

Planificación y Diseño Preliminar de una Base Espacial Internacional en el Ecuador

PROBLEMA

A medida que la demanda de los servicios satelitales sigue en aumento, la elección del sitio de lanzamiento se convierte en un factor determinante por lo que una opción potencial es Ecuador por su ubicación geográfica. La problemática es, no tener un modelo que estudie la variación de velocidad y el consumo de combustible de los vehículos espaciales lo que permitiría la factibilidad de establecer una base de lanzamientos en el país.

OBJETIVO GENERAL

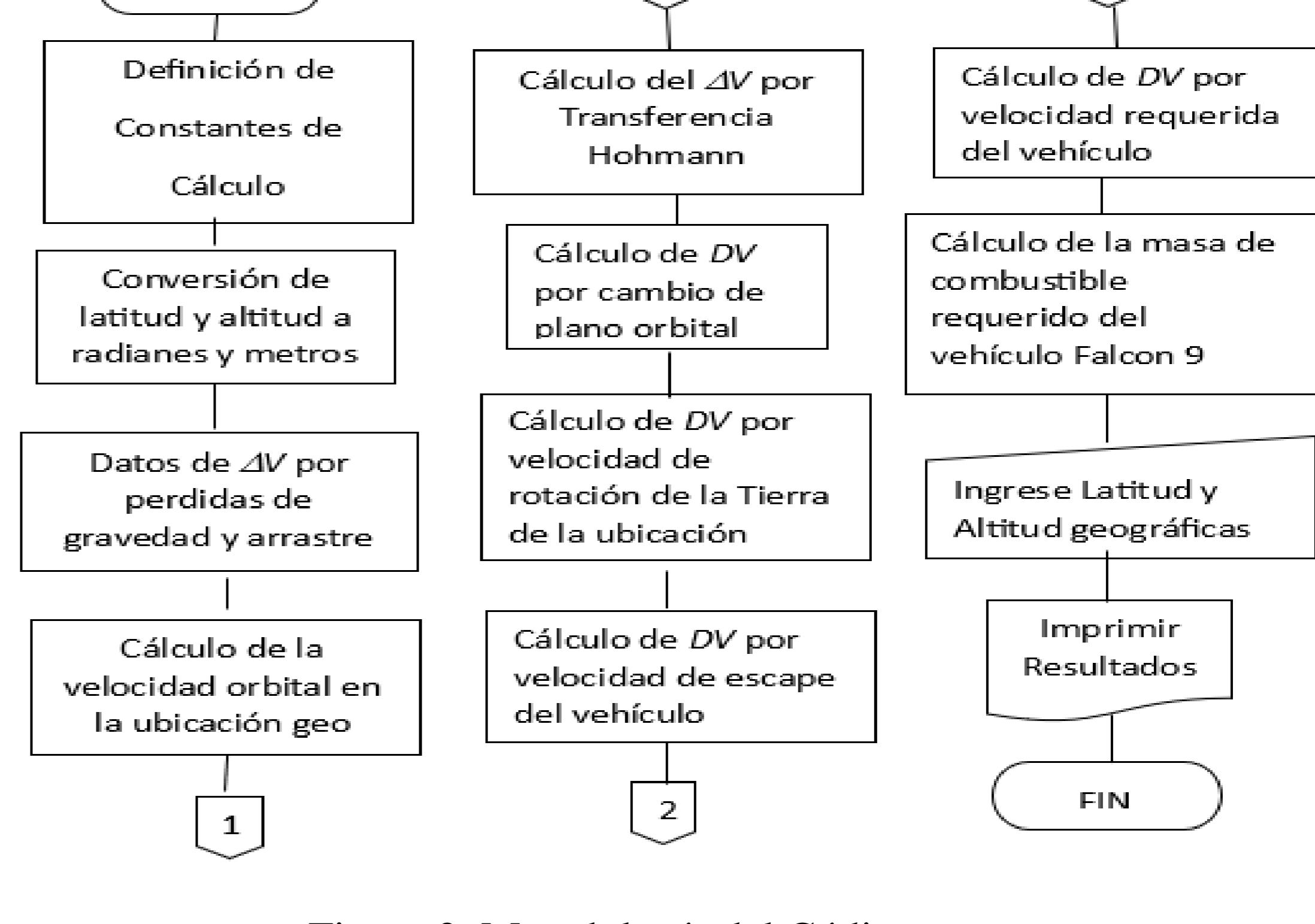
Cuantificar el costo unitario de satélites en órbita geoestacionario desde base de lanzamiento típicos, así como desde una base ubicada en los andes ecuatorianos, a través de la comparación de costos y valores de cambio de velocidad Delta_V del cohete en diferentes ubicaciones.



Figura 1. Vehículo Falcon 9 de SpaceX

PROPIUESTA

- Se realizó una investigación de los diferentes vehículos de lanzamiento con sus diferentes características
- Se determinó los costos de producción de satélites y lanzamientos actuales para realizar comparación con ubicaciones geográficas de Ecuador, Guyana, y Florida.
- Se programó una calculadora en el software Python, que en función a la latitud y altitud del sitio de lanzamiento se obtenga el Delta_V y la cantidad de masa de combustible utilizado del vehículo en cada lugar



RESULTADOS

| LUGARES DE ESTUDIO | LATITUD [°] | ALTITUD [m] | Velocidad Escape requerida [m/s] | Velocidad Rotación de Tierra [m/s] | Velocidad requerida del vehículo[m/s] | Delta_V [m/s] |
|--------------------|-------------|-------------|----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------------|
| Quito, Ecuador | 0 | 2500 | 7823 | 463.82 | 7359.20 | 17986.94 |
| Guayana Francesa | 5.22 | 10 | 7825 | 461.91 | 7362.50 | 17965.05 |
| Florida, EEUU | 28.41 | 6 | 7826 | 408.29 | 7414.30 | 18012.34 |

Tabla 1. Resultados de Delta_V

| LUGARES DE ESTUDIO | Consumo de Combustible [Kg] | Costo de Consumo [USD\$] | Costo Total de Lanzamiento [USD\$] |
|--------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Quito, Ecuador | 202,879.70 | 54,777.52 | 310'109,555.0 |
| Guayana Francesa | 202,915.27 | 54,787.12 | 310'109,574.20 |
| Florida, EEUU | 203,454.20 | 54,932.63 | 310'109,865.30 |

Tabla 2. Resultados de Costos

CONCLUSIONES

- Mediante la investigación se obtuvo que el costo unitario de lanzamiento de un satélite Geo ronda alrededor de 240 millones por una masa máxima de 4,850 Kg de carga útil. Además, el costo en USD\$ x Kg de producción oscila alrededor de 15,000 dólares americanos, con esto estimamos los costos totales de lanzamiento para la comparación de los tres casos de estudio.
- Se realizó un programa para calcular Delta_V basándose en la latitud y altitud del sitio de estudio. Este programa tiene en cuenta los factores de velocidad que impactan en el vehículo, así como los factores externos presentes a lo largo de toda la trayectoria hasta lograr la inserción en la órbita GEO. Igualmente, el programa puede determinar el consumo de combustible requerido por el vehículo en la ubicación.
- Se obtuvo el costo total estimado de los lanzamientos, considerando el costo de producción por satélite GEO, costo del vehículo de prueba (Falcon 9) y el gasto de combustible. La diferencia en los valores obtenidos desde Ecuador resulta en un ahorro significativo, debido a que se necesita menos velocidad de Delta_V para la inserción orbital GEO es decir menos consumo de combustible.