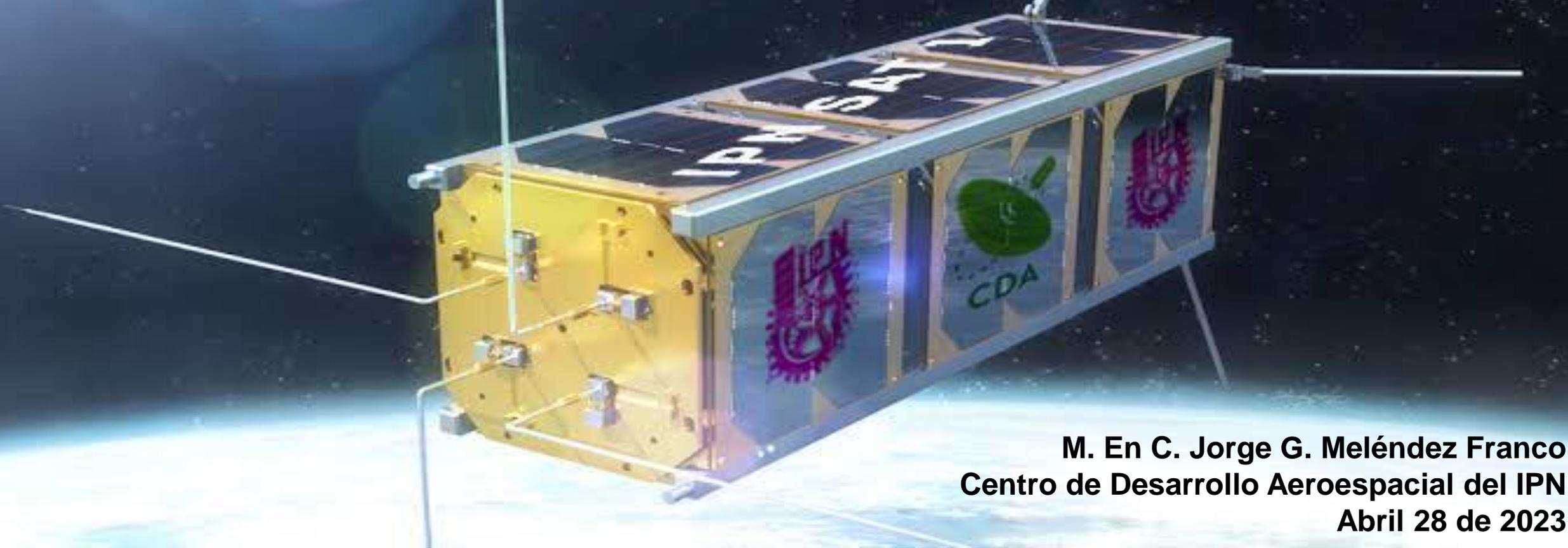
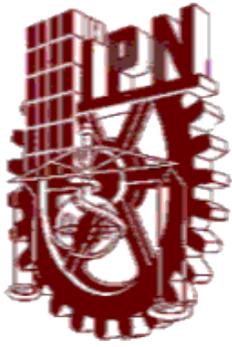


# Formación de Recursos Humanos para el Diseño, Construcción y Operación de CubeSat



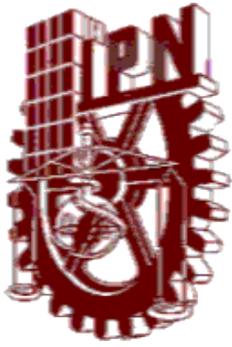
M. En C. Jorge G. Meléndez Franco  
Centro de Desarrollo Aeroespacial del IPN  
Abril 28 de 2023



# Presentación

- El actual Gobierno mexicano considera importante el **desarrollo del Sector Aeroespacial** como estratégico, a nivel nacional mediante el apoyo a la **AEM** y en el ámbito regional, impulsando la **ALCE**.
- El Instituto Politécnico Nacional (**IPN**), es uno de los líderes en formación de recursos humanos en campos tecnológicos como este.
- El Centro de Desarrollo Aeroespacial (**CDA**), diseña y desarrolla un nanosatélite tipo CubeSat de 3 unidades para observación de la tierra (**IPN Sat-1**).
- El CDA, toma un impulso renovado para diseñar y operar un programa estratégico de formación de recursos humanos de alto nivel en el campo aeroespacial; como un apoyo para mejorar las actividades tecnológicas institucionales.



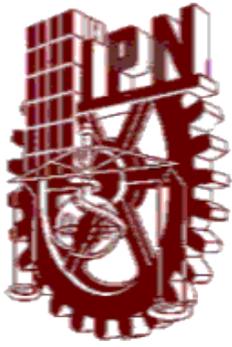


# El liderazgo del IPN en el campo aeroespacial



- En 1937, por iniciativa del entonces director de la ESIME, Dr. Manuel Cerrillo, se crea la primera escuela que imparte la carrera de Ingeniero en Aeronáutica del país (ESIME Tic.) con objeto de impulsar el desarrollo tecnológico en este ramo; y fue la única a nivel nacional por más de 60 años .
- El IPN cuenta con seis Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos (NMS) con programas en este campo.
- También, cuenta con más de cinco escuelas de nivel superior que imparten carreras afines a esta disciplina.
- Desde 2018, operando la Maestría sobre Ingeniería Aeronáutica y Espacial, donde el CDA propuso y desarrolló una Línea de Observación de la Tierra.





# Experiencias del IPN-CDA (1)

EDUCACIÓN  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



- Se han impartido más de 40 cursos y talleres de diferente nivel sobre temas relacionados con el campo satelital, CanSat y CubeSat.
- En 2019 organizó el Primer Concurso Nacional de Hydrochallenge IPN, y se quedó programado el segundo para 2020.
- El CDA también ha apoyado grupos estudiantiles que participan en diferentes competencias a nivel nacional e internacional sobre CanSat y CubeSat.

El Instituto Politécnico Nacional, a través del Centro de Desarrollo Aeroespacial y la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato, convoca a la Competencia nacional de cohetes hidropulsados:

### MISIÓN

Diseñar, desarrollar y lanzar un cohete hidropulsado que llegue a una altura de 50 metros, cuente con un módulo electrónico de sensado e interconectado inalámbricamente a una estación terrena de comunicación y adicionalmente cuente con un sistema de recuperación por paracaídas, para no sobrepasar el radio de aterrizaje establecido.

### BASES

- La participación en el concurso se realizará por equipos conformados por 3 a 5 integrantes de los tres niveles educativos.
- Los participantes deben ser alumnos inscritos en una institución educativa de nivel medio superior, superior y/o posgrado de México, a la fecha del registro.
- Los participantes solo pueden pertenecer a un equipo.
- Cada equipo debe tener un asesor académico, quien debe ser un miembro activo de la unidad académica de procedencia de alguno de los integrantes del equipo.
- Un mismo asesor académico solo puede tener bajo su responsabilidad a un equipo.

**REGISTRO DE EQUIPOS:**  
15 noviembre - 15 diciembre 2019

**Envío de los reportes de diseño financiero y video:**  
08 - 14 marzo 2020

**Publicación de los equipos finalistas:**  
01 abril 2020

**Presentación de Proyectos:**  
20 de Mayo

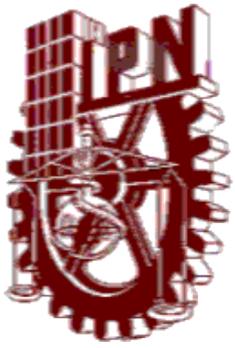
**Lanzamiento de los cohetes y ceremonia de premiación:**  
21 mayo 2020

**HIDROCHALLENGE IPN 2020**

**PATROCINADORES:** COMEA, CDA, UPIIG, BID360, ROCKETMASTER

Para mayor información consulta la página oficial en:  
<http://www.hydrochallenge.comea.org.mx/>

SEDE: Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato (UPIIG- IPN).



## Experiencias del IPN-CDA (2)



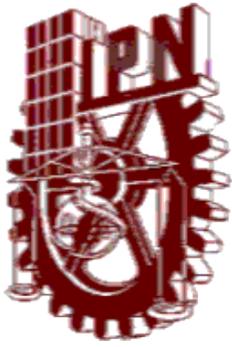
- Proyecto **PAINANI II**, desarrollado por el IPN y la **UNAM**, a solicitud de la SEDENA.
- Proyecto suborbital **EMIDSS**, desarrollado por el **IPN y la UNAM**, con el apoyo de la NASA.
- El CDA busca internacionalizar las actividades **que realiza**, a través de Convenios con otras Universidades líderes en esta disciplina.



within the nanosatellite PAINANI I.

El CDA también busca fortalecer experiencias, apoyar posgrados, programas de intercambio académico e industrial, impulsando la movilidad y las estancias académicas.

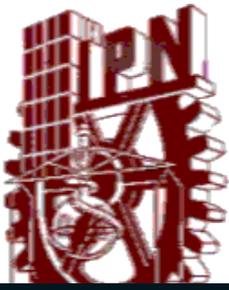




# Objetivo del CDA

Coadyuvar para que el Politécnico cuente con recursos humanos suficientes, de alto nivel académico y especialización en esta disciplina aeroespacial, bajo la coordinación y supervisión del CDA, complementando y fortaleciendo las actividades de diseño, integración, pruebas y operación de Nanosatélites (**IPN Sat-1.**)

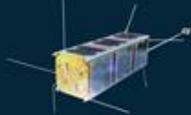




# Contexto

## Tipos de Satélites

### HOW HEAVY IS A SATELLITE?

<b>LARGE SATELLITE</b>	 RADARSAT-2	 >1000 kg	
<b>MEDIUM SATELLITE</b>	 CASSIOPE	 500-1000 kg	
<b>MINI SATELLITE</b>	 SCISAT	 100-350 kg	
<b>MICRO SATELLITE</b>	 M3MSat	 10-100 kg	
<b>NANO SATELLITE including CUBESAT</b>	 Ex-Altia 1	 1-10 kg 1 kg per unit	

Note: These weights are approximations.

Canadian Space Agency / Agence spatiale canadienne

Canadá

## Tipo de órbita:

### ➤ Forma

- ✓ *Elíptica*
- ✓ *Circular*

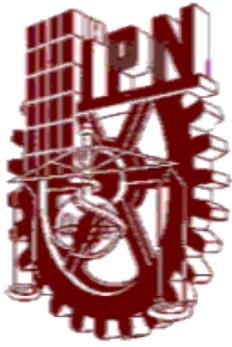
### ➤ Inclinación

- ✓ *Ecuatorial*
- ✓ *Polar*
- ✓ *Inclinada*

### ➤ Altura

- ✓ *Órbita baja (300 a 1,500 Km.)*
- ✓ *ISS, aprox 400 Km., a una velocidad de 27,600 Km/Hr.*
- ✓ *Órbita media (1,000 y 2,000 Km.)*
- ✓ *Geoestacionarios 35,786 Km*

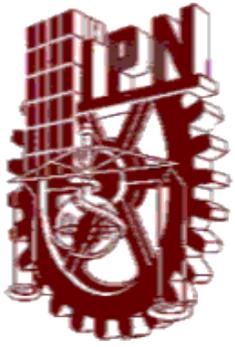




# Planeación

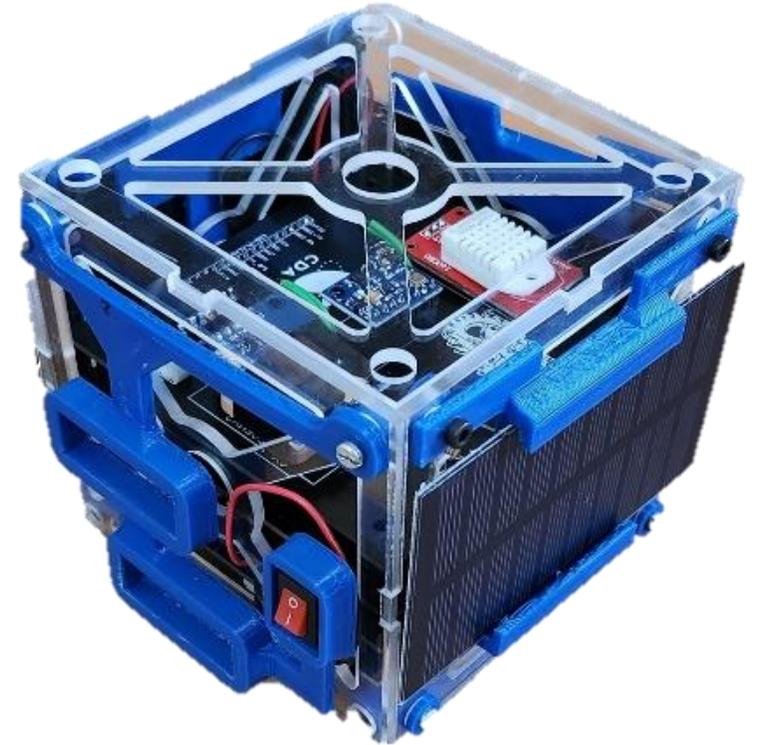
- Para aspirar al éxito, primero se debe conocer el contexto; definir el propósito, la metodología y los insumos necesarios, para posteriormente pasar a la etapa de diseño, integración, pruebas y operación.
- Conociendo los insumos, se hace la planeación dependiendo de la facilidad para contar con los componentes y la prioridad que se defina para avanzar acorde con los intereses.
- Para el caso del diseño, construcción, pruebas y operación de un nanosatélite, se definen los subsistemas y se prioriza su integración.





# Nanosatélites tipo CubeSat

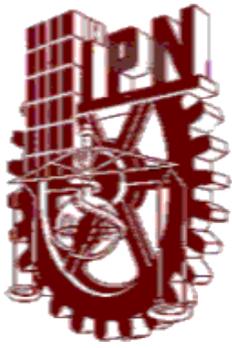
- Nano-satélites operan en órbita baja.
- Ligeros (~1.3 kg por unidad).
- Relativamente económico.
- Interconectividad.
- De propósito específico.
- Rápido desarrollo.
- Tiempo de vida de 6 meses hasta un año y medio.



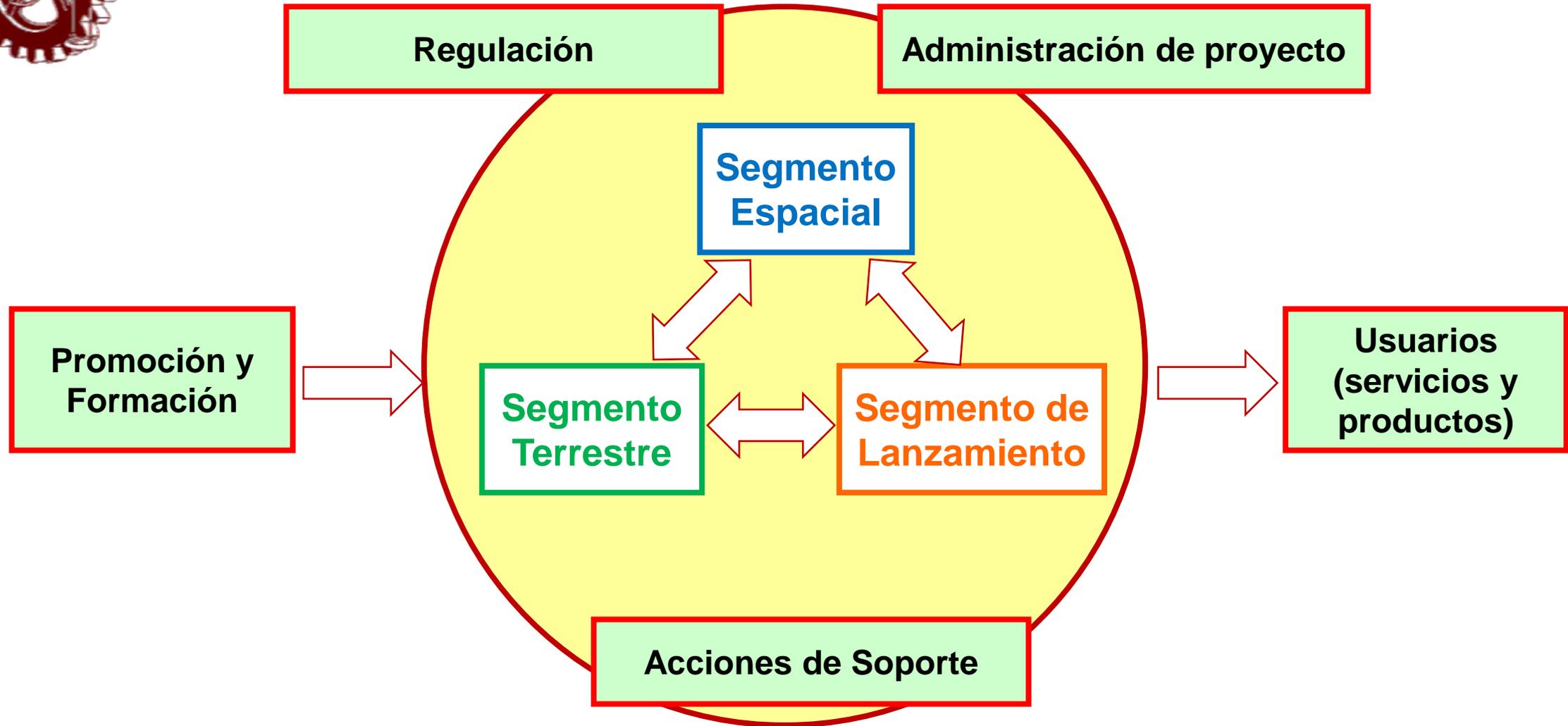
**CubeSat educativo  
para laboratorio \***

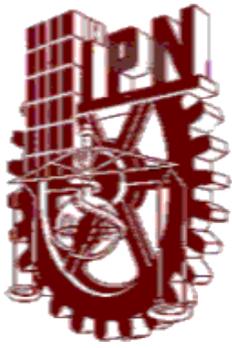
- CubeSat educativo para laboratorio. Prototipo diseñado y construido por el M. en C. Jhonatan F Eulopa H, Tecnólogo del CDA. Datos del documento: “Actualidad y futuro de las comunicaciones satelitales”, del Dr. Isaac Medina Sánchez, Tecnólogo del CDA.





# Sistema satelital

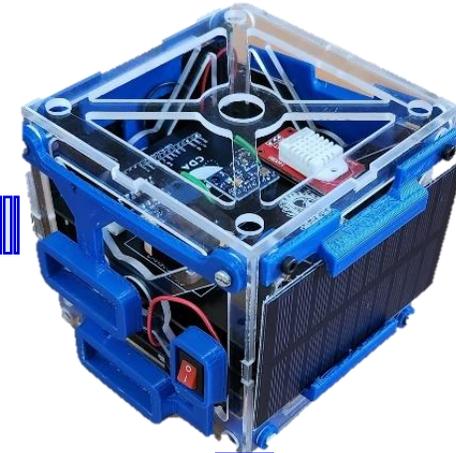




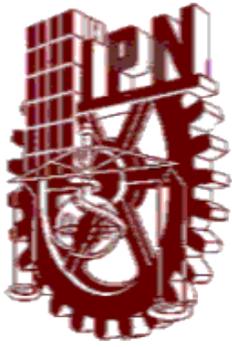
# Estrategias

**Desarrollo de  
Tecnología**

**Innovación  
Tecnológica**



**Capacitación,  
Formación y  
Especialización**



# Subsistemas típicos para satélites pequeños

## Segmento Espacial

1. Subsistema de carga útil
2. Subsistema de estructura
3. Subsistema de computadora de a bordo
4. Subsistema de energía y control térmico
5. Subsistema de Telecomunicaciones
6. Subsistema de Estabilidad y control

## Segmento Terrenal

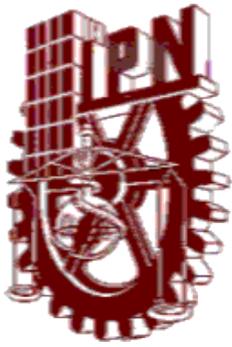
### Estación Terrena

- Procesamiento y distribución de información
- Sistema de lanzamiento (puede considerarse como un segmento adicional)

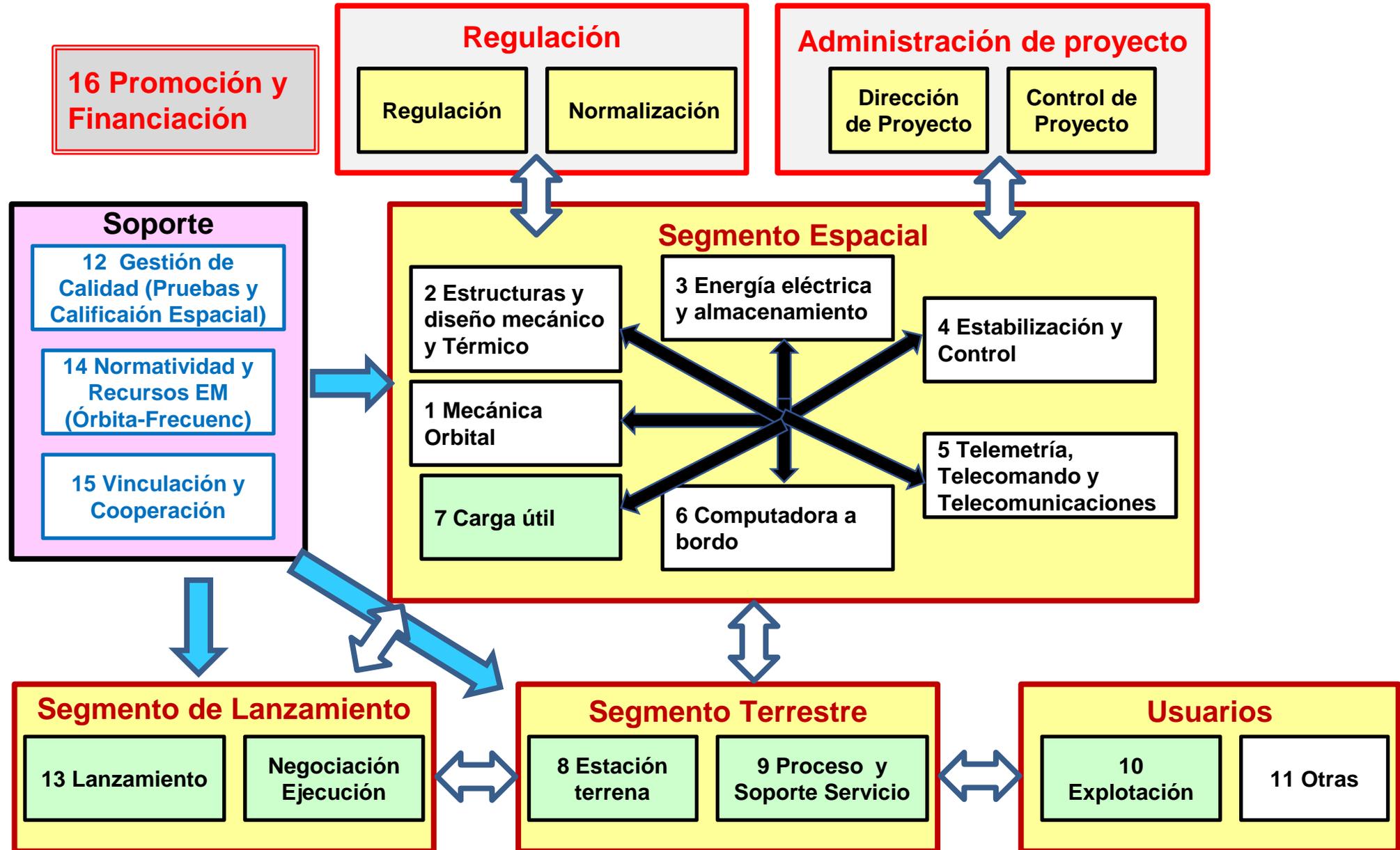
### Administración del Proyecto

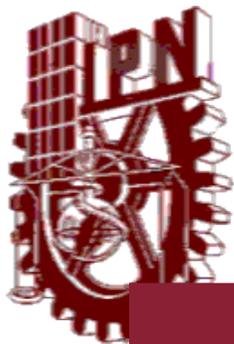
- Gestión de Py. Espaciales, Ing. de Sistemas
- Compatibilidad electromagnética
- Regulación y normalización
- Tramitología, órbita, frecuencia, etc.





# Subsistemas y Grupos de Proyecto

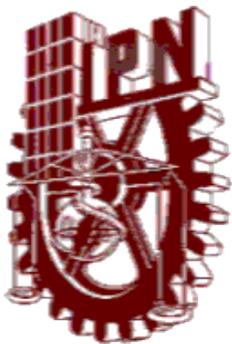




# Formación de Recursos Humanos

IPN		Apoyo de Unidades Externas	
CDA	Apoyo de Unidades Académicas	Nacionales	Internacionales
<b>Subsistemas Básicos de un CubeSat</b>			
Carga Útil	CITEDI, ESIME Tic, ESIME Cul.	UNAM, CICESE, UABC, entre otras	UP Madrid, KARI (Agencia Espacial de Corea del Sur), KIT (Instituto tecnológico de Kiushu, Japón), Reino Unido, Federación Rusa, entre otros
Estructura	ESIME Tic,		
Computadora a bordo	CIC, ESCOM		
Energía y control térmico	ESIQIE, ESFM		
Telecomunicaciones	ESIME Zac, ESIME Cul, LaNTA, ESIME Azc		
Estabilidad y control	CINVESTAV, UPIITA		
Gestión de Proyectos Espaciales	CIDETEC, UPIICSA		





# Plan estratégico para FRH

La importancia de crear un plan estratégico para formación de recursos humanos en el campo aeroespacial, estriba en la conveniente necesidad de ubicar y mantener al IPN como “PAR” de otras instituciones de educación superior en este sector, reduciendo la distancia que nos separa y facilitando a los Politécnicos su inserción en este campo, en la industria y en la academia.

## Etapa 1 (1 año)

Programa Piloto y  
Complementario

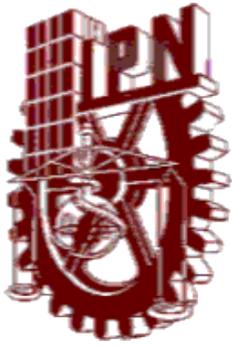
## Etapa 2 (1 a 2 años)

Capacitación y  
especialización  
nacional / internac.

## Etapa 3 (3 a 5 años)

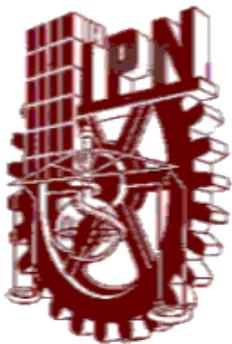
Formación y alta  
especialización  
nal. / internacional





# Etapa 1 a

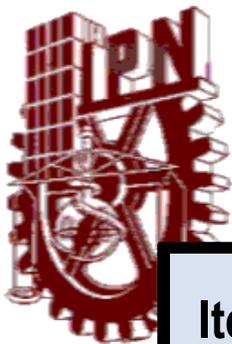
- La acción “0” se realiza solo una vez, al inicio del programa.
- Dos semanas para:
  - ✓ Coordinar entrevista con directivos de la Unidad Académica participante.
  - ✓ Planear el programa propuesto, sus expectativas y aspectos generales;
  - ✓ Evaluar factibilidad de llevar a cabo la acción correspondiente.
  - ✓ Definir con claridad el tipo de acción
    - Sede
    - Fechas
    - Horarios y
    - Requerimientos para llevarla a cabo con éxito.



## Etapa 1 b

- Dos semanas más, para:
  - ✓ Preparar material publicitario.
  - ✓ Difundir esta acción por los medios físicos y electrónicos disponibles.
  - ✓ Elaborar y enviar invitaciones.
  - ✓ Pre-registro y Registro de interesados.
  - ✓ Planear el programa propuesto, expectativas y aspectos generales.
  - ✓ Llevar a cabo la **acción de capacitación**.
- Una semana más para:
  - ✓ Evaluación de la acción realizada y en caso necesario, toma de medidas correctivas.
- Repetir estas experiencias con otras Escuelas.





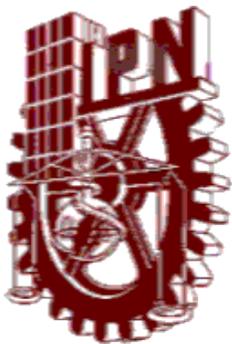
# Etapa 1 (Inicial)

Item	Actividad para cada Subsistema	Semana						Participantes
		1	2	3	4	5	6	
0	Presentación y aprobación del Programa de trabajo	X						A, B
1	Entrevista inicial y presentación de la Estrategia, definición del equipo de trabajo		X	X				B, C
2	Evaluación de factibilidad y propuesta preliminar de la Acción (Conferencia, Curso, Seminario)		X	X				B, C
3	Definición de la Acción, con fecha, hora, sede y requerimientos		X	X				B, C
4	Concertación de compromisos, difusión de la Acción y registro de asistentes			X	X			B, C
5	Celebración de la Acción					X		B, C
6	Evaluación de la Acción y ajustes para mejorar la siguiente versión						X	B, C

Participantes:

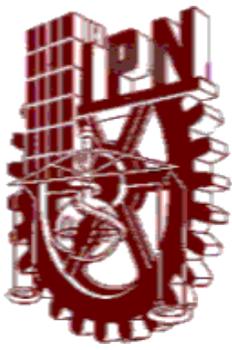
- A Secretaría de Investigación y Posgrado
- B Centro de Desarrollo Aeroespacial
- C Escuela, Centro o Unidad participante





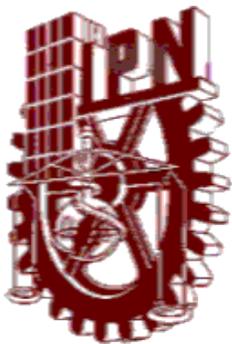
## Etapa 2

- Se replica esta experiencia con otras unidades institucionales, académicas y de investigación interesadas en este campo de conocimiento.
- Se amplía la temática original a aspectos más específicos seleccionados, para consolidar la formación y especialización del capital humano institucional.
- Se gestiona el apoyo necesario de instancias de educación e investigación nacionales e internacionales, para especialización del personal seleccionado.



## Etapa 3

- Internacionalización.
  - ✓ Ubicar instituciones de educación e investigación internacionales para conocer el interés de colaboración.
  - ✓ Generar el Convenio de Colaboración internacional y establecer la metodología de cursos de especialización, estancias profesionales, visitas, etc.
- Alta especialización en centros de investigación o industrias especializadas, nacionales o internacionales, para participantes seleccionados de acuerdo con los resultados obtenidos en las etapas anteriores



**Síguenos: en:**



[www.cda.ipn.mx](http://www.cda.ipn.mx)



# Gracias

M. en C. Jorge Guillermo Meléndez Franco  
Subdirector de Gestión de Proyectos y Formación de Recursos

Tel: 55-5720-6000, exy. 64661

[jmelendez@ipn.mx](mailto:jmelendez@ipn.mx)

