



ExpoSolar

Colombia 2017

Energía renovable para **todos**

Energías renovables, una opción ideal para zonas no interconectarlas - El caso micro-red de Huatacondo, un ejemplo a seguir

Guillermo Jiménez-Estévez

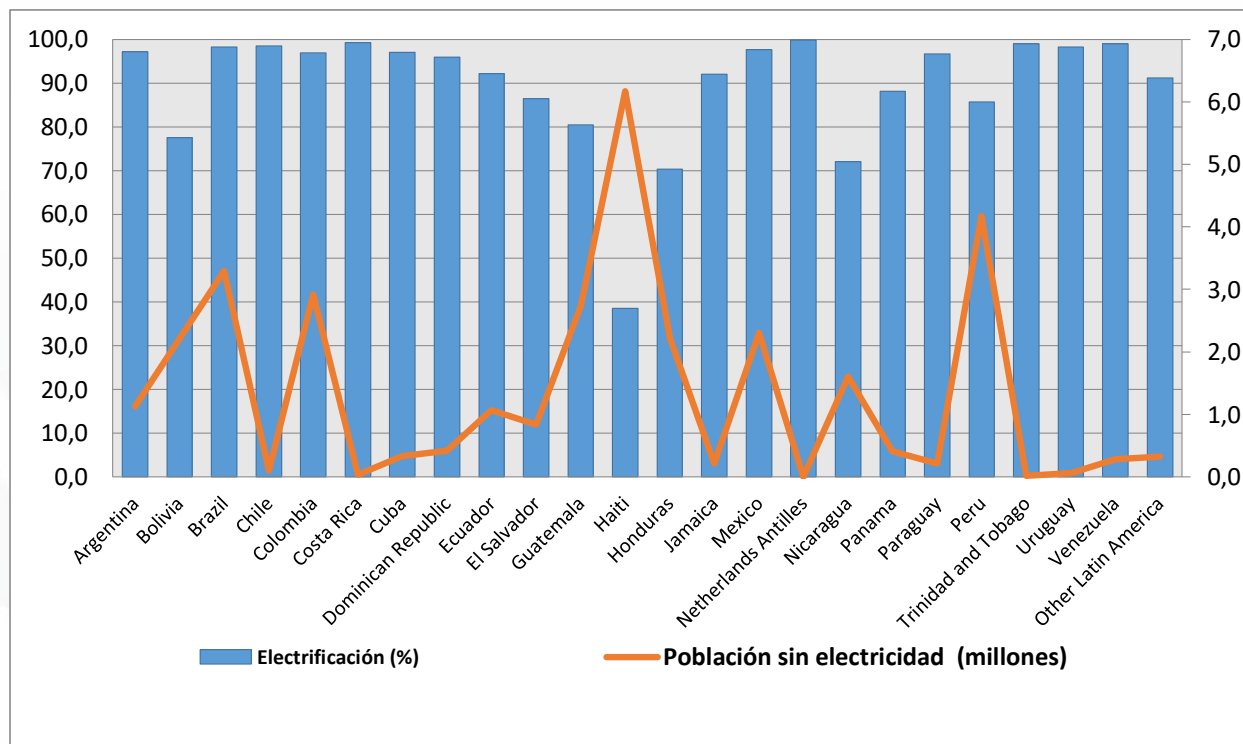
Centro de Energía - FCFM

Universidad de Chile

Medellín, Mayo de 2017

Introducción: cobertura

Cobertura de energía eléctrica en Latinoamérica

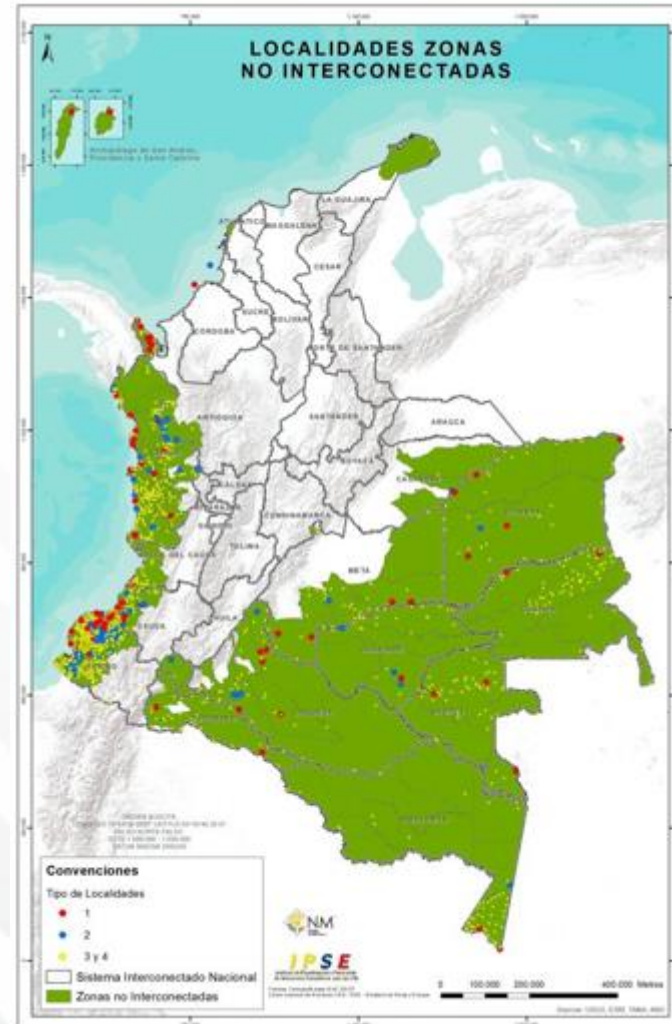
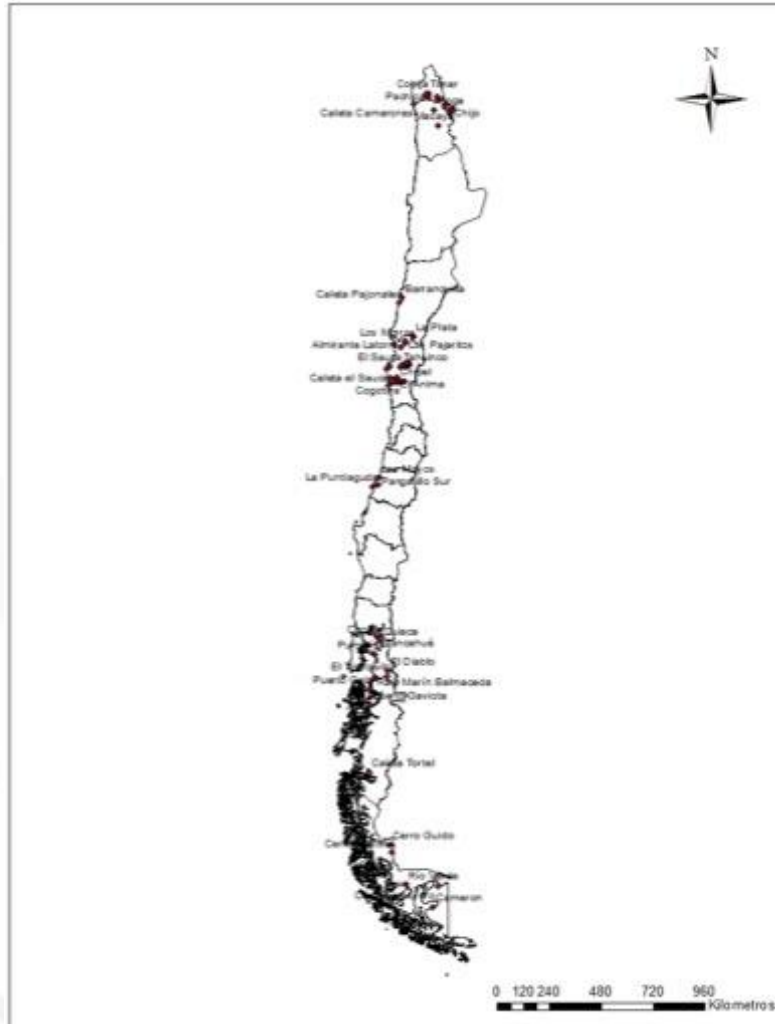


Colombia
Cobertura: 96,9%
Cabecera M: 99,7%
Resto: 87,83 %

Fuente: UPME

Fuente: BID

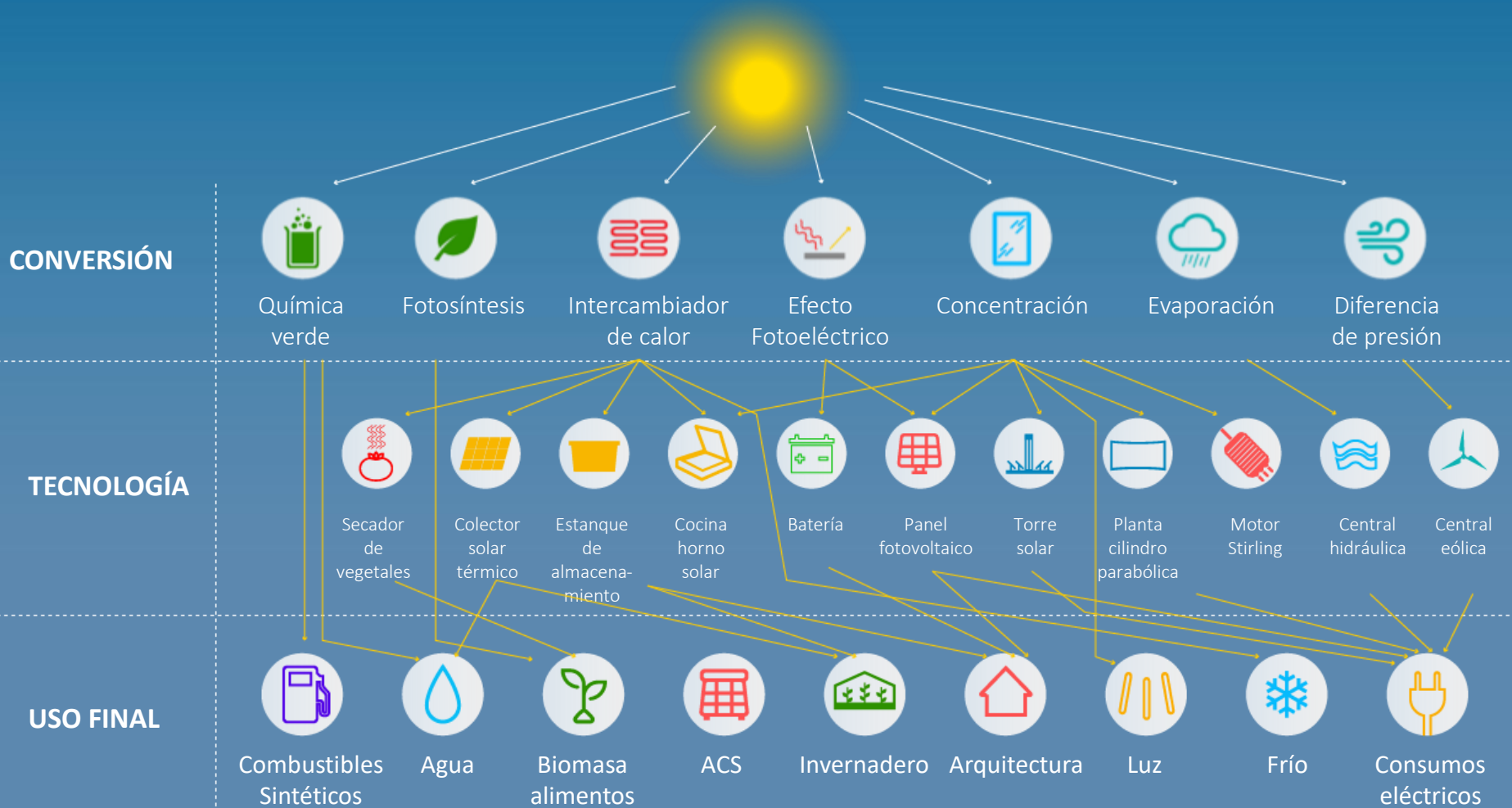
Introducción: localidades aisladas



Introducción: necesidad



Introducción: fuentes de energía



Introducción: visión



Marco metodológico

METODOLOGÍA CO-CONSTRUCCIÓN



DESAFÍO

¿Cómo desarrollar **proyectos energéticos** que potencien el uso de **energías renovables** y que permitan **mejorar las condiciones de vida de una comunidad** de forma perdurable en el tiempo?



OBJETIVO

A través del desarrollo de **soluciones energéticas** donde las **comunidades se apropien** de las tecnologías y se logre establecer **sistemas socio-técnicos resilientes**, en el marco de transiciones energéticas exitosas.

Marco metodológico

METODOLOGÍA

CO-CONSTRUCCIÓN / ETAPAS

1

DIAGNÓSTICO SOCIO-TÉCNICO Y FORMACIÓN DE EQUIPO

- Definir el alcance de la **CO-CONSTRUCCIÓN**
- Formar un **EQUIPO TRANSDISCIPLINARIO**
- **PROMOVER EL CONOCIMIENTO** del proyecto y de la co-construcción
- Diagnóstico **PARTICIPATIVO**
- Generar condiciones para enfrentar los desafíos de una **TRANSICIÓN ENERGÉTICA**

2

DISEÑO DE SISTEMA SOCIO-TÉCNICO Y PLAN DE SUSTENTABILIDAD

- Generar condiciones para que la comunidad **PARTICIPE INFORMADAMENTE** en las decisiones
- Identificar **ESCENARIOS DESEADOS**
- **DEFINIR LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y DE GESTIÓN** (negocio) de la solución energética
- Planificar la **ESTRATEGIA DE SUSTENTABILIDAD** del proyecto
- Planificar el **PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

Marco metodológico

METODOLOGÍA

CO-CONSTRUCCIÓN / ETAPAS

3

IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

- Implementación del proyecto con participación **ACTIVA DE LA COMUNIDAD**
- Registro de las **PRIMERAS IMPRESIONES** durante la puesta en marcha
- Desarrollo de **CAPACIDADES TÉCNICAS Y ORGANIZACIONALES** para la gestión de la solución energética

4

OPERACIÓN, EVALUACIÓN Y DIFUSIÓN

- Seguimiento de la **OPERACIÓN**
- Evaluar el proyecto **SEGÚN INDICADORES**
- Desarrollar estrategias para **ENFRENTAR LAS DEBILIDADES**
- **DIFUSIÓN DEL PROYECTO**

BENEFICIOS



Mejora en
infraestructura



Aporte a la
calidad de vida



Apoyo a la
economía local

CREACIÓN DE OPORTUNIDADES



Huatacondo

Etapa 1

- **DIAGNÓSTICO SOCIO TÉCNICO Y FORMACIÓN DE EQUIPO**

Etapa 2

- **DISEÑO DE SISTEMA SOCIO TÉCNICO Y PLAN DE SUSTENTABILIDAD**

Etapa 3

- **IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA**

Etapa 4

- **OPERACIÓN, EVALUACIÓN Y DIFUSIÓN**



Huatacondo: diagnóstico socio técnico y formación de equipo (Etapa 1)

- Características de Base (Año 2010)
 - Existencia tendido eléctrico de distribución. Suministro de electricidad desde un Grupo Electrónico Luminaria pública encendida sin sensores de luz.
 - Bomba de cloración fuera de operación.
 - Bomba de agua, trifásica, alimentada con sistema solar deficiente.
 - Suministro limitado de electricidad (10 horas).
- Caracterización de la población
 - Aproximadamente 80 habitantes (450 para fiesta de la Virgen - Agosto).
 - Actividad agrícola-ganadera menor.
 - Se presenta un uso desmedido del agua.
 - Baja conciencia de eficiencia energética.
 - Cargo fijo por los servicios básicos.
 - Disposición a participar en proyecto de electrificación.
 - Disposición a regular el consumo a cambio de suministro ininterrumpido.
- Recursos renovables explotables
 - Solar
 - Eólico
 - Biomasa (potencial)



Huatacondo: diagnóstico socio técnico y formación de equipo (Etapa 1)



Formación de equipo



Diagnóstico/información



Capacitación y discusión preliminar de alternativas



**Capacitación:
Modelos funcionales a escala,
maquetas**



**Discusión de alternativas:
Cartografía participativa**



**Presentación y discusión
de resultados**



Huatacondo: diseño sistema socio técnico y plan de sustentabilidad (Etapa 2)



Costo de tecnologías



Metodología de diseño



$$\min_{\{E_0, I_m, P_{m,d,h}\}} VAC_P + VAC_W + VAC_B + VAC_G$$

- Límites de potencia por unidad $0 \leq P_{RADA} \leq I_n \quad n = \{P, W, G\}$
 $P_{BMIN} \leq P_{RADA} \leq P_{BMAX}$
- Límite de energía en las Baterías $SoC_{min} \cdot E_{MAX} \leq E_{RADA} \leq E_{MAX}$
 $SoC_{min} \cdot E_{MAX} \leq E_{B,t} \leq E_{MAX}$
- Suministrar potencia Dda $P_{RADA} = \sum_{n=\{P,W,G\}} P_{n,RADA} \quad \forall t,d,h$
- Potencia aerogenerador $P_{W,RADA} = F \left(W_{RADA} \cdot \left(\frac{dV}{dD} \right)^3 \right)$
- Potencia planta fotovoltaica $P_{P,RADA} = cP \cdot G_{RADA}$
- Ciclo energético bat. nulo $\sum_{t=1}^{8760} E_{RADA} = 0 \quad \forall t,d$

Modelo Baterías

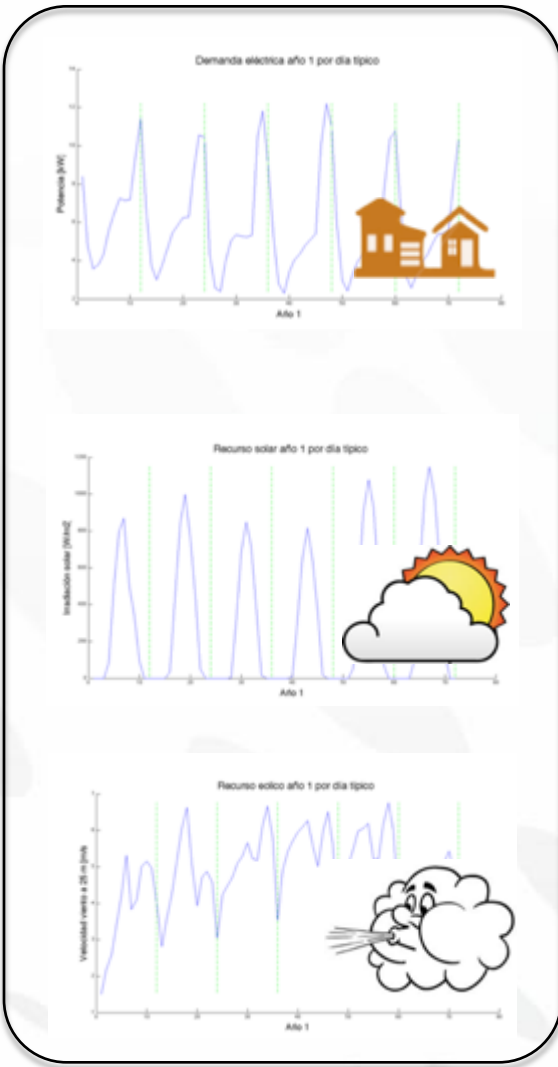
$$E_{BMAX} = H_{NBH} \cdot I_B$$

$$P_{BMAX} = k_{BAS} \cdot I_B$$

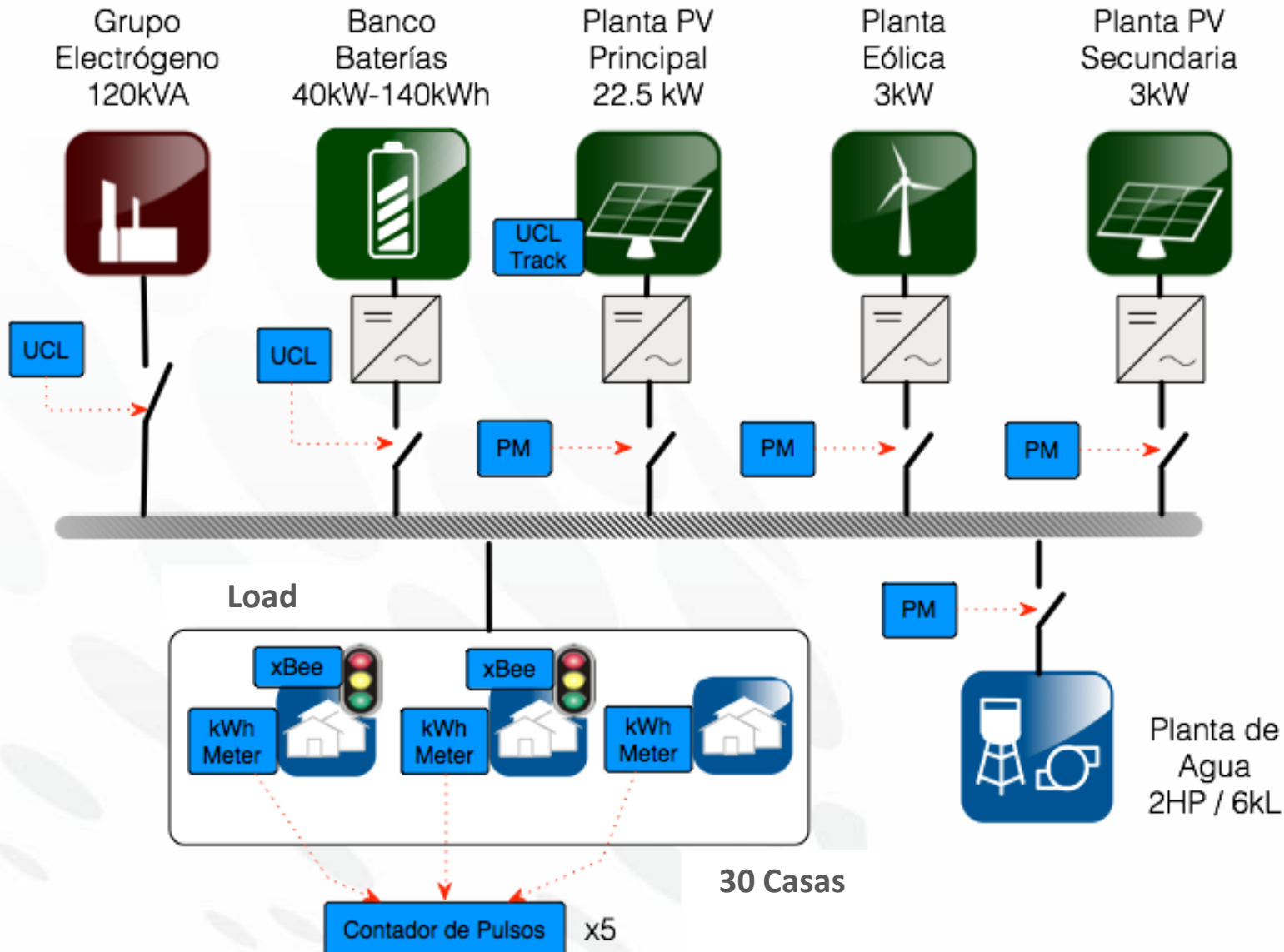
$$P_{BMIN} = k_{CBP} \cdot I_B$$

$$E_{B,RADA} = E_{B,RADA-1} - P_{B,RADA} \cdot \Delta t$$

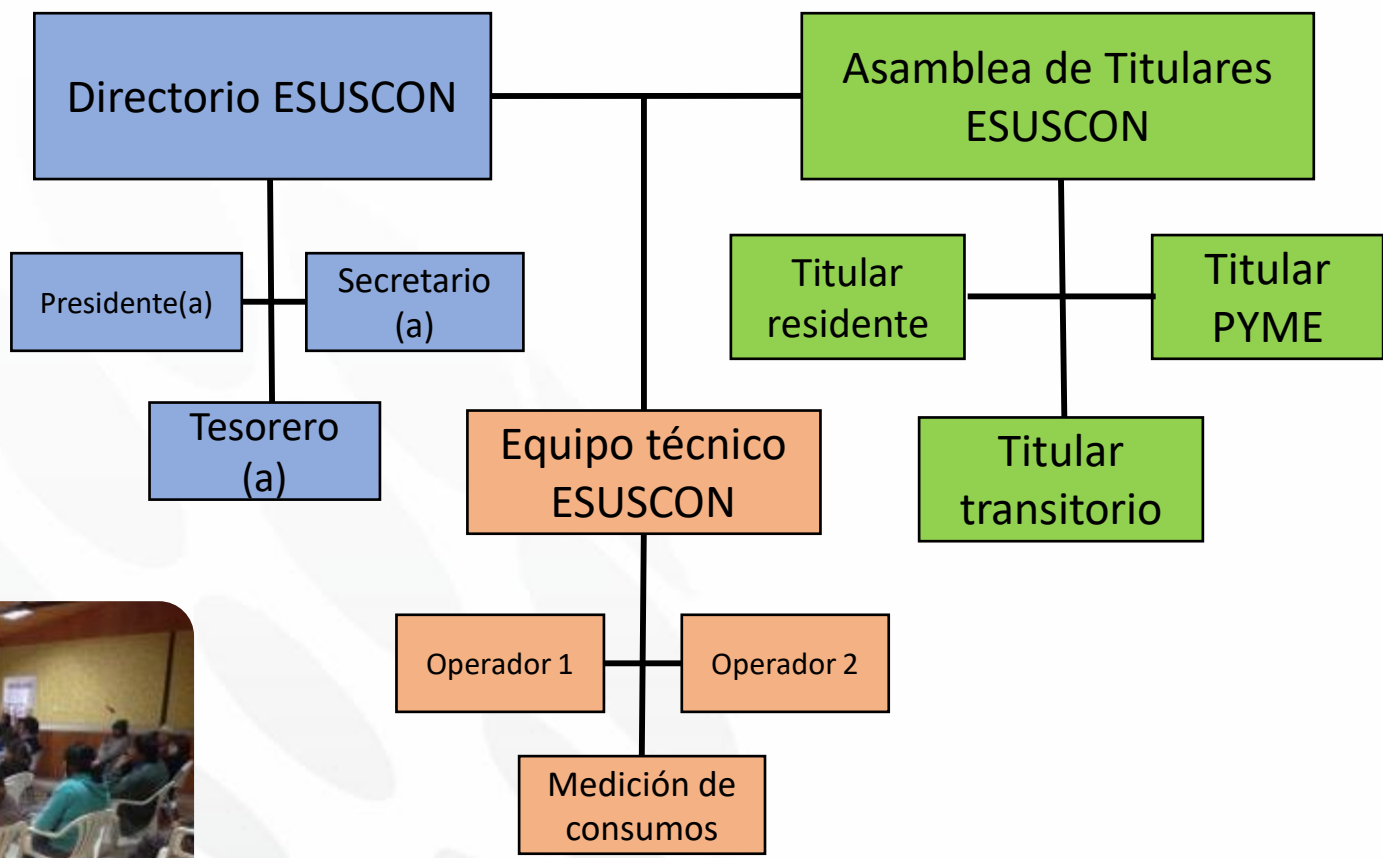

-  PV
23 kW
-  Almacenamiento
140 kWh
-  Diesel
120 kVA
-  Eólico
3 kW



Huatacondo: diseño sistema socio técnico y plan de sustentabilidad (Etapa 2)



Huatacondo: diseño sistema socio técnico y plan de sustentabilidad (Etapa 2)



Huatacondo: implementación y puesta en marcha (Etapa 3)

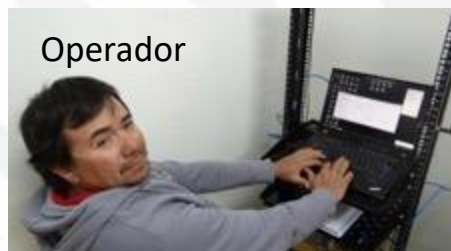
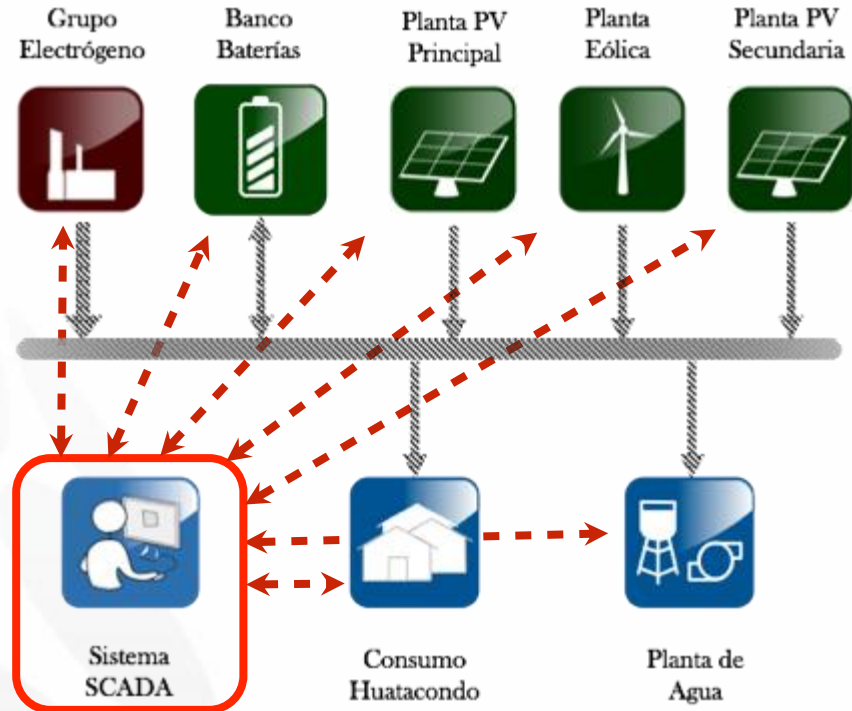
Huatacondo

Comunidad aislada - 30 familias

Nov 2009 - Comienzo

Sep 2010 - Inauguración

2011 - 2015 - O&M



Huatacondo: implementación y puesta en marcha (Etapa 3)



22.68 kW instalados
84 paneles
168 m2 de paneles
Seguimiento en 1 eje

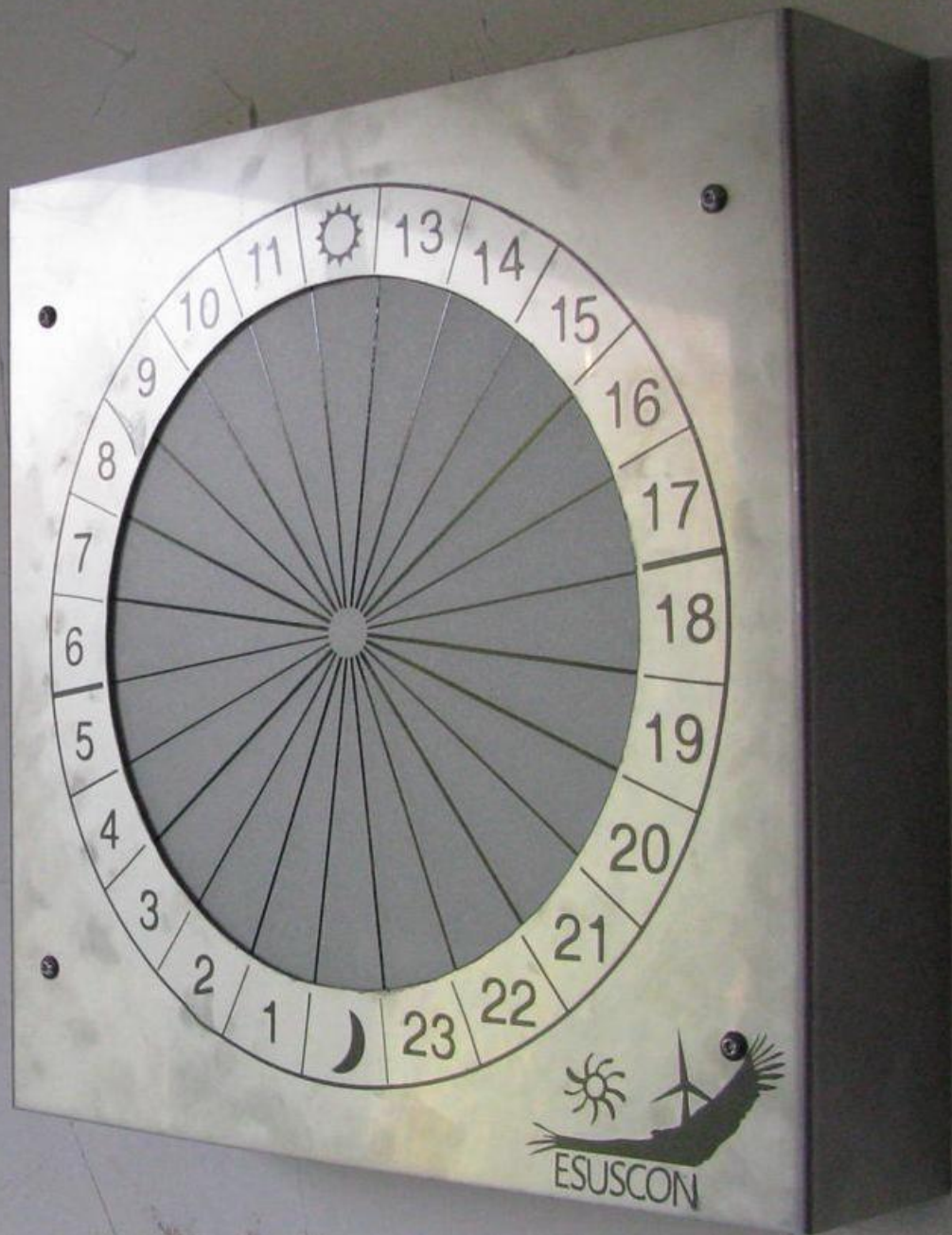
Huatacondo: implementación y puesta en marcha (Etapa 3)

40[kW] & C₁₀ = 197[Ah] @ 20[° C] BESS
(prototype design)



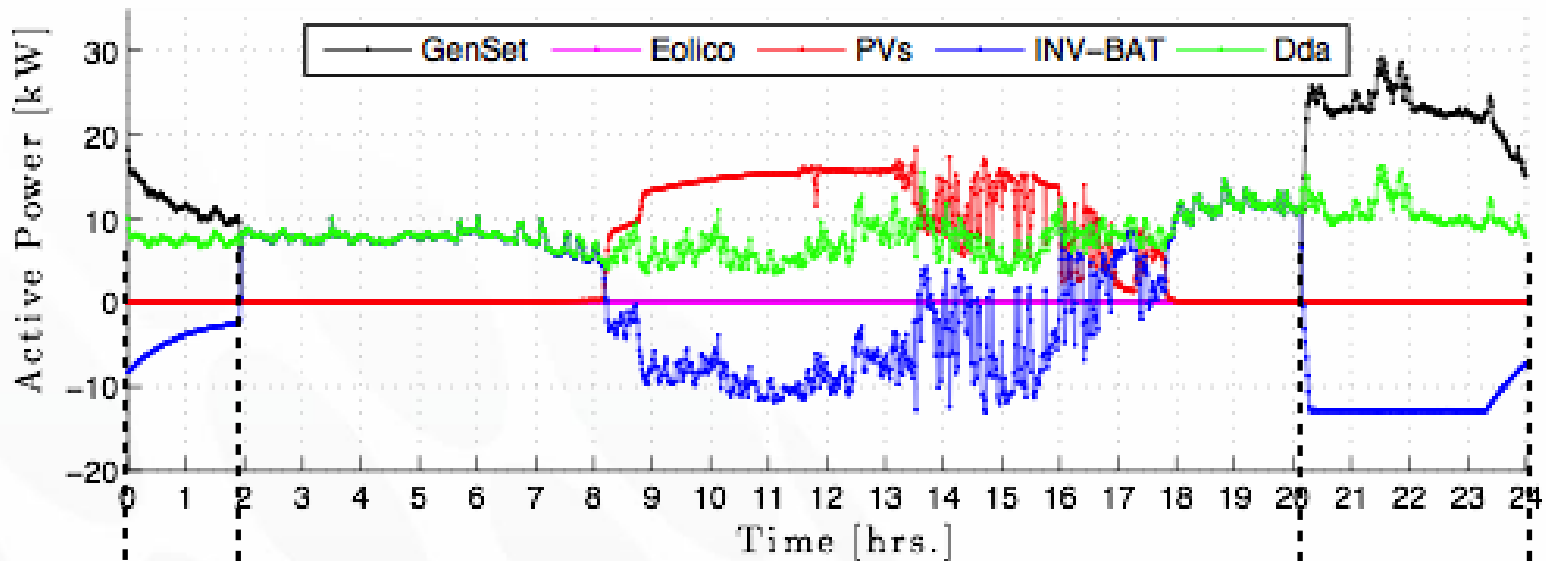
- 3 kW
- 12m altura
- 8 m/s promedio
- Protección Cóndor





Huatacondo: implementación y puesta en marcha (Etapa 3)

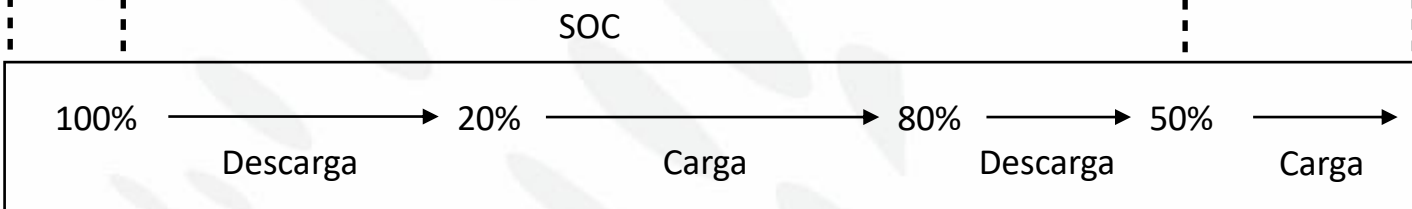
Day: 2014-07-11



Generador

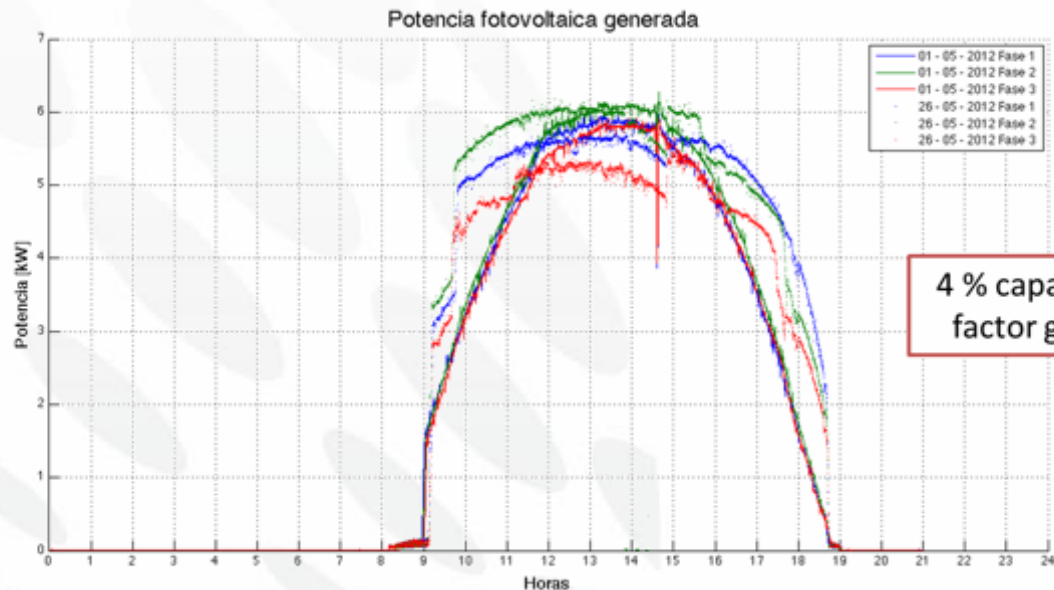
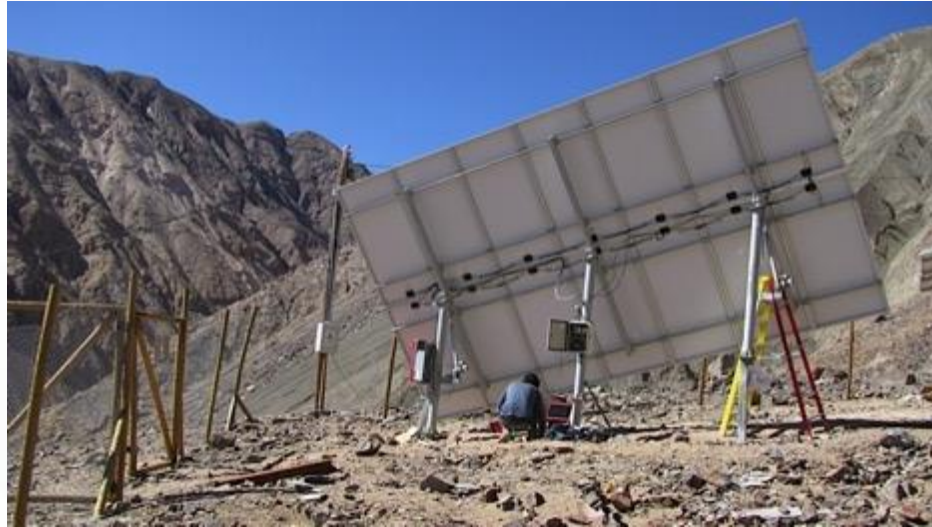


Batería



Huatacondo: implementación y puesta en marcha (Etapa 3)

- 2 actuadores lineales
- Sin sensores
- Control centralizado
- Señal de posición
- Sistema de protección
- Integración a EMS



Huatacondo: implementación y puesta en marcha (Etapa 3)

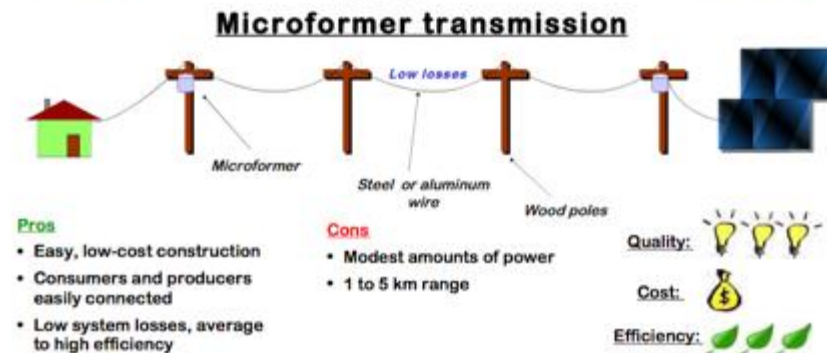
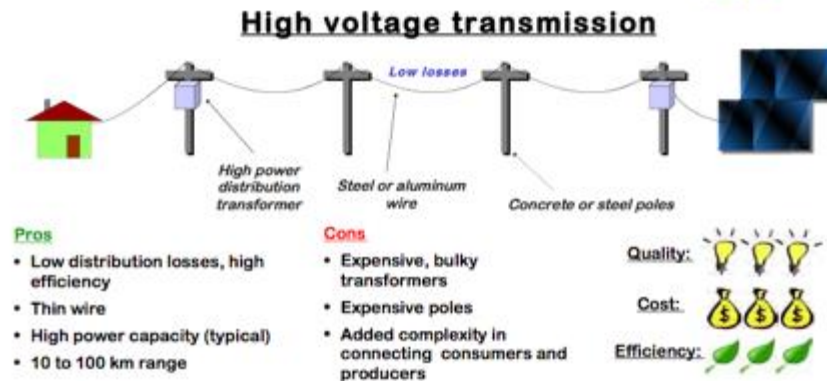
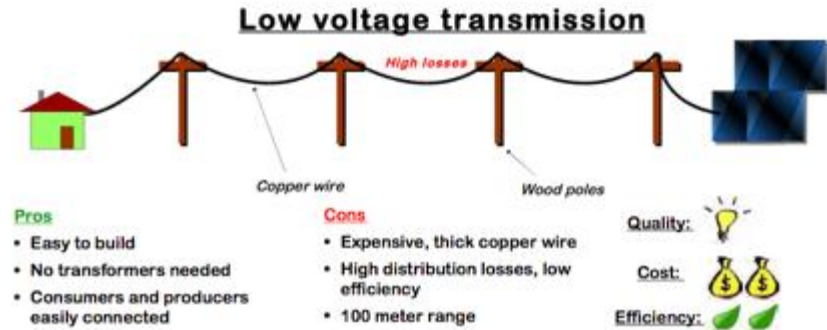
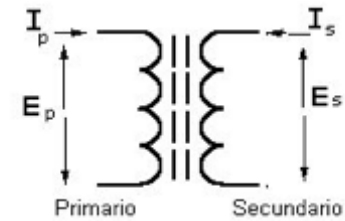
Micro-former

Etapa 1

Etapa 2

Etapa 3

Etapa 4



Huatacondo: operación, evaluación y difusión (Etapa 4)

- Indicadores de sustentabilidad
- Cuotas / pagos !
- Operación y mantenimiento
- Estructura de gestión local
- Canales de comunicación



Etapa 1

Etapa 2

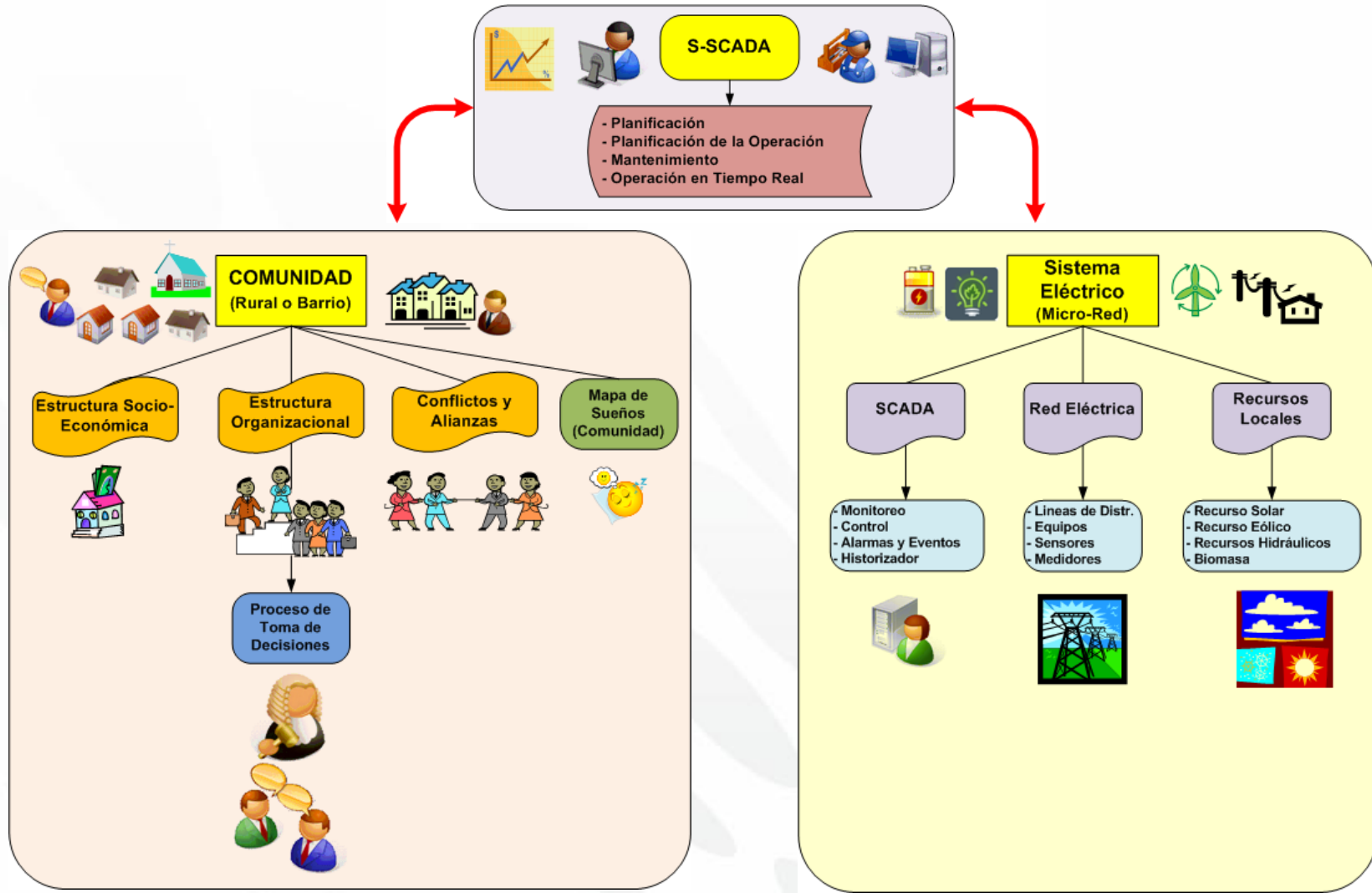
Etapa 3

Etapa 4

Huatacondo: operación, evaluación y difusión (Etapa 4)

SOCIAL SCADA

Tecnología para poseer Energía al Servicio de la Comunidad



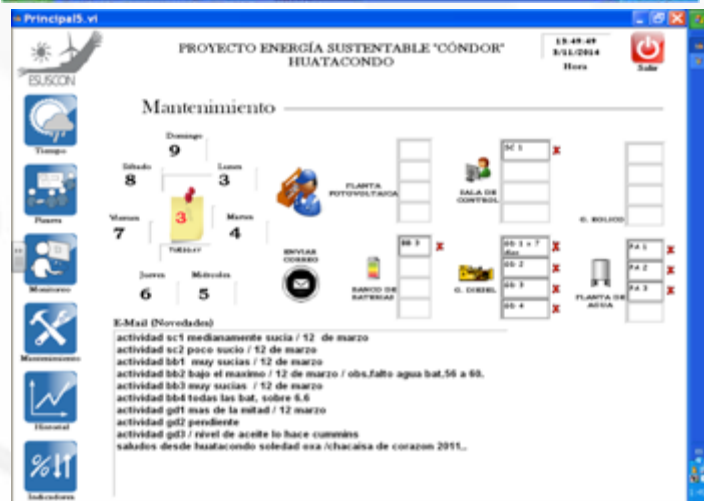
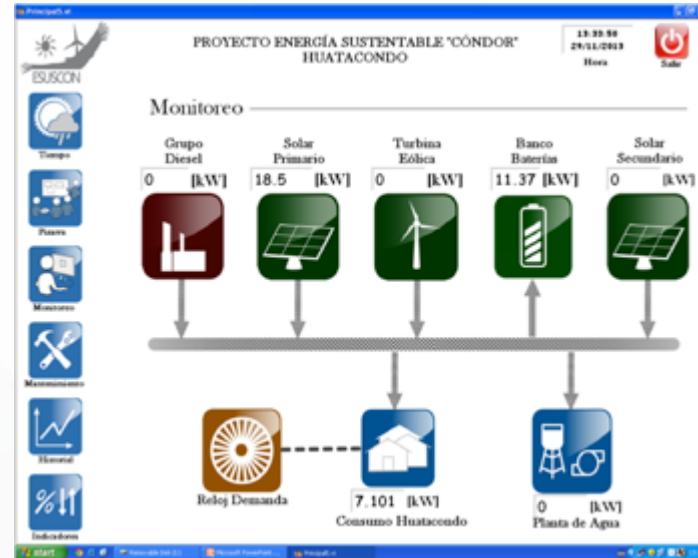
Etapa 1

Etapa 2

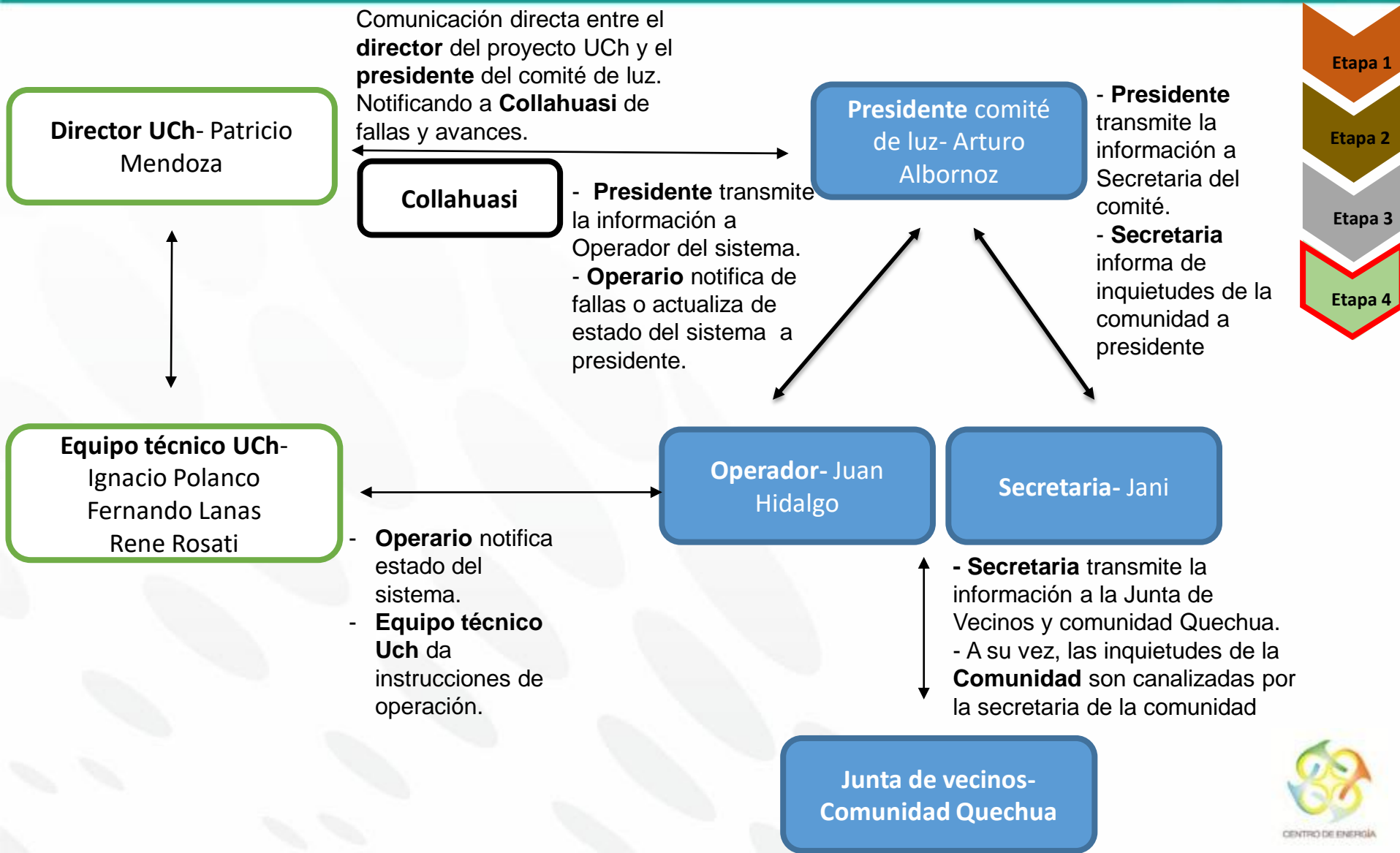
Etapa 3

Etapa 4

Huatacondo: operación, evaluación y difusión (Etapa 4)



Huatacondo: operación, evaluación y difusión (Etapa 4)



Huatacondo: operación, evaluación y difusión (Etapa 4)



Movil
BESS

EV

Utility
EV

V2G



Etapa 1

Etapa 2

Etapa 3

Etapa 4

Huatacondo: operación, evaluación y difusión (Etapa 4)

Etapa 1

Etapa 2

Etapa 3

Etapa 4





Ayllu Solar



Región de **ARICA Y PARINACOTA**

OBJETIVO DEL PROYECTO

Creación de capital humano que permita el desarrollo sustentable en comunidades urbanas y rurales de la región de Arica y Parinacota a través del uso de energía solar.

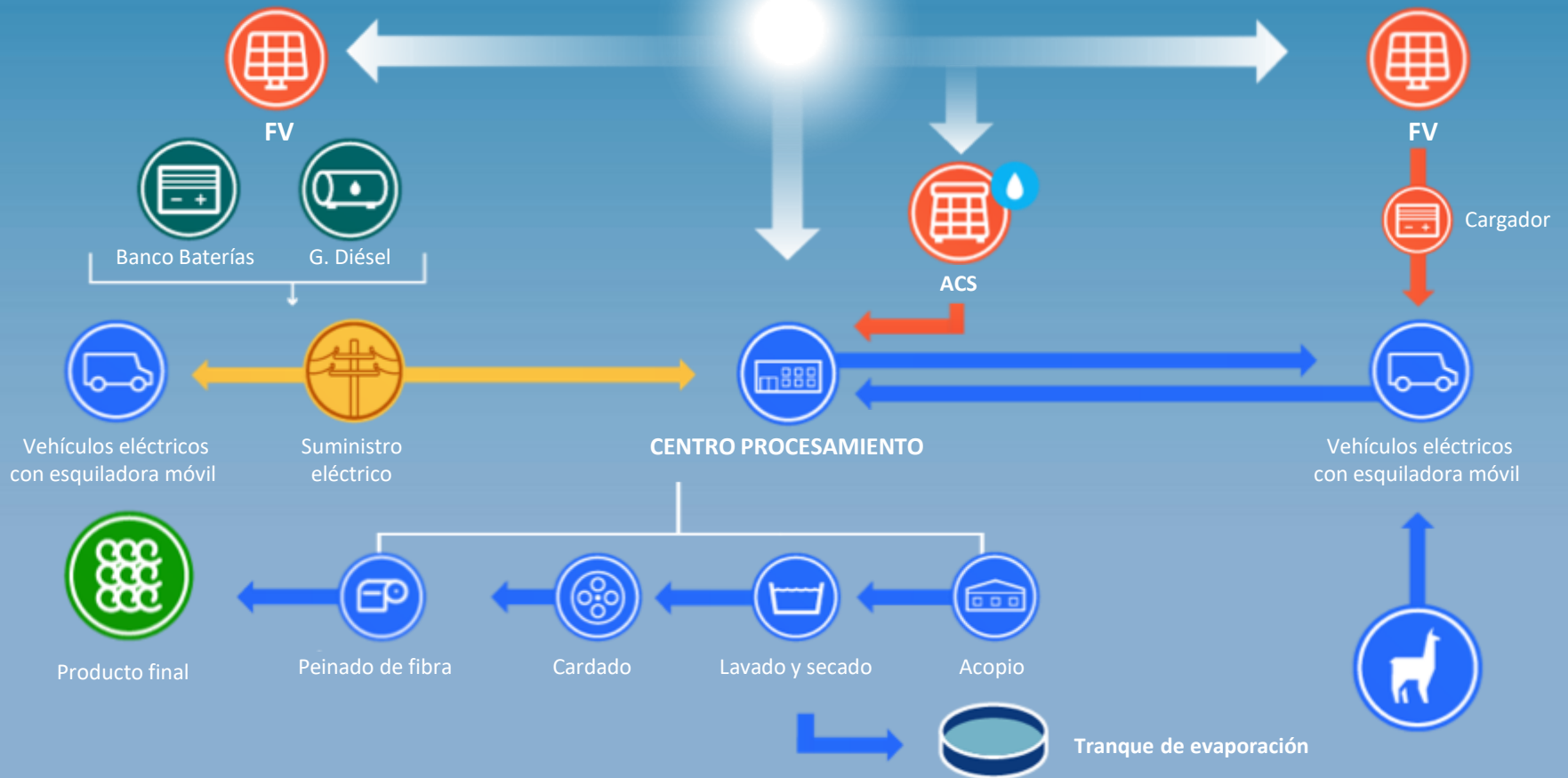


Comuna de General
Lagos:
VISVIRI

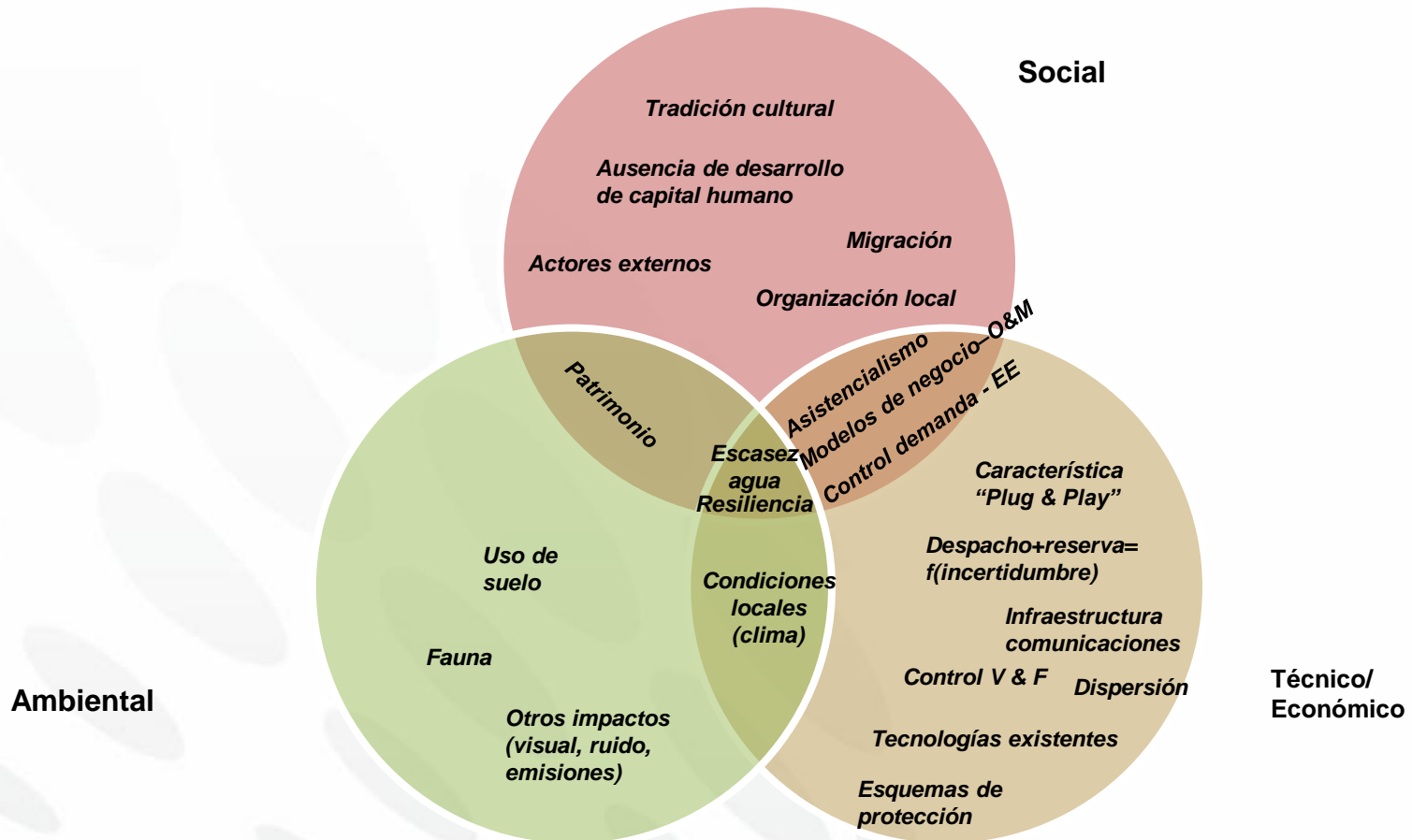
Energía solar para un centro de acopio
y procesamiento de fibra de camélidos
y sistema de esquila móvil.



Ayllu Solar



Desafíos



DESCUBRIENDO OPORTUNIDADES





www.feriaexposolar.com
info@feriaexposolar.com

Mayo
19, 20 y 21

Centro Internacional
de Convenciones y
Exposiciones Plaza Mayor
de Medellín



ExpoSolarColombia



@ExpoSolarCol



Comuna de **CAMARONES**

Cultivo de camarón de río a través
del uso intensivo de la energía
solar en su producción



Ayllu Solar

