



Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación
UMDI-Sisal
UNAM - Facultad de Ciencias
Sisal, Yucatán

Licenciatura



LIPC

LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y PROCESOS COSTEROS

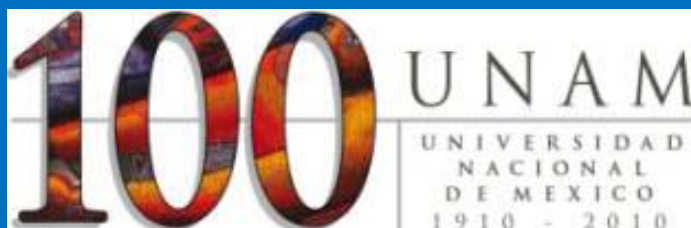


Actividades de investigación y desarrollo tecnológico en energías renovables

Energía Oceánica

Unidad Multidisciplinaria de Docencia e
Investigación

M.I. José López González



**INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM**

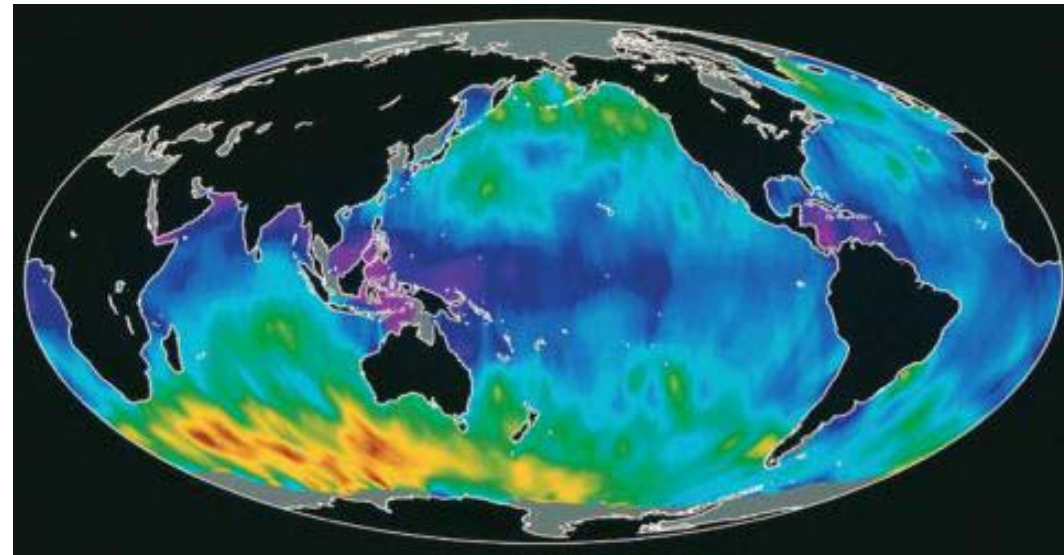
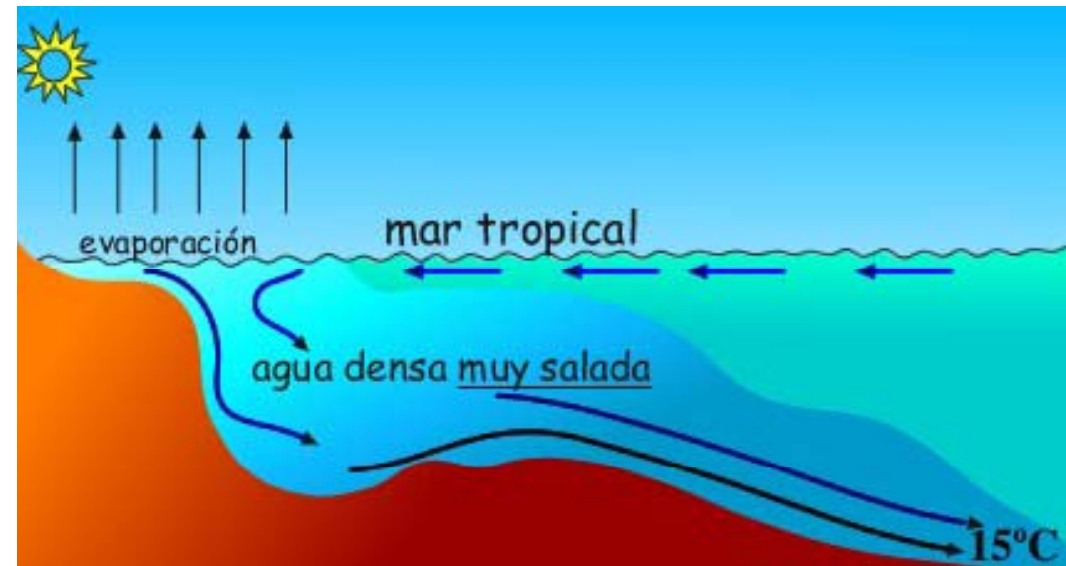
Oleaje



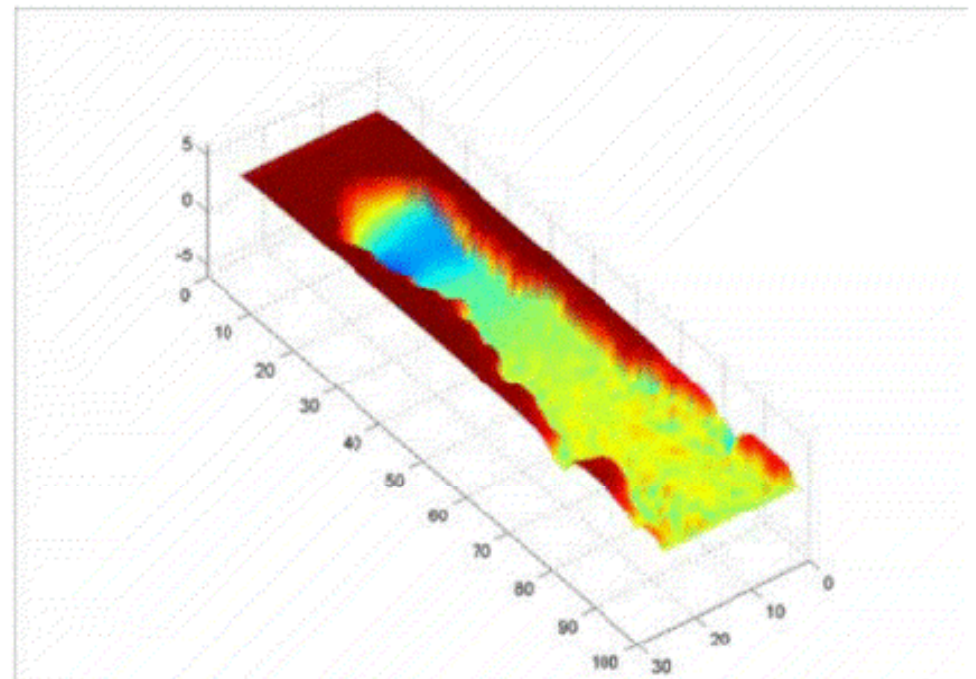
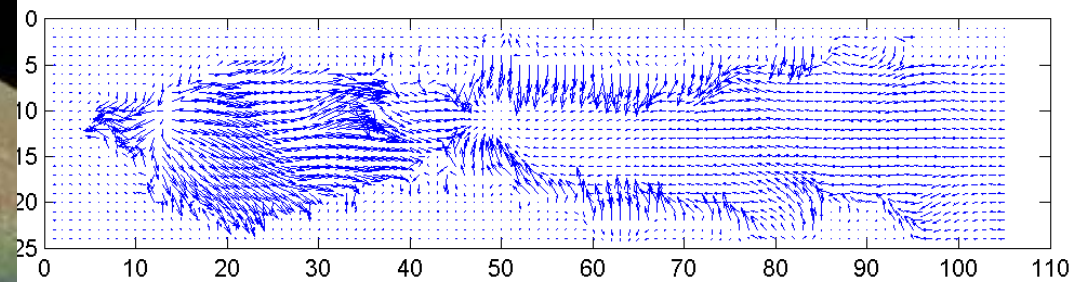
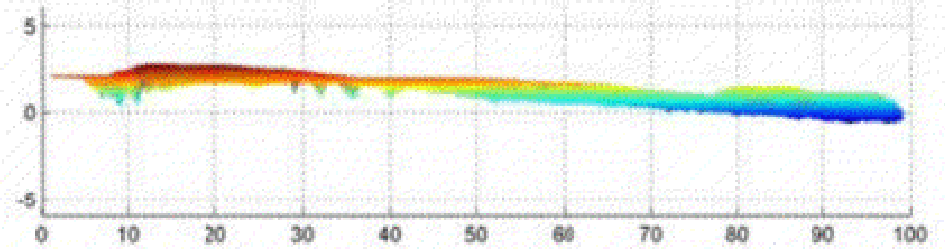
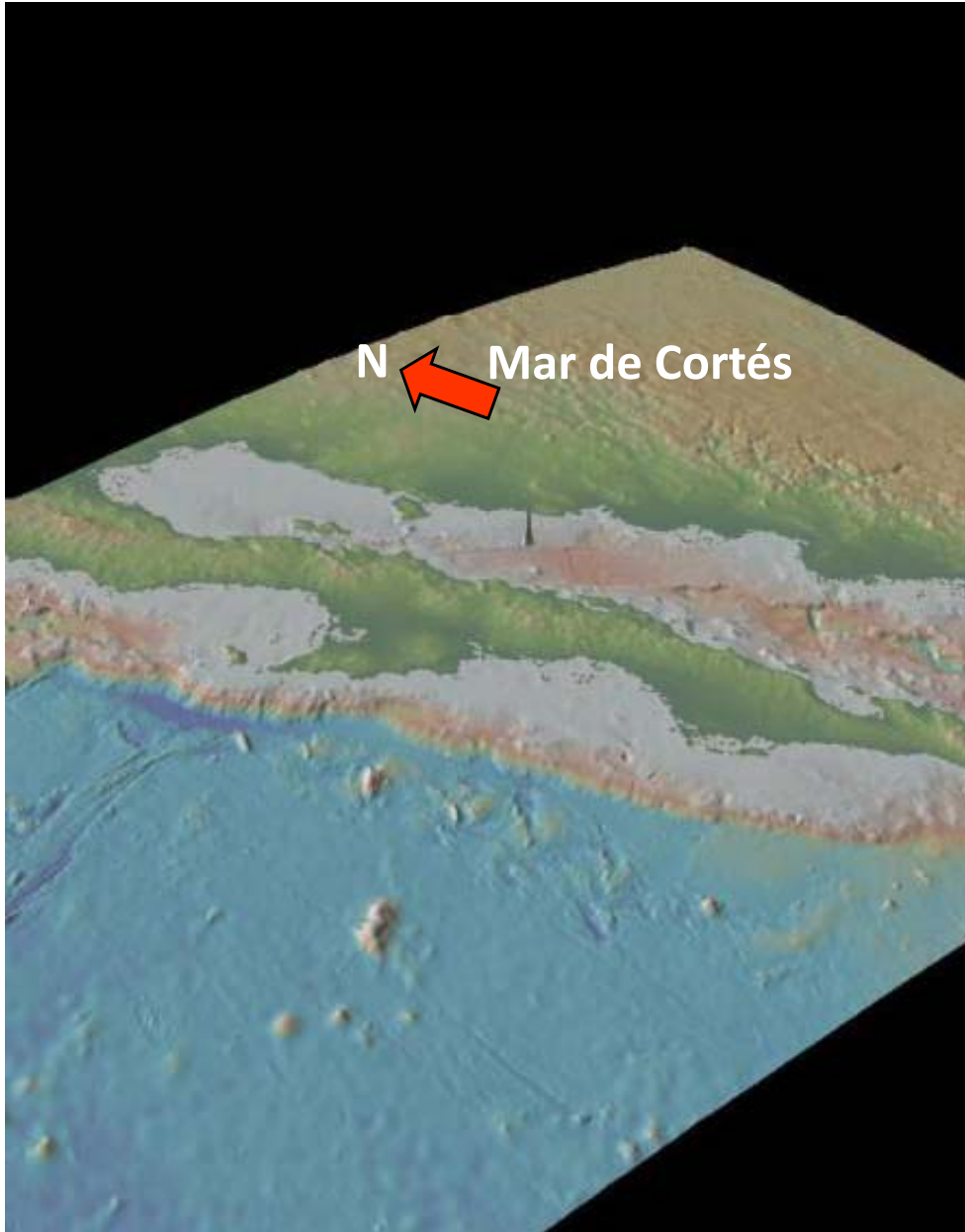
Mareas



Corrientes por gradientes térmicos y densidad



Corrientes por Marea



Viento



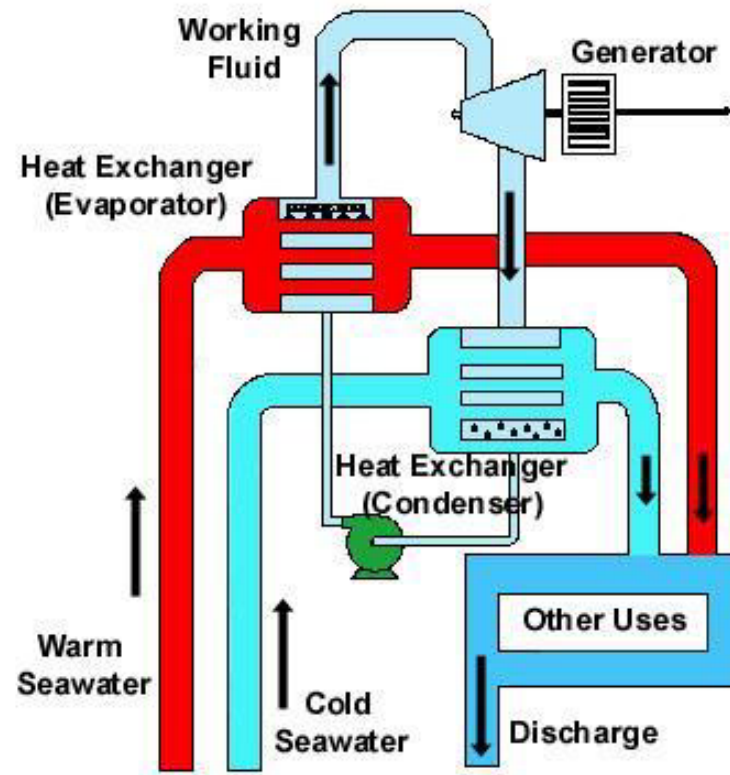
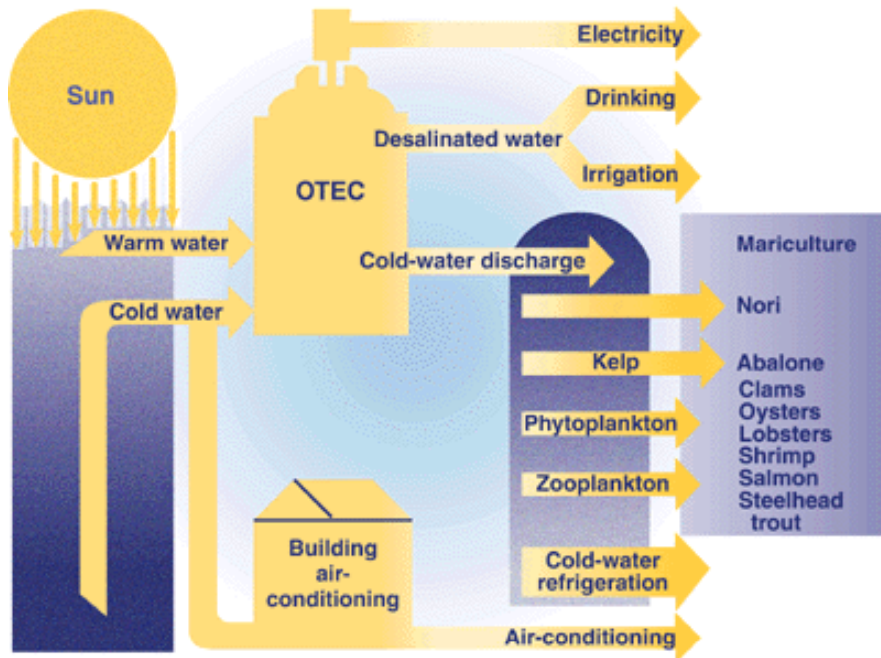
Princes Amalia-Q7, 60 Turbinas de 2 MW
situada a 23 km de la costa en una profundidad
de 19 a 24 m, **Holanda** (2008)



Thanet Offshore Wind Farm 300 MW
cuenta con 100 turbinas de 115 m, al
sureste de **Inglaterra** (2010)

Gradiente térmico

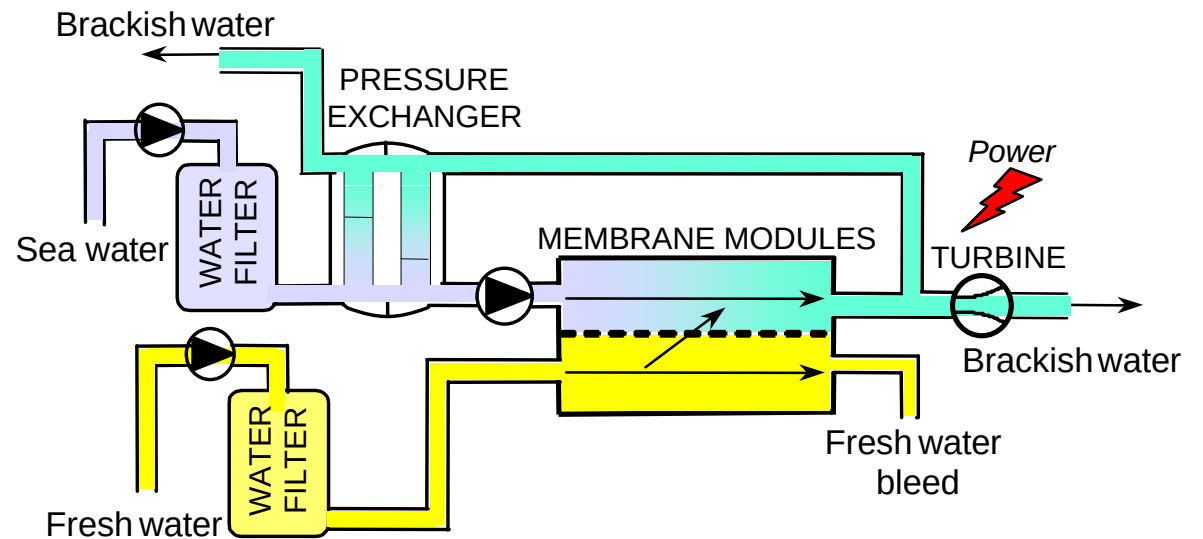
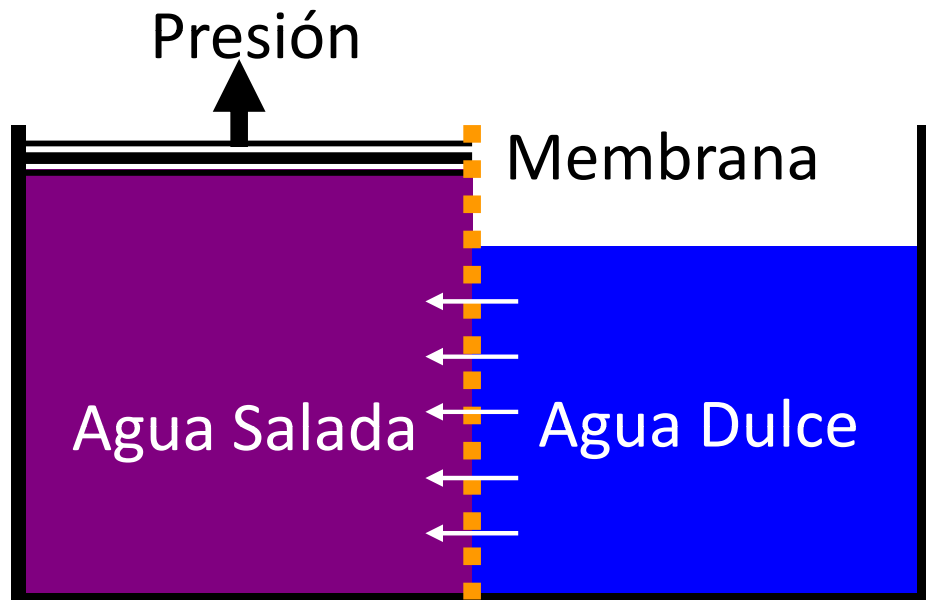
OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion)



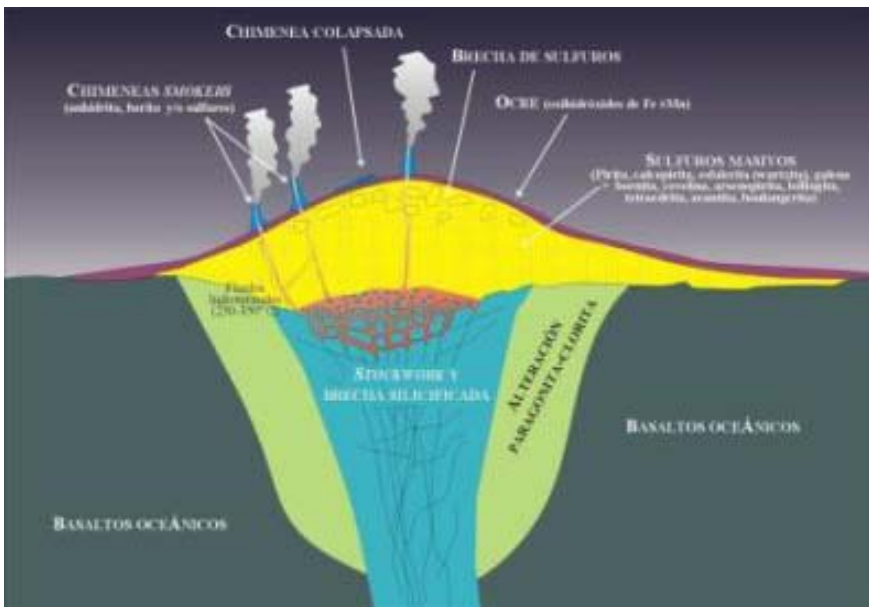
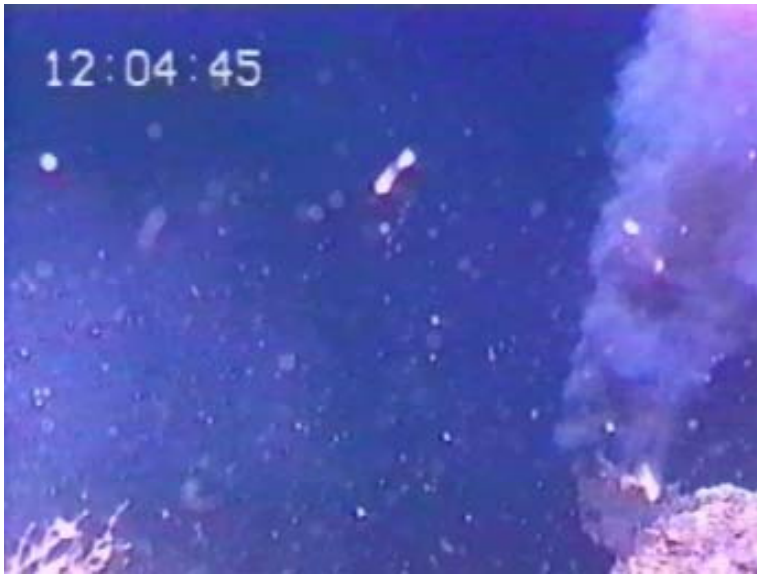
Biomasa



Gradiente salino-Osmosis



GEOTERMIA-ventilas submarinas



RECURSO

1. El litoral mexicano alcanza los 11 122 km
2. Con una superficie de 357,795 km² de plataforma continental
3. y una zona económica exclusiva de 2 millones 946,825 km²



Conocimiento de la cantidad y calidad de la energía disponible

- Mediciones
- Modelos numéricos
- Ambos

Panorama Mundial

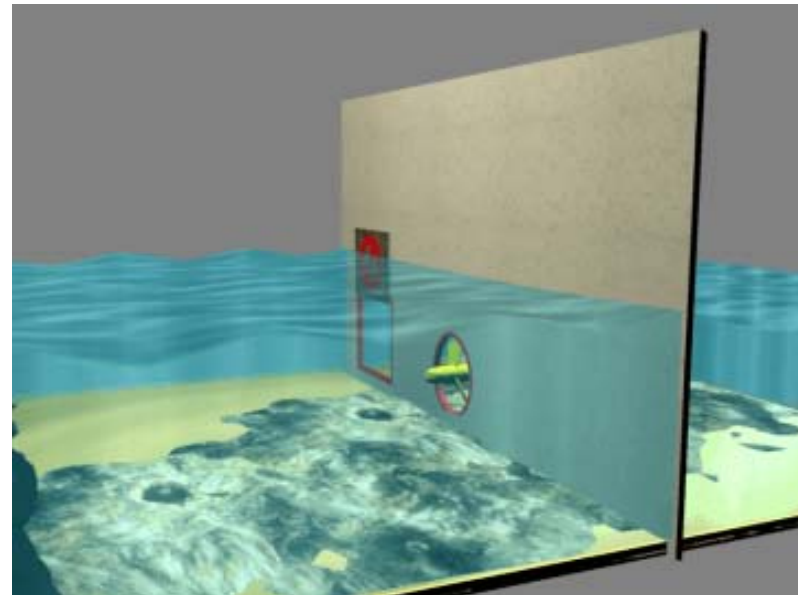
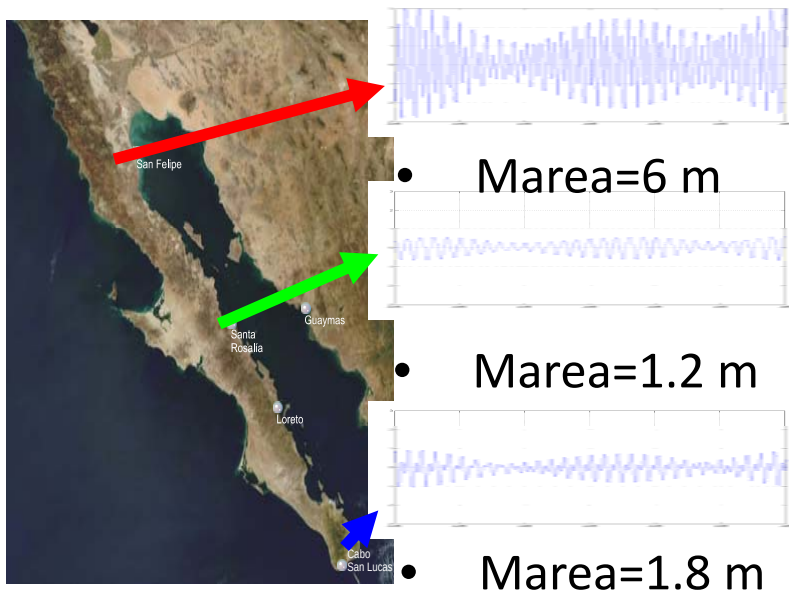
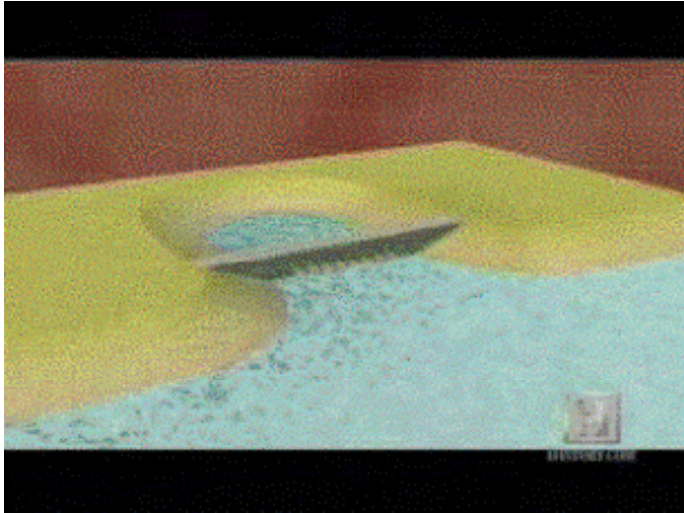
- International Energy Agency-OES (sistemas de energía oceánica)
 - Acuerdo para Implementar sistemas de energía oceánica
 - México, UNAM
 - Revisar, intercambiar, diseminar información OES
 - Desarrollar recomendaciones prácticas para probar y evaluar OES
- Políticas en energías renovables
 - UK aumentar el uso de energía eléctrica de fuentes renovables para el 2015 de 15% a 20% significa recursos gubernamentales
 - México (algunos incentivos fiscales para el uso de fuentes renovables)

Proyectos de investigación

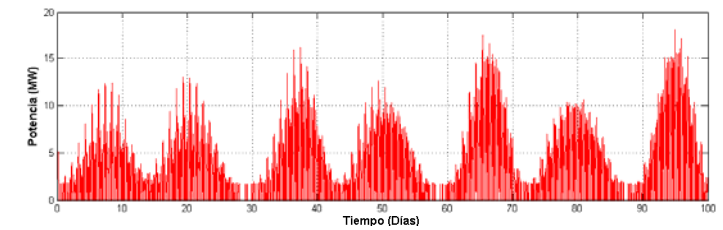
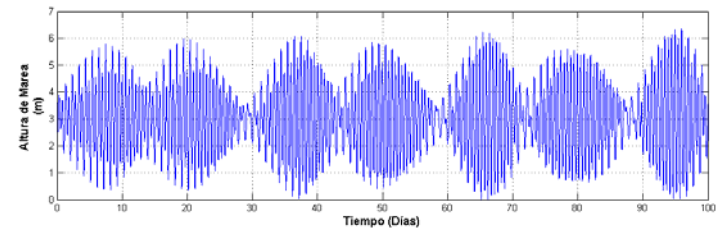
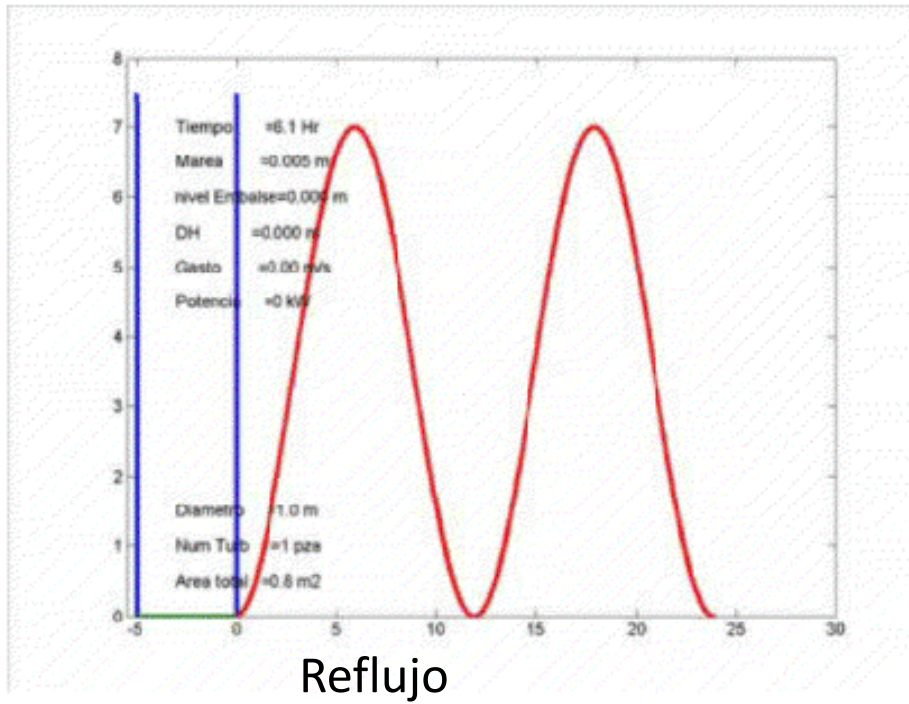
- Cuantificación del potencial de mareas en el alto golfo de california
- Desarrollo de un dispositivo para transformar la energía cinética de las corrientes marinas (Hidrogenerador IMPULSA)
- Implementación de una planta desaladora de agua de mar en el campus Sisal con energías renovables (Sol y viento)
- Caracterización de la capa limite atmosférica costera y del potencial eólico efectivo del noreste de la península de Yucatán

Cuantificación del potencial de mareas en el alto golfo de california

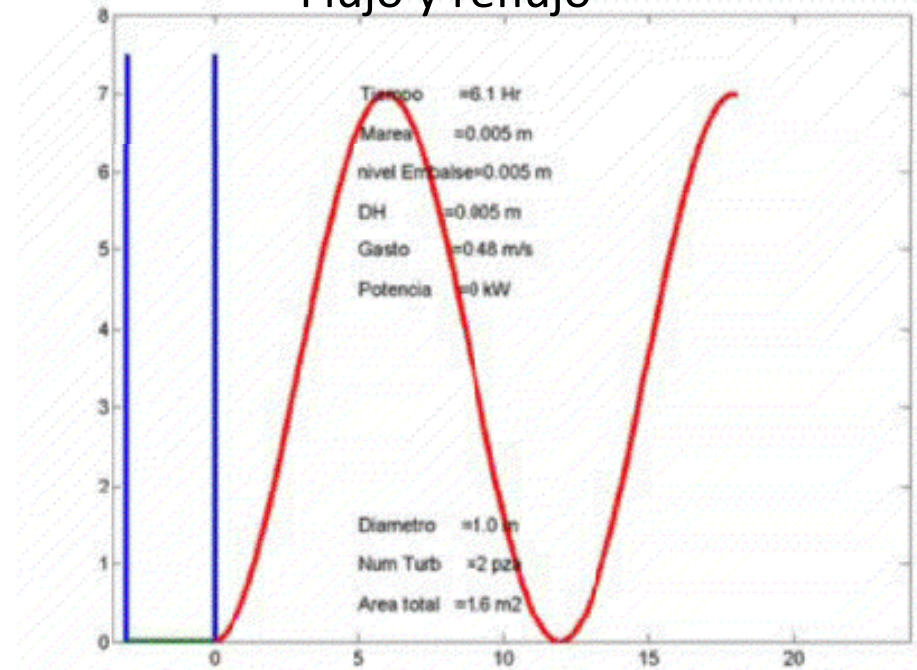
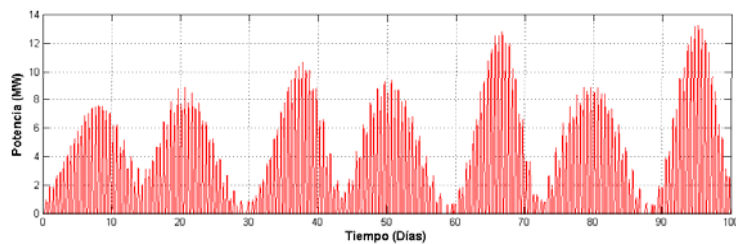
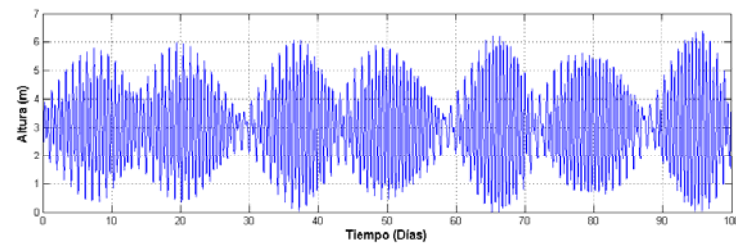
- Mareomotrices



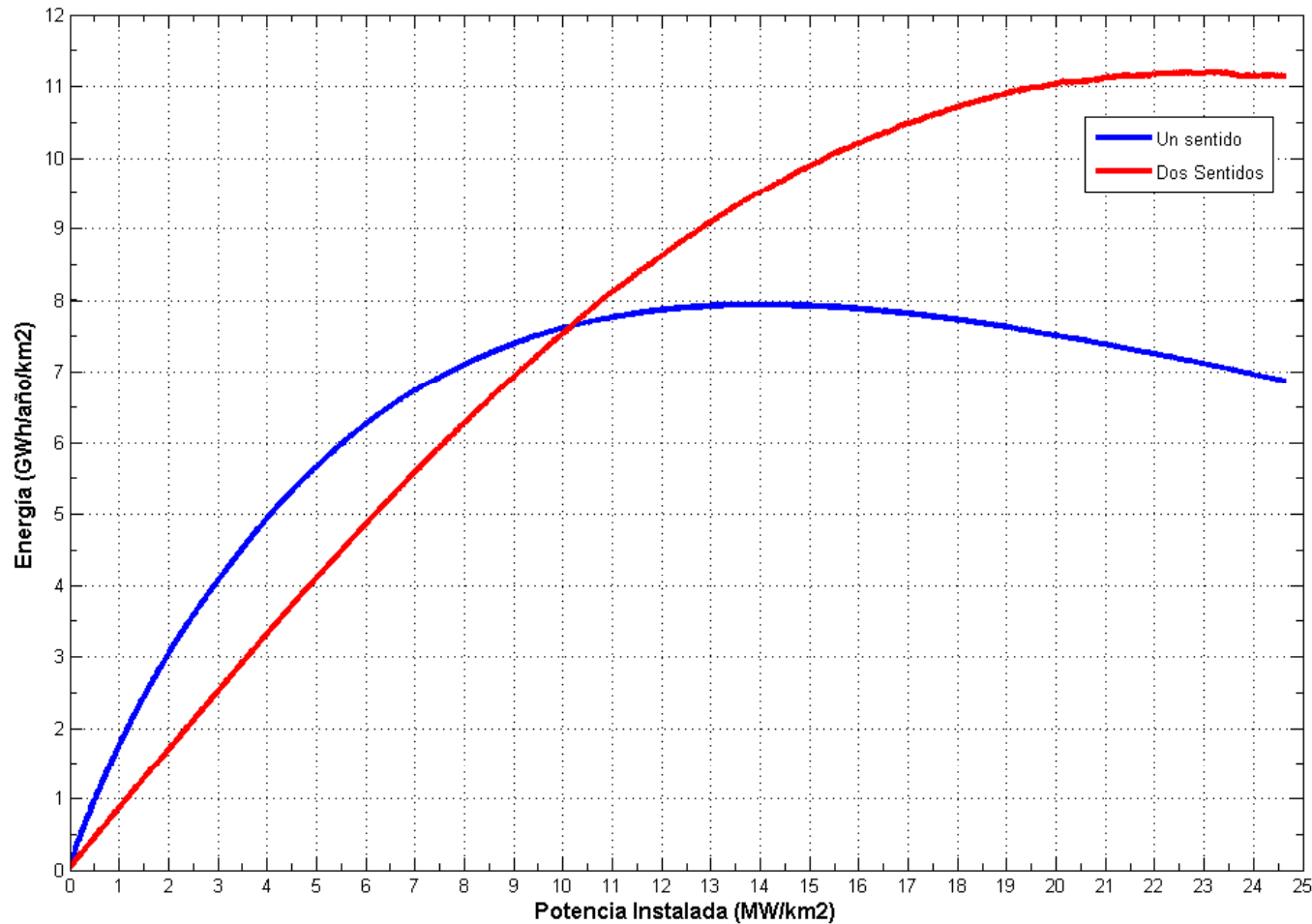
Modos de operación



Flujo y reflujo

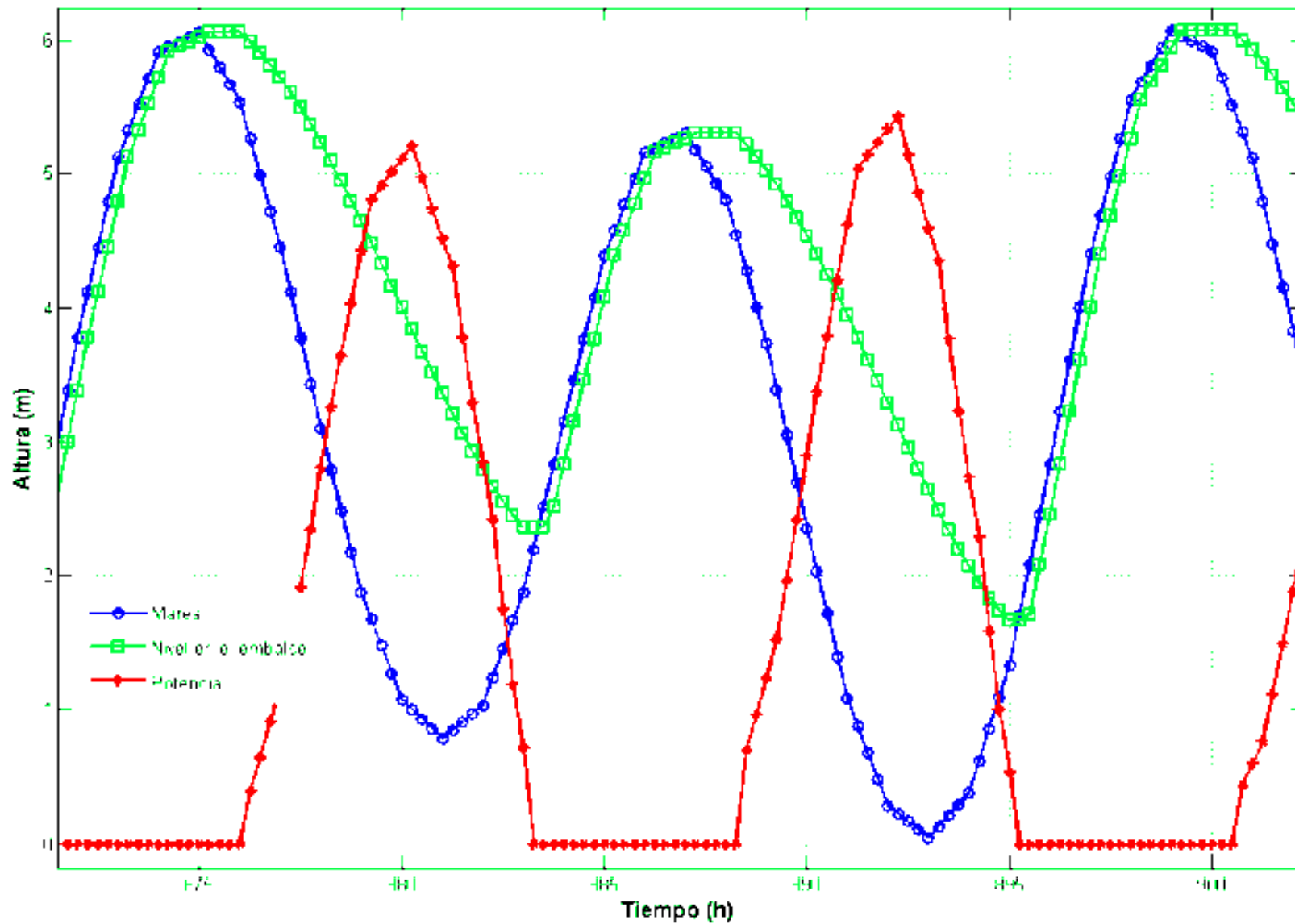


Curva potencia vs generación

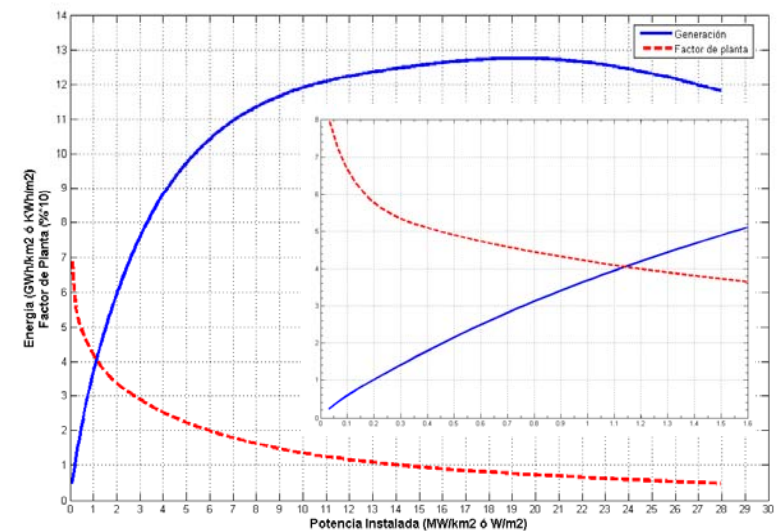
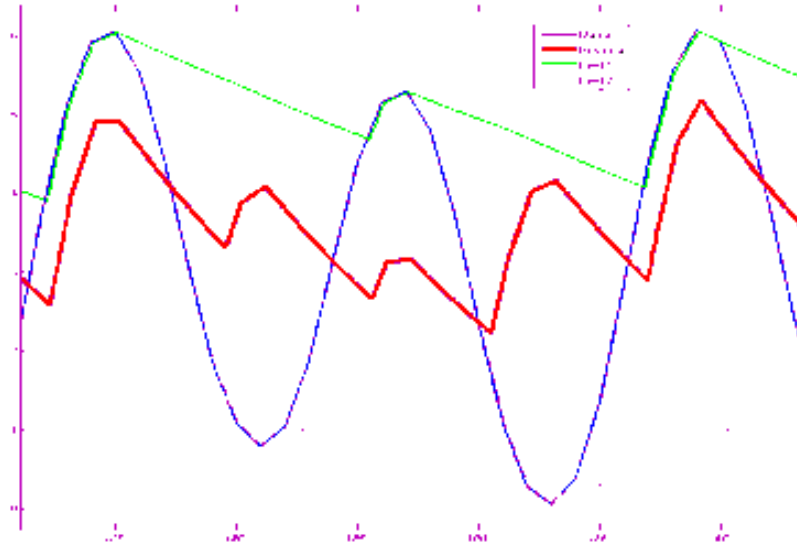
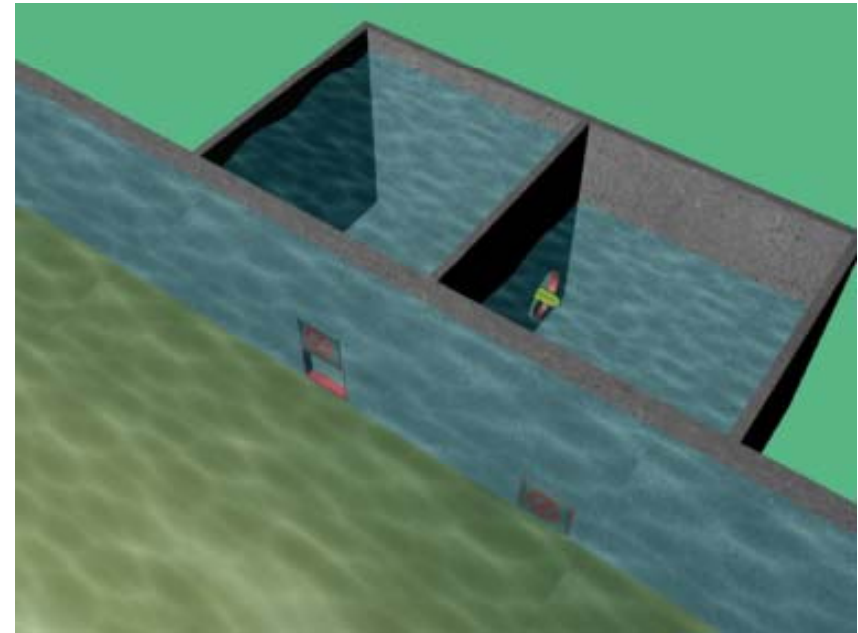
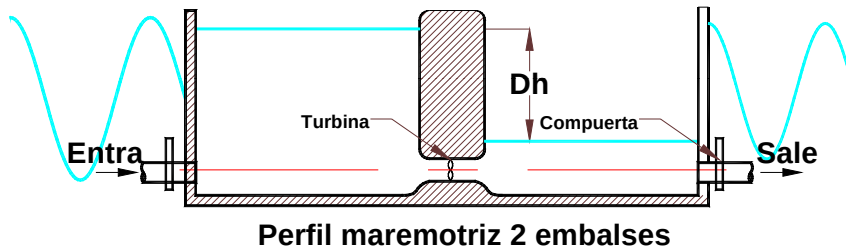
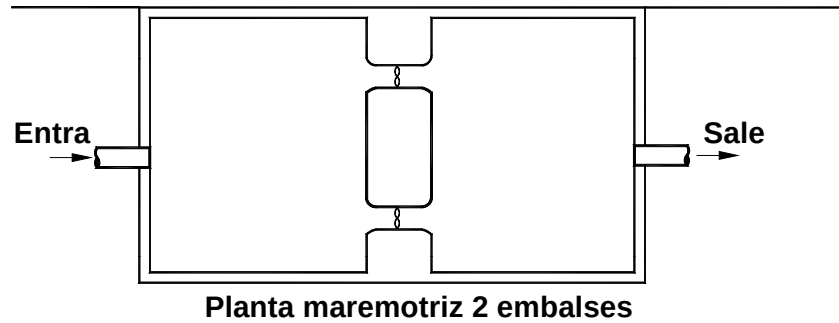


- Ejemplo (reduciendo la potencia instalada)
- Área=630 km²
- Rel pot/area máxima=6
- Pot=6x630=3780
- Gen=6.4x630=4032
- $Gen \times Ef_{turb} = 4032 \times 0.80 = 3225$
- Disminución en potencia instalada=58% (ahorro!)
- Disminución en Generación=20%

Generación con un Embalse

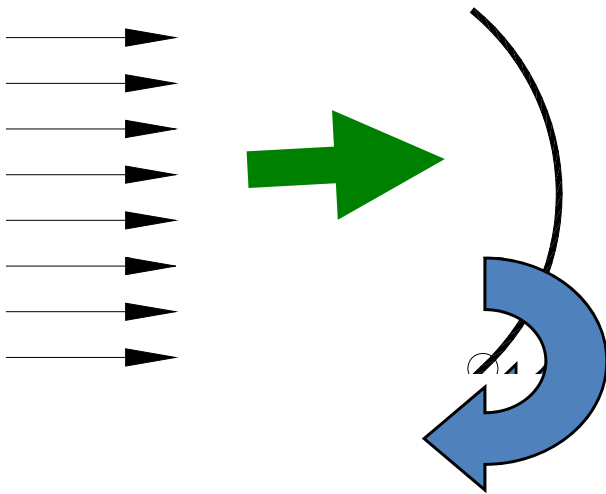


Generación con doble embalse



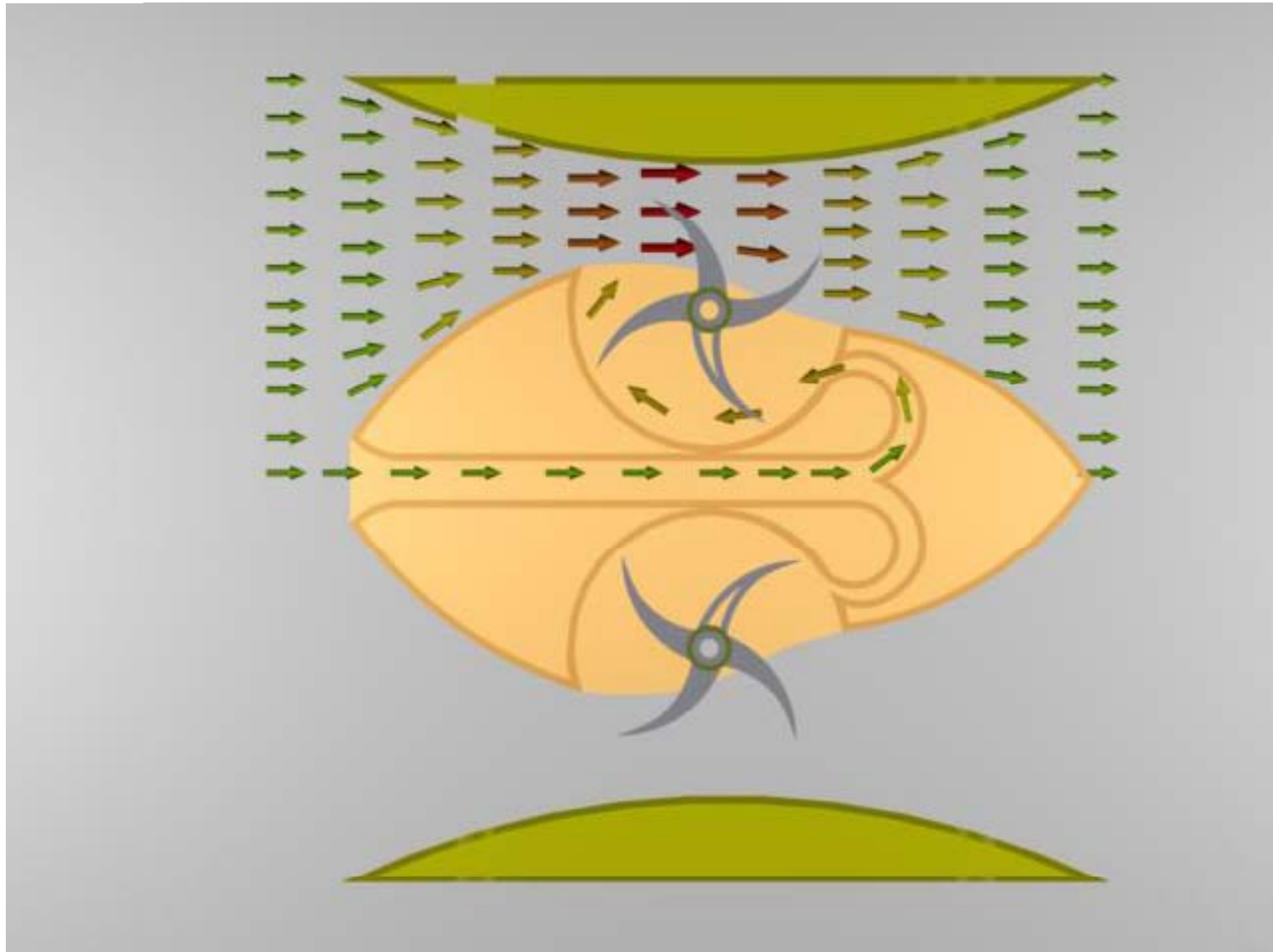
Hidrogenador IMPULSA

- Dispositivo para aprovechamiento de las corrientes marinas
- Turbina flotante de eje vertical y flujo conducido

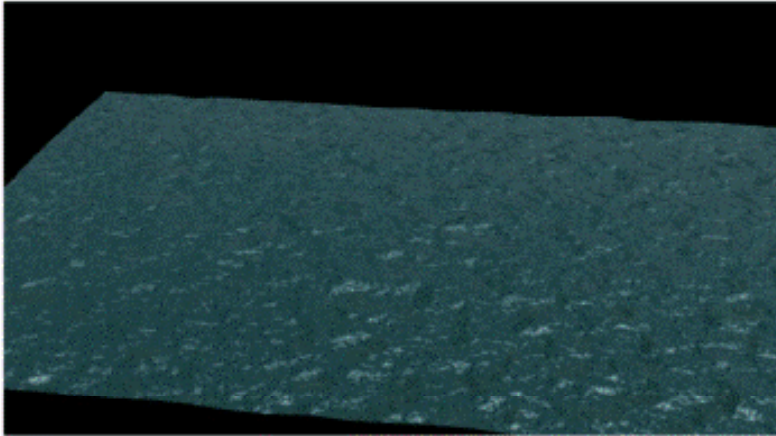


$$F_D = Cd \frac{1}{2} A \rho V^2$$

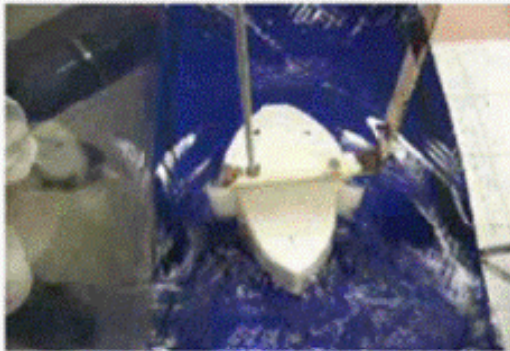
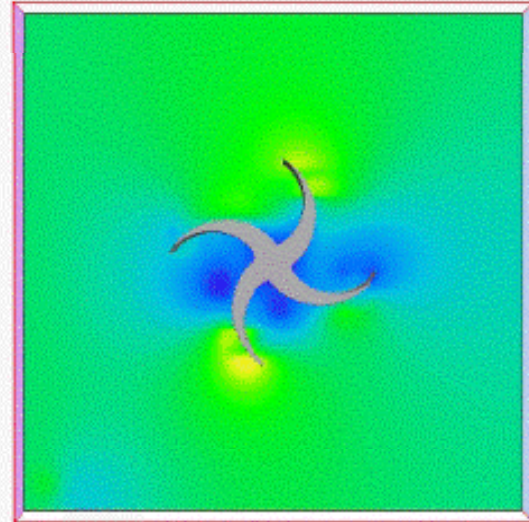
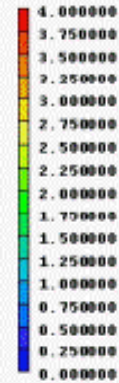
Dispositivo



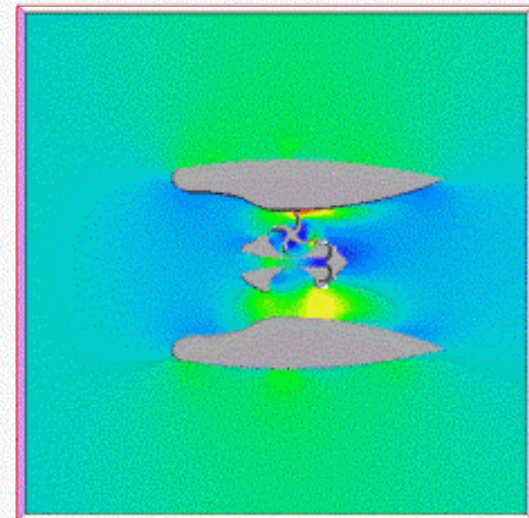
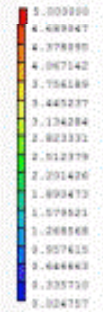
Turbina IMPULSA Investigación y Desarrollo



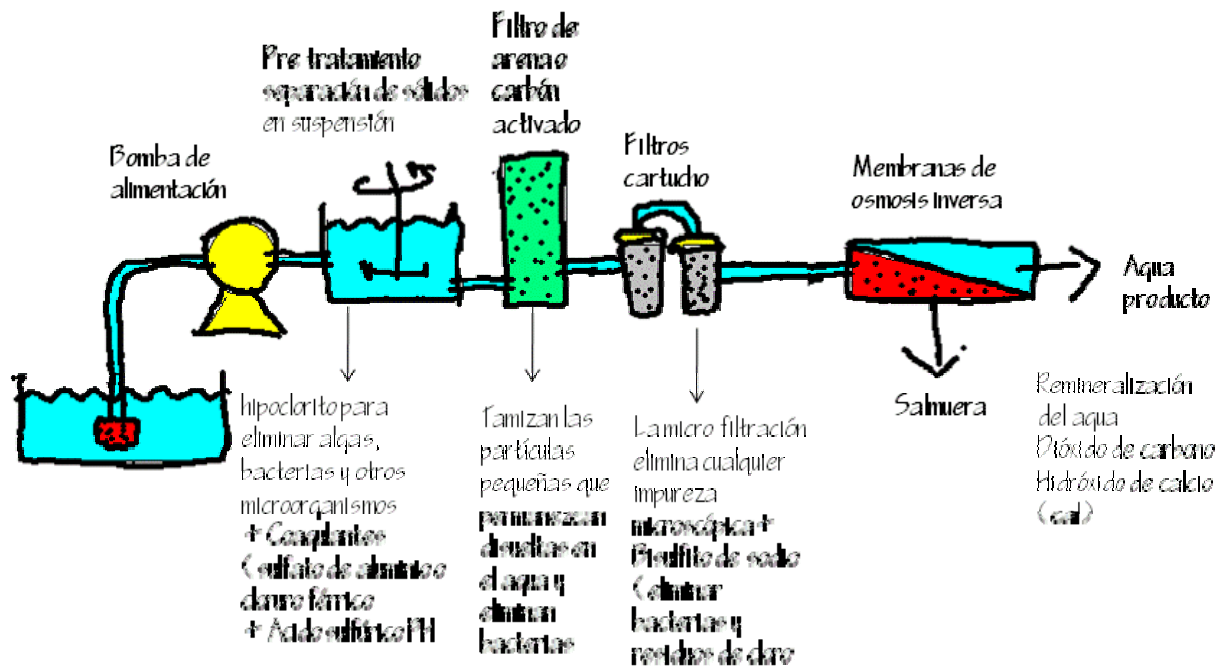
Velocity, m/s



Velocity, m/s

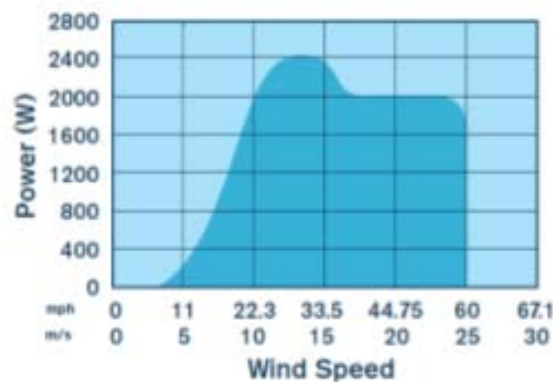


Implementación de una planta desaladora con energías renovables (Sol y viento)



- Capacidad 1000 gpd (3785 lts/día)
 - Con 8 hrs diarias → 1261 lts/día (37830 lts/mes)
- Dimensiones 3x6.5 m
- Bomba principal 3HP=2236 W
- Bomba de alimentación 0.75 HP=559 W
- 2 Bombas auxiliares 0.5 HP=745 W
- **Total de potencia 3550 W**

Aerogenerador Skystream 3.7 marino

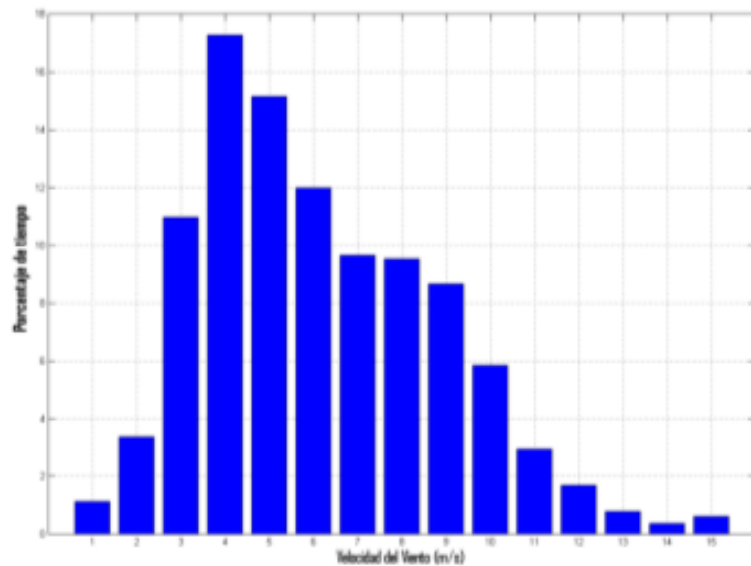
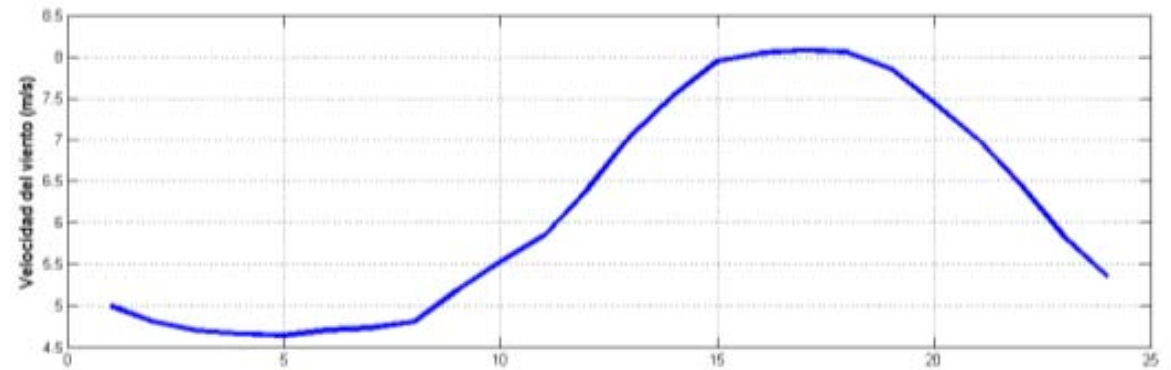
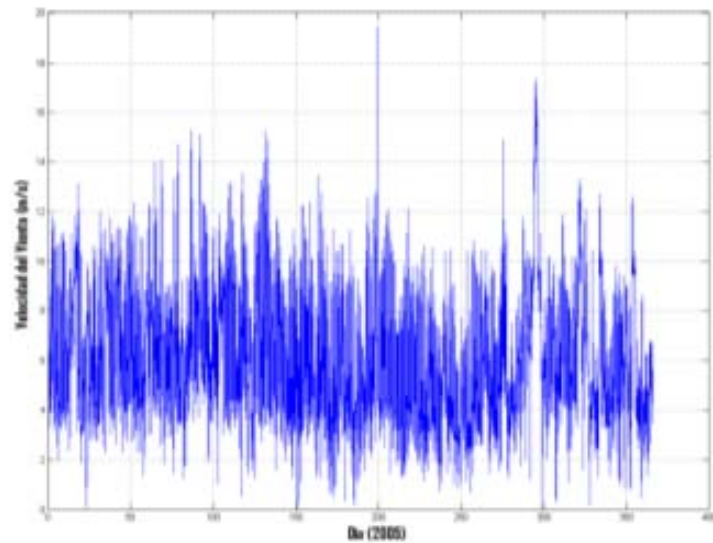


Rated Capacity	2.4 kW
Rotor Diameter	12 ft (3.72 m)
Weight	170 lb (77 kg)
Swept Area	115.7 ft ² (10.87 m ²)
Type	Downwind rotor with stall regulation control
Direction of Rotation	Clockwise looking upwind
Blades	(3) Fiberglass reinforced composite
Rated Speed	50 - 330 rpm
Maximum Tip Speed	216.5 ft/s (66 m/s)
Alternator	Slotless permanent magnet brushless
Yaw Control	Passive
Grid Feeding	120/240 VAC Split 1 Ph, 60 Hz 120/208 VAC 3 Ph compatible, 60 Hz (Check with dealer for other configurations)
Battery Charging	Battery Charge Controller kit available for battery charging systems
Braking System	Electronic stall regulation with redundant relay switch control
Cut-in Wind Speed	8 mph (3.5 m/s)
Rated Wind Speed	29 mph (13 m/s)
User Monitoring	Wireless 2-way interface
Survival Wind Speed	140 mph (63 m/s)
Warranty	5 year limited warranty

Costo aerogenerador	79,000
Poste	36,000
Total	115,000



Velocidades de viento en Sisal

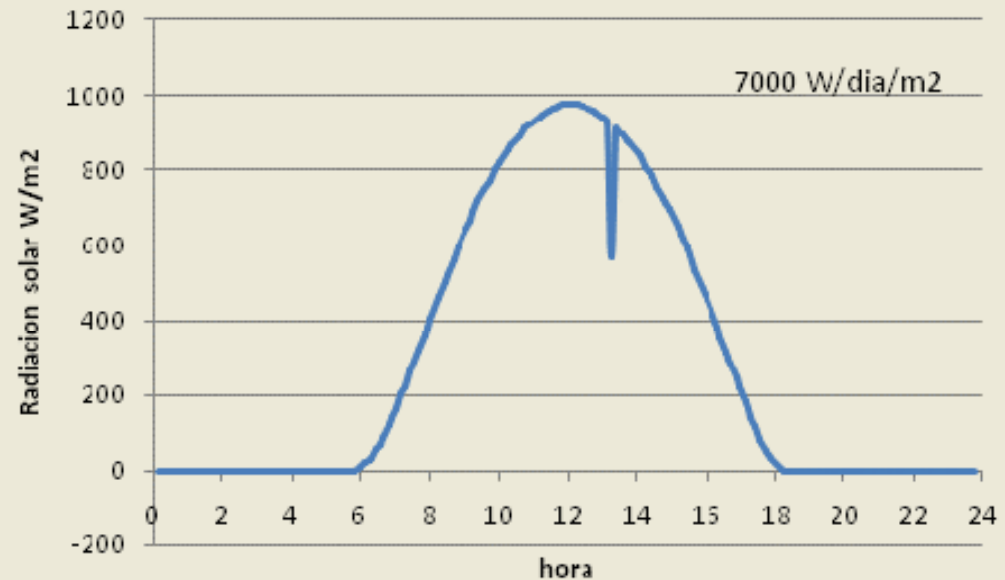
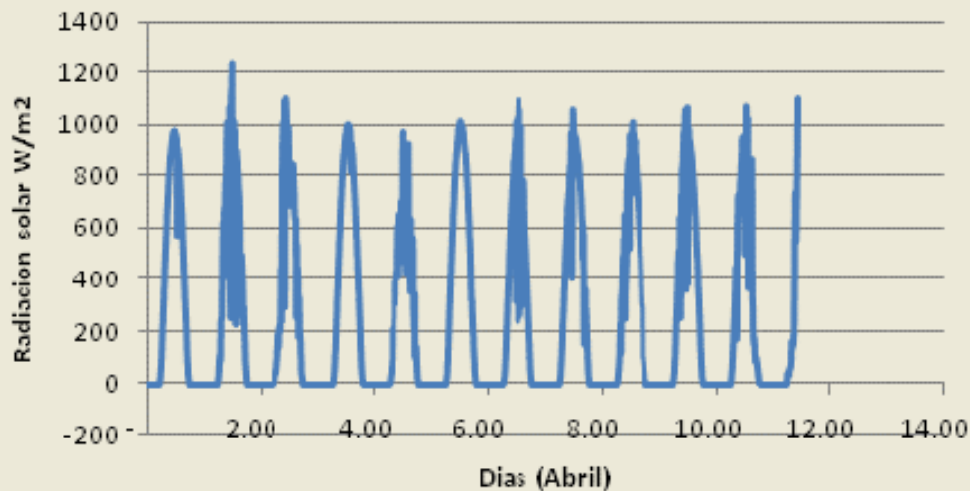


<https://www.wunderground.com/>

Paneles Solares

Insolación: Densidad de potencia solar W/m², 100% de insolación=1000 W/m²

Insolacion



- Aerogenerador de 2.4 kW 13.51 KW
- 8 paneles solares 195 watts 7.84 KW
- Total 21.35 KW
- Desalación durante 6.0 hr 946 lts/6hr
- Cantidad de baterías
 - Baterías marinas LTH 12v 92AH
 - $3500\text{ W}=12\times\text{A} \rightarrow \text{A}=3500/12=295\text{ A}$
 - Aproximadamente 3 baterías/hora $\rightarrow$ 18-20 unidades

- Investigación aplicada (Desalación de agua de mar con energías renovables)
 - Monitoreo a distancia del proceso
 - Automatización de la planta
 - Desinfección con ozono (eliminando el cloro, se cuenta con el dispositivo)
 - Recolección de datos de generación y viento para futuras líneas de investigación

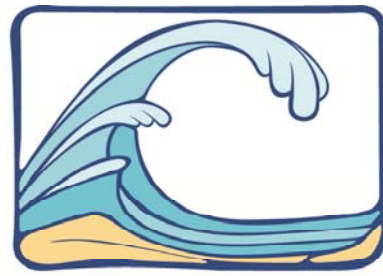
Caracterización de la capa límite atmosférica costera y del potencial eólico efectivo



Equipo de medición de parámetros meteorológicos con anemómetros sónicos (5 a cada 10 m)



Globo cautivo para la medición de variables meteorológicas



LIPC

LABORATORIO DE INGENIERÍA
Y PROCESOS COSTEROS



Gracias