



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



Aportes del CELEQ en las transformaciones de la energía química en fuentes renovables y limpias a través de la investigación científica

Dra. Ana Lorena Alvarado Gámez
Centro de Electroquímica y Energía
Química, CELEQ

- 
- ✓ Preocupación por el sector energético desde sus inicios en 1978
 - ✓ Apoyo a los productores agroindustriales
 - ✓ Estudios de factibilidad al ICE, ARESEP
 - ✓ Apoyo en creación de leyes y reglamentos del sector energético
 - ✓ Desarrollo de tesis: Licenciatura, Maestría, Doctorado
 - ✓ Evaluación de la calidad de combustibles y suministro eléctrico, energías renovables

Desarrollos agroindustriales de minidestilerías de alcohol, para la sustitución del petróleo y sus derivados 1979-

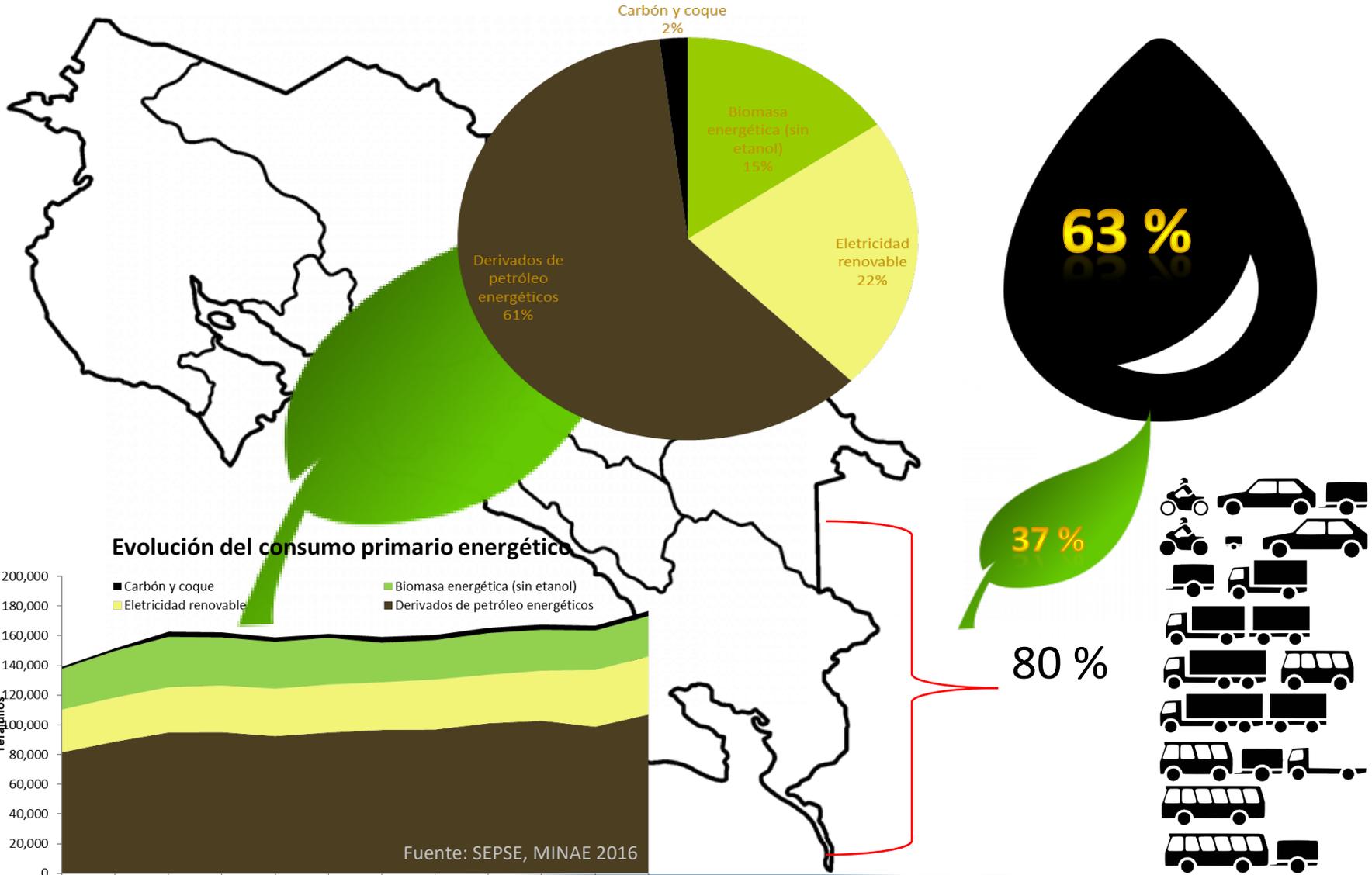
1984

- Planta piloto en los terrenos de la Ciudad de la Investigación,
- Producción entre 50-75 L de etanol por ton. métrica de caña.
- Procesos de molienda, extracción y fermentación 80-90 L/tm,
- Eficiencia de motores en mezclas de gasohol.

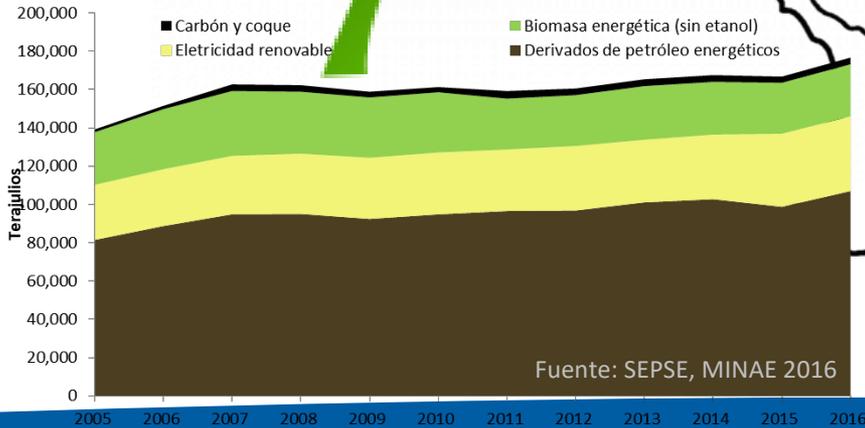


Estudio de carbón mineral en Costa Rica, zona de Zent.

Estructura del consumo primario I 2016



Evolución del consumo primario energético



Especificaciones para los combustibles

- **Decretos**

- Decreto Ejecutivo N° 38669 COMEX-MINAE.MEIC, RTCA 75.02.17:13 Productos de Petróleo Aceite Combustible Diésel. Especificaciones.
- Decreto Ejecutivo N° 33428 COMEX-MINAE.MEIC, RTCA 75.01.19:06 Productos de Petróleo Gasolina Regular. Especificaciones.
- Decreto Ejecutivo N° 32812 COMEX-MINAE.MEIC, RTCA 75.01.20:04 Productos de Petróleo Gasolina Superior. Especificaciones.
- Directriz N°56-MINAE Parámetros de calidad para combustibles derivados del petróleo

- **Normas Técnicas:**

- INTE E1:2016 Combustibles. Gasolinas RON 91, RON 95 y sus mezclas con etanol carburante anhidro desnaturalizado. Especificaciones.
- INTE E3:2017 Combustibles. Diésel y sus mezclas con biodiesel. Especificaciones.

Proyectos de Vinculación con el sector externo

1. **Etilmercaptano** (odorizante) *código FUNDEVI 1799*: contratación directa no. 2014CD-000038-ARESEP, bajo la orden de compra número 7900-2014.

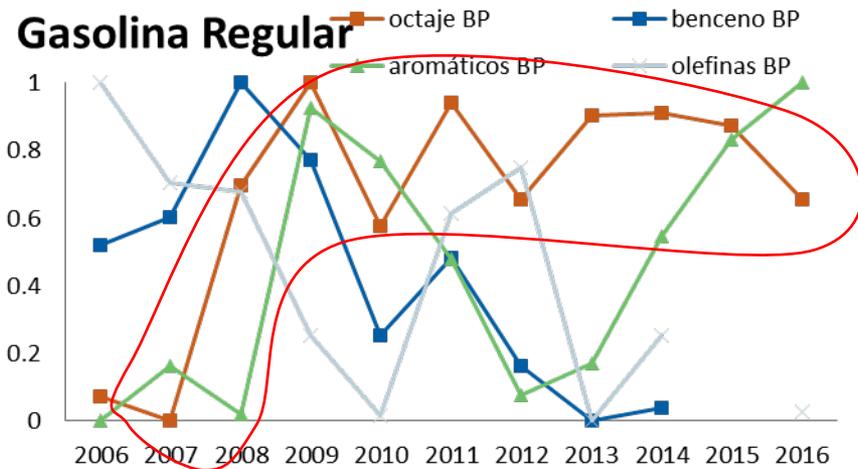
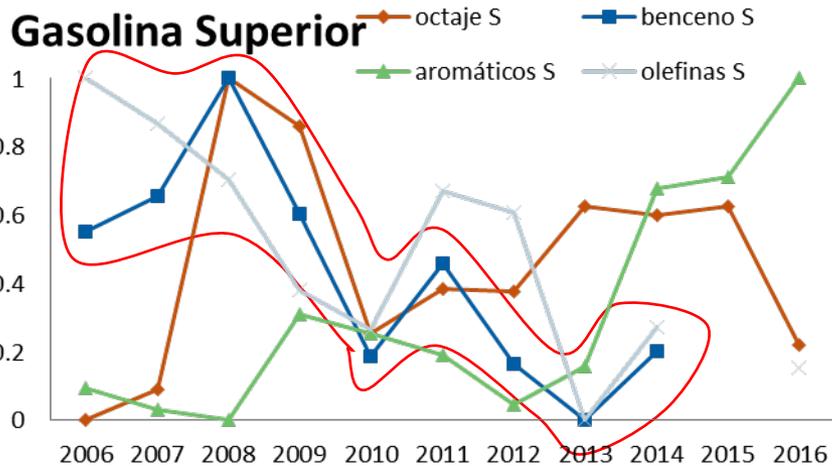
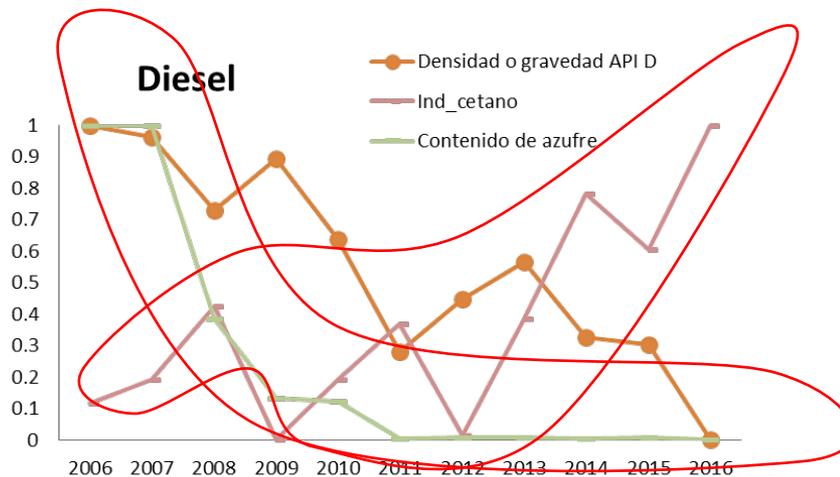
1. **Cadena de valor de los combustibles que comercializa RECOPE FUNDEVI 3009**

2. **Planteles de recope**, *código FUNDEVI 1799, código UCR 804-A6-810* : contrato no. 002-ARESEP-2016, las verificaciones de la calidad de los hidrocarburos que se comercializan en los planteles de distribución del país (recope) ...aeropuertos.

3. **Plantas envasadoras de GLP**, *código FUNDEVI 2678-03, código UCR 804-bB2-804*: “convenio de cooperación interinstitucional... para verificar la calidad del servicio prestado por las plantas envasadoras de gas licuado de petróleo (GLP) del país”.

4. **Estaciones de servicio**, *código FUNDEVI 1056, código ucr 804-B5-803*: contrato 001-aresep-2016, *addendum al convenio de cooperación interinstitucionalLa verificación de la calidad y cantidad de los hidrocarburos derivados de petróleo que se expenden en las estaciones de servicio del país.*

Evolución de la calidad de los Combustibles



UNIDAD VERIFICADORA DE LA CALIDAD DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO UVECASE



EIE

Escuela de
Ingeniería Eléctrica

El convenio firmado entre la UCR y ARESEP: el objetivo del proyecto es la medición, registro y análisis de parámetros de calidad del suministro eléctrico nacional, para examinar la calidad de la energía que brindan las empresas distribuidoras de electricidad a sus abonados y usuarios de todo el territorio nacional.

Empresa Distribuidora	Mediciones realizadas
ICE	510
CNFL	187
ESPH	43
JASEC	54
COOPEGUANACASTE R.L	192
COOPELESCA R.L	65
COOPESANTOS R.L	37
COOPEALFARO RUIZ R.L	2
Total General	1090

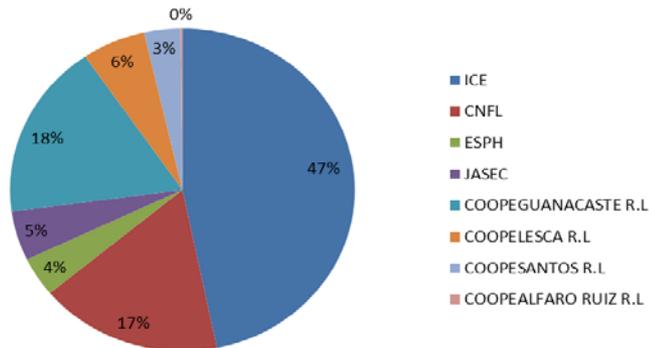
UNIDAD VERIFICADORA DE LA CALIDAD DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO UVECASE



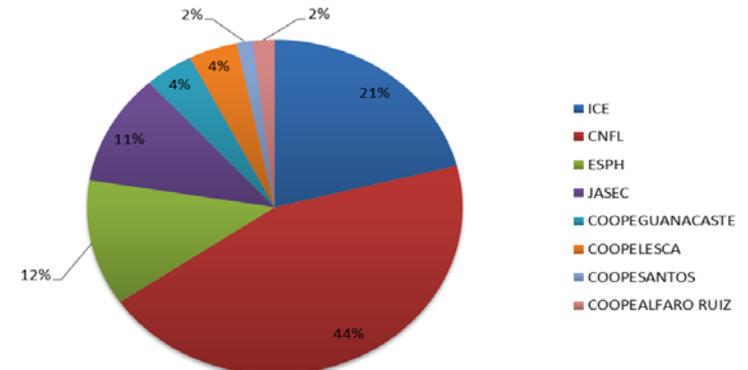
EIE

Escuela de Ingeniería Eléctrica

Distribución de mediciones monofásicas realizadas por empresa distribuidora

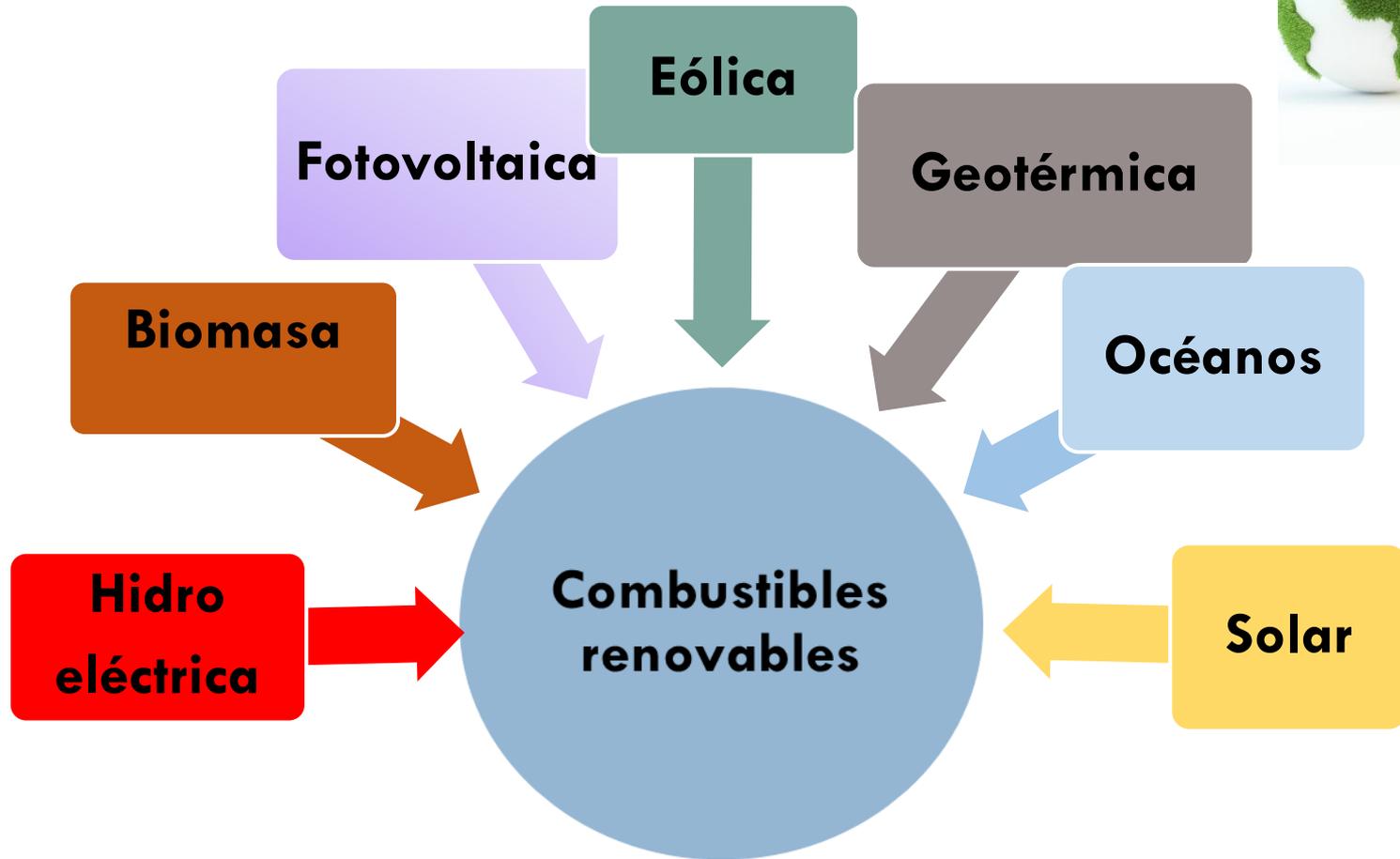


Distribución de mediciones trifásicas realizadas en cada empresa distribuidora



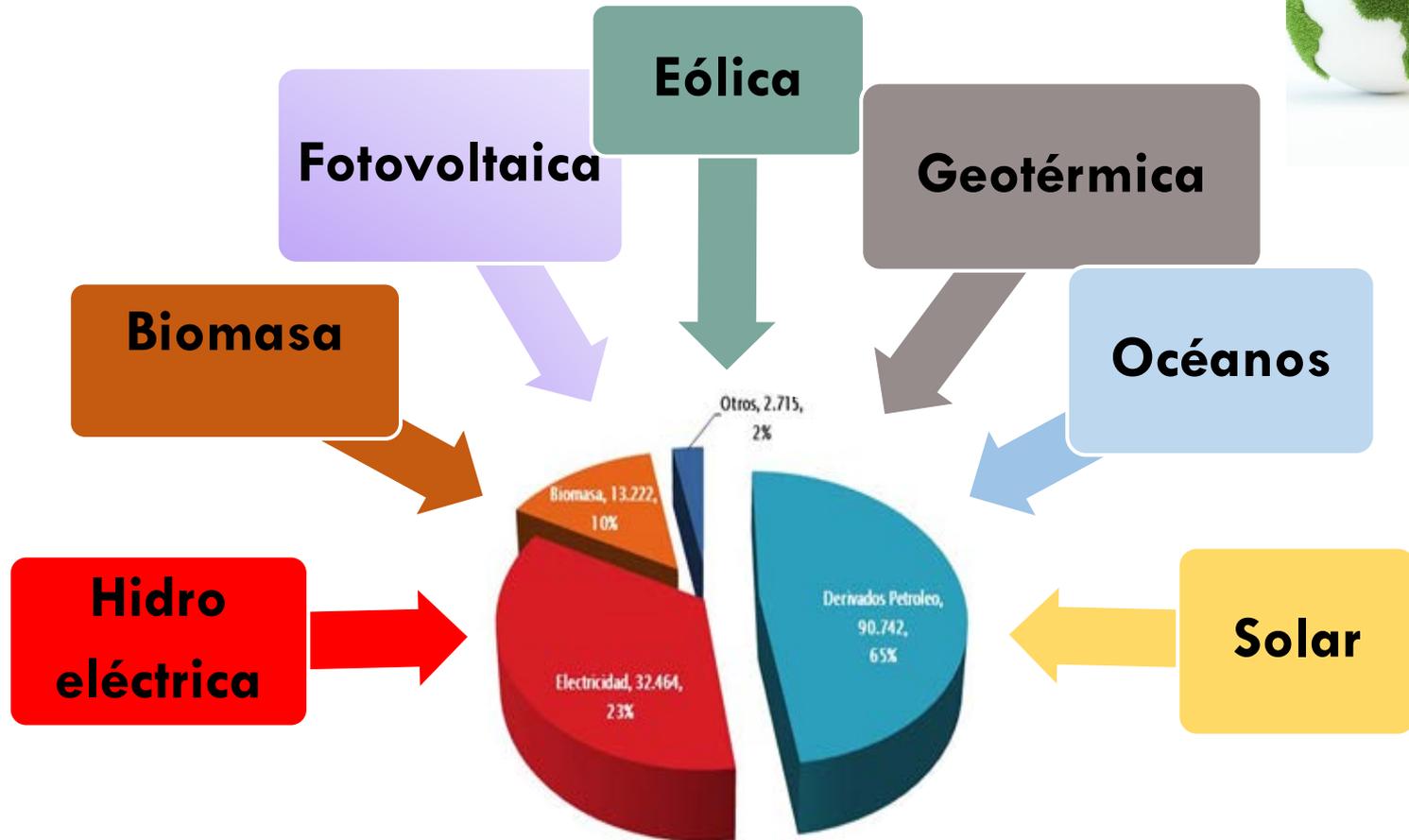


Energías renovables como fuente de generación

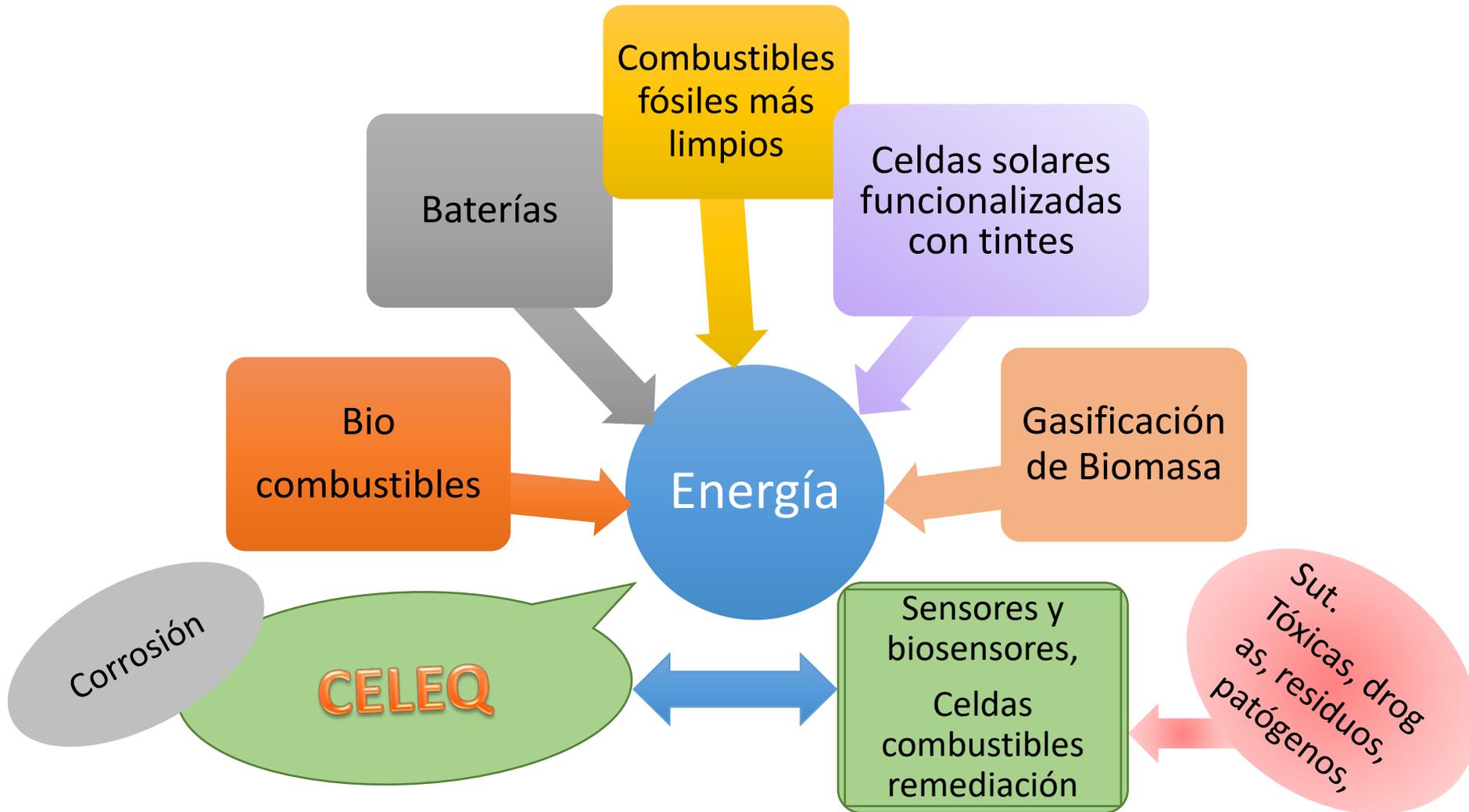




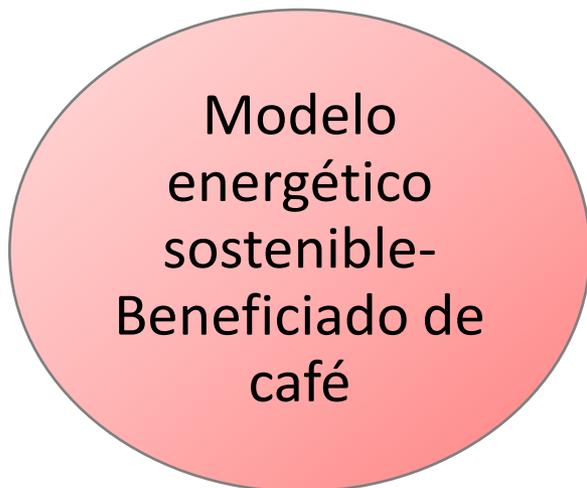
Energías renovables como fuente de generación



Proyectos de investigación en energías renovables



PROYECTO ECPA



Componente Técnica

- Generación electricidad FV, microeólico
- Eficiencia secado de grano (comparación de prototipos FV)

Marco Regulatorio

- Análisis transaccional de la generación distribuida
- Foro intersectorial de análisis
- Propuesta de modificación de instrumentos legales

Sensibilización Social

Plan de Medios (programar publicaciones digitales, medios masivos, Foro, Manual ...)

Manejo de la comunicación desde componente del proyecto (entrevistas, inf..)

Capacidades de los comunicadores (taller periodistas)

AGRADECEMOS AL DEPARTAMENTO DE ESTADO DE LOS ESTADOS UNIDOS

Sistema fotovoltaico en la producción de café

- 15 kW-60 paneles solares conectados a red con 3 inversores instalados por Purasol S.A.
- Coopetarrazú, San Marcos de Tarrazú.

Generación Fotovoltaica



Generación microeólica

Una turbina microeólica de 3kWp
Microbeneficio
Undecaf, San Isidro de León Cortés



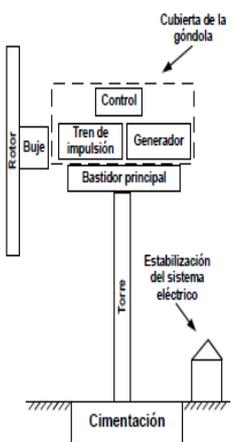
Generación Fotovoltaica de electricidad



Se produjo 1.26 MWh **más** (4.3% más) que lo proyectado teóricamente en la producción de energía eléctrica utilizando sistema PV en el caso de estudio.



Generación microeólica



Secador solar de café Costa Rica



Se lograron eficiencias de secado de 80 % y 76 % para el secador tico y secador canadiense respectivamente. Los que representa diferencias respecto al secador de convección natural tico de hasta 62 %.

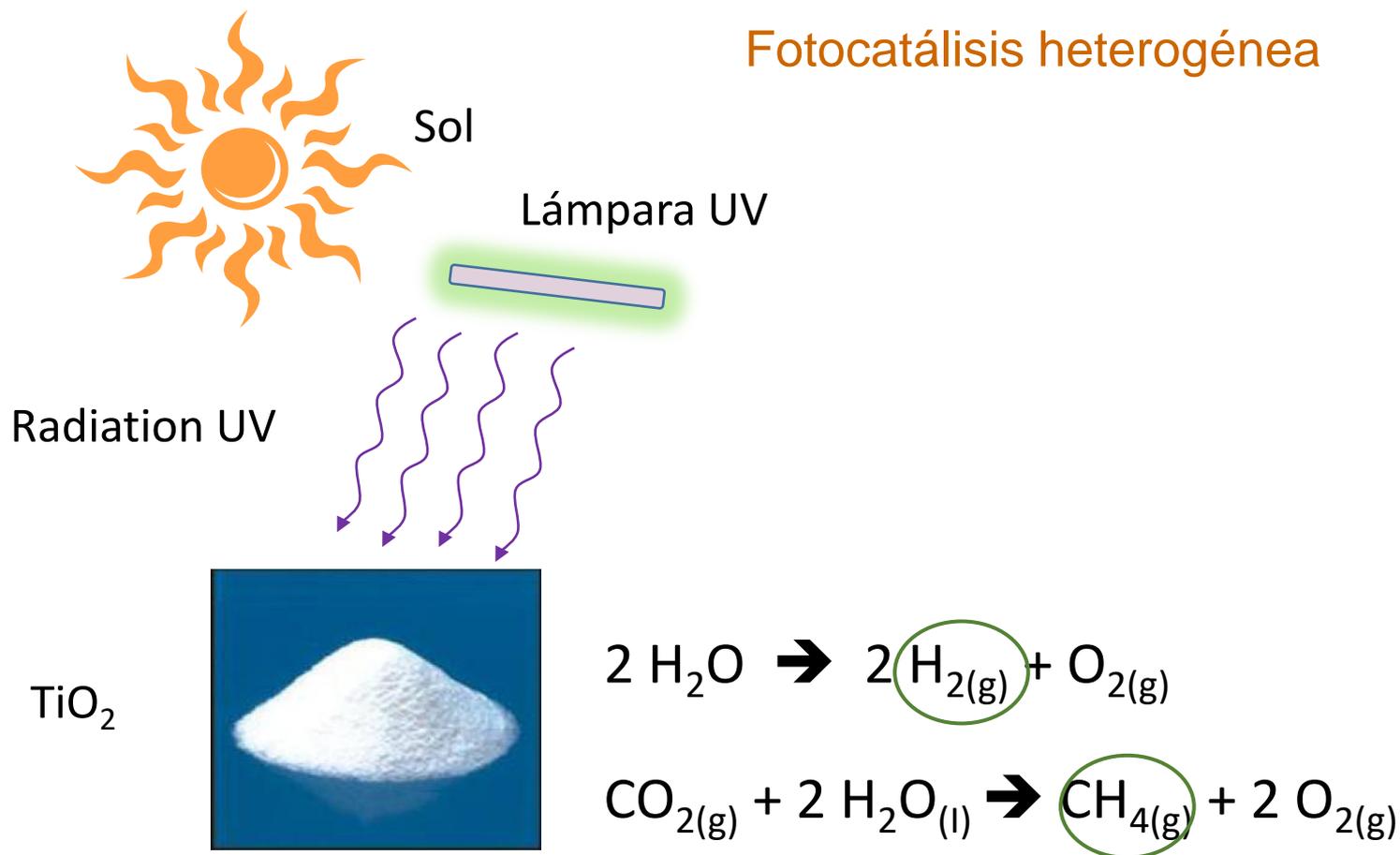
Secador de café comercial Canadá



Manuales y talleres de información y conscientización

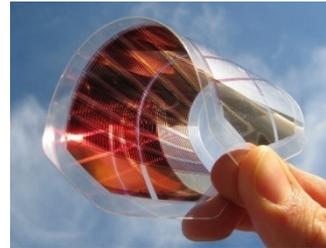
Producción de combustibles renovables mediante fotocatálisis heterogénea

Fotocatálisis heterogénea



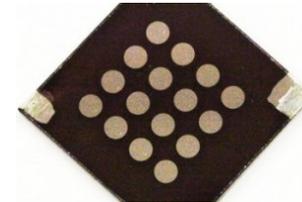
Tecnologías emergentes en dispositivos fotovoltaicos (tercera generación)

- Celdas orgánicas (OPV)



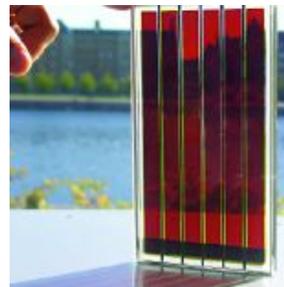
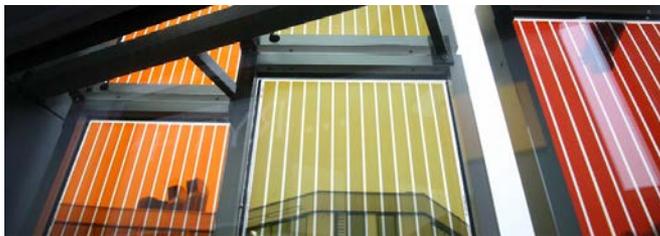
<https://www.engie.com/en/journalists/press-releases/world-first-inauguration-organic-photovoltaic-roof/>

- Celdas con puntos cuánticos (QDSCs)



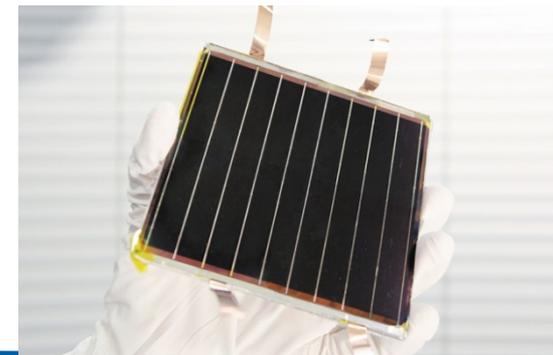
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211285516303226>

- Celdas sensibilizadas con tintes (DSSCs)



http://www.merck-performance-materials.jp/en/solar_and_energy/photovoltaics/dssc/dssc.html

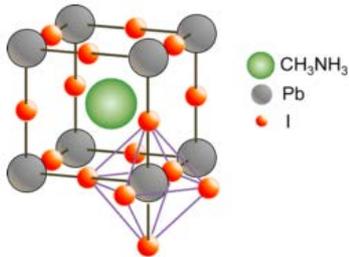
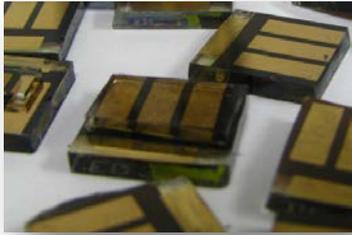
- Celdas de perovskitas (PSCs)



<https://www.nature.com/news/make-perovskite-solar-cells-stable-1.21807>

Tecnología emergente más reciente

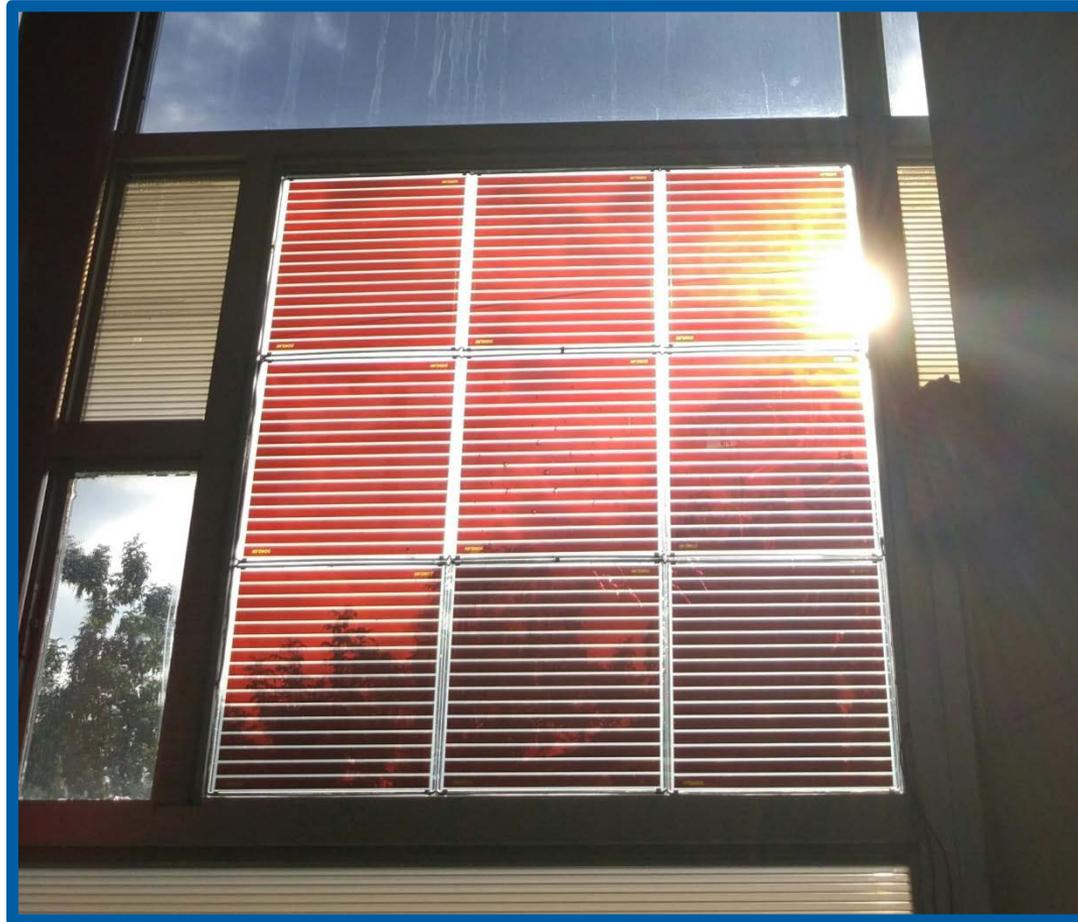
Celdas solares de perovskita



<https://www.perovskite-info.com/greatcell-shares-updates-its-perovskite-solar-technology-and-future-plans>



Caso de estudio en el CELEQ: Evaluación y exhibición de un pequeño sistema DSSC



Caso de estudio en el CELEQ

En condiciones climáticas propias de nuestra región centroamericana

En condiciones y posiciones no comunes para los sistemas tradicionales comúnmente instalados

- Fachada del edificio
- En posición vertical

Comparación con el sistema tradicional en montaje en el techo, bajo registro de condiciones de intensidad de luz en cada sitio

- Divulgación y exhibición de sistemas emergentes



Sistema de Baterías instaladas en el CELEQ BCIE



Batería de plomo

Páneles solares



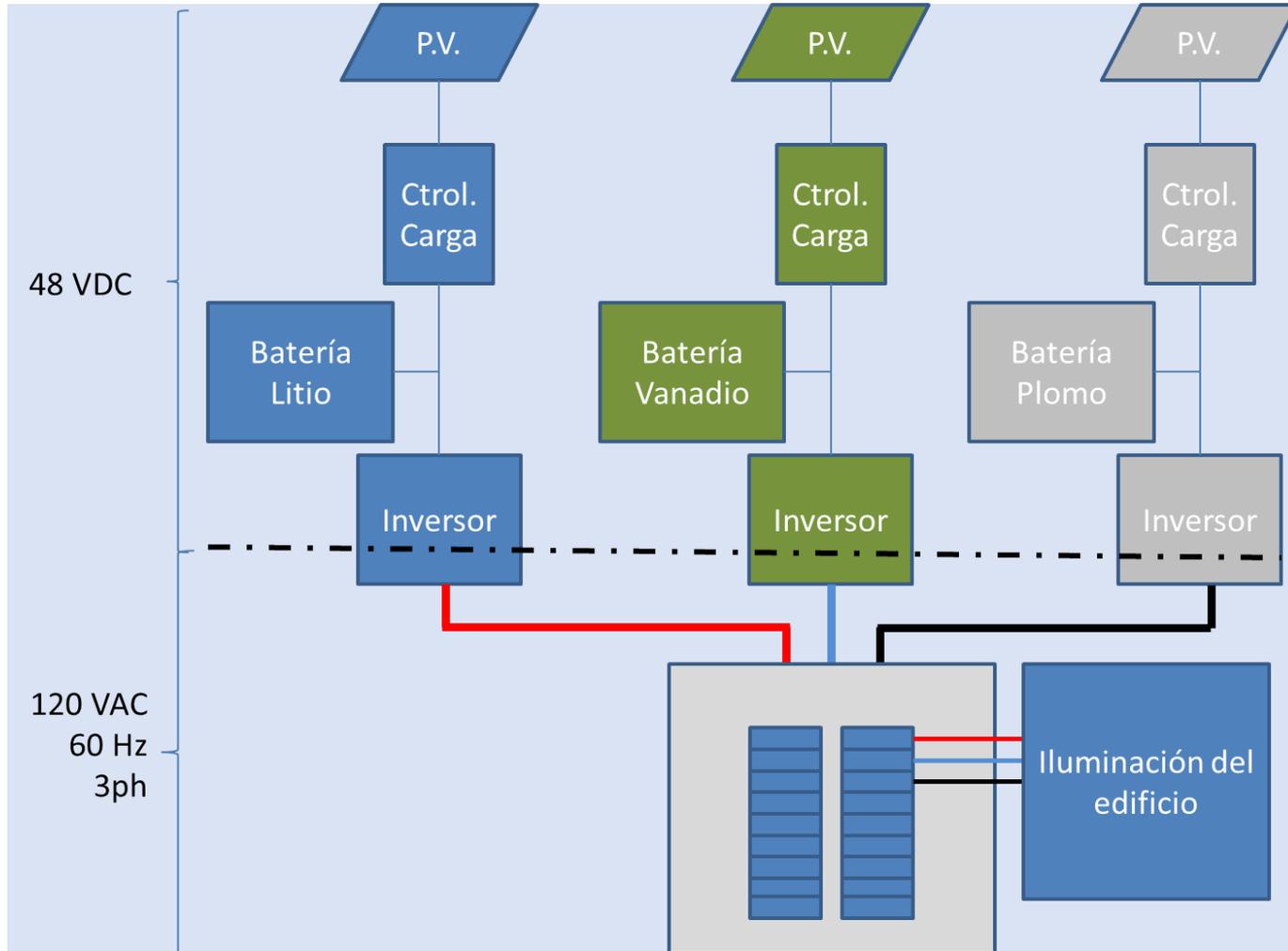
Batería de Vanadio



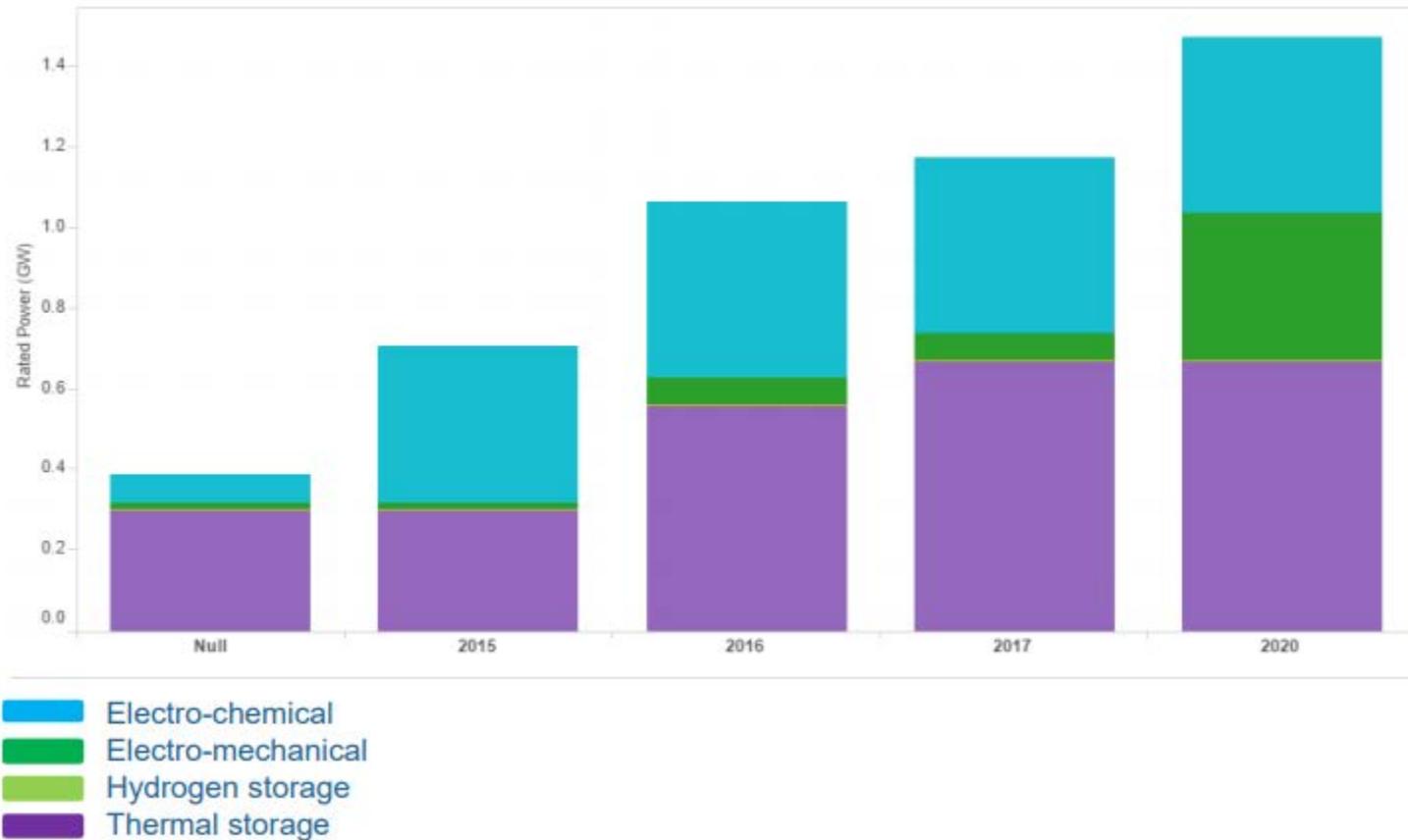
Baterías de Litio



Representación del sistema instalado para la comparación y demostración de diferentes tecnologías de almacenamiento.



Almacenamiento de energía eléctrica

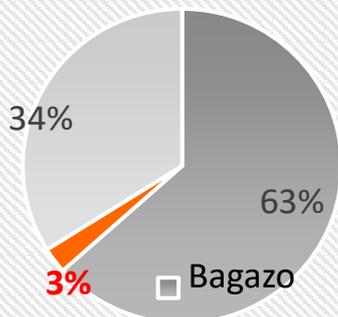


Source: DOE Global Energy Storage Database (2016)

Biomasa: capacidad para generar biodiesel y gases, generadores de electricidad

Consumo final de energía a partir de biomasa según fuente (DSE)

OCE: optimizar uso cascarilla...



- Cascarilla de café
- Cascarilla de arroz y residuos de palma africana

VALOR AGREGADO

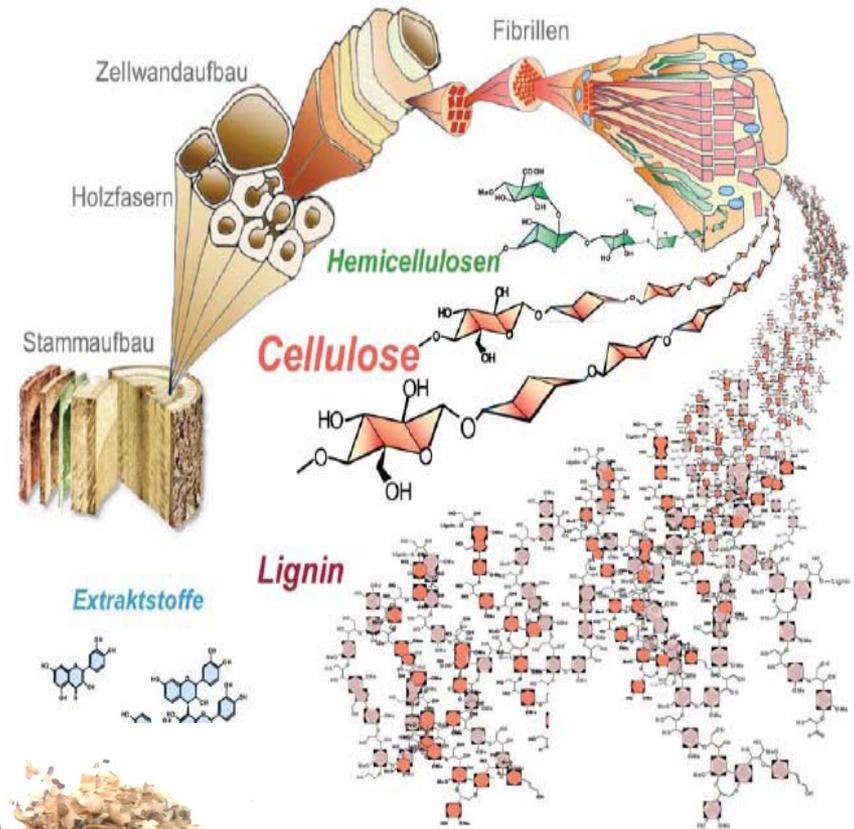


Fuente: Ernst Barler & Partners.

5 especies forestales



© Per Hoffmann, Oskar Faix and Ralph Lehnen



Pulpa de café



Madera y cáscara de café: Tamaño de partícula y humedad

Tamizado: Remanente entre mallas de
[1"-1/2"]



GASIFICACIÓN de BIOMASA

BIOMASA

Fermentación

Biodigestión

Combustión

Directa

Gasificación



Reacciones primarias

descomponen biomasa formando gases permanentes, hidrocarburos superiores y coque:



Reacciones secundarias

rompen las moléculas de hidrocarburos grandes en gases que posteriormente combustionan o se reducen:



Ejemplo: Valores agregados tratamiento de pulpa de café



01 Reducción de consumo de electricidad por la generación en el beneficio (neteo)

02 Retorno más seguro de los micronutrientes al cafetal por medio de cenizas y biochar

03 Reducción de gases de efecto invernadero por evitar procesos de fermentación y mejores relaciones vecinales

04 Reducción de costos por tratamiento de pulpa o broza en el proceso de beneficiado

Uso del rastrojo de piña para generar biogas

- Evaluar la producción de biodiesel a partir de residuos líquidos de la cosecha de la piña utilizando *Umbelopsis isabellina*
- Producción de biogás en reactores de 1 L y 7 L

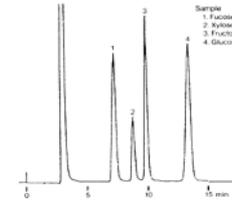


Se escalará a nivel semi-industrial



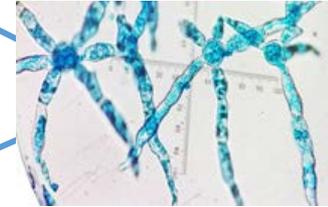
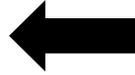
Evaluación del potencial de producción de biogás a partir de la fracción líquida en microrreactores de 750 mL

Esquema de producción del biodiesel



Tratamiento fracción sólida con
NaOH y enzimas

Cuantificación azúcares



Cosecha de la
biomasa del hongo

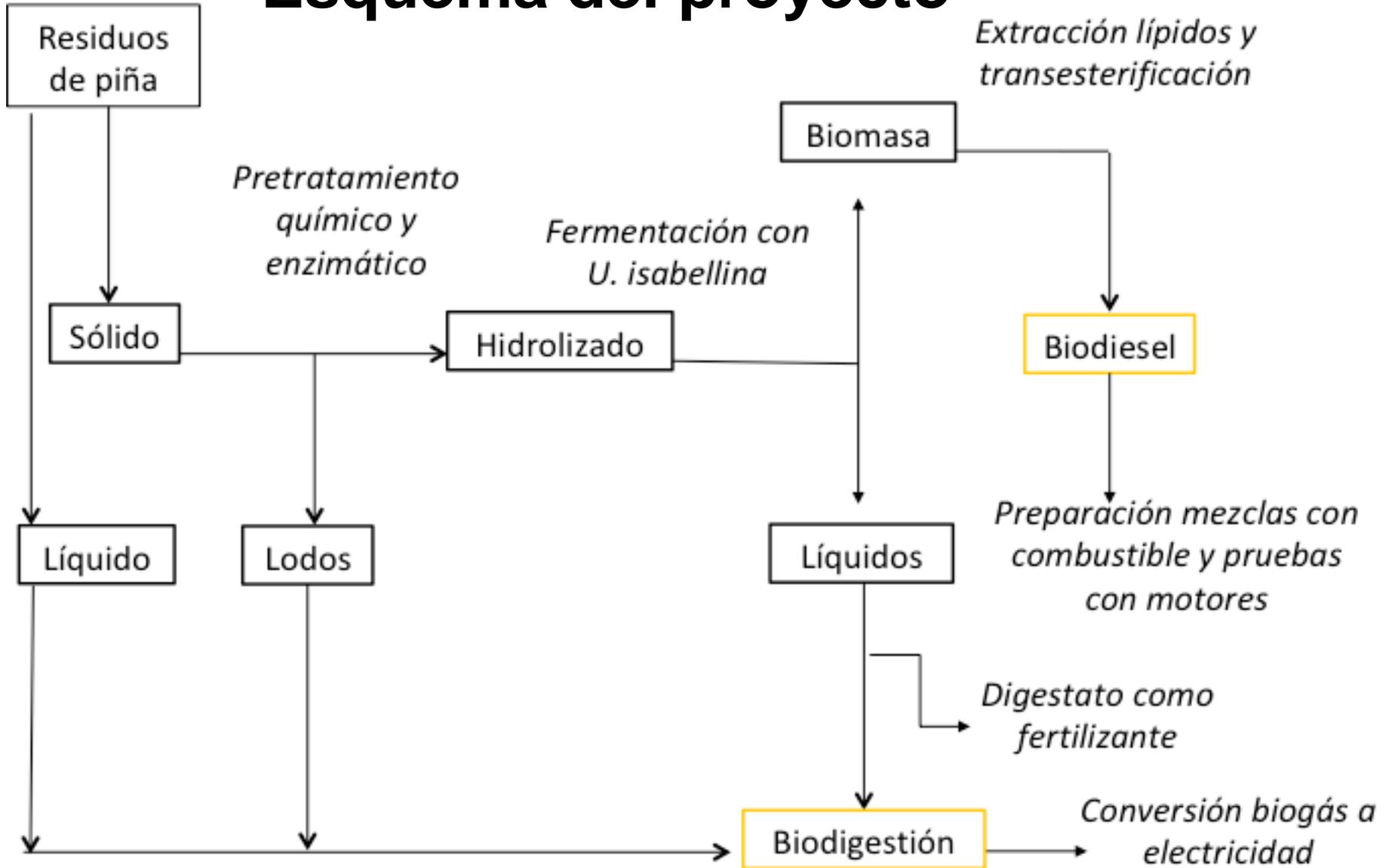
Fermentación con *Umbelopsis isabellina*



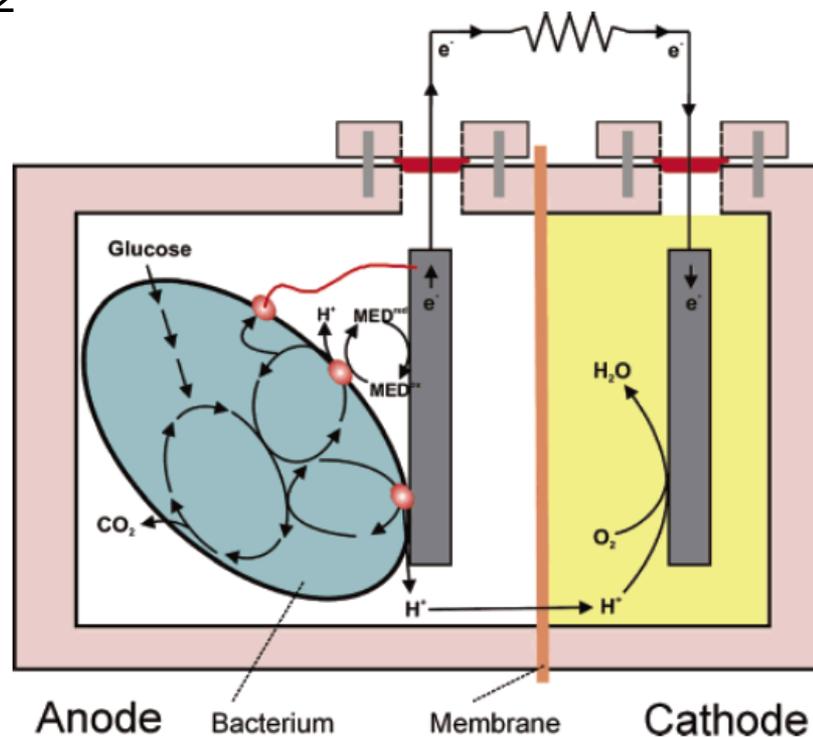
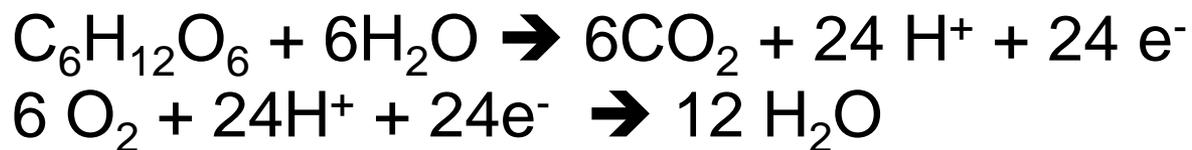
Extracción de lípidos

Síntesis biodiesel

Esquema del proyecto



Celdas de Combustible Microbianas (CCM)



Retos a corto y mediano plazo

- ✓ Establecimiento del Lab Volta
- ✓ Investigación, desarrollo y control de calidad de baterías
- ✓ Baterías para bicicletas y dispositivos pequeños
- ✓ Biocombustibles y control de calidad de los mismos
- ✓ Gasificación para generación de electricidad
- ✓ Remediación electroquímica y reducción de contaminantes
- ✓ Estudios de corrosión

Muchas gracias

Participación de otros centros y escuelas
CIA, CICA, CICBM, CICIMA, CIEMIC, CICANUM, La estación,
Periodismo

Escuela de Química, Escuela de Física, Esc. Agronomía, Economía,
Derecho.

Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química, Escuela de
Ingeniería Eléctrica, RIDER, Facultad de Microbiología, Odontología,
ITCR, UNA y UNED.