



**Hypernova Aerospace**

ENMICE

## **Reporte de diseño de TonaQube**

**EQUIPO**

MEJIA PÉREZ JUAN MANUEL

18 de septiembre del 2023

## 1. Antecedentes.

### 1.1. Introducción

TonaQube es la carga útil que se presentará en ENMICE. Consiste en un satélite educativo que sigue el factor de forma PocketQube y que su misión es la adquisición y distribución de señales ambientales para tener conocimiento sobre la calidad del aire en la región de lanzamiento y también funcionará como un satélite de observación de bajo costo.

### 1.2. Factor de forma PocketQube

El factor de forma PocketQube establece que una unidad debe cumplir con las siguientes características:

- 5 cm cúbicos
- Masa menor igual a 250g

La idea es que 8 unidades de PocketQube quepan dentro de una unidad de CubeSat. La Figura 1 muestra una ilustración de una unidad de PocketQube.

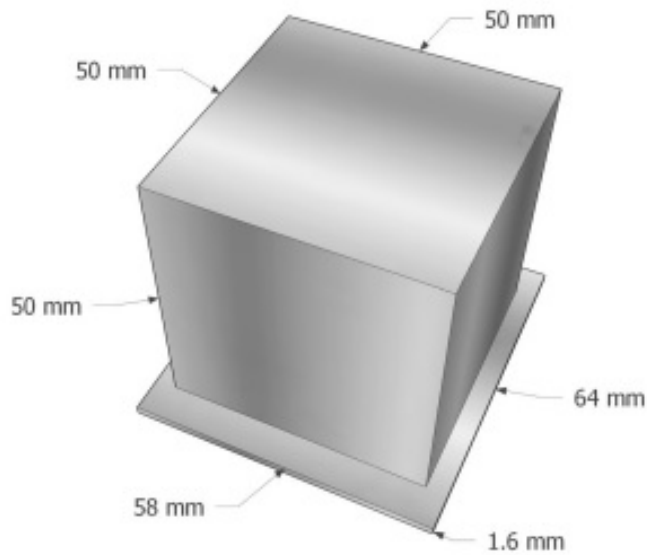


Figura 1: Fotografía de un PocketQube

Las ventajas de este tipo de satélite están en el costo, tiempo de desarrollo y la masa. Cuando se trata de enviar cosas al espacio, se cobra por Kg de masa que se envía. Por lo que una masa baja, reduce el costo de poner el satélite en el espacio para que cumpla su función. El tiempo de desarrollo de este tipo de satélites llega a reducirse hasta 1 año de desarrollo en comparación de los satélites convencionales que son gigantescas masas tecnológicas que llevan años de desarrollo y millones de dólares americanos.

### 1.3. Calidad del aire y sus variables

La calidad del aire se refiere a la condición o pureza del aire en un lugar determinado. Para determinar la calidad del aire, se deben medir varias variables ambientales clave como:

- Concentración de contaminantes. Implica medir la cantidad de contaminantes presentes en el aire, como partículas en suspensión, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, monóxido de carbono, ozono y compuestos orgánicos volátiles.

- Partículas en suspensión. La medición de partículas finas y gruesas es esencial, ya que pueden tener efectos perjudiciales en la salud humana y el medio ambiente.
- Temperatura y humedad. Estas variables pueden influir en la dispersión de contaminantes en el aire y en la formación de ciertos contaminantes atmosféricos, como el ozono.
- Velocidad y dirección del viento. Estos factores son importantes para comprender cómo se mueven los contaminantes en la atmósfera y cómo pueden afectar diferentes áreas.
- Radiación solar. La cantidad de radiación solar puede influir en la formación de ozono y en la calidad del aire en general.
- Contaminantes biológicos. También es importante medir la presencia de contaminantes biológicos, como polen y esporas de moho, que pueden afectar la calidad del aire y desencadenar alergias.

La calidad del aire se evalúa en función de los niveles de contaminantes presentes y se compara con estándares y pautas establecidos por las autoridades ambientales para determinar si el aire es seguro para la salud humana y el medio ambiente. La mejora de la calidad del aire es fundamental para proteger la seguridad pública y el entorno natural.

En México, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, establece las pautas mostradas en la tabla 1.

CONTAMINANTE	EVALUACIÓN	EXPOSICIÓN	FRECUENCIA	LÍMITE	NOM
Partículas PM10	Promedio 24 hrs	Aguda	No se permite	$75 \frac{\mu g}{m^3}$	025-SSA1-2014
Partículas PM10	Promedio 24 hrs	Crónica	Promedio anual	$40 \frac{\mu g}{m^3}$	025-SSA1-2014
Partículas PM2.5	Promedio 24 hrs	Aguda	No se permite	$45 \frac{\mu g}{m^3}$	025-SSA1-2014
Partículas PM2.5	Promedio 24 hrs	Crónica	Promedio anual	$12 \frac{\mu g}{m^3}$	025-SSA1-2014
Ozono ( $O_3$ )	Dato horario	Aguda	No se permite	0.095 ppm	020-SSA1-2014
Ozono ( $O_3$ )	Promedio de 8 hrs	Aguda	No se permite	0.070 ppm	020-SSA1-2014
$SO_2$	Promedio de 8 hrs	Aguda	1 vez al año	0.200 ppm	022-SSA1-2010
$SO_2$	Promedio de 8 hrs	Aguda	No se permite	0.110 ppm	022-SSA1-2010
$SO_2$	Dato horario	Crónica	–	0.025 ppm	022-SSA1-2010
$NO_2$	Dato horario	Aguda	1 vez al año	0.210 ppm	023-SSA1-1993
$CO$	Promedio de 8 hrs	Aguda	1 vez al año	11 ppm	021-SSA1-1993
$Pb$	Promedio de 3 meses	Crónica	No se permite	$1.5 \frac{\mu g}{m^3}$	026-SSA1-1993

Cuadro 1: Normas mexicanas sobre la calidad del aire

#### 1.4. Satélites de observación de la Tierra

Frecuentemente, muchos centros de investigación y empresas privadas pagan por imágenes satelitales de ciertas regiones de la Tierra. Este servicio es caro derivado de lo caro que es desarrollar y poner un satélite de observación terrestre en órbita. La Figura 2 muestra una imagen de un satélite de observación terrestre convencional.



Figura 2: Satélite de observación espacial convencional

Con el avance de la tecnología, hoy en día se puede pensar en nano satélites capaces de tomar una fotografía de buena calidad para estudiar regiones de la Tierra. Utilizar ese tipo de satélites, permite que sea más barato brinda el servicio, así como acelerar el proceso de desarrollo de los satélites ya que los nano satélites son más sencillos de construir y requieren menos tiempo. La Figura 3 ilustra un satélite de observación terrestre bajo el factor de forma CubeSat.



Figura 3: Nano satélite de observación espacial CubeSat

## 2. Requerimientos.

### 2.1. Requerimientos de ENMICE

### 2.2. Requerimientos de la misión

- Captura imágenes y envío a través de radiofrecuencia(915Mhz).
- Captura de presión, humedad, temperatura, partículas P.M., velocidad del viento, radiación UV, velocidad lineal, posición y dióxido de carbono.
- Tener batería suficiente para soportar 1 hora funcionando.
- Contar con paneles solares para administrar energía.

- Envío de variables a través de radiofrecuencia(915MHz)
- Debe tener su propia interfaz para el desplegado de la información recibida por radiofrecuencia.
- Debe tener una estructura capaz de soportar el vuelo.
- Debe tener indicadores visuales y auditivos que permitan saber que se encuentra funcionando.
- Debe contar con un switch para su encendido y apagado.
- Debe almacenar información en una memoria para su posterior análisis.
- Debe contar con un reloj de tiempo real.
- Debe contar con una antena y un transceptor para transmitir en 915Mhz.
- Lectura y envío de señales cada segundo.

### **3. Subsistemas del PocketQube.**

#### **3.1. Subsistema de recuperación**

El subsistema de recuperación del PocketQube debe ser capaz de desplegar un paracaídas que le permita caer a una velocidad 10 m/s. El subsistema debe ir dentro del PocketQube y ser desplegado una vez el vehículo lanzador alcance su apogeo (1km). Este subsistema debe tener una forma de desplegar el paracaídas y una forma de sensar cuando se encuentra fuera del cohete para caer a la velocidad deseada.

#### **3.2. Subsistema de comando y manejo de datos**

Este subsistema se encarga de la adquisición y distribución de señales. Debe estar instrumentado para cumplir con la lectura de las variables definidas en los requerimientos y debe poder guardar dicha información de una memoria.

#### **3.3. Subsistema de telecomunicaciones**

Este subsistema consiste una antena y la electrónica necesaria para transmitir la información deseada durante su vuelo a la estación terrena a través de la banda libre de 915Mhz.

#### **3.4. Subsistema de potencia**

Este subsistema es el encargado de la administración de toda la energía para cada subsistema. También administra la energía captada por los paneles solares para la batería.

### **4. Función del PocketQube**

La función del PocketQube es la toma y envío de fotografías cada 10 segundos y la lectura de presión, humedad, temperatura, partículas P.M., velocidad del viento, radiación UV, velocidad lineal, posición y dióxido de carbono a través de cada sensor correspondiente para almacenar esa información y transmitirla en la banda libre de 915Mhz mientras cae a una velocidad de 10 m/s.