



# Investigación en Energía Solar en la Universidad Marista de Mérida

Francisco Javier Espinosa Faller



*“Proveer energía a una población creciente y al mismo tiempo proteger al medio ambiente es uno de los grandes retos de nuestra generación”*



Image by Craig Mayhew and Robert Simmon, NASA GSFC, based on DMSP data <http://earthobservatory.nasa.gov/>

“Creemos que no será una sola fuente de energía la que logre esto, será necesario desarrollar investigación básica en un portafolio de opciones de conversión de energía”



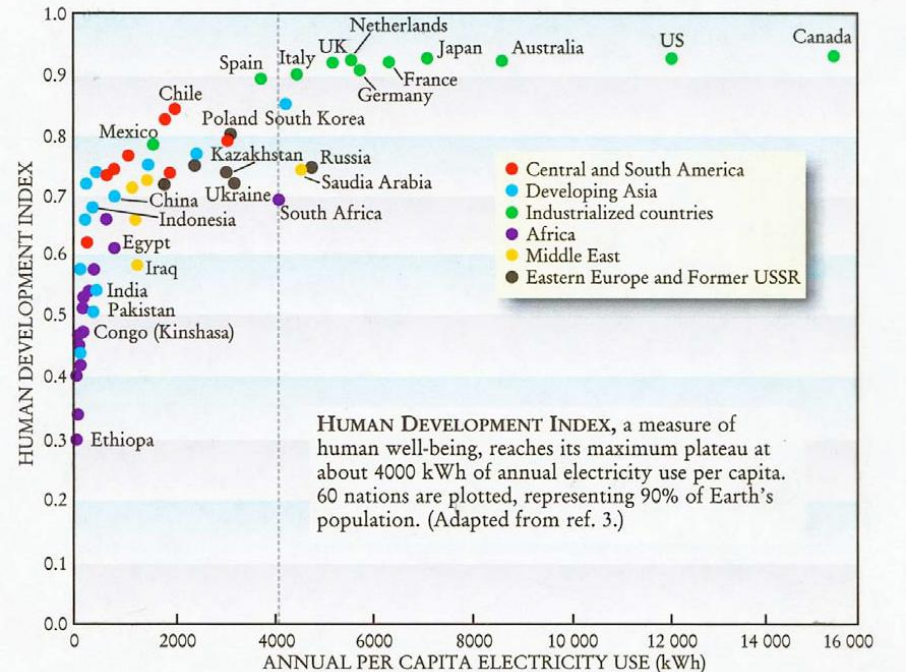
Imágenes de: [http://en.wikipedia.org/wiki/Renewable\\_energy](http://en.wikipedia.org/wiki/Renewable_energy)

# ¿Por qué en la U. Marista?

**Investigar y desarrollar tecnologías sustentables que generen desarrollo humano en nuestra región, especialmente en las comunidades más necesitadas**

La verdadera riqueza de una nación está en su gente. El objetivo básico del desarrollo es crear un ambiente propicio para que las personas disfruten de una vida prolongada, saludable y creativa. Ésta puede parecer una verdad obvia, aunque con frecuencia se olvida debido a la preocupación inmediata de acumular bienes de consumo y riqueza Financiera

Human development report 1990. UN.



# Investigación

# Objetivos

- Identificar oportunidades de investigación en tecnologías de bajo costo - y alta eficiencia - compatibles con el medio ambiente
- Realizar investigación que nos permita realizar estas tecnologías
- Compartir y llevar estas tecnologías a donde más se necesite.

# Estrategia

Combinar investigación de “alto riesgo” que potencialmente pueda producir “altos réditos” con investigación de tipo “mejora continua” que pueda hacer accesibles las tecnologías más prometedoras.

# Infraestructura

Espacio físico: Laboratorio de materiales, sensores y películas delgadas

Equipo:

- Sistema de evaporación al alto vacío
- Equipo para mediciones eléctricas
- Taller mecánico con torno, fresadora etc.
- Alianzas estratégicas: Cinvestav, CICY etc. (SIIDETERY)

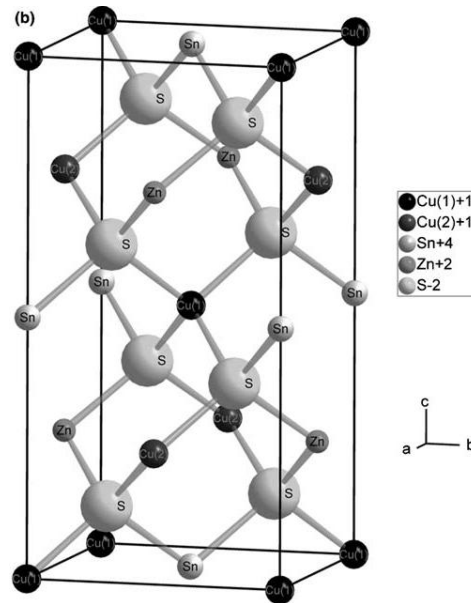


# Personal

- 1 profesor Investigador
- 1 auxiliar de investigación
- 1 técnico (Lab. de mecánica)

# Proyecto de investigación actual

## Crecimiento y caracterización del semiconductor cuaternario $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$



# Motivación

- Es un candidato para nuevas celdas solares de película delgada de bajo costo
- Contiene elementos abundantes en la corteza terrestre que evitarían el usar elementos relativamente escasos (In, Ga) o tóxicos (Se) que se usan en las celdas de  $\text{Cu(In,Ga)(S,Se)}_2$
- Es un semiconductor con propiedades adecuadas como material absorbente

Gap de 1.45 eV de banda directa

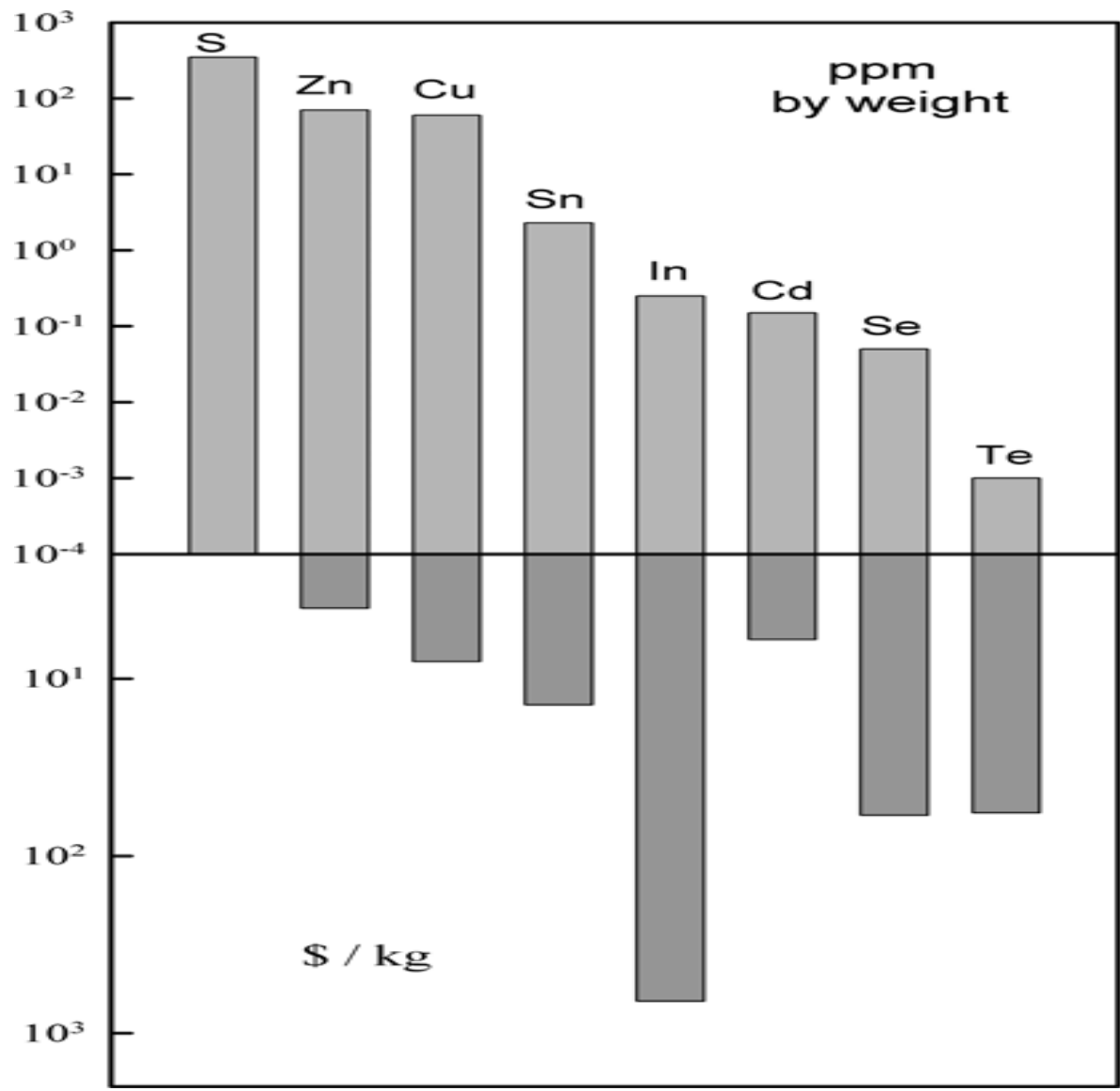
Absorción óptica  $\sim 10^4 \text{ cm}^{-1}$

Conductividad tipo-p

# Motivación ...

- Reemplazo de  $\text{CuInS}_2$  donde la mitad del In es sustituido con Zn y la otra mitad con Sn
- La eficiencia más alta alcanzada es del 6.77% para el  $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$  por lo que hay mucho margen para mejorar mediante el estudio de su relación estructura-defectos-propiedades.

# Abundancia y precios relativos de algunas de las materias primas (2007)



# Meta

Controlar la estequiometría para generar material de una sola fase con defectos reproducibles.

## Actividades futuras

Desarrollar una celda solar con base en el  $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$

# Formación de recursos humanos

Docencia

Integración de temas de energía renovable en la currícula de las licenciaturas afines

Ing. Civil: Energías renovables

Tesis relacionadas:

Sistema de control de temperatura para el crecimiento de películas delgadas al alto vacío

Luis Felipe Sabido Contreras, 2010

Crecimiento y caracterización de películas delgadas de Cr/Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,

Verónica Díaz Sosa, 2010

Automatización de un sistema de crecimiento de películas delgadas al alto vacío

Andrea Be Herrera 2010

Crecimiento y caracterización de nanopelículas de oro para su uso en biosensores

Guillermo Rendón R. 2009

**Gracias!**