

CODER HOUSE

**Data Analytics
Proyecto Final**

Misiones de SpaceX desde 2006 a 2023

Autor: Jorge Alberto Quelas

Año 2024

Índice

1. Introducción	1
2. Objectivo	3
3. Alcance	3
4. Usuarios	4
5. Herramientas	4
6. Dataset	5
6.1. Origen de los datos	5
6.2. Descripción del dataset	5
6.3. Diagrama entidad-relación	7
6.4. Transformaciones aplicadas al dataset original	10
7. Análisis de datos	11
7.1. Carga de datos en Power BI	11
7.2. Presentación de datos	12
7.3. Análisis y Conclusiones	16
A. Sentencias de SQL aplicadas al dataset original	17

Índice de figuras

1.	Costos de lanzamiento a órbitas LEO. Fuente: Our World in Data	2
2.	Diagrama entidad-relación	8
3.	Diagrama entidad-relación generado en <i>Power BI</i>	11
4.	Caratula del <i>dashboard</i>	12
5.	Presentación de los datos de lanzamientos.	13
6.	Presentación de los datos sobre las aplicaciones de los satélites lanzados.	14
7.	Presentación de los datos sobre las órbitas de las misiones.	14
8.	Presentación de los datos sobre los aterrizajes de los cohetes utilizados en las misiones.	15

Índice de tablas

1.	Descripción de la tabla <i>Missions</i>	8
2.	Descripción de la tabla <i>Payload Application</i>	9
3.	Descripción de la tabla <i>Dragon Missions</i>	9
4.	Descripción de la tabla <i>Customers</i>	9
5.	Descripción de la tabla <i>Launch Outcome</i>	9
6.	Descripción de la tabla <i>Launch Facility</i>	9
7.	Descripción de la tabla <i>Landing Outcome</i>	9
8.	Descripción de la tabla <i>Launcher Version</i>	10

Historial de versiones

Versión	Fecha	Autor	Descripción
1.0	22-06-2024	Jorge Quelas	Borrador inicial del documento incluyendo caratula, introducción, objetivo e información sobre el <i>dataset</i> seleccionado, incluyendo el origen de los datos y la descripción de cada una de las columnas del mismo.
2.0	05-09-2024	Jorge Quelas	Se actualiza el objetivo, se agrega el alcance, los usuarios y el diagrama entidad-relación junto con la descripción de cada tabla.
3.0	07-10-2024	Jorge Quelas	Se incluye una sección con las transformaciones aplicadas al <i>dataset</i> , y un anexo con el código SQL utilizado para armar la base de datos. Además se agrega una sección de análisis de datos, donde se describen los datos cargados en <i>Power BI</i> .
4.0	16-10-2024	Jorge Quelas	Se agrega un nuevo diagrama de entidad-relación que incluye las transformaciones llevadas a cabo en <i>Power BI</i> , y se presentan las secciones del <i>dashboard</i> y las conclusiones obtenidas en base a los datos de la presentación. También se incluye una tabla de versionado, una sección de herramientas, y se vuelve a formatear el anexo.

1. Introducción

Desde la segunda mitad del siglo XX la industria aeroespacial pone a prueba los límites de la ingeniería con el objetivo de explorar el espacio exterior. Esta tarea ha sido llevada a cabo por diferentes organismos gubernamentales, tales como NASA o ESA, sumando empresas privadas como proveedores de partes o componentes. Estas misiones tuvieron como premisa expandir nuestro conocimiento sobre el espacio exterior en varios ámbitos:

- Explorar el sistema solar y los distintos cuerpos celestes en el mismo, estudiar sus características y determinar como se formaron.
- Estudiar el espacio profundo para determinar como está conformado nuestro universo.
- Estudiar la edad del universo, su formación y la de cuerpos celestes de gran tamaño y densidad, tales como estrellas, agujeros negros y galaxias.
- Determinar si existe vida en otros planetas, iniciando por la búsqueda de planetas capaces de albergar vida.
- Estudiar el planeta tierra desde órbita y su evolución a lo largo del tiempo.
- Establecer laboratorios orbitales para llevar a cabo experimentos en microgravedad, espacialmente aquellos relacionados al comportamiento de la vida en ese ambiente.
- Estudio, observación y seguimiento de posibles cuerpos, tales como asteroides o cometas, que puedan ser un peligro para la vida en el planeta tierra.

Estos objetivos representan el costado científico de la exploración espacial, pero no es el único campo en el cual la industria aeroespacial ha participado. En segunda y tercera instancia se encuentran los satélite militar, de comunicación y navegación (GPS) que también formaron parte de la industria durante el siglo XX. En esta primera etapa los desarrollos llevados a cabo por las diferentes agencias y sus proveedores representaron inversiones por decenas de miles de millones de dólares. Estos costos solo podían ser afrontados por estados con presupuesto suficientemente grandes como para avanzar en estos proyectos como parte de una política pública. Así se conformó el conglomerado de organismos públicos y empresas privadas de corte tecnológico que actualmente es conocido como Old Space.

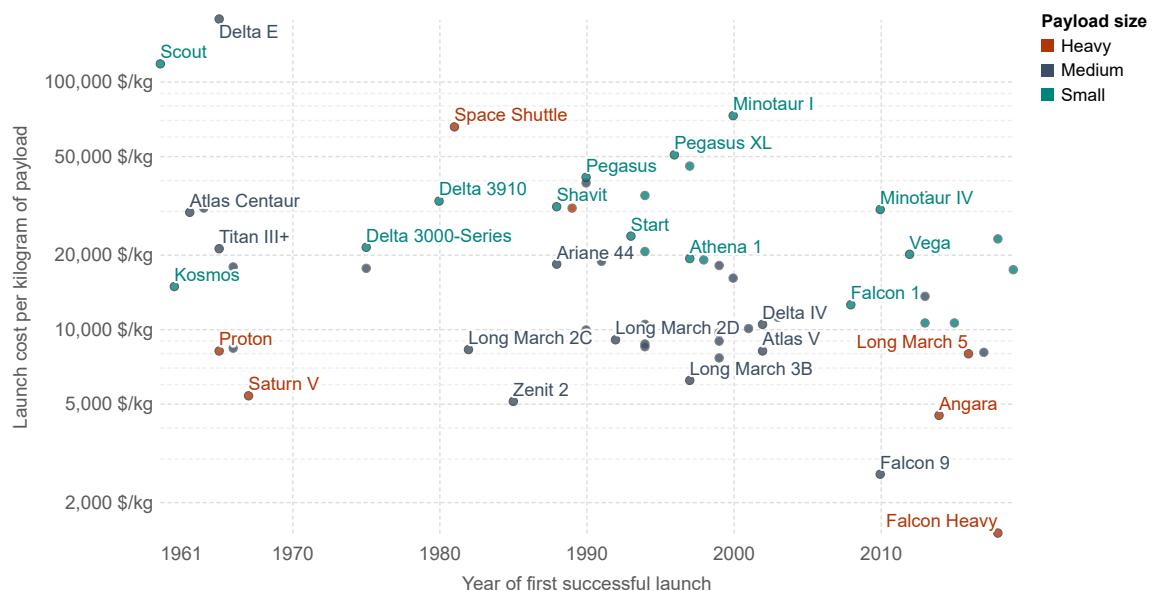
Este panorama cambia a principios del siglo XXI cuando se inicia una nueva era de exploración espacial. En esta nueva etapa se empiezan a formar distintas empresas con el objetivo de reducir los costos de desarrollo y manufactura, democratizando el acceso al espacio. Esta reducción le permite a estas empresas ofrecer distintos servicios comerciales generando un nuevo mercado donde no solo participen los distintos países sino también entidades privadas.

En este contexto se funda la empresa SpaceX en 2002 con el objetivo de reducir el costo para viajar al espacio y así llegar eventualmente a Marte. Con este fin desarrolló el primer cohete cuya primera etapa es recuperable (Falcon 9), reduciendo drásticamente el costo de cada lanzamiento y ofreciendo un servicio de transporte y puesta en órbita de satélites. Actualmente este es su modelo de negocios con el cual han alcanzado tracción comercial. Este servicio es provisto a agencias espaciales y empresas privadas que buscan desarrollar su propia tecnología o vender servicios.

Cost of space launches to low Earth orbit

Our World in Data

Cost to launch one kilogram of payload mass to low Earth orbit¹ as part of a dedicated launch. This data is adjusted for inflation.



Data source: CSIS Aerospace Security Project (2022)

OurWorldInData.org/space-exploration-satellites | CC BY

Note: Small vehicles carry up to 2,000 kg to low Earth orbit¹, medium ones between 2,000 and 20,000 kg, and heavy ones more than 20,000 kg.

1.Low Earth orbit: A low Earth orbit (LEO) is an Earth-centered orbit with an altitude of 2,000 kilometers or less (approximately one-third of Earth's radius). This is the orbit where most artificial objects in outer space live. LEOs are often used for satellites, including those for communication, Earth observation, and space stations due to their proximity to Earth's surface, facilitating shorter communication times and detailed surface imaging.

Figura 1: Costos de lanzamiento a órbitas LEO. Fuente: Our World in Data

La figura 1 muestra el costo en dólares por kilogramo para lanzar un satélite a órbitas denominadas LEO (Low Earth Orbit). Como se puede observar, los cohetes de SpaceX Falcon 9 y Heavy Falcon poseen el costo más bajo en décadas, lo que ha causado que toda la industria elija a SpaceX como proveedor para transporte de satélites a órbita. Al mismo tiempo, esta reducción drástica en el costo de lanzamiento ha reducido el umbral de entrada al mercado aeroespacial, lo cual ha potenciado la creación de nuevas empresas.

En la actualidad este nuevo paradigma es conocido como New Space, y se centra en nuevas actividades económicas que en principio involucran los siguientes sectores:

- Telecomunicaciones: Esto incluyen servicios de telefonía satelital, y más recientemente la provisión de internet satelital.
- Observación Terrestre: Existen muchas empresas cuyo objetivo es generar datos para solucionar problemas de logística y además ofrecen servicios de monitoreo de puntos de interés o activos en tierra.
- Turismo: Este mercado incluye viajes sub-orbitales e inclusive futuros viajes a la luna.
- Minería: Los proyectos de minería se centran en la extracción de minerales y otras sustancias (como agua) en planetas vecinos o en el cinturón de asteroides que se encuentra entre Marte y Saturno.

Este trabajo busca analizar este nuevo mercado al estudiar las misiones llevadas a cabo por SpaceX, ya que al poseer una ventaja competitiva respecto de otras empresas que ofrecen el mismo servicio, concentra a la mayoría de los clientes. Al estudiar el tipo de carga útil que se lanzan al espacio se podrá determinar la dirección en la que avanza la industria aeroespacial y lo que podemos esperar en el futuro.

2. Objetivo

Este trabajo tiene como objetivo estudiar los cambios en la industria aeroespacial en el siglo XXI como consecuencia de la aparición de SpaceX en la escena mundial. Tal como se mencionó en la sección 1, SpaceX posee el costo de lanzamiento más bajo en el mercado, lo que ha causado que sea el proveedor elegido tanto por empresas privadas como agencias espaciales. Al incrementar el ratio de lanzamientos y ofrecer el servicio más barato y confiable, todo el mercado aeroespacial se ha volcado a SpaceX por lo que al estudiar sus misiones podremos determinar la dirección en la cual está evolucionando la industria y determinar hacia donde se dirige.

La hipótesis que se desea verificar es que la industria de las telecomunicaciones es la principal actividad comercial en desarrollo, mientras que en segundo lugar se encuentra la industria de la observación terrestre.

3. Alcance

Para cumplir con el objetivo propuesto se determinan las metas necesarias para obtener el resultado deseado:

- Seleccionar un *dataset* apropiado para llevar a cabo el análisis propuesto.

- Limpiar los datos de dicho *dataset* y generar múltiples tablas en las cuales se presente la información.
- Relacionar las distintas tablas mediante un diagrama de entidad-relación (DER).
- Cargar los datos en un servidor.
- Generar un *dashboard* con los datos.
- Analizar los mismos y determinar conclusiones respecto al objetivo planteado.

4. Usuarios

Los usuarios de este análisis de datos serán entidades académica, como así también empresas públicas y privadas que deseen ingresar en el mercado aeroespacial o bien desarrollar tecnología en base a los movimientos llevados a cabo por otros proveedores de servicios aeroespaciales.

Es decir, los datos presentados a través de un *dashboard* tienen por objetivo proveer información a estas entidades para que las mismas puedan llevar a cabo **análisis estratégicos** y así determinar posibles desarrollos a futuro.

5. Herramientas

Para llevar a cabo este trabajo se utilizarán las siguientes herramientas:

- **Excel**: Para la inspección inicial de los datos en formato CSV. También es utilizado para modificar el *dataset* antes de ser incluido en *SQL Server Management Studio*.
- **Lucidchart**: Para dibujar el diagrama de entidad-relación.
- **Overleaf**: Para documentar el trabajo llevado a cabo en lenguaje L^AT_EX.
- **SQL Server Management Studio**: Utilizado para generar las tablas de la base de datos relacional, y establecer las relaciones entre las mismas.
- **Power BI**: Para llevar a cabo mediciones sobre la base de datos, y posteriormente armar un *dashboard*.

6. Dataset

6.1. Origen de los datos

Para lograr el objetivo planteado en la sección 2 se toma un dataset obtenido en Kaggle, el cual posee un registro de todos los lanzamientos de SpaceX con múltiples datos relacionados a cada uno de ellos.

Los datos incluyen todos los lanzamiento realizados por SpaceX desde marzo de 2006 hasta abril de 2023.

6.2. Descripción del dataset

Dentro de dicho dataset podemos encontrar la siguiente información:

- Flight Number: Esta columna representa el número de vuelo y es el *primary key* (PK) de este dataset.
- Date: Fecha del lanzamiento.
- Time (UTC): Hora en el que se llevo a cabo el lanzamiento en formato *coordinated universal time* (UTC).
- Payload: La carga útil principal es el o los objetos que se lanzan al espacio y que pertenecen a los principales cliente de la misión. En general la carga útil suele ser un satélite, pero también puede ser un módulo de transporte tripulado o no tripulado.
- Payload Application: Esta columna se corresponde con la aplicación de la carga útil lanzada. En general los tipos de aplicación se corresponden con:
 - Communications: Satélites de telecomunicaciones.
 - Earth Observation: Satélites de observación terrestre.
 - Science: Satélites científicos pertenecientes a agencias espaciales para la medición de parámetros de la tierra, o bien para el espacio profundo. En este campo también se encuentra satélites destinados a orbitar la luna o *moon landers* que tienen como objetivo alunizar en la Luna.
 - Navigation: Satélites diseñados para mantener la red de GPS utilizada para navegación.
 - Military: Satélites militares o espías lanzados por la fuerza aérea de distintos países.
- Payload Quantity: Cantidad de satélites lanzados en una misma misión.
- Payload Mass (kg): Peso de la carga útil completa del cohete medida en kilogramos.
- Payload Mass (lb): Peso de la carga útil completa del cohete medida en libras.

- Exclusive Dragon Mass: Esta columna determina si la misión fue exclusivamente utilizada para lanzar un módulo de transporte Dragon de SpaceX, que suele realizar misiones tripuladas y no tripuladas de abastecimiento a la Estación Espacial Internacional (ISS).
- Re Used Dragon Module: Esta columna determina si el módulo Dragon lanzado por la misión ha sido re-utilizado o bien es la primera vez que se lo lanza.
- Orbit: Órbita en la cual se lanza la carga útil.
- Customer: Cliente principal de la misión.
- Launch Outcome: Esta columna determina si el lanzamiento fue exitoso o no.
- Booster Landing: Esta columna determina si la primer etapa del cohete (denominado *Booster*) aterrizó, y qué tipo de aterrizaje realizó. La columna posee 6 opciones:
 - Parachute: El *booster* aterrizó utilizando un paracaídas.
 - No Landing: El *booster* no aterrizó, por lo que se quemó en el re-integro a la atmósfera.
 - Ocean: El *booster* cayó al océano.
 - Drone Ship: El *booster* aterrizó de forma segura en una plataforma marina autónoma denominada *drone ship*.
 - Ground Pad: El *booster* aterrizó de forma segura en una plataforma terrestre.
 - Landing Zone: El *booster* aterrizó de forma segura en una zona asignada para su aterrizaje en tierra.
- Launch Site: Sitio desde el cual se lanzó el cohete. Existen 4 opciones:
 - Marshall Islands
 - CCSFS: Cape Canaveral Space Force Station
 - VSFB: Vandenberg Space Force Base
 - KSC: Kennedy Space Center
- Launch Facility: Dentro de cada sitio de lanzamiento hay distintos hangares, esta columna determina en qué hangar se integró la carga útil al cohete y se llevaron a cabo las verificaciones finales antes del lanzamiento.
- Launcher Version: Versión del cohete que lleva a cabo la misión.
- Re Used Launcher: Esta columna determina si el cohete está siendo re utilizado o si es la primera vez que se lo lanza.
- Boosters Version: Esta columna determina la versión de la primera etapa del cohete, que es la etapa que vuelve a aterrizar luego del lanzamiento.

6.3. Diagrama entidad-relación

Con el fin de simplificar el *dataset* seleccionado, se lleva a cabo un análisis del mismo para distinguir distintos aspectos que puedan ser separados en diferentes tablas.

De esta manera el *dataset* inicial es dividido en las siguientes tablas:

- Missions: Tabla principal donde se encuentran todas las misiones de SpaceX y su información.
- Payload Application: En esta tabla se listan todas las aplicaciones de las cargas útiles lanzadas en las misiones de SpaceX. La relación con cada misión es naturalmente de “N” a “M”, pero se ha formateado la tabla *Missions* para que incluya una fila por *payload*, generando una relación 1 a N entre ambas tablas.
- Dragon Missions: Esta tabla posee una relación 1 a 1 con la tabla *Missions*, y representa las misiones del módulo de transporte Dragon de SpaceX.
- Launch Outcome: Esta tabla representa los resultados posibles de un lanzamiento, ya sea de éxito como de fracaso; y en caso de fracaso, el tipo del mismo. Cada tipo de resultado de lanzamiento puede ser atribuido a múltiples lanzamientos.
- Landing Outcome: En este caso la tabla determina los resultados de aterrizaje del *booster* de cada misión registrada en la tabla *Missions*. Cada tipo de aterrizaje puede ser asignada a múltiples misiones.
- Customers: En esta tabla se registran los clientes de SpaceX. Si bien múltiples clientes pueden participar de múltiples misiones, dado que la tabla *Missions* ha sido formateada para incluir una fila por *payload* la relación entre ambas tablas es considerada como 1 a N.
- Launch Facility: Esta tabla presenta los sitios de lanzamientos y los hangares asignados a cada lanzador. Múltiples misiones pueden ser asignadas a cada sitio de lanzamiento.
- Launcher Version: Finalmente esta tabla determina la versión del lanzador utilizada en cada misión.

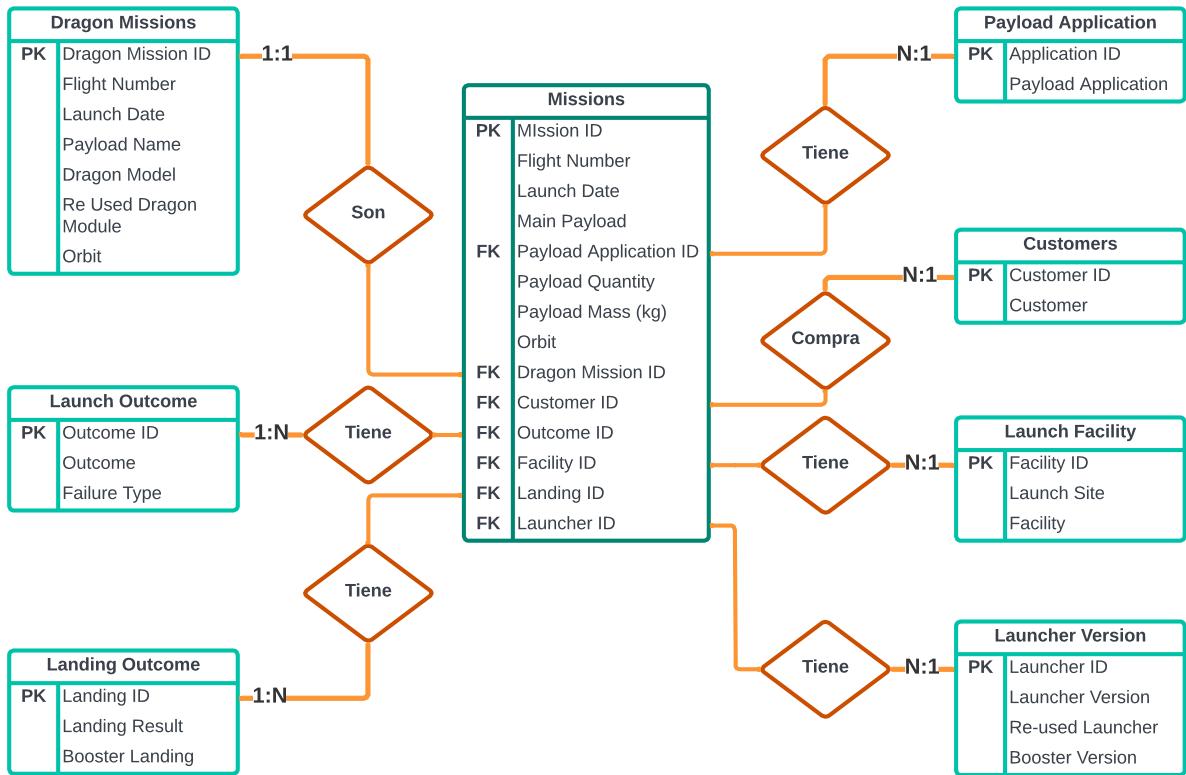


Figura 2: Diagrama entidad-relación

La figura 2 presenta el diagrama entidad relación diseñado para este proyecto. A continuación se presentan las descripciones de cada tabla.

Tipo de clave	Campo	Tipo de campo	Descripción del campo
PK	Mission ID	int	Número de misión
-	Flight Number	varchar(10)	Número de vuelo
-	Launch Date	datetime	Fecha y hora combinadas
-	Payload	varchar(100)	Principales cargas útiles de la misión
FK	Payload Applications ID	int	Número de aplicación de la carga útil
-	Payload Quantity	int	Cantidad de cargas útiles en el lanzamiento
-	Payload Mass (kg)	int	Peso total de la carga útil
-	Orbit	varchar(100)	Órbita en la cual se deja la carga útil
FK	Dragon Mission ID	int	Número de misión del módulo Dragon
FK	Customer ID	int	Cliente del payload
FK	Outcome ID	int	Resultado del lanzamiento
FK	Facility ID	int	Sitio de lanzamiento
FK	Landing ID	int	Resultado del aterrizaje del booster
FK	Launcher ID	int	Versión del lanzador

Tabla 1: Descripción de la tabla *Missions*

Tipo de clave	Campo	Tipo de campo	Descripción del campo
PK	Application ID	int	Número de aplicación de la carga útil
-	Payload Application	varchar(50)	Aplicación de la carga útil

Tabla 2: Descripción de la tabla *Payload Application*

Tipo de clave	Campo	Tipo de campo	Descripción del campo
PK	Dragon Mission ID	int	Número de misión de módulo Dragon
-	Flight Number	varchar(10)	Número de vuelo
-	Launch Date	datetime	Fecha y hora combinadas
-	Payload Name	varchar(100)	Nombre del payload de la misión
-	Dragon Model	varchar(50)	Modelo del módulo Dragon
-	Re Used Dragon Module	varchar(10)	Determina si el módulo es re-utilizado
-	Orbit	varchar(100)	Órbita en la cual se deja la carga útil

Tabla 3: Descripción de la tabla *Dragon Missions*

Tipo de clave	Campo	Tipo de campo	Descripción del campo
PK	Customer ID	int	Número de identificación del cliente
-	Customer	varchar(100)	cliente

Tabla 4: Descripción de la tabla *Customers*

Tipo de clave	Campo	Tipo de campo	Descripción del campo
PK	Outcome ID	int	Número de identificación del resultado
-	Outcome	varchar(20)	Resultado del lanzamiento
-	Failure Type	varchar(100)	En caso de falla, tipo de falla

Tabla 5: Descripción de la tabla *Launch Outcome*

Tipo de clave	Campo	Tipo de campo	Descripción del campo
PK	Facility ID	int	Número de identificación del lugar de lanzamiento
-	Launch Site	varchar(20)	Lugar de lanzamiento
-	Facility	varchar(20)	Hangar dentro del lugar de lanzamiento

Tabla 6: Descripción de la tabla *Launch Facility*

Tipo de clave	Campo	Tipo de campo	Descripción del campo
PK	Landing ID	int	Número de identificación del resultado
-	Landing Result	varchar(20)	Resultado del aterrizaje
-	Booster Landing	varchar(100)	Tipo de aterrizaje

Tabla 7: Descripción de la tabla *Landing Outcome*

Todas las tablas han sido implementadas bajo la descripción dada en esta sección en base al código SQL presentado en el anexo A.

Tipo de clave	Campo	Tipo de campo	Descripción del campo
PK	Launcher ID	int	Número de identificación del lanzador
-	Launcher Version	varchar(20)	Versión del lanzador
-	Re Used Launcher	varchar(10)	Determina si el lanzador es re-utilizado
-	Booster Version	varchar(10)	Versión del <i>booster</i>

Tabla 8: Descripción de la tabla *Launcher Version*

6.4. Transformaciones aplicadas al dataset original

Para implementar el diagrama de entidad-relación presentado en la figura 2, se deben llevar a cabo una determinada cantidad de transformaciones sobre el dataset original descripto en la sección 6.2.

- El *dataset* original presentaba una fila por misión, pero esto causa que algunas columnas presenten múltiples valores al mismo tiempo, como por ejemplo la aplicación de las cargas útiles o los cliente que contratan un espacio en dicha misión. Para simplificar el análisis, se agregan filas para aquellas misiones donde vuela más de una carga útil, de manera tal que cada *payload* posea su propia fila, con su aplicación específica y el cliente que contrata el servicio de SpaceX.
- Se concatenan las columnas *Date* y *Time*, y se pasa dicha combinación a un formato *datetime*.
- Se unifican los tipos de datos en las columnas de peso, donde había valores desconocidos (misiones *Rideshare*) y clasificados (satélites militares). Se coloca un peso promedio considerando las demás misiones de 8700 kg.
- Se elimina la columna de peso en libras.
- Se separa de la columna *Payload* las versiones del módulo Dragon en una nueva columna llamada *Dragon Model*.
- Se agregan valores para las celdas faltantes en todas las columnas, con excepción de la columna *Dragon Model*.

Finalmente se importa la tabla en el programa *SQL Server Management Studio* y se aplican las transformaciones presentes en el anexo A para generar una base de datos relacional que sigue los lineamientos del diagrama de entidad-relación y los conceptos presentados en la sección 6.3

7. Análisis de datos

7.1. Carga de datos en Power BI

Con la base de datos armada y relacionada tal como se explicó en la sección 6, se procede a presentar los datos que permitirá a su vez la posibilidad de llevar a cabo un análisis estratégico del mercado aeroespacial. La figura 3 presenta el diagrama entidad-relación obtenido luego de aplicar transformaciones al *dataset* dentro de *Power BI*.

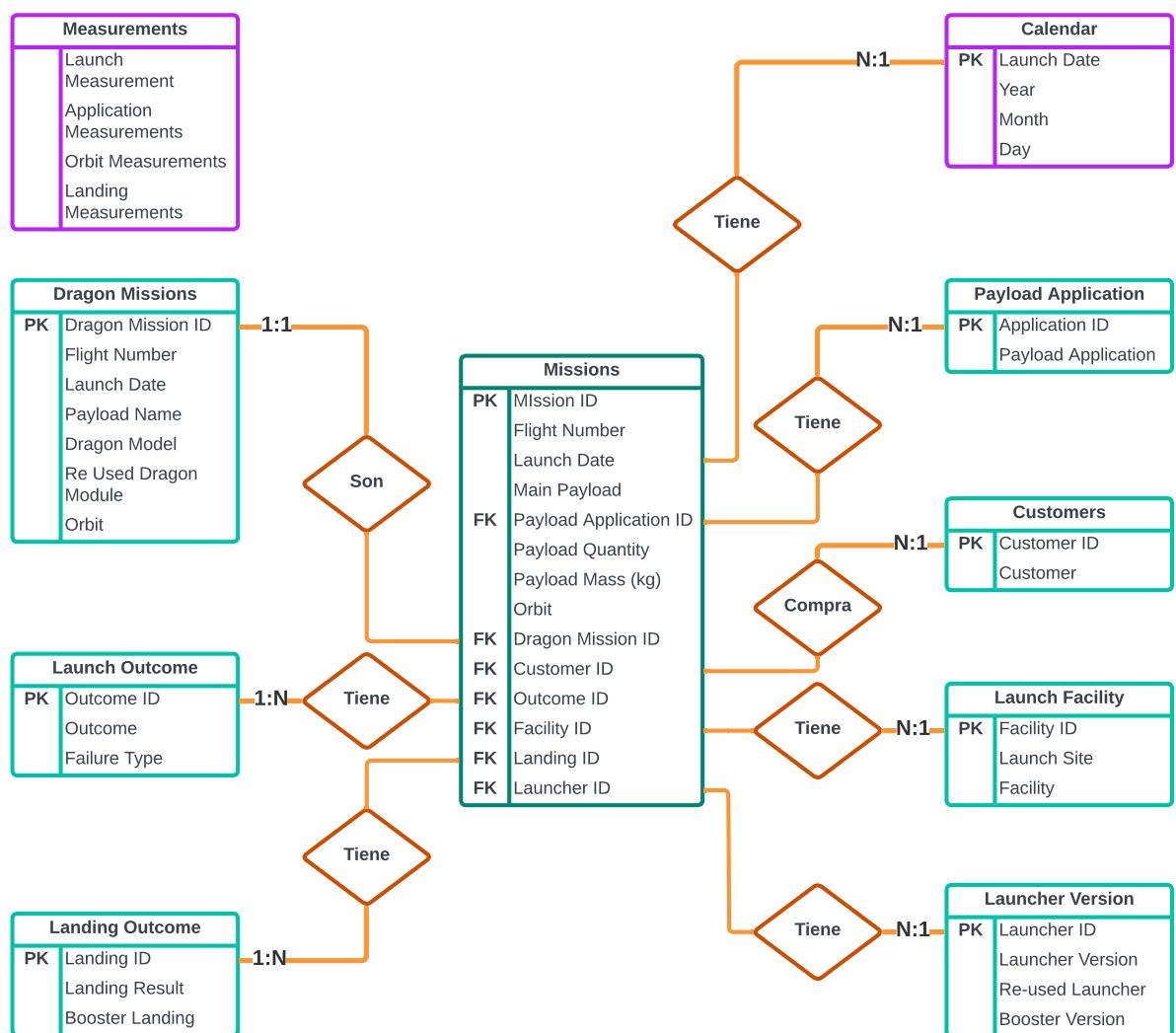


Figura 3: Diagrama entidad-relación generado en *Power BI*.

El *dataset*, generado en *SQL Server Management Studio* y posteriormente importado a *Poewer BI*, será utilizado para el análisis de los datos implementando un *dashboard* que requerirá del armado de dos tablas auxiliares.

A tal fin se generan las siguiente transformaciones:

- Se agrega la tabla calendario llamada *Calendar*, donde se incluyen las fechas de cada misión y se agregan columnas donde se señala el día, el mes y el año. A diferencia de la tabla *Missions*, las fechas no están repetidas, sino que son únicas. Además, esta tabla posee una relación 1 a N con la tabla *Missions*.
- Se incluye una tabla de mediciones llamada *Measurements* utilizada para generar mediciones sobre la base de datos relacional. Esta tabla no posee relación con ninguna de las demás tablas de la base de datos e incluye información sobre:
 - Los lanzamientos y el porcentaje de éxito que tiene SpaceX en sus lanzamientos.
 - La cantidad de satélites lanzados por aplicación.
 - La cantidad de satélites lanzados por órbita.
 - Las cantidades de aterrizaje por tipo y lugar de aterrizaje.

7.2. Presentación de datos

La presentación de los datos se divide en múltiples secciones, cada una mostrando distintos tipos de información.



Figura 4: Caratula del *dashboard*.

La primer página se corresponde con la caratula del *dashboard* donde se muestra el título, el autor, la organización para el cual fue implementado, y la última fecha de actualización. Además la caratula establece la paleta de colores, la cual está basada en dos colores complementarios: azul y naranja; y posee botones a las demás páginas del *dashboard*.



Figura 5: Presentación de los datos de lanzamientos.

La primer sección es denominada “Lanzamientos” (figura 5) y presenta los siguiente datos:

- Un gráfico que muestra cantidad de satélites lanzados por año. El mismo puede ser configurado desde la misma presentación para poder seleccionar periodos de tiempo medido en años.
- Cantidad total de satélites lanzados en el periodo de tiempo seleccionado.
- Cantidad de misiones exitosas llevadas a cabo en dicho periodo.
- Cantidad de misiones que fallaron en ese mismo periodo.
- Porcentaje de éxito de las misiones en el periodo de tiempo seleccionado. El mismo se calcula en base a la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de Éxito} = \frac{\text{Misiones Exitosas}}{\text{Misiones Exitosas} + \text{Misiones Fallidas}} \cdot 100 \quad (1)$$

- Finalmente se agregan botones a cada una de las siguientes secciones del *dashboard*.



Figura 6: Presentación de los datos sobre las aplicaciones de los satélites lanzados.

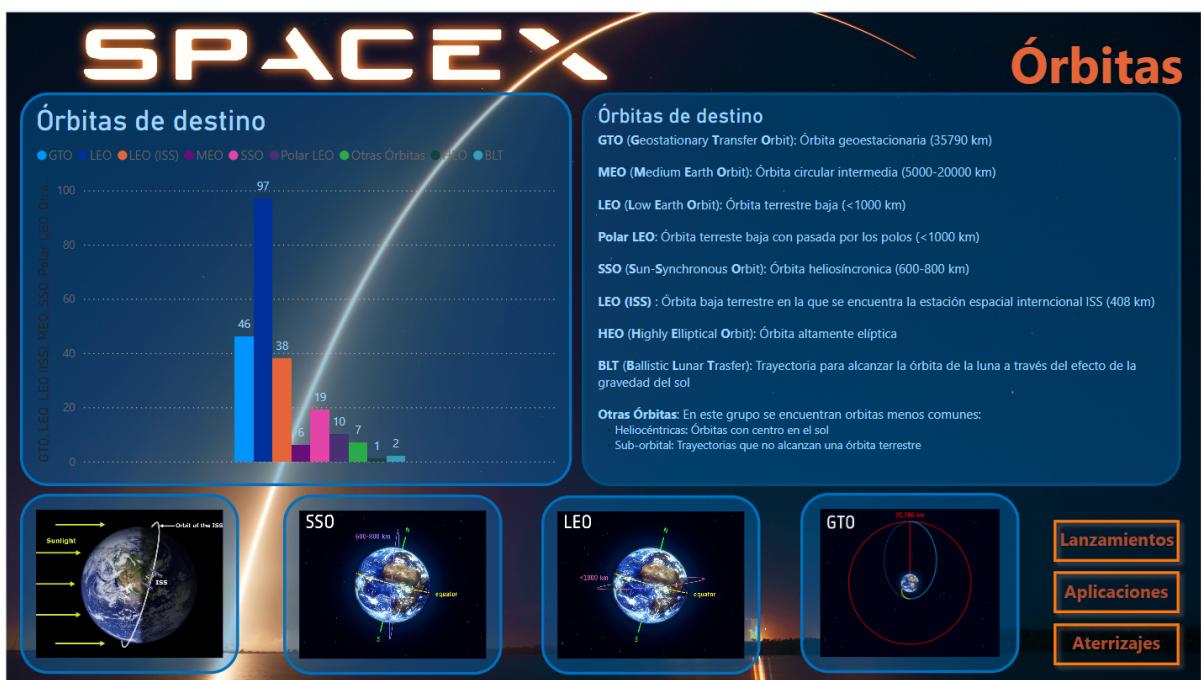


Figura 7: Presentación de los datos sobre las órbitas de las misiones.

La figura 6 presenta la segunda sección (“Aplicaciones”), la que posee un gráfico de torta, donde se muestra los satélites lanzados por aplicación, mostrando las cantidades de

cada uno y los porcentajes que representan respecto al total. Tanto los números mostrados como el gráfico son configurables por tiempo, al igual que en la sección anterior del *dashboard*. También se incluyen botones a las demás secciones.

La tercer sección del *dashboard*, denominada “Órbitas”, presenta las órbitas de las misiones lanzadas por SpaceX junto con información adicional respecto a la definición de dichas órbitas. En la figura 7 se puede observar esta sección, en la que también se puede apreciar que se incluyeron imágenes representativas de las órbitas más comunes en las cuales se despliegan satélites normalmente, como así también botones a las demás secciones del *dashboard*.

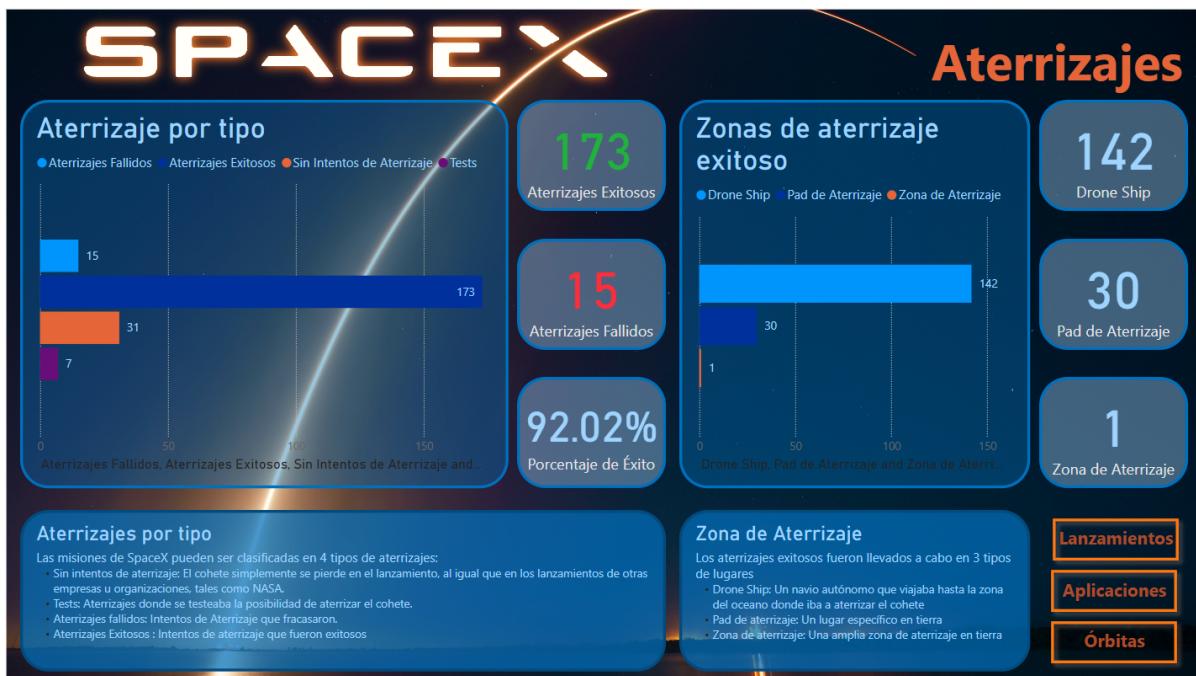


Figura 8: Presentación de los datos sobre los aterrizajes de los cohetes utilizados en las misiones.

Finalmente, la sección “Aterrizajes” presentada en la figura 8 muestra información sobre los aterrizajes de los cohetes lanzados por SpaceX:

- Se presenta un gráfico de la cantidad de aterrizajes por tipo de aterrizaje. Debajo del mismo gráfico se agrega una definición de cada uno de los tipos de aterrizaje.
- Se incluye la cantidad de aterrizajes exitosos, la cantidad de aterrizajes fallidos, y el porcentaje de éxito de aterrizaje que poseen los cohetes de SpaceX.
- Teniendo en cuenta sólo los aterrizajes exitosos, se agrega un gráfico donde se muestran donde aterrizaron dichos cohetes. Al costado del gráfico se incluyen los valores absolutos, mientras que debajo del mismo se encuentran las definiciones de cada uno de los tipos de zonas de aterrizaje.

- Al igual que con las demás secciones, se incluyen botones de navegación.

7.3. Análisis y Conclusiones

Gracias a la visualización de los datos podemos determinar que la industria aeroespacial está acelerando la velocidad con la cual se están desarrollando y lanzando satélites. Dado que el *dataset* no incluye información completa del año 2023, se observa una caída en la cantidad de satélites sobre ese mismo año. Considerando los números mostrados en años previos, y las cantidades por mes, podemos asumir que la tendencia seguirá siendo creciente.

Además podemos detectar las aplicaciones con mayor desarrollo en el periodo de tiempo bajo estudio. La principal es el sector de comunicaciones, representando el 87.18 % de los satélites lanzados, mientras que en un segundo lugar se encuentra la industria de la observación terrestre con tan solo el 11.32 %. La tercer aplicación está representada por el transporte de materiales e insumos del módulo Dragon de SpaceX a la estación internacional ISS.

Como dato adicional, se puede confirmar la hipótesis establecida en la sección 1, donde se establece que la órbita LEO (órbita terrestre baja) es el principal destino de la mayoría de las misiones, más allá de la aplicación de los satélites desplegados. Es en esta órbita en la que se desarrolla la mayor actividad económica por parte de la industria en general.

En base a estos datos podemos concluir que la industria de las telecomunicaciones seguirá siendo el principal usuario de este servicio y la que más influencia tendrá en el área aeroespacial en los próximos años.

A. Sentencias de SQL aplicadas al dataset original

A continuación se agregan todas las sentencias de SQL aplicadas para generar la base de datos a partir del *dataset* modificado en la sección 6.4.

```
1  -- CREACIÓN DE TABLA E IMPORTACIÓN DE DATOS
2
3  -- Se crea base de datos
4  create database spacex_missions;
5
6  -- Nos situamos dentro de la nueva base de datos creada
7  use spacex_missions;
8
9  -- En este punto se importa la tabla spacex_missions en formato CSV
10
11 -- Verificamos que la tabla fue importada correctamente
12 select * from spacex_missions;
13
14 -- ARMADO DE TABLA Dragon_Missions
15
16 -- Se verifican los datos a aislar en una nueva tabla
17 select Flight_Number,
18     Launch_Date,
19     Payload,
20     Dragon_Model,
21     Re_Used_Dragon_Module,
22     Orbit
23 from spacex_missions
24 where Exclusive_Dragon_Mass = 'Yes';
25
26 -- Se crea la tabla Dragon_Missions
27 create table Dragon_Missions
28 (
29     Dragon_Mission_ID int not null identity(1,1),
30     Flight_Number varchar(10) not null,
31     Launch_Date datetime not null,
32     Payload_Name varchar(100) not null,
33     Dragon_Model varchar(50),
34     Re_Used_Dragon_Module varchar(10),
35     Orbit varchar(100),
36     primary key (Dragon_Mission_ID)
37 );
38
39
40
```

```
41  -- Se insertan datos obtenidos del select
42  insert into Dragon_Missions
43  (
44  Flight_Number,
45  Launch_Date,
46  Payload_Name,
47  Dragon_Model,
48  Re_Used_Dragon_Module,
49  Orbit
50 )
51 select Flight_Number,
52      Launch_Date,
53      Payload,
54      Dragon_Model,
55      Re_Used_Dragon_Module,
56      Orbit
57 from spacex_missions
58 where Exclusive_Dragon_Mass = 'Yes';
59
60 -- Se verifica que los datos fueron correctamente insertados
61 select * from Dragon_Missions;
62
63 -- ARMADO DE TABLA Launch_Outcome
64
65 -- Se verifican los datos a aislar en una nueva tabla
66 select distinct Launch_Outcome, Failure_Type
67 from spacex_missions;
68
69 -- Se crea la tabla Launch_Outcome
70 create table Launch_Outcome
71 (
72  Outcome_ID int not null identity(1,1),
73  Outcome varchar(20) not null,
74  Failure_Type varchar(100),
75  primary key (Outcome_ID)
76 );
77
78 -- Se insertan datos obtenidos del select
79 insert into Launch_Outcome (Outcome, Failure_Type)
80 select distinct Launch_Outcome, Failure_Type
81 from spacex_missions;
82
83 -- Se verifica que los datos fueron correctamente insertados
84 select * from Launch_Outcome;
```

```
86  -- ARMADO DE TABLA Landing_Outcome
87
88  -- Se verifican los datos a aislar en una nueva tabla
89  select distinct Landing_Result, Booster_Landing
90  from spacex_missions;
91
92  -- Se crea la tabla Landing_Outcome
93  create table Landing_Outcome
94  (
95    Landing_ID int not null identity(1,1),
96    Landing_Result varchar(20) not null,
97    Booster_Landing varchar(100),
98    primary key (Landing_ID)
99  );
100
101 -- Se insertan datos obtenidos del select
102 insert into Landing_Outcome (Landing_Result, Booster_Landing)
103 select distinct Landing_Result, Booster_Landing
104 from spacex_missions;
105
106 -- Se verifica que los datos fueron correctamente insertados
107 select * from Landing_Outcome;
108
109 -- ARMADO DE TABLA Customers
110
111 -- Se verifican los datos a aislar en una nueva tabla
112 select distinct Customer from spacex_missions;
113
114 -- Se crea la tabla Customers
115 create table Customers
116 (
117   Customer_ID int not null identity(1,1),
118   Customer varchar(100) not null,
119   primary key (Customer_ID)
120 );
121
122 -- Se insertan datos obtenidos del select
123 insert into Customers (Customer)
124 select distinct Customer
125 from spacex_missions;;
126
127 -- Se verifica que los datos fueron correctamente insertados
128 select * from Customers;
129
130
```

```
131 -- ARMADO DE TABLA Launch_Facility
132
133 -- Se verifican los datos a aislar en una nueva tabla
134 select distinct Launch_Site, Launch_Facility from spacex_missions;
135
136 -- Se crea la tabla Launch_Facility
137 create table Launch_Facility
138 (
139 Facility_ID int not null identity(1,1),
140 Launch_Site varchar(20) not null,
141 Facility varchar (20),
142 primary key (Facility_ID)
143 );
144
145 -- Se insertan datos obtenidos del select
146 insert into Launch_Facility (Launch_Site, Facility)
147 select distinct Launch_Site, Launch_Facility
148 from spacex_missions;
149
150 -- Se verifica que los datos fueron correctamente insertados
151 select * from Launch_Facility;
152
153 -- ARMADO DE TABLA Launcher_Version
154
155 -- Se verifican los datos a aislar en una nueva tabla
156 select distinct Launcher_Version, Re_used_Launcher, Boosters_Version
157 from spacex_missions;
158
159 -- Se crea la tabla Launcher_Version
160 create table Launcher_Version
161 (
162 Launcher_ID int not null identity(1,1),
163 Launcher_Version varchar(20) not null,
164 Re_Used_Launcher varchar(10),
165 Booster_Version varchar(10),
166 primary key (Launcher_ID)
167 );
168
169 -- Se insertan datos obtenidos del select
170 insert into Launcher_Version
171 (
172 Launcher_Version,
173 Re_Used_Launcher,
174 Booster_Version
175 )
```

```
176 select distinct Launcher_Version, Re_used_Launcher, Boosters_Version  
177 from spacex_missions;  
178  
179 -- Se verifica que los datos fueron correctamente insertados  
180 select * from Launcher_Version;  
181  
182 -- ARMADO DE TABLA Payload_Application  
183  
184 -- Se verifican los datos a aislar en una nueva tabla  
185 select distinct Payload_Application from spacex_missions;  
186  
187 -- Se crea la tabla Payload_Application  
188 create table Payload_Application  
(  
189 Application_ID int not null identity(1,1),  
Payload_Application varchar(50) not null,  
primary key (Application_ID)  
);  
190  
191 -- Se insertan datos obtenidos del select  
192 insert into Payload_Application  
193 select distinct Payload_Application  
from spacex_missions;  
194  
195 -- Se verifica que los datos fueron correctamente insertados  
196 select * from Payload_Application;  
197  
198 -- ARMADO DE TABLA Missions  
199  
200 -- Se modifica la tabla spacex_missions para agregar nuevos campos  
201 alter table spacex_missions  
202 add Application_ID int,  
Customer_ID int,  
Outcome_ID int,  
Facility_ID int,  
Landing_ID int,  
Launcher_ID int;  
203  
204 -- Se actualiza la tabla con los nuevos datos sacados de las nuevas tablas  
205 update spacex_missions set spacex_missions.Application_ID =  
206 (  
207 select Application_ID from Payload_Application  
208 where spacex_missions.Payload_Application =  
209     Payload_Application.Payload_Application  
210 );  
211  
212  
213  
214  
215  
216  
217  
218  
219  
220
```

```
221 update spacex_missions set spacex_missions.Customer_ID =
222 (
223     select Customer_ID from Customers
224     where spacex_missions.Customer = Customers.Customer
225 );
226
227
228 update spacex_missions set spacex_missions.Outcome_ID =
229 (
230     select Outcome_ID from Launch_Outcome
231     where spacex_missions.Launch_Outcome = Launch_Outcome.Outcome
232 );
233
234 update spacex_missions set spacex_missions.Facility_ID =
235 (
236     select Facility_ID from Launch_Facility
237     where spacex_missions.Launch_Site = Launch_Facility.Launch_Site
238 );
239
240 update spacex_missions set spacex_missions.Landing_ID =
241 (
242     select Landing_ID from Landing_Outcome
243     where spacex_missions.Landing_Result = Landing_Outcome.Landing_Result
244     and spacex_missions.Booster_Landing = Landing_Outcome.Booster_Landing
245 );
246
247 update spacex_missions set spacex_missions.Launcher_ID =
248 (
249     select Launcher_ID from Launcher_Version
250     where spacex_missions.Launcher_Version = Launcher_Version.Launcher_Version
251     and spacex_missions.Boosters_Version = Launcher_Version.Booster_Version
252 );
253
254 -- Se verifica el agregado de los datos a las nuevas columnas
255 select * from spacex_missions;
256
257 -- Se crea la tabla Missions
258 create table Missions
259 (
260     Mission_ID int not null identity(1,1),
261     Flight_Number varchar(10) not null,
262     Launch_Date datetime not null,
263     Payload varchar(100) not null,
264     Payload_Application int,
265     Payload_Quantity int not null,
```

```
266 Payload_Mass_kg int not null,  
267 Orbit varchar(100) not null,  
268 Dragon_Mission_ID int,  
269 Customer_ID int,  
270 Outcome_ID int,  
271 Facility_ID int,  
272 Landing_ID int,  
273 Launcher_ID int,  
274 primary key (Mission_ID),  
275 foreign key (Payload_Application_ID)  
276 references Payload_Application(Application_ID),  
277 foreign key (Dragon_Mission_ID)  
278 references Dragon_Missions(Dragon_Mission_ID),  
279 foreign key (Customer_ID)  
280 references Customers(Customer_ID),  
281 foreign key (Outcome_ID)  
282 references Launch_Outcome(Outcome_ID),  
283 foreign key (Facility_ID)  
284 references Launch_Facility(Facility_ID),  
285 foreign key (Landing_ID)  
286 references Landing_Outcome(Landing_ID),  
287 foreign key (launcher_ID)  
288 references Launcher_Version(Launcher_ID)  
289 );  
290  
291 -- Se insertan datos obtenidos del select  
292 insert into Missions  
(  
294 Flight_Number,  
295 Launch_Date,  
296 Payload,  
297 Payload_Application_ID,  
298 Payload_Quantity,  
299 Payload_Mass_kg,  
300 Orbit,  
301 Customer_ID,  
302 Outcome_ID,  
303 Facility_ID,  
304 Landing_ID,  
305 Launcher_ID  
306 )  
307 select Flight_Number,  
308     Launch_Date,  
309     Payload,  
310     Application_ID,
```

```
311     Payload_Quantity,  
312     Payload_Mass_kg,  
313     Orbit,  
314     Customer_ID,  
315     Outcome_ID,  
316     Facility_ID,  
317     Landing_ID,  
318     Launcher_ID  
319 from spacex_missions;  
320  
321 -- Se actualiza la tabla Missions con los de Dragon Missions  
322 update Missions set Missions.Dragon_Mission_ID =  
323 (  
324     select Dragon_Mission_ID from Dragon_Missions  
325     where Missions.Payload = Dragon_Missions.Payload_Name  
326 );  
327  
328 -- Se verifican que los datos fueron correctamente insertados/actualizados  
329 select * from Missions;
```