_3398929.html

Equipo Datdata. (2025, 18 de junio). *Cuánto cobrar como consultor de Power BI*. Datdata. https://www.datdata.com/blog/cuanto-cobrar-como-consultor-de-power-bi

General Motors. (2015). *General Motors GIS (finding new roads …)* [Presentación]. Esri. https://proceedings.esri.com/library/userconf/biz-summit15/papers/business_08.pdf

IBM. (s. f.-a). *¿Qué es Apache Spark?* https://www.ibm.com/es-es/think/topics/apache-spark

IBM. (s. f.-b). *¿Qué es la inteligencia empresarial (BI)?* https://www.ibm.com/es-es/think/topics/business-intelligence

IBM Cloud Education Team. (s. f.). *Hadoop vs. Spark: ¿Cuál es la diferencia?* IBM. https://www.ibm.com/es-es/think/insights/hadoop-vs-spark

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2025). *Clasificador geográfico estadístico 2025: Esquema de codificación de la división política del país*. https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/descargas/cge2025.pdf

Kaplan, R. S., y Norton, D. P. (1992). The balanced scorecard—Measures that drive performance. *Harvard Business Review, 70*(1), 71–79. https://hbr.org/1992/01/the-balanced-scorecard-measures-that-drive-performance-2

Kraljic, P. (1983). Purchasing must become supply management. *Harvard Business Review, 61*(5), 109–117. https://hbr.org/1983/09/purchasing-must-become-supply-management

Market Logic Software. (s. f.). *Toyota's insights platform creates opportunity*. https://marketlogicsoftware.com/case-studies/toyotas-insights-platform-helps-creates-opportunity-from-crisis/

Maurer, I., Kramer, N., y Quidwai, K. (2025, 23 de enero). *Boosting auto sales productivity: A playbook for excellence*. McKinsey y Company. https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/boosting-auto-sales-productivity-a-playbook-for-excellence

Microsoft. (s. f.-a). *Azure Blob Storage pricing*. Microsoft Azure. Recuperado el 12 de octubre de 2026, de https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/details/storage/blobs/

Microsoft. (s. f.-b). *Extraer, transformar, cargar (ETL)*. Microsoft Learn. https://learn.microsoft.com/es-es/azure/architecture/data-guide/relational-data/etl

Microsoft. (s. f.-c). *Power BI pricing*. Recuperado el 12 de octubre de 2026, de https://www.microsoft.com/en-us/power-platform/products/power-bi/pricing

Microsoft. (s. f.-d). *Pricing—Azure SQL Database single database*. Microsoft Azure. Recuperado el 12 de octubre de 2026, de https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/details/azure-sql-database/single/

Microsoft. (s. f.-e). *¿Qué es Data Factory?* Microsoft Learn. https://learn.microsoft.com/es-es/fabric/data-factory/data-factory-overview

Microsoft. (s. f.-f). *Qué es inteligencia empresarial*. https://www.microsoft.com/es-es/power-platform/products/power-bi/topics/business-intelligence/what-is-business-intelligence

Microsoft. (s. f.-g). *¿Qué es un lago de datos?* Microsoft Learn. https://learn.microsoft.com/es-es/azure/architecture/data-guide/scenarios/data-lake

Microsoft. (2024a, 30 de diciembre). *Microsoft Fabric adoption roadmap*. Microsoft Learn. https://learn.microsoft.com/en-us/power-bi/guidance/fabric-adoption-roadmap

Microsoft. (2024b, 30 de diciembre). *Power BI implementation planning*. Microsoft Learn. https://learn.microsoft.com/en-us/power-bi/guidance/powerbi-implementation-planning-introduction

Microsoft. (2026, 27 de enero). *Automatic page refresh in Power BI*. Microsoft Learn. https://learn.microsoft.com/en-us/power-bi/create-reports/desktop-automatic-page-refresh

Paylab. (s. f.). *Salario: Especialista en inteligencia empresarial—Ecuador*. Recuperado el 12 de octubre de 2026, de https://www.paylab.com/ec/salarios/tecnologias-de-la-informacion/especialista-en-inteligencia-empresarial?lang=es

Power BI Consulting Team. (2026, 7 de julio). *Power BI consulting cost: Transparent 2026 pricing guide*. Power BI Consulting. https://powerbiconsulting.com/blog/power-bi-consulting-cost-2026-transparent-pricing-guide

Progress Software. (s. f.). *Toyota Motor Sales success story*. https://www.progress.com/customers/toyota

Tableau. (s. f.). *Microsoft SQL Server*. Tableau Desktop and Web Authoring Help. https://help.tableau.com/current/pro/desktop/en-us/examples_sqlserver.htm

Toyota del Ecuador. (s. f.-a). *Concesionarios Toyota*. Recuperado el 12 de octubre de 2026, de https://www.toyota.com.ec/concesionarios

Toyota del Ecuador. (s. f.-b). *Toyota del Ecuador: Vehículos híbridos, camionetas y autos*. Recuperado el 12 de octubre de 2026, de https://www.toyota.com.ec/

Toyota Motor Corporation. (s. f.). *Profile*. https://global.toyota/en/company/profile/

Toyota Motor Corporation. (2012). *Toyota Way 2001*. 75 years of Toyota. https://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/data/conditions/philosophy/toyotaway2001.html