

E.T.S. de Ingeniería Industrial, Informática y de
Telecomunicación

Abastecimiento de electricidad en comunidades aisladas de la Amazonía Ecuatoriana



Grado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Trabajo Fin de Grado

Autor: Julen Sanado Leceaga

Director: Vicente Senosiáin Miquélez

Pamplona, 20 de Enero de 2015

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quería agradecer a mi familia, en especial a mis padres, que me hayan apoyado durante todo este tiempo para poder conseguir el objetivo final que tanto se me ha resistido. Sin ellos y mis amigos, no hubiera sido posible seguir siendo constante y aprender tanto.

No me puedo olvidar de “Ingeniería Sin Fronteras”, la organización que me acogió en Ecuador y que tanto me apoyó durante los 6 meses que compartí con ellos. En especial a Facundo García y Albert Pérez que fueron como parte de mi familia y me guiaron para poder adaptarme. Tanto ellos como los voluntarios de ISF Navarra que me ayudaron en el camino.

Por último, a la UPNA por darme la oportunidad de recibir la beca de “Formación Solidaria” y adentrarme en el mundo de la cooperación, y a Vicente Senosiain que ejerció de tutor del proyecto.

RESUMEN

El proyecto consiste en la instalación de paneles solares fotovoltaicos en zonas aisladas de la selva ecuatoriana. Comprende desde la recogida de información de las necesidades de la comunidad, localización de las diferentes familias, diseño, cálculo de los parámetros eléctricos necesarios hasta la previsión e instalación de los mismos. Es un proceso que se hace con la colaboración de las comunidades que son las principales protagonistas y cuyas familias se beneficiarán de la energía solar.

Se trata de un trabajo de campo de 6 meses en Orellana (Ecuador) en el que se realizaron multitud de tareas correspondientes a las diferentes etapas del proceso y diversas comunidades.

PALABRAS CLAVE

- Paneles Solares Fotovoltaicos
- Sistemas aislados
- Empoderamiento
- Formación de comunidades
- Aprovechamiento de energía solar

INDICE

1. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO, LOS ACTORES Y LA SITUACIÓN ENERGÉTICA.	1
1.1 INTRODUCCIÓN.	1
1.2 SITUACIÓN DE LA AMAZONIA ECUATORIANA.	1
1.3 ENTORNO SOCIAL, CULTURAL Y ECONÓMICO.	4
1.3.1 Población.	4
1.3.2 Economía, salud y educación en Ecuador.	7
1.3.3 Economía, salud y educación en la Amazonia ecuatoriana.	9
1.3.4 La comunicación y el transporte en la Amazonia ecuatoriana.	11
1.4 CONTEXTO ENERGÉTICO EN ECUADOR.	11
1.4.1 Generalidades del sector eléctrico en Ecuador.	19
1.4.2 Estructuración del sector eléctrico en Ecuador.	22
1.5 EL ACCESO A LA ENERGÍA EN LA AMAZONIA ECUATORIANA.	25
1.5.1 Acceso a la energía eléctrica en la Amazonia ecuatoriana.	25
2. MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS EN LA IMPLEMENTACIÓN Y GESTIÓN DE SISTEMAS SOLARES EN LA AMAZONIA ECUATORIANA.	29
2.2 IDENTIFICACIÓN DEL ENTORNO, LOS ACTORES, LOS BENEFICIARIOS Y SUS NECESIDADES.	30
2.3 FORMULACIÓN: DISEÑO DEL SISTEMA Y PROGRAMACIÓN.	34
2.4 FINANCIACIÓN DE LOS PROYECTOS.	37
2.5 CREACIÓN DEL ÓRGANO GESTIÓN Y DE MANTENIMIENTO.	39
2.6 COORDINACIÓN Y ADQUISICIÓN DEL MATERIAL.	41
2.7 FORMACIÓN DE LOS BENEFICIARIOS, MANTENEDORES Y GESTORES.	41
2.7.1. Formación de los beneficiarios.	42
2.7.2. Formación de los mantenedores.	43
2.7.3. Formación de los gestores.	44
2.8 EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN.	44
2.9 SEGUIMIENTO.	47
2.10 EVALUACIÓN DE LAS ACTUACIONES.	48
3. TABLA DE ACTORES EN LOS PROYECTOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL COMUNITARIA.	51
4. FICHA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE COMUNIDADES BENEFICIARIAS.	57
5. MÉTODO SIMPLIFICADO PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO.	73
5.1 INTRODUCCIÓN.	73
5.2 CÁLCULO DE LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS DIARIAS Y LA POTENCIA MÁXIMA SIMULTÁNEA.	73
5.3 DIMENSIONADO DE LOS PANELES SOLARES.	74
5.4 DIMENSIONADO DE LAS BATERÍAS.	76
5.5 DIMENSIONADO DEL REGULADOR.	78
5.6 DIMENSIONADO DEL INVERSOR.	78
5.7 DIMENSIONADO DEL CABLEADO.	79
5.8 PROTECCIONES.	82
5.9 ESQUEMA RESUMEN PARA REALIZAR EL DIMENSIONADO.	82
6. CARPETA TÉCNICA DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO (SSFMI)	84

6.1 INTRODUCCIÓN.....	84
6.1.1 Antecedentes	84
6.1.2 Objeto	84
6.1.3 Especificaciones técnicas y alcance	85
6.2 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	86
6.2.1 Electrificación centralizada en edificios comunales y descentralizada en viviendas.	86
6.2.2 Descripción de los sistemas individuales para las viviendas.....	86
6.2.3 Descripción del sistema centralizado para los centros comunitarios	91
6.2.4 Adquisición y transporte de los materiales.....	96
6.3 PRESUPUESTO	98
6.4 CALENDARIO DE EJECUCIÓN.....	100
7. CONSUMOS TÍPICOS DE APARATOS ELÉCTRICOS.....	101
7.1 INTRODUCCIÓN.....	101
8. PROGRAMACIÓN DE LAS TAREAS DEL PROYECTO SSFM.....	103
8.1. INTRODUCCIÓN.....	103
8.2 DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS Y TAREAS RESUMEN QUE CONFORMAN EL PROYECTO.....	103
8.3 ASIGNACIÓN DE TIEMPO Y RECURSOS A LAS TAREAS DEL SSFM.....	107
9. ALTERNATIVAS PARA ESTRUCTURAR LA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS SOLARES FOTVOLTAICOS EN LA AMAZONIA ECUATORIANA.....	114
9.1 INTRODUCCIÓN.....	114
9.2 CONCEPTOS PREVIOS.....	114
9.3 CARACTERÍSTICAS ORGANIZATIVAS Y ACTORES DEL SISTEMA SOLAR DE LA COMUNIDAD DEL SSFM.	115
9.4 NECESIDADES DE GESTIÓN DE LOS SISTEMAS SOLARES FOTVOLTAICOS.....	115
9.4.1. Cálculo de los gastos de mantenimiento del SSFM.....	116
9.4.2. Definir las estrategias de financiación de los gastos.....	117
9.5 ALTERNATIVAS PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE LA GESTIÓN Y EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS SOLARES FOTVOLTAICOS.	119
9.5.1. Designación de una Unidad de Gestión y Mantenimiento (UGM).....	122
9.5.2. Creación de un Órgano de Gestión (OG) y de una Unidad de Mantenimiento (UM).....	123
10. HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DE SISTEMAS SOLARES.....	124
10.1 INTRODUCCIÓN.....	124
10.2 DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN.....	124
11. FICHA DE MANTENIMIENTO DEL SSFM.....	138
11.1 INTRODUCCIÓN.....	138
12. DOSSIER DE FORMACIÓN PARA TÉCNICOS Y MANTENEDORES DEL SISTEMA	141
BIBLIOGRAFÍA	184

1. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO, LOS ACTORES Y LA SITUACIÓN ENERGÉTICA.

1.1 Introducción.

Este documento pretende dar algunas indicaciones para aproximarse a las particularidades de la Amazonía ecuatoriana. Se pretende realizar una aproximación a nivel geográfico, a nivel sociocultural, a nivel económico y a nivel de acceso a las infraestructuras básicas. Luego el documento se centrará en la descripción de la situación de la energía en Ecuador y la Amazonia, con especial énfasis en el acceso a la energía eléctrica en el ámbito rural, que es el aspecto que se analiza en el marco de este proyecto. También se describirán los principales actores que intervienen en el acceso a la energía eléctrica.

1.2 Situación de la Amazonia Ecuatoriana.

La República del Ecuador es un país situado al noroeste de América del sur como se puede apreciar en la figura 1. Con una superficie de 256.370 Km², limita al norte con Colombia, al este y sur con Perú y al oeste con el océano Pacífico.



Figura 1. Ubicación de Ecuador en el continente americano (fuente: Instituto Geográfico Militar del Ecuador IGM)

Ecuador está dividido en tres grandes zonas continentales - la zona de la costa, la zona de la sierra y la Amazonía ecuatoriana (que a menudo es llamada "Oriente") - y una zona insular - las islas Galápagos.

Como se puede comprobar en la figura 2, la Amazonía ecuatoriana es la región formada por las provincias de Sucumbios, Orellana, Pastaza y parte de Napo, Morona Santiago y Zamora Chinchipe (las cuales estarían entre la zona de la sierra y "oriente").

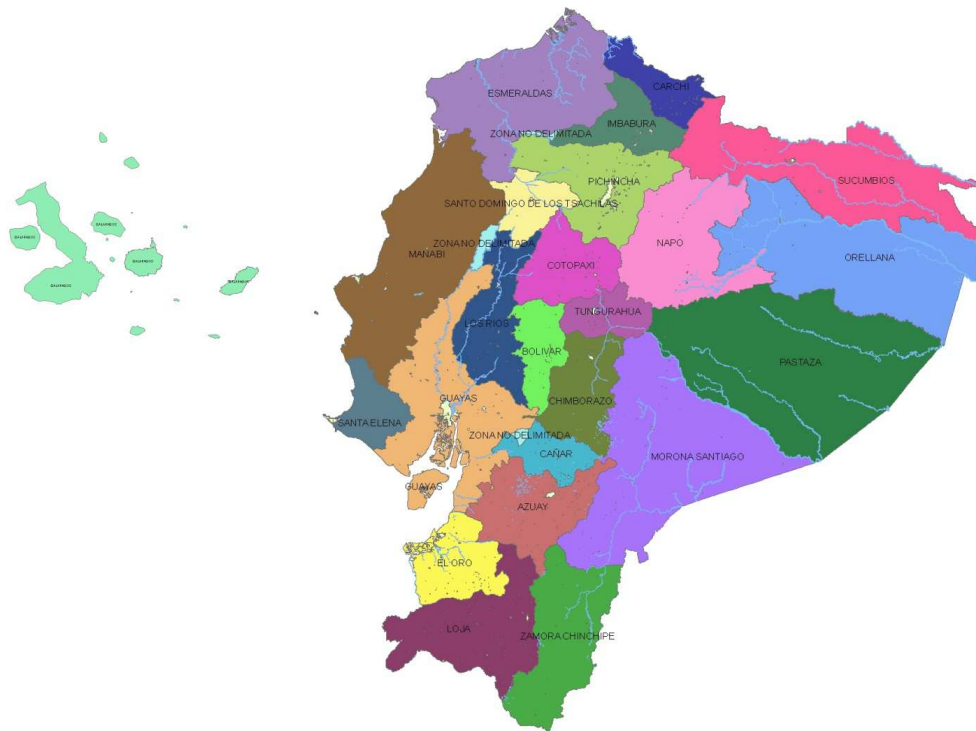


Figura 2. Provincias de la República del Ecuador

En 2013, Ecuador disponía de una población de 15.737.878 habitantes con una distribución poblacional del 47% en la zona de la sierra, un 49% en la zona de la costa y alrededor del 6% en la Amazonia ecuatoriana (Ministerio de Turismo de la República del Ecuador). Esta zona, de más de 100.000 Km², tiene por tanto una densidad de población muy baja y a menudo dispersa.

Estas tres zonas tienen una importante diferenciación a nivel de climatología, vegetación y fauna. A lo largo del Ecuador podemos encontrar desde climas cálidos en la costa o Amazonia hasta climas muy fríos en las zonas altas de la Sierra. Y esta diversidad de espacios hace que sea uno de los 17 países con más biodiversidad del mundo (Ministerio de Turismo de la República del Ecuador).

En el caso concreto de la Amazonía ecuatoriana, el clima es claramente ecuatorial. La temperatura es cálida y constante, entre 22 y 26 ° C a lo largo de todo el año, y es muy

húmedo, con una humedad relativa que habitualmente es superior al 80% y con abundantes precipitaciones a lo largo del año (más de 3000mm anuales).

La vegetación y fauna en la Amazonía ecuatoriana es muy rica. Diversas organizaciones dicen que en la selva amazónica conviven más de 500 especies de aves diferentes, más de 600 especies de peces, 250 de anfibios y reptiles, 200 de mamíferos, miles de especies de insectos diferentes y más de 20.000 especies vegetales.



Figura 3. Paisaje de Brisas del Tiputini, provincia de Orellana (fuente: ISF)

Esta zona formada por los bosques pluviales que van desde la Sierra Andina hasta Perú, recoge todas las aguas que provienen de la vertiente este de los Andes. Es por tanto una zona con abundantes ríos, cascadas y más hacia el este grandes lagunas y bosques inundados.



Figura 4. Foto aérea río Coca, provincia de Orellana (fuente: RLCAS)

Los ríos más importantes de esta vertiente son: el Napo, el Pastaza y el Putumayo. Estos ríos, que desembocan en el mismo Amazonas, son muy caudalosos como se puede ver en la Figura 4 y tienen multitud de afluentes importantes. Cabe destacar la variabilidad de estos afluentes tanto en caudal como en cuanto a recorrido, que en algunos casos varía ligeramente según el momento.

En cuanto a orografía, en la Amazonía ecuatoriana se pueden diferenciar dos regiones geográficas. La Alta Amazonia, que es la zona más cercana a la Sierra, con pendientes importantes y es donde se producen los nacimientos de los ríos, y la Plana amazónica, que sería la zona situada más hacia el este está formada por grandes llanuras con poco desnivel y algunos cerros.

1.3 Entorno social, cultural y económico.

Esta gran diferenciación entre las zonas, que hace que el país disponga de gran riqueza a nivel geográfico, climatológico, de vegetación, de fauna, etc. también ha implicado una gran diferenciación a nivel cultural, económico y social. Según datos del INEC, en 2012 Ecuador tenía un 75% de población que reside en los centros urbanos y el resto sería población rural. Además cabe destacar que a nivel político, muchas de las provincias de esta zona son muy recientes (Orellana por ejemplo fue creada en 1998) y esto tiene implicaciones a nivel organizativo, de infraestructuras, de identidad, etc.

1.3.1 Población.

En la Amazonia ecuatoriana viven unas 840.000 habitantes entre los que podemos encontrar por un lado miembros de pueblos indígenas (*Kichwas, Shuar, Achuares, Sion, Secoyas, A'i Cofan, Wuaoranis y Tagaeri-Taromenani*) que han vivido en la zona desde tiempos ancestrales. Por otra parte, la población colona, que proviene en su mayoría de la zona de la sierra (sobre todo de Loja) y en menor grado de la costa.

Esta colonización de la zona se inició cuando, a mediados de los años 50, se realizó una reforma agraria con la que se consideraba que la zona boscosa de la selva era improductiva y que podía ser cedida en fincas de 20 hectáreas a las personas que lo solicitaran (y que hicieran cultivables más del 50% de su área). Este fenómeno migratorio, sin embargo, se vio acentuado sobre todo en los años 80 con la crisis económica de algunas provincias, entre ellas Loja. Las diferencias entre estos dos grandes grupos de población son grandes, tanto a nivel de forma de vida como a nivel cultural, organizativo, etc. A nivel global, y teniendo en cuenta que es necesario acotar cada proyecto a su entorno sin caer en generalidades, se podría destacar que:

- Los pueblos indígenas viven en terrenos comunitarios sin propiedad privada, comunes, los cuales son gestionados mediante reuniones asamblearias. En muchos casos tienen sus centros poblados muy cercanos a los ríos, que antiguamente era la única vía de comunicación que había, y trabajan la porción de tierra que tienen asignada en la comuna. Tienen a menudo lengua propia (Kichwa y otros), aunque los líderes suelen saber el español, y tienen una cultura propia (con sus ritos, costumbres, etc.). Suelen vivir de la caza, pesca, agricultura de subsistencia y en algunos casos han empezado a tener pequeños negocios de artesanía o de Ecoturismo. Suelen trabajar mucho en "Mingas" que consiste en reunir a toda la comunidad para desarrollar un trabajo que beneficie a una persona o a toda la comunidad (construcción de una vivienda, cortar hierba del centro poblado, preparar una festividad, ir de caza...). Se agrupan en federaciones de organizaciones indígenas, las cuales además de reafirmar su identidad, defienden sus derechos ante las continuas agresiones externas.

- La población colona en cambio es propietaria de su tierra que son fincas de 50 hectáreas (de 250m de ancho por 2Km de largo). Suelen vivir en comunidades a ambos lados de las principales carreteras y vías de acceso (de hecho la organización de las fincas se realiza por líneas como se puede ver en la figura 5), a menudo disponen de un centro poblado comunitario en donde ubican los centros comunales (escuela, iglesia, centro de salud, centro de reuniones, comedor comunitario, etc.). Al igual que los indígenas suelen hacer algunas tareas mediante las "Mingas", pero normalmente sólo cuando tienen como beneficiario a toda la comunidad. Se suelen organizar en federaciones de organizaciones campesinas y cooperativas agrarias.

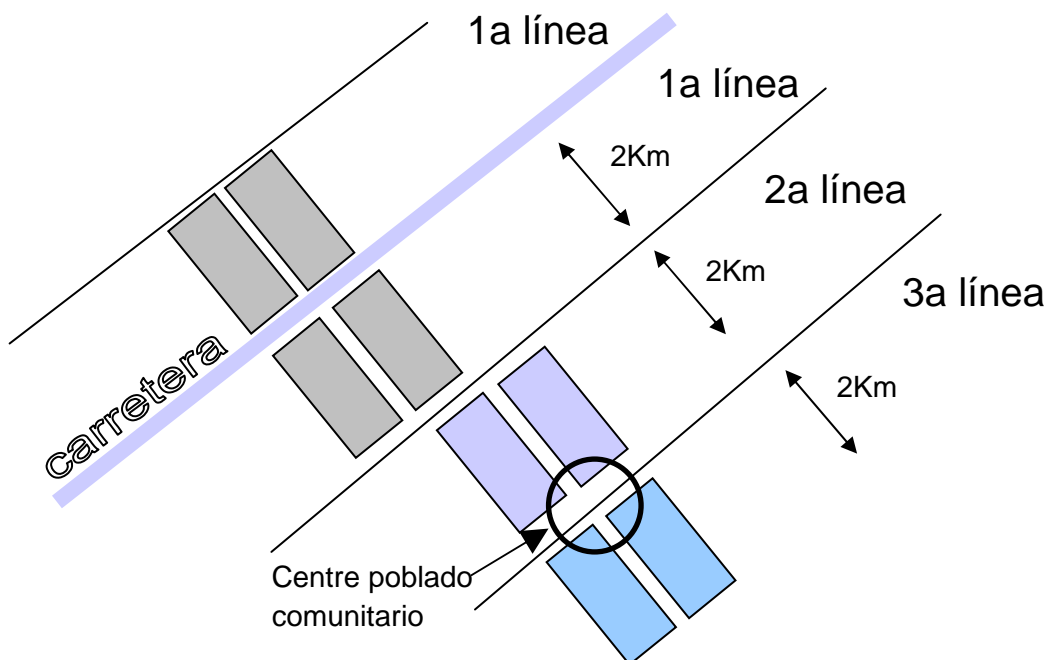


Figura 5. Organización de las fincas de la población colona.



Figura 6. Construcción típica familia colona (izquierda) e indígena (derecha) (fuente: ISF).

1.3.2 Economía, salud y educación en Ecuador.

A nivel económico, Ecuador se sustenta en primer lugar por los ingresos que provienen del petróleo, en segundo lugar por los ingresos que provienen del extranjero (a través de los envíos de la migración) y en tercer lugar de la producción de plátanos, cacao, marisco, el café y flores.

Con una economía dolarizada por Álvaro Noboa el año 2000, y tras varias crisis económicas que desestabilizaron el país (caída de precio del café, caída del precio del petróleo en 1998, el fenómeno de "El Niño"...), en la actualidad Ecuador ha logrado reducir su inflación, que como se puede observar en la tabla 1 llegó al 90%, y mantener un crecimiento económico del orden del 3%.

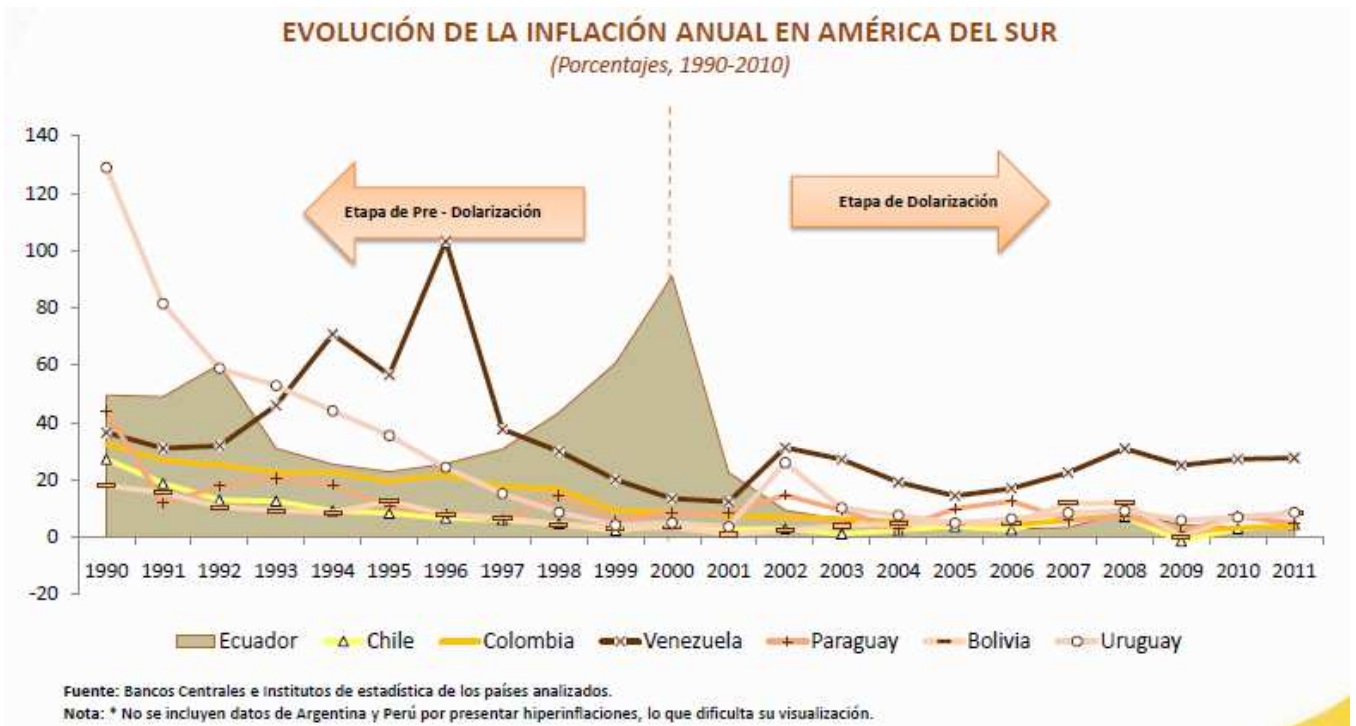


Tabla 1. Indicadores Macroeconómicos de Ecuador 1990-2011 (fuente: Banco Central del Ecuador).

Ecuador es un país considerado en vías de desarrollo y tiene un Índice de Desarrollo Humano (IDH), como podemos ver en la tabla 2, de 0.724. Este IDH lo sitúa dentro del bloque de países de Desarrollo Humano medio, concretamente en el lugar 89.

Dispone de una tasa de alfabetización de más del 90%, pero con ciertas carencias a nivel de acceso a la educación secundaria o universitaria, así como se puede ver en la tabla 2. Cabe destacar que como en la mayoría de países del analfabetismo más elevado se produce en el sector rural y disminuye mucho en la capital o zonas más pobladas.

Clasificación según el IDH		Valor del índice de desarrollo o humano (IDH)	Esperanza de vida al nacer (años)	Tasa de alfabetización de adultos (% de personas de 15 años y mayores)	Tasa bruta combinada de matriculación en primaria, secundaria y terciaria (%)	PIB per cápita (PPA en US\$)	Índice de esperanza de vida	Índice de educación	Índice del PIB
23 (DH Alto)	España	0,885	81,6	97,7	100	27.063	0,972	0,871	0,821
89 (DH Medio)	Ecuador	0,724	75,8	91,9	78 (estimado)	7.443	0,88	0,679	0,637

Tabla 2. Indicadores de Desarrollo Humano de Ecuador y España (fuente: PNUD).

A pesar de no tener una cobertura extremadamente elevada a nivel sanitario, Ecuador dispone de una elevada privatización del sector que dificulta aún más el acceso a la salud por parte de las regiones de menor densidad de población y por parte de los sectores más desprotegidos.

El acceso a la infraestructura básica también es relativamente bajo aunque cabe destacar que está dando pasos importantes para reducir esta problemática, como se puede apreciar con los indicadores de la tabla 4. El acceso a una fuente de agua mejorada es del orden del 91%. Destacar que una fuente de agua mejorada según el PNUD sería el acceso a 20 litros diarios de agua potable proveniente de la red, de una fuente pública, de agua de lluvia, de un pozo protegido, etc. que esté a menos de 1km de la vivienda.

Y el acceso a un sistema de saneamiento es bajo si se tiene en cuenta la importancia de este tipo de infraestructura, sólo un 78%.

Clasificación según el IDH		Población con acceso sostenible a saneamiento mejorado(%)		Población con acceso sostenible a una fuente de agua mejorada (%)		Personas desnutridas (% de la población total)	
		2002	2012	2002	2012	2002	2012
82 (DH Medio)	Ecuador	72	78	86	91	4	2

Tabla 3. Indicadores de acceso al agua, saneamiento y de desnutrición en Ecuador, 2012 (fuente: PNUD)

1.3.3 Economía, salud y educación en la Amazonia ecuatoriana.

Los últimos datos disponibles que concretan hasta el nivel de provincia se pueden obtener del último censo que hizo el Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador en el año 2001.

Lo que en primer lugar hay que destacar es que en la región amazónica, la población local vive sobre todo de la agricultura de subsistencia y con un crecimiento importante últimamente del turismo, aunque todavía en un porcentaje pequeño. El negocio de las industrias extractivas de petróleo prácticamente no revierte en puestos de trabajo para la población local y la extracción de madera, la cual se hace a menudo bajo criterios al margen de la legalidad, tampoco es una fuente económica que revierta de manera justa a la población local.

Cabe destacar que Ecuador no es un país homogéneo. Hay mucha diferencia entre la vida en la zona de la Sierra, la cual normalmente dispone de más calidad, de la vida en la zona de la Amazonia. Aunque pueda parecer paradójico, ya que precisamente de la Amazonia es de donde se extrae el petróleo que es la principal fuente económica del país, la inversión económica en infraestructura en la Amazonía es muy baja. Si a este hecho le sumamos que la población es mucho más dispersa y que algunas organizaciones provinciales son muy recientes, podemos imaginar que las condiciones de vida en la Amazonia son más duras.

Por poner un ejemplo de esta desigualdad, podemos mirar en la tabla 5 donde se refleja el Índice de Desarrollo Humano del año 1999 desglosado por provincias. Podemos ver como la provincia de Pichincha (en la zona de la Sierra, donde se encuentra la capital, Quito) el IDH era de 0,758 y en cambio en la región de la Amazonía el IDH era de 0,619, muy inferior pues.

Puesto	Región/Provincia	Índice Esperanza de vida 1995-2000	Índice de Educación 1999	Índice de consumo por persona 1998	IDH
1	Pichincha	0.825	0.853	0.596	0.758
2	Guayas	0.779	0.856	0.537	0.724
3	El Oro	0.770	0.843	0.521	0.711
4	Carchi	0.819	0.794	0.469	0.694
5	Azuay	0.765	0.787	0.514	0.689
6	Tungurahua	0.781	0.777	0.491	0.683
7	Loja	0.751	0.817	0.434	0.667
8	Manabí	0.794	0.772	0.435	0.667
9	Imbabura	0.766	0.741	0.479	0.662
10	Esmeraldas	0.708	0.811	0.447	0.655
11	Los Ríos	0.733	0.776	0.454	0.654
12	Cañar	0.739	0.763	0.452	0.651
13	Amazonía	0.577	0.802	0.478	0.619
14	Cotopaxi	0.729	0.693	0.417	0.613
15	Bolívar	0.706	0.723	0.368	0.599
16	Chimborazo	0.656	0.701	0.420	0.592
País		0.765	0.807	0.508	0.693

Tabla 4. Índice de Desarrollo Humano a nivel provincial de Ecuador, 1999 (fuente: SIISE).

Esta diferencia de grado de desarrollo lo podemos concretar un poco más, como se puede observar en la tabla 6, con algunos de los principales indicadores a nivel de Educación, Salud e infraestructura básica. Podremos observar por un lado que las provincias de la zona amazónica están muy por debajo de la media en Ecuador, y podremos observar por otra parte el nivel de desatención con respecto a acceso a la infraestructura básica.

Indicador/Provincia	Ecuador	Morona Santiago	Napo	Pastaza	Zamora Chinchipe	Sucumbíos	Orellana
Población 2001 [habitantes]	12.156.608	115.412	79.139	61.779	76.601	128.995	86.493
Pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI) 2001 [%]	61,3	75,8	77,1	66,9	76,7	81,7	82,7
Extrema pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI) 2001. [%]	31,9	46,0	42,0	34,9	41	40,2	46,4
Analfabetismo 2001 [%]	9,0	10,0	10,5	10,1	8,2	8,5	9,2
Analfabetismo funcional 2001 [%]	21,3	29,2	22,5	21,8	22,2	26,5	23,2
Médicos en establecimientos de salud (públicos y privados) 2001	12.354	109	69	64	50	86	33
Agua entubada por red pública dentro de la vivienda 2001 [%]	47,9	34,3	30,0	41,1	32,5	13,9	12,7
Medios sanitarios de eliminación de excretas 2001 [%]	63,6	48,0	48,8	55,7	46,1	41,3	33,6
Servicio de recolección de basura 2001 [%]	62,7	34,8	43,7	53,3	35,6	43,2	30,9
Índice Multivariado de infraestructura básica (IMIB) 2001 [%]	40,0	26,5	26,8	33,4	29,5	24,0	17,7

Tabla 5. Indicadores económicos y sociales a nivel de Ecuador y a nivel provincial, 2001. (fuente: SIISE).

Esta desigualdad entre indicadores generales del país y los indicadores específicos de la Amazonia, también se da en el sector energético como veremos en los siguientes apartados.

1.3.4 La comunicación y el transporte en la Amazonia ecuatoriana.

Otro de los elementos que dificultan la vida en la Amazonía ecuatoriana es en muchos casos las pocas vías de comunicación que hay para acceder a las poblaciones y comunidades y el hecho de que las pocas vías de comunicación que hay en la zona, han sido realizadas para cubrir las necesidades de las industrias extractivas. A este hecho también le debemos sumar que el suelo de la zona amazónica es muy arcilloso y con las abundantes lluvias de la zona se deteriora muy rápidamente.

Además, como la distribución de las comunidades colonas se hace, como se ha comentado en el apartado anterior, por líneas, hay multitud de comunidades que están ubicadas en 5^a o 6^a línea. Estas comunidades, para poder llevar un producto a vender, en primer lugar deben desplazarlo cargado a sus espaldas o con caballo 10-12Km por dentro de la selva. Una vez han llegado a la vía de comunicación (que a menudo es una vía sin asfaltar) deben desplazarse hasta la capital de parroquia más cercana en autobús o con algún coche que los recoja (con el coste económico y de tiempo que ello supone). Esta situación dificulta mucho la producción que no sea para autosubsistencia.

En el caso de las poblaciones indígenas, a menudo han aprovechado los ríos como vía de comunicación para poder sacar sus productos que pueden comerciar entre ellos o con la población colona. Aún así muchas comunidades no disponen de barcas con motor y, a veces, un recorrido relativamente corto les puede suponer días de viaje.

En la mayoría de capitales de provincia se puede llegar en avión o bien por carretera asfaltada aunque las condiciones de estas a menudo no son demasiado buenas. Un viaje Quito-Francisco de Orellana que en avión son unos 20 minutos, en bus es de 7 horas.

1.4 Contexto Energético en Ecuador.

A nivel energético cabe destacar que Ecuador dispone de una parte de grandes reservas de petróleo y por otra parte de un importante potencial hidroeléctrico. No dispone de tecnología nuclear, ni prácticamente de carbón, y está entrando a trabajar en la promoción de las energías renovables y los biocombustibles. También cabe destacar que a pesar del grado de desarrollo industrial que está teniendo, aún para el uso doméstico los combustibles tradicionales juegan un papel muy importante especialmente en el ámbito rural, aunque se va reduciendo.

Cada vez se tienen más en cuenta los indicadores energéticos para valorar el grado de desarrollo de un país. Entre la recopilación de indicadores energéticos que hace el PNUD, Ecuador es un país con un consumo medio de energía eléctrica (muy por debajo de España, pero muy por encima de muchos países africanos o de Asia). Con bajas emisiones de CO₂, aunque sigue el patrón de los países en vías de desarrollo y se ha incrementado bastante. Además cabe destacar que ha firmado tratados de medio ambiente como el Protocolo de

Kyoto, entre otros, lo que le sitúa dentro del grupo de países comprometidos para cambiar el modelo de desarrollo energético que tradicionalmente se ha seguido.

En 2011, Ecuador tuvo una producción energética final de 117.254 GWh, según los datos estadísticos de la IEA. Este consumo de energía cuenta con una demanda estructurada por sectores típica de un país en vías de desarrollo. Como se puede apreciar en la figura 7, hay un bajo consumo industrial equivalente al consumo residencial, y un bajo consumo del área de comercios y servicios. Cabe destacar también el importante papel del transporte en el consumo energético, que es del 53% de la demanda total, y que se realiza principalmente por carretera.

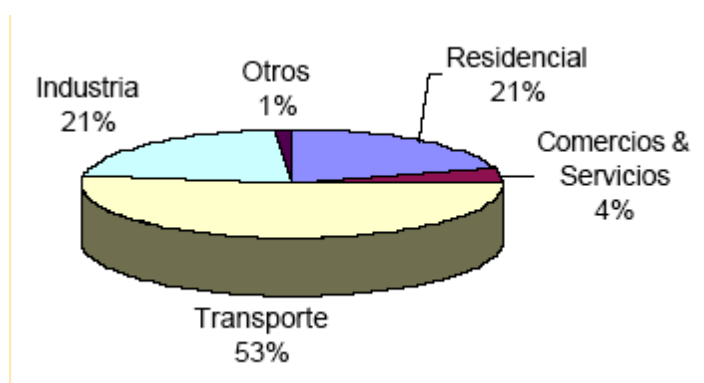


Figura 7. Consumo final energético por sectores en 2010 (fuente: IDAE)

Entramos un poco más en detalle sobre el uso de cada tecnología energética y sobre el potencial que puede tener para poder cubrir las necesidades actuales y futuras de la demanda de energía a país.

1. Recursos Fósiles.

Ecuador tiene una importante producción de petróleo anual, según la BBC es el 5º productor de petróleo de América Latina. Según el Ministerio de Energía y Minas, en adelante MEM, en 2011 fue de 500.378 barriles/día. De estos barriles aproximadamente el 30% es para mercado interno del país y el 70% restante es para exportaciones. Y tenía unas reservas en enero de 2011 de unos 6.500 millones de barriles.

La explotación del recurso fósil en Ecuador se realiza en un 35% por parte del sector público, Petroecuador, Petroproducción y Petrocomercial, y en un 65% por parte del sector privado, AEC, City Oriente, Agip, Repsol, etc. mediante convenios entre las empresas y el estado.

Prácticamente toda la producción de petróleo está focalizada en la Amazonía ecuatoriana como se puede observar en la figura 8, con algunos pozos en la península del Guayas (algunos están ubicados en el mar).

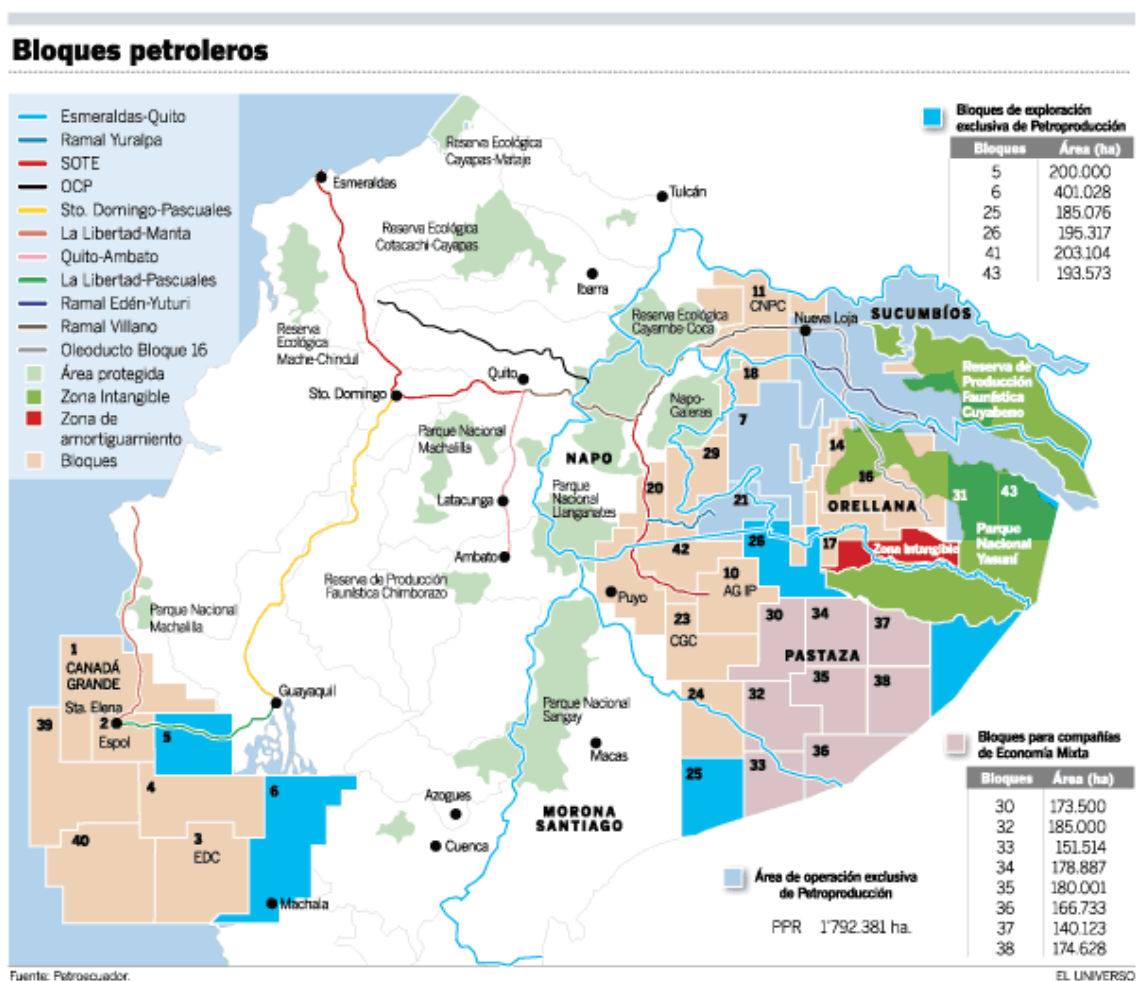


Figura 8. Distribución en el Estado de Ecuador de los bloques petroleros e infraestructuras de distribución, tipo de concesión de la explotación y áreas protegida (fuente: Petroecuador, 2009).

Ecuador dispone de 5 refinерías, la más grande es la de Esmeraldas, en las que se procesa el crudo proveniente de Petroecuador para obtener sus derivados. Las empresas privadas exportan directamente el petróleo sin refinar a Esmeraldas, también el punto de embarque de petróleo hacia los petroleros. Esta diferencia entre el punto de producción de crudo y el punto de procesado y embarque hace necesaria la creación de una infraestructura de transporte que una las dos regiones.

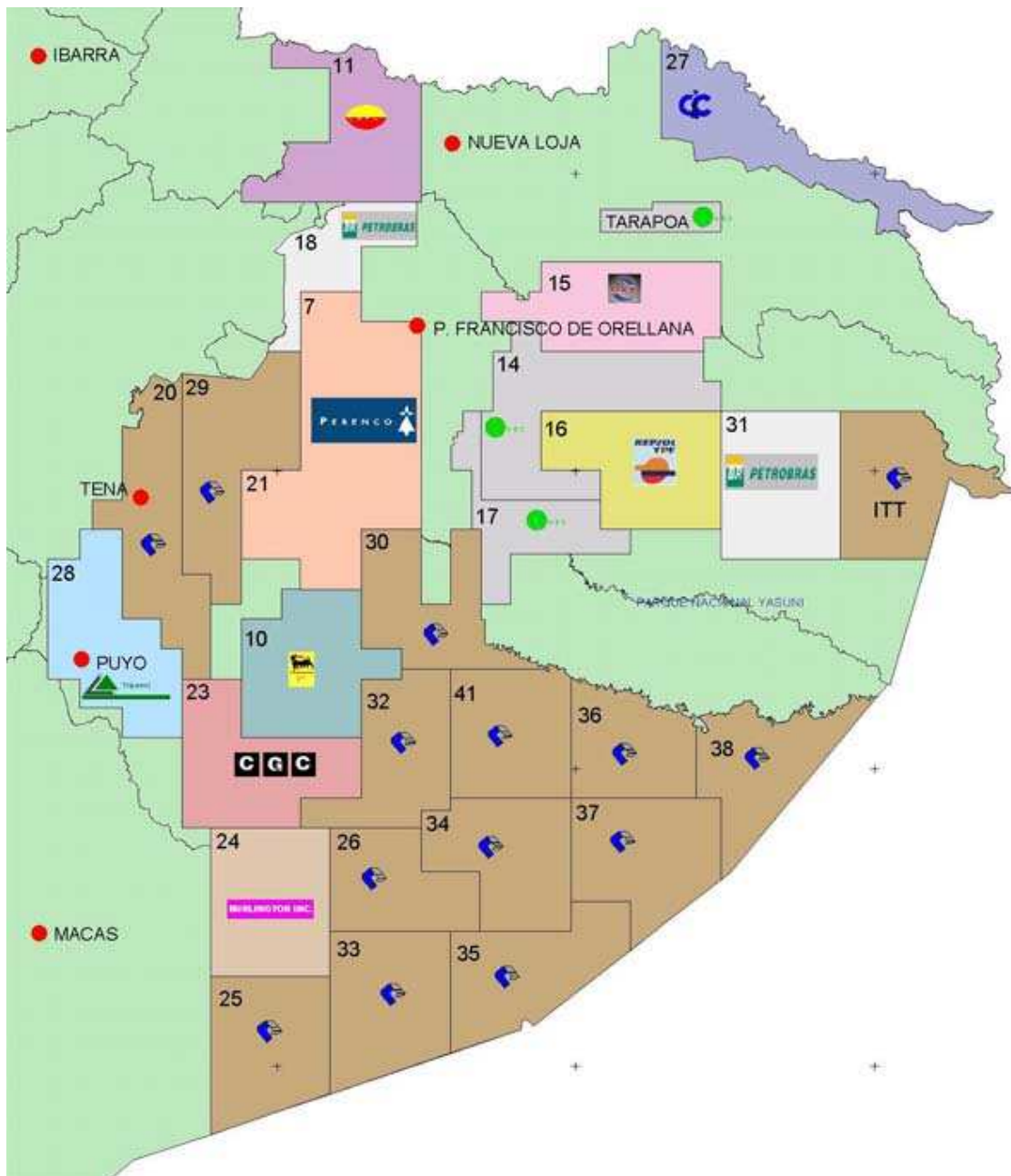


Figura 9. Distribución en la Amazonía de los bloques petroleros por compañías extractivas.

Para poder transportar el petróleo, Ecuador dispone de un oleoducto público, el Sistema de oleoductos Trans-Ecuatoriano Sotés por el que pasa el 68% del petróleo, de un oleoducto privado, el oleoductos de crudos Pesador OCP que pasa el 32% del petróleo, y en casos puntuales se utiliza el oleoducto colombiano OTA, pero es despreciable (MEN 2005). Tanto el OCP como el Sotés parten de la Amazonia (400 msnm), suben atravesando la sierra andina (unos 4000 msnm) y bajan hasta la costa de Esmeraldas (0 msnm), con un recorrido de unos 500km.

Del total del petróleo exportado, el principal país consumidor es Estados Unidos como se puede apreciar en la figura 9. En segundo lugar quedan las exportaciones hacia Perú o algunos países de América Central.

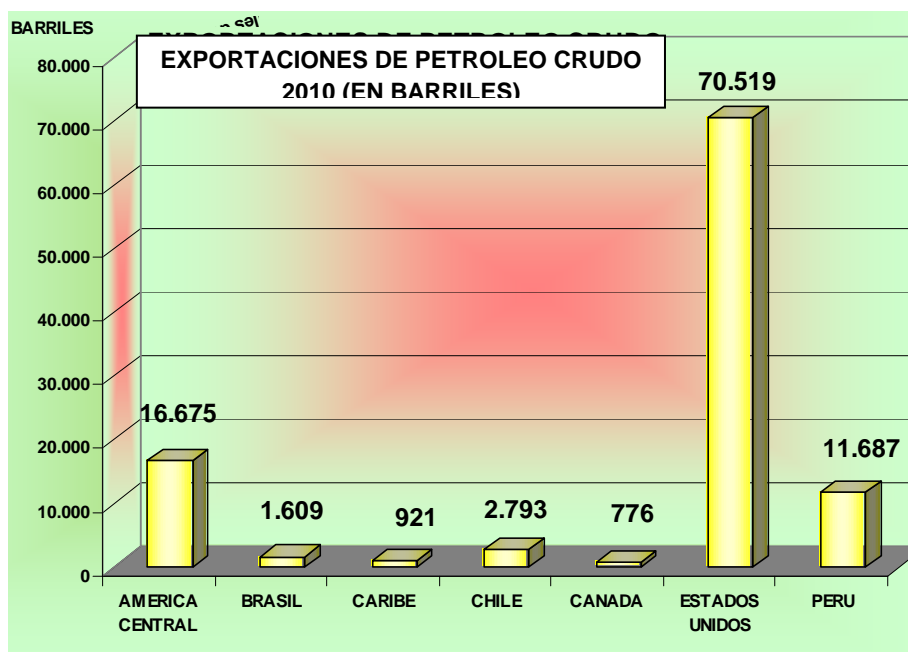


Figura 10. Exportaciones del petróleo de Ecuador 2010 (fuente: MEM).

2. Gas natural.

En Ecuador hay una producción anual de Gas Natural, la cual es relativamente baja en comparación a la producción de petróleo, en el año 2010 según los datos del MEM rondó los 331 millones de metros cúbicos.

El origen del Gas Natural libre en Ecuador proviene del Golfo de Guayaquil donde se explota para la producción de energía eléctrica. Y cabe destacar que se quieren incentivar políticas de reaprovechamiento del Gas Natural asociado al petróleo, para la producción de GLP o electricidad ya que en la actualidad se está malgastando cerca del 77% de este recurso energético (según el Dr. Fernando Mogollón del MEM). Este gas es procesado en las refinerías de Sushufindi y la Libertad, esta segunda con poco volumen.

3. Energía Hidráulica.

Ecuador como hemos dicho tiene un gran potencial hidráulico. Según datos del INECEL (Instituto Ecuatoriano de la Electrificación), este potencial desarrollable o factible estaría cerca de los 21.500 MW, incluyendo tanto la gran hidráulica como la potencialidad de las minicentrales hidroeléctricas.

La vertiente amazónica de la sierra andina recibe alrededor del 70% de las aguas del Ecuador y por este motivo la zona alta amazónica y la zona de la sierra que da a esta vertiente, son las que disponen de mayor potencial hidráulico de Ecuador.

Aunque para generación eléctrica la energía hidráulica es la tecnología más utilizada, aún tiene mucho potencial por desarrollar.

4. Energía Solar.

Debido a su situación geográfica Ecuador dispone de un gran potencial solar, con una irradiación media entre 3-4 kWh/m²/año (IDAE - Informe WP4). Podemos ver esta irradiación media, especificada según la zona, en la tabla 8.

Potencial solar en Ecuador.	
Región	Radiación media
Interandina	4.5 kWh/m ² año.
Costa	3.5 kWh/m ² año.
Amazónica	3.8 kWh/m ² año.
Galápagos	4.5 kWh/m ² año.

Tabla 8. Irradiación solar media según la zona (fuente: IDAE - Informe WP4)

Este potencial hace que sea una tecnología importante a tener en cuenta tanto a nivel térmico como a nivel de generación de electricidad para la población rural. Actualmente hay en marcha varios proyectos de instalaciones solares para abastecimiento rural fomentado por varias organizaciones.

5. Energía Eólica.

En Ecuador no hay muchas regiones que dispongan de vientos más o menos constantes con buenas medias de velocidad. Normalmente las buenas zonas de viento están situadas en puntos concretos de la Sierra y en la zona de la Costa.

En la actualidad se está realizando un inventario del recurso para poder evaluar el potencial real. En la tabla 9 podemos observar algunos de los datos recogidos hasta el momento y hay que destacar que hay tres promotores que han presentado 3 proyectos eólicos en CONELEC con una potencia total acumulada de 42,4 MW.

Potencial Eólico en Ecuador.			
ZONA	PROVINCIA	POBLACIÓN	Velocidad media (m/s)
NORTE INTERANDINA	CARCHI	El Ángel	6.6
	IMBABURA	Salinas	7.0
CENTRAL INTERANDINA	PICHINCHA	Tabacundo	5.0
		Machachi	7.1
		Malchinguí	6.6
	COTOPAXI	Olmedo	5.3
SUR INTERANDINA	AZUAY	Páramo del Cotopaxi	5.9
	LOJA	Huascashaca	7.9
		Saraguro	5.2
		Yangana	5.5
		Lucardi	5.6
COSTA	MANABI	Boyacá	5.6
INSULAR	GALAPAGOS	S.Joaquín (I. S. Cristóbal)	7.9
		Salasaca (I. Santa Cruz)	5.4

Tabla 9. Velocidad media del viento en algunas regiones de Ecuador (fuente: IDAE - Informe WP4)

6. Energía Geotérmica.

Debido a la naturaleza volcánica de Ecuador, existen importantes reservas de energía geotérmica. Según se cita en el informe WP4 del IDAE, el potencial económicamente viable para generación eléctrica sería de unos 70.000MW.

Aunque hay varios proyectos de aprovechamiento por aguas termales, el aprovechamiento de esta fuente energética actualmente es nulo y se están realizando algunos estudios para la realización de proyectos de alta entalpía (tres proyectos con una potencia acumulada de 534 MW).

7. Energía de la Biomasa.

Esta fuente energética se estima que cubrió alrededor del 6% de las necesidades de energía primaria del Ecuador del año 2010, según los datos estadísticos del IEA.

Los principales usos pero se dan en el sector rural doméstico, aunque existen algunos proyectos en marcha de aprovechamiento de residuos de la caña de azúcar y otras agroindustrias (estamos hablando del orden de 20mW).

Según el estudio WP4 del IDAE, el potencial energético de la biomasa en Ecuador es del orden de 1.161,7 Ktpe / año, como se puede ver en la tabla 10, que es el doble de la energía producida según IEA.

Potencial de Biomasa en Ecuador.		
Tipo	Teórico (ktep/año)	Técnico (ktep/año)
Residuos sólidos urbanos	270.3	181.8
Residuos agrícolas	1.487.4	594.9
Residuos agroindustriales	384.1	230.5
	166.3	76.0
Residuos ganaderos	249.3	74.8
Industria alcoholera	4.1	3.7
TOTAL	2561.5	1161.7

Tabla 10. Potencial de la energía de la Biomasa en Ecuador (fuente: IDAE - Informe WP4)

Están iniciando también en la actualidad algunos proyectos de uso de bioalcoholes provenientes de la caña de azúcar, con el objetivo de reducir así la importación de gasolina que se está haciendo en este momento.

En un futuro próximo parece que se quiere potenciar de manera seria la realización de proyectos de cultivo de caña de azúcar y productos oleaginosos para la producción y comercialización de Biocombustibles. Estados Unidos está muy interesado y de recientes declaraciones del actual presidente de Ecuador, Rafael Correa, se puede extraer este interés.

1.4.1 Generalidades del sector eléctrico en Ecuador.

Ecuador tiene una capacidad de producción eléctrica anual de 23.026 GWh, de los cuales como se puede ver en la figura 10 obtenida a partir de los datos estadísticos del Consejo Nacional de Electricidad (CONELC), la capacidad de producción de energía eléctrica está centrada en la tecnología hidráulica y las centrales térmicas de combustible líquido.

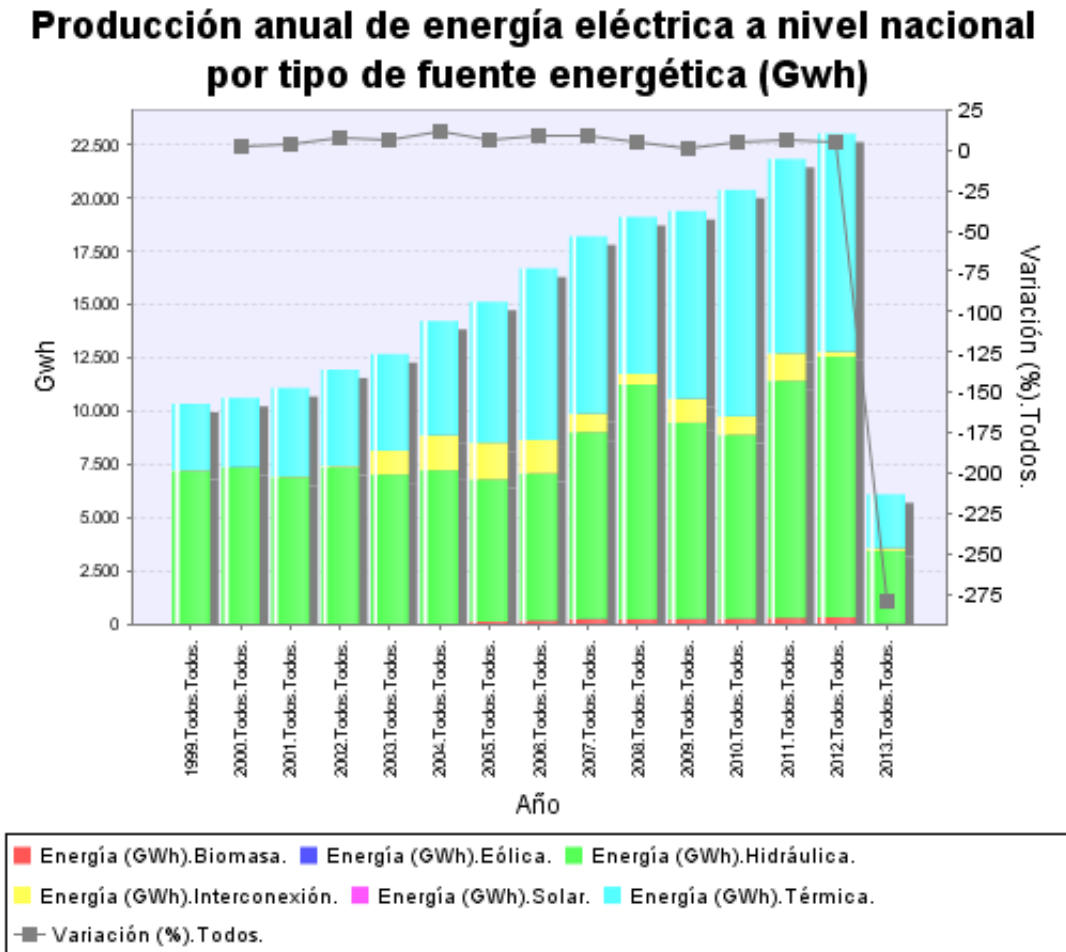


Figura 11. Capacidad de Generación Eléctrica por tecnologías del año 2013 (fuente: CONELC)

Se puede apreciar que la producción de energía eléctrica está muy poco diversificada, hidráulica y combustibles fósiles, y este hecho es una debilidad ya que en épocas de poca agua o en el momento en que se reduzca la producción de petróleo puede provocar dificultades de abastecimiento energético.

Por otra parte, el consumo de energía eléctrica del año 2012, según los datos facilitados por CONELEC, fue de 16.169 GWh. Esto representó un incremento del 6,04% respecto al año anterior. Y de este consumo, el sector que consume más energía eléctrica, como se muestra en la figura 11, podemos ver que es el residencial y que el sector comercial. El industrial está un poco por debajo. Esto va muy ligado con el nivel de desarrollo industrial que tiene el país.

Demanda anual de energía eléctrica a nivel nacional por grupo de consumo (GWh)

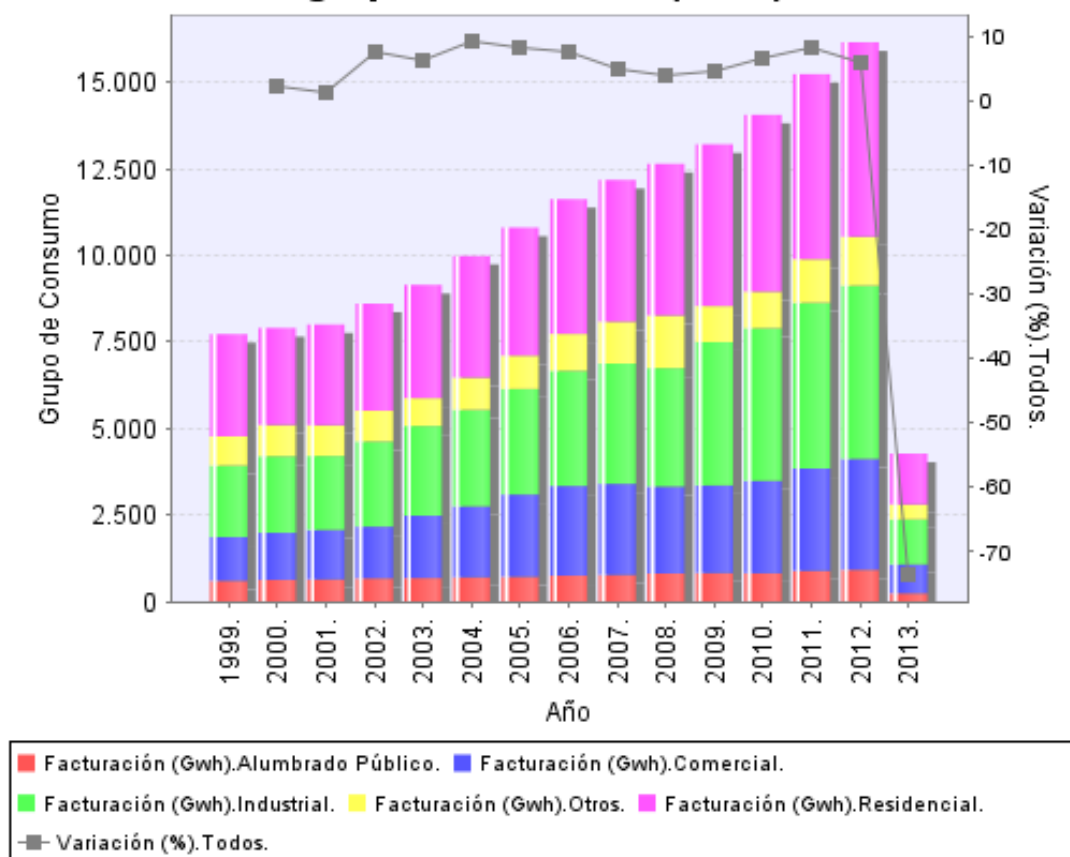


Figura 12. Consumo de energía eléctrica por sectores en Ecuador 2013 (fuente: CONELEC)

Ante la debilidad que supone esta polaridad en la capacidad de generación eléctrica y ante la necesidad de buscar recursos renovables de obtención de energía, el Ministerio de Energía y Minas de Ecuador, creó una Subsecretaría que se dedica a la Electrificación. Esta subsecretaría cuenta con la Dirección de Energías Renovables y Eficiencia Energética, en adelante DERE, la cual ha redactado el Plan Maestro de Energía Renovable.

Este Plan tiene como objetivos la promoción del uso de las energías renovables, el desarrollo a nivel nacional de tecnologías renovables y la aplicación de estas fuentes para la electrificación de las zonas rurales más alejadas de la red. Para desarrollarlo, el Plan dispone de 8 proyectos en marcha como se puede ver en la tabla 11.

Plan Maestro de Energía Renovable.		
Proyecto	Objetivo	Financiación
ESMAP - Ecuador.	Creación de picocentrales hidroeléctricas (<5 kW).	Banco Mundial.
Rehabilitación de pequeñas centrales hidroeléctricas.	Rehabilitación de 3 pequeñas centrales hidroeléctricas 120 kW.	ULDI.
IIRSA.	Integración y modernización de los sectores de transporte, energía y telecomunicación.	Fondos nacionales.
Proyecto Santiago.	Obras civiles y equipo electromecánico de una pequeña central hidroeléctrica (400 kW).	MEM y Consejo Provincial de Morona Santiago.
PECHIDEC.	Desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas (< 5 MW) para zonas aisladas.	ONUDI.
Proyecto Chorrillos.	Construcción de una pequeña central hidroeléctrica de 3,96 MW.	MEM y municipio de Zamora.
Proyecto de electrificación de Galápagos con energía renovable.	Plantas eólicas y fotovoltaicas (5,7 MW de capacidad total).	KfW, FMMA.
Proyecto de electrificación rural con energía fotovoltaica.	Instalación de 263 sistemas fotovoltaicos para servicios básicos (123 en Arajuno y 140 en Sarayacu).	PROMECA, FERUM.

Tabla 11. Proyectos en ejecución dentro del Plan Maestro de Energía Renovable (fuente: IDAE - Informe WP4)

También en coordinación con el CONELEC, la DREE ha elaborado estrategias de promoción de las energías renovables como la priorización de éstas en las ayudas del FERUM (Fondo de electrificación rural y urbano-marginal), que más adelante se explicarán, la aplicación de un régimen de precios que beneficia esta producción energética (la Regulación 004/04) o la exención de impuestos a la importación de equipos para la generación de energía mediante fuentes no renovables cuando estos equipos no se fabriquen en el país.

1.4.2 Estructuración del sector eléctrico en Ecuador.

En 1996, Ecuador inició un proceso importante de reestructuración del sector eléctrico del país con la aprobación de la Ley de Régimen de Sector Eléctrico, en adelante LRSE. Esta ley es la que regula el sector eléctrico en Ecuador y fue publicada en el Registro Oficial en el suplemento 43 del 10 de octubre de 1996, con las siguientes modificaciones de 2 de enero, 19 de febrero y 30 de septiembre de 1998, 13 de marzo y 18 de agosto de 2000 y 26 de septiembre de 2006.

De acuerdo con la LRSE, se establece que el estado ecuatoriano promoverá proyectos de desarrollo de electrificación rural y urbana marginal, ya que dice textualmente en su artículo 1, capítulo 1:

"El suministro de energía eléctrica es un servicio de utilidad pública de interés nacional; por tanto, es deber del Estado satisfacer directa o indirectamente las necesidades de energía eléctrica del país, mediante el aprovechamiento óptimo de recursos naturales, de conformidad con el Plan Nacional de Electrificación."

De acuerdo con la LRSE, el sector eléctrico ecuatoriano se estructura mediante los siguientes actores:

I) El Consejo Nacional de Electricidad, en adelante CONELEC. Este organismo es el encargado de regular, normar y controlar el sector eléctrico en Ecuador en todas sus actividades (generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica) así como elaborar el Plan Nacional de la Electrificación entre otras actividades.

II) El Centro Nacional de Control de Energía, en adelante CENACE. Este organismo es el administrador técnico y comercial del Mercado Eléctrico Mayorista del Ecuador. Básicamente sus funciones son la coordinación de la operación del Sistema Nacional interconectado (SNI) y la administración de las transacciones técnicas y financieras del MEM. Esta corporación civil de derecho privado sin ánimo de lucro está formada por miembros de todas las empresas de generación, transmisión, distribución y los grandes consumidores.

III) Las empresas de producción eléctrica concesionarias (más de 14 empresas de este tipo).

IV) La empresa de transmisión eléctrica concesionaria (Transelectric SA).

V) Las empresas de distribución y comercialización eléctrica concesionarias (más de 20 empresas).

La diferencia dentro del sistema eléctrico ecuatoriano: el Sistema Nacional Interconectadas, en adelante SNI, el cual lo forman todas los elementos de generación y distribución que están conectadas al mismo, y que se pueden observar en la figura 13, y los sistemas no conectados al SNI (que serían todos los sistemas aislados).



Figura 13. Mapa del sistema nacional de generación y transmisión de Ecuador (fuente: CONELEC)

En la Figura 13 también se puede apreciar las dos interconexiones que tiene Ecuador con Perú y Colombia y que le permiten importar la energía eléctrica.

Y los consumidores están clasificados en dos tipologías: regulados, que son aquellos en que los precios de la energía vienen regulados mediante las tarifas oficiales, y los no regulados, que son aquellos consumidores que tienen contratos directos con las empresas de generación o distribución de energía.

Cabe destacar a este nivel que Ecuador es el único país de América Central y del Sur que dispone de primas por toda la generación de electricidad con fuentes de energía renovables. A título de ejemplo en la siguiente tabla podemos ver los precios de la electricidad que se suministra al SNI por productores que usan fuentes renovables de menos de 15MW (10MW en el caso de la hidráulica) o por productores que estén conectados a microrredes no conectadas al SNI. Estos precios están garantizados durante 12 años y tanto los precios como las condiciones están establecidas en la Regulación 004/04.

Precios de la energía con fuentes renovables.		
Tipo de centrales eléctricas	Precio (US\$/kWh) Continente	Precio (US\$/kWh) Galápagos
Parques eólicos.	0,0931	0,1210
Sistemas solares fotovoltaicos.	0,2837	0,3120
Biomasa y biogás.	0,0904	0,0994
Geotérmica.	0,0917	0,1008
Pequeñas centrales hidroeléctricas (<5 MW).	0,0580	0,0638
Pequeñas centrales hidroeléctricas (5 MW - 10 MW).	0,0500	0,0550

Tabla 12. Precios de la energía proveniente de fuentes renovables (fuente: informe WP4-IDAE)

Con el objetivo de poder cubrir las necesidades de acceso a la Electrificación por parte de la población del ámbito rural o marginal urbano, la LRSE en su artículo 62, ratifica la creación del Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal , FERUM. Este fondo está gestionado por CONELEC y está financiado esencialmente por las tarifas eléctricas aplicadas a los consumidores comerciales e industriales.

Cabe destacar que en Ecuador no hay ningún Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, como el REBT 2002 español, y por lo tanto en este nivel tanto el dimensionado de instalaciones, como las medidas de protección, etc. están bajo criterio y responsabilidad del usuario o instalador.

1.5 El acceso a la energía en la Amazonia ecuatoriana.

Aunque la Amazonía ecuatoriana es la principal región de producción de petróleo de Ecuador, y por tanto de producción de energía, tiene uno de los menores índices de acceso a la energía eléctrica, sufre reiterados cortes de energía eléctrica, en las zonas que tienen, y por si fuera poco tiene que vivir restricciones de consumo de productos derivados del petróleo (Gasolina, GLP y en ocasiones incluso de Diesel). Esta paradoja que se produce viene motivada en gran medida por la baja inversión que históricamente ha habido en la zona por parte del estado.

1.5.1. Acceso a la energía eléctrica en la Amazonia ecuatoriana.

Las empresas eléctricas de distribución que tienen la concesión para trabajar en la Amazonia ecuatoriana, son las siguientes: Eléctrica Sucumbíos, Eléctrica Ambato, Eléctrica Centro Sur y Eléctrica Sur. Cabe destacar que las áreas de concesión no coinciden con los límites provinciales y por lo tanto alguna provincia puede tener una parte operada por una distribuidora y la otra parte por una distribuidora diferente. En ningún caso habrá dos empresas distribuidoras en la misma área de concesión.

Si miramos el porcentaje de cobertura eléctrica de las provincias de la Amazonia en 2008, como se indica en la tabla 13, podemos ver que en todos los casos estaba por debajo de la media. En especial hay que destacar el bajo índice de cobertura en la provincia de Orellana.

Provincia	Cobertura Sector Rural al 2001 (%)	Cobertura Sector Rural al 2008 (%)	Variación Sector Rural 2001 - 2008 (%)	Viviendas por electrificar
Orellana	22,3	24,6	10,3	15.197
Sucumbíos	41,2	44,6	8,0	15.472
Morona Santiago	40,1	46,0	14,6	14.781
Napo	39,9	46,8	17,3	9.563
Pastaza	52,8	57,5	8,9	8.513
Esmeraldas	63,1	69,8	10,7	25.904
Zamora Chinchipe	63,5	70,5	11,1	8.532
Manabí	66,2	72,3	9,3	22.909
Bolívar	68,3	74,1	8,4	5.529
Santa Elena	76,9	76,9	0,0	4.014
Loja	72,7	79,8	9,7	11.509
Cotopaxi	74,5	81,9	9,9	5.592
Los Ríos	76,1	83,6	9,9	9.407
Santo Domingo	84,6	84,6	0,0	2.105
Imbabura	81,0	88,3	9,1	3.460
Chimborazo	83,6	91,7	9,8	2.123
Cañar	87,5	95,2	8,8	839
Guayas	83,2	96,9	16,5	5.960
Azuay	89,2	97,6	9,5	2.214
Carchi	89,5	98,3	9,7	1.651
El Oro	88,8	98,4	10,8	2.181
Tungurahua	90,5	98,5	8,9	554
Galápagos	89,6	98,5	10,0	15
Pichincha	92,5	99,9	8,0	5.877
	79,0	85,7	6,7	183.901

Tabla 13. Tabla de índices de cobertura para el sector rural. Fuente: MEER (2010).

Provincia	Cobertura Sector Urbano al 2001 (%)	Cobertura Sector Urbano al 2008 (%)	Variación Sector Urbano 2001 - 2008 (%)	Viviendas por Electrificar
Santa Elena	95,2	95,2	0,0	3.440
Zamora Chinchipe	79,7	80,1	0,5	3.238
Sucumbíos	79,7	80,4	0,8	3.164
Orellana	80,1	80,6	0,6	1.649
Bolívar	82,2	82,7	0,7	3.644
Morona Santiago	82,0	82,7	0,9	1.883
Napo	83,4	83,7	0,4	1.266
Santo Domingo	97,2	97,2	0,0	9.157
Los Ríos	83,3	84,1	0,9	19.828
Manabí	86,5	86,9	0,5	32.859
Esmeraldas	88,1	88,3	0,2	8.315
Cotopaxi	88,9	89,6	0,7	4.861
Loja	89,3	89,7	0,5	4.372
Pastaza	89,4	90,2	0,8	1.206
Chimborazo	93,7	94,1	0,4	1.746
Imbabura	94,8	95,0	0,2	3.882
Cañar	94,6	95,2	0,6	1.204
Guayas	95,2	95,3	0,2	49.254
El Oro	96,2	96,3	0,1	1.331
Tungurahua	96,8	96,9	0,1	661
Pichincha	97,2	97,5	0,3	17.246
Azuay	96,7	97,6	0,9	2.277
Carchi	97,0	97,7	0,8	689
Galápagos	97,6	99,3	1,7	32
	91,5	92,7	1,2	177.204

Tabla 14. Tabla de índices de cobertura para el sector urbano. Fuente: MEER (2010).

Podemos ver que el acceso a la energía eléctrica a las comunidades rurales de la Amazonía es muy bajo. Solo uno de cada 4 hogares tiene acceso a la electricidad. Obviamente este dato habrá aumentado con los años, pero sigue siendo muy bajo y provoca que muchas familias no vean todas sus necesidades básicas cubiertas. De aquí se intuye la necesidad de proyectos de electrificación rural como el que se lleva a cabo en Orellana con la participación de varios agentes.

Los principales aspectos que dificultan la electrificación en esta zona son los siguientes:

- La gran dispersión de las comunidades. Recordemos que la densidad de población en esta zona es muy baja.
- La gran dispersión de las fincas dentro de la misma comunidad. El hecho de organizarse, especialmente las comunidades de población colona, por parcelas y por líneas, en lugar de tener todas las viviendas en un solo centro poblado, dificulta mucho la electrificación de las viviendas ya que se necesitan muchos Km de red.
- Las malas comunicaciones que hay en la zona, dificultan el trabajo de las empresas

distribuidoras para ir a hacer los cobros. Por este motivo, no es habitual que se electrifiquen zonas muy alejadas de las vías principales.

- La gran distancia que hay entre algunas comunidades y el punto de red actual, especialmente las comunidades indígenas de las riberas, hacen que el modelo centralizado o interconectado no sea el más indicado.

- La capacidad de generación eléctrica actual en muchas de estas zonas también es un limitante a la ampliación de la red, ya que la actual demanda está colapsando la generación.

- El bajo nivel adquisitivo de algunas comunidades que no pueden sacar fácilmente sus productos en el mercado, también hace que la empresa no lo considere un mercado rentable.

- No es fácil abrir y mantener líneas eléctricas en según qué zonas de la Amazonia, la vegetación recupera muy rápido y hay inundaciones de manera muy habitual.

- Los fondos para poder ampliar la red eléctrica provienen del hedor a donde compiten proyectos de todo el país. Para poder garantizar el acceso a la energía de toda la población hace falta aumentar el total de estos fondos.

Tras muchos debates y reuniones sobre el asunto, se puede concluir que hay dos caminos para acceder a la electrificación de una comunidad: la vía política y la vía económica.

- La vía política. Se da cuando la comunidad hace presión al gobierno municipal o provincial y este accede a presentar el proyecto a la compañía eléctrica y al hedor. En este caso el organismo de gobierno puede tener que aportar la diferencia de dinero entre la ayuda concedida por hedor y el coste real de la instalación.

- La vía económica. Es mejor cuando la comunidad hace la petición de electrificación a la compañía eléctrica. Esta hace un estudio económico de solvencia de la comunidad y estudia los parámetros técnicos y económicos para elaborar el proyecto. Si se ve viable económicamente (la comunidad puede pagar las cuotas, hay una distancia desde el punto de red más cercano a la comunidad de menos de 10Km y el centro poblado de la comunidad tiene más de 20 familias, aparte de las dispersas que pueda tener) y si se ve viable técnicamente (el recorrido, la red es apto para conectar esta carga, etc.) la empresa eléctrica presenta el proyecto al FERUM y si se aprueba se tira adelante.

Nota: los parámetros económicos de la distancia de la red y el número de familias del centro poblado, son el resultado de comparar el coste de la ampliación de la línea en Km de extensión con la ayuda que el hogar da por familia electrificada.

Otro aspecto a destacar de la electrificación de la Amazonia es que actualmente hay muy mala calidad de servicio eléctrico. La distribución final se hace 220V, y el consumo final es a 110V, y hay muchas bajadas de tensión y en algunas zonas llega una tensión muy inferior a la nominal. Otro problema de la calidad del servicio eléctrico es la inestabilidad del mismo. En la zona de Orellana y Sucumbíos hay frecuentes cortes eléctricos de más de tres horas sin previo aviso (durante los meses comprendidos entre julio y octubre, en la ciudad de Francisco de Orellana se producían más de dos días de estas características por semana). Por lo tanto, además de la problemática del acceso a la energía también se debe tener en cuenta la problemática de la garantía de la calidad del servicio, aspecto que puede ser muy crítico a la hora de poner en marcha según qué tipo de proceso productivo.

Cabe destacar también que las instalaciones de la zona no suelen disponer de toma de tierra y como medidas de protección sólo usan fusibles y en algunos casos magnetotérmicos.

2. MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS EN LA IMPLEMENTACIÓN Y GESTIÓN DE SISTEMAS SOLARES EN LA AMAZONIA ECUATORIANA.

2.1 Objetivo y alcance

Este manual pretende ser una herramienta que dé criterios de sostenibilidad para cualquier organización o entidad que quiera implementar y gestionar proyectos de electrificación rural mediante energía solar fotovoltaica en la Amazonia ecuatoriana.

El manual contempla desde la fase de identificación de las comunidades beneficiarias del proyecto, hasta el seguimiento de la gestión y la evaluación del proyecto.

HERRAMIENTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y GESTIÓN DE SISTEMAS SOLARES EN LA AMAZONIA ECUATORIANA EN LAS DIVERSAS FASES DEL CICLO DE VIDA.

El ciclo de vida de un proyecto de implementación y gestión de sistemas solares en la Amazonia ecuatoriana está formado por las fases que se pueden apreciar la figura 1.

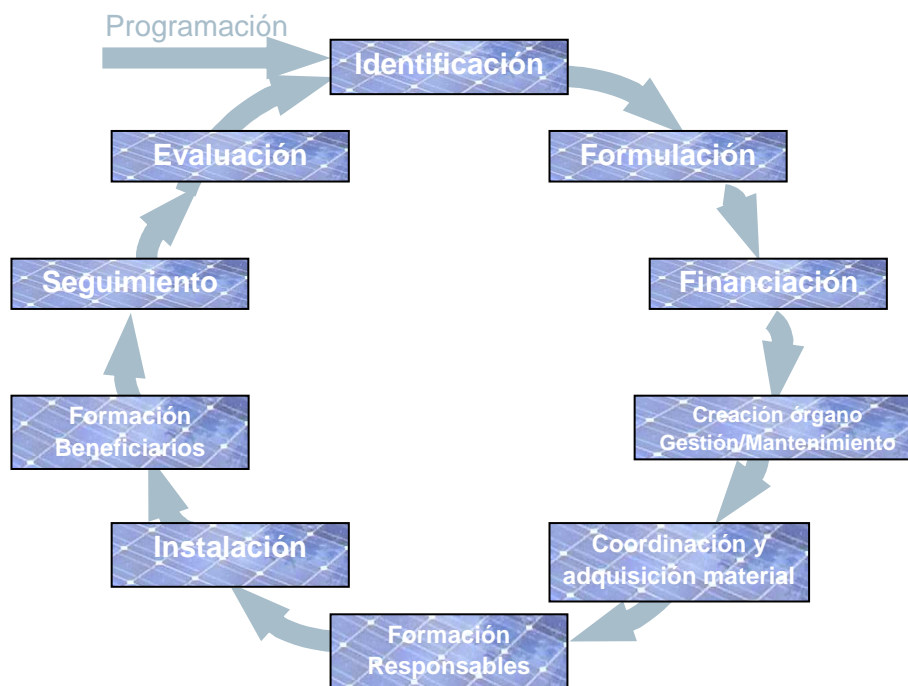


Figura 1. - Actividades del ciclo de vida de la implementación y gestión de sistemas solares fotovoltaicos.

Cabe destacar que en las diversas fases del proyecto, el manual adjunta diversas herramientas que pueden servir de referencia para el proyecto, pero que cada entidad puede personalizar para adaptarlas a las especificidades de su proyecto ya la manera de hacer de la propia organización.

Asimismo, también cabe destacar que debido a las diferencias culturales y de forma de vida entre España y la Amazonía ecuatoriana, no todo es entendido de la misma manera. El proceso de comunicación con la comunidad no es sencillo para una persona de fuera y por este motivo se recomienda que en las diferentes fases en las que hay interacción con la comunidad local, puedan participar personas que hagan de intermediarios a este nivel. Estas personas pueden ser o bien de formación social-humana (sociólogo, antropólogo, educador social, etc.) o bien miembros de alguna contraparte local que pueda conocer el ámbito local y el ámbito internacional. La contraparte es una organización que colabora en el proyecto haciendo de puente entre nuestra organización, o entidad del Norte, y las comunidades beneficiarias del proyecto en el país en donde se trabaja (es el socio o compañero de proyecto local). Esta necesidad se acentúa en las comunidades indígenas en las que además de la cultura la lengua puede ser diferente.

2.2 Identificación del entorno, los actores, los beneficiarios y sus necesidades.

La primera fase para poder implementar cualquier tipo de proyecto es la identificación de las necesidades a cubrir, los beneficiarios, los actores y del entorno en el que debe desarrollarse el proyecto. Muchos proyectos técnicamente correctos han fallado por no adaptarse a las necesidades de la comunidad receptora o por no integrarse a la misma.

El objetivo de esta fase es analizar la viabilidad de la ejecución del proyecto y recoger los datos que serán necesarias posteriormente para poder diseñar el sistema, la ejecución o la estrategia de gestión del mismo. Es por tanto una fase muy importante que nos condicionará el resto de fases del proyecto.

Entorno

Es muy importante poder disponer de una buena contraparte. La contraparte podrá aportar, además de información complementaria a la que podemos obtener por otras fuentes, esta visión local que nos puede faltar al provenir de una cultura y manera de hacer que tiene fuerzas diferencias respecto a la de la Amazonia.

Al mismo tiempo también es muy importante intentar obtener el máximo de información sobre el entorno técnico del proyecto. En el caso del manual sería el entorno de la energía eléctrica en la zona y esto enmarca la legislación, el conocimiento de proyectos realizados o a realizar, la manera de hacer los proyectos energéticos en la zona, los materiales disponibles, etc.

Actores

Se entiende por actores a todas aquellas organizaciones, entidades, administraciones, empresas o grupos que puedan ser afectados positiva o negativamente por la ejecución del proyecto en alguna de sus fases. Hay que identificar estos actores y hay que ver qué papel pueden jugar en el proyecto para poder prever alianzas, informaciones, oportunidades, amenazas, etc.

Con el objetivo de ordenar y sistematizar esta información relativa a los actores, la Oficina de Cooperación de la Unión Europea (2001) ha diseñado la tabla 1 con algunos campos a rellenar para cada actor.

Actor	Características	Intereses y expectativas	Sensibilidad y respeto a los temas transversales	Fortalezas y debilidades	Implicación y conclusiones para el proyecto
Nombre de la organización	Tipos de organización Estructura. Competencias/Actuaciones Actitudes	Objetivos que tienen relacionados con la temática del proyecto, qué intereses pueden tener y qué expectativas futuras pueden tener al respecto	En el caso de proyectos en los que se valoren los aspectos transversal como la igualdad de género, aspectos medioambientales, DDHH ...	¿Qué contribución podrían hacer al proyecto? ¿Que podría afectar negativamente al proyecto?	¿Qué papel decidimos que jugarán al proyecto. Aspectos a tener en cuenta a la hora de relacionarnos con él.

Tabla 1. Sistematización de la información de los actores y su vinculación con el proyecto (fuente: UE 2001).

Beneficiarios y sus necesidades

El tercer nivel a identificar correspondería a los beneficiarios o receptores del proyecto. Para poder evaluar la viabilidad y la aceptación del proyecto, se tendrá que conocer muy bien los aspectos culturales, económicos, sociales, etc. de los beneficiarios del mismo. Por otra parte, esta información que se recoja servirá a posteriori para poder adaptar el proyecto a la comunidad de destino (nunca al revés ya que se podría producir un rechazo o la no sostenibilidad del proyecto).

En el punto 4 se adjunta una ficha para poder facilitar el levantamiento y organización de la información de los beneficiarios. En esta se puede ver que habrá que recoger información

técnica, para poder realizar la parte técnica del proyecto, información social que permitirá adaptar la programación y la estrategia de gestión del proyecto, información económica que permitirá determinar la parte económica de la gestión así como su viabilidad económica e información de receptibilidad que permitirá ver la viabilidad social del proyecto y qué aspectos habrá que considerar en el desarrollo del mismo y de las relaciones que deberán establecerse con la contraparte.

Algunos ejemplos de la información a recoger:

- Datos técnicos: ubicación de las instalaciones, qué tecnología energética puede ser más apropiada, necesidades energéticas, croquis de situación de la generación y los consumos, generación centralizada o descentralizada, como se llevarán los materiales, posibilidad de electrificación futura, etc.

- Datos sociales: número de familias, forma de organizarse, organización familiar, aspectos culturales, cómo se distribuye la propiedad, como se toman las decisiones, proyectos que puedan haberse desarrollado, alfabetización y conocimientos de la energía, crecimiento o decrecimiento del número de personas que viven en la comunidad, relaciones con los otros actores del proyecto, etc.

- Datos económicos: cuáles son las principales fuentes de ingreso, cuánto puede ingresar de promedio una familia, cuáles son los principales gastos, productos que cultivan o procesan, cuántas personas trabajan fuera de la comunidad, etc.

- Datos de aceptación del proyecto: qué percepción tienen de nosotros, qué expectativas tienen del proyecto, cuáles son las principales necesidades de la comunidad y cómo encaja el proyecto, qué percepción tienen de otros proyectos que se hayan realizado en la comunidad, etc.

Sobre el proceso de identificación

Para realizar pues la identificación del proyecto será necesario por un lado recoger información vía bibliografía, informes o internet, y por otro lado será imprescindible ir al terreno para visitar la comunidad beneficiaria.

Es recomendable realizar al menos dos visitas a la comunidad para poder realizar la identificación. La primera visita, o identificación previa, podrá servir para ver el interés real de la comunidad, el tipo de proyecto que se quiere hacer, conocer los responsables de la comunidad y recoger algunos datos generales. Esta visita servirá para ver la viabilidad real del proyecto (se podrá determinar que el proyecto no es factible si, entre otras, no se ve interés real por el proyecto, o si se detecta una situación de conflicto que puede poner en duda la sostenibilidad del mismo, o si se prevé la electrificación futura de la comunidad). En esta primera visita puede ser suficiente reunirse con los líderes y representantes de la comunidad.

Si no hay ningún condicionante que pueda cuestionar la viabilidad del proyecto, se pasará a coordinar una nueva visita pero en esta es necesario que participe toda la comunidad (hombres y mujeres). El objetivo de la segunda visita es poder presentar el proyecto en una asamblea y recoger toda información necesaria para poder diseñar y programar el proyecto. Es necesario que desde este momento se consiga la implicación de la comunidad en el proceso de trabajo. Y es necesario que la comunidad salga de la sesión conociendo lo que conlleva la implementación de un proyecto de este tipo: qué les puede suponer a nivel económico, a nivel de tareas, a nivel de responsabilidades y a nivel de tiempo.

Sobre la actitud durante la identificación y qué hacer después con la información recogida. Se ha comentado que en esta fase de identificación debe evaluarse la viabilidad del proyecto y se pueden prever algunos de los impactos que puede suponer la implementación de la energía eléctrica, en las condiciones de los sistemas solares fotovoltaicos, sobre la comunidad y sus hábitos.

Por lo tanto después de las dos visitas que se realizan en la comunidad y una vez sistematizados los datos, se puede concluir que puede no ser prudente realizar el proyecto debido a que la aceptación no sea la esperada, debido a que se vea que no habrá un entorno que favorezca la sostenibilidad del mismo (y que no se pueda incidir para crear este entorno), debido a que la implementación del proyecto pueda generar tensiones internas (y que en lugar de aportar una mejora en la calidad de vida de la comunidad se pueda generar problemas). Ante este hecho se puede decidir aplazar la realización del proyecto hasta que se den las condiciones para realizarlo o bien se puede renunciar a la realización del mismo.

Por este motivo hay que con mucho cuidado cuando se realizan estas visitas de identificación y, aunque hay que explicar bien en qué consiste el proyecto, hay que exponer claramente que se va a recoger datos para poder ver si es viable una posible implementación futura de un proyecto de este tipo, pero que hay otros factores externos a la organización que pueden condicionarla (cabe destacar también que habrá que buscar financiación). Hay que tener cuidado de no crear más expectativas de las inevitables (ante el hecho de que unos técnicos visiten una comunidad y recojan datos para hacer un proyecto, siempre se crearán expectativas) ya que de lo contrario se puede crear un entorno que complique futuras actuaciones en la zona, o actuaciones de otras organizaciones.

Por otro lado, tanto si se realiza el proyecto como si no, se recomienda que la información recogida en la visita (la cuantitativa menos) retorne a la comunidad para evitar que se piensen que se quiere simplemente coger información para otros usos que no tengan que ver con el proyecto (lo que en un entorno en el que hay extracción de recursos naturales desgraciadamente se ha dado). Este retorno de información se puede realizar en una sesión posterior al diseño y programación del proyecto, y en la misma sesión exponer los resultados del estudio. En caso de que estos resultados sean favorables, se tiene que ver en esta reunión con toda la comunidad si hay compromiso real por parte suya con el proyecto y este

compromiso deberá quedar reflejado en un acta de la Asamblea. Es muy importante dejar los acuerdos por escrito para evitar malentendidos.

2.3 Formulación: diseño del sistema y programación.

Una vez identificadas las necesidades, el entorno, los actores y la comunidad beneficiaria y una vez evaluada la viabilidad del proyecto, pasamos a realizar la formulación del mismo. En esta etapa se realiza la descripción detallada del proyecto, con los correspondientes estudios de alternativas, con la definición de los indicadores de resultado e impacto, con un plan de trabajo definido y con una propuesta de planificación temporal y de recursos. En esta etapa se decidirá la factibilidad real del proyecto para presentarlo o no los financiadores.

Cabe destacar que a la vez de diseñar y programar, el proyecto debe evitar crear desigualdades o tensiones dentro de la comunidad. Esto implica que todo el mundo debe tener la oportunidad de acceder a la electrificación y que hay que respetar su cultura y su manera de hacer. Esto no implica que no se generen cambios, ya que toda intervención tendrá como consecuencia una transformación que afectará a la comunidad, pero hay que diseñar el proyecto intentando mantener su forma de organizarse, previendo los efectos que puede generar el proyecto, y nunca imponer nuestra manera o visión. Por este motivo se ha remarcado tanto en el capítulo anterior la importancia de la etapa de identificación y levantamiento de información.

Aspectos a tener en cuenta en el diseño del sistema Solar.

Cabe destacar que existen diferentes metodologías de dimensionado o diseño de un sistema solar Fotovoltaico, en función de si se trata de un sistema aislado, centralizado, con control de consumo, con seguimiento, etc. En el punto 5 se expone un método simplificado que nos permitirá realizar el dimensionado de un sistema como el del proyecto de SSFM que se ha utilizado para ejemplificar este manual. De la misma manera en el punto 6 se encuentra la carpeta técnica resultante de este dimensionado. No obstante queda en manos de los técnicos el diseño del sistema para que se adecue de la mejor manera a la realidad concreta del proyecto.

La hora de realizar el diseño, además de las características técnicas del proyecto, habrá que tener en cuenta los siguientes aspectos de diseño:

1- Para la realización del diseño del sistema deberá partir de la identificación de necesidades que se ha realizado en la etapa anterior. Una buena identificación de las necesidades reales permitirá diseñar el sistema de forma cuidadosa. Cabe destacar que a la vez de determinar las necesidades hay que prever que una vez se dispone de energía eléctrica éstas suelen

incrementarse. De todos modos también hay que valorar el sobrecoste que supone un sobredimensionado de la instalación y que, por ser los sistemas solares modulares, siempre se puede ampliar de manera relativamente fácil en un futuro (con otras tecnologías no es tan directo).

2- Un aspecto clave en el diseño es garantizar la accesibilidad a los distintos componentes del sistema y garantizar que se puedan conseguir sus repuestos en el país o en la zona de trabajo. Mejor si se puede conseguir que sean fabricados en el mismo país ya que de esta manera puede haber una mejor apropiación de la tecnología, no obstante cabe destacar que este hecho no es siempre posible (en Ecuador no hay ninguna empresa que fabrique la mayoría de componentes del sistema). En este caso hay que garantizar que haya distribución de los componentes escogidos y facilitado por los recambios.

3- Una cuestión a plantearse es si diseñar todo el sistema sólo en corriente continua (en adelante DC), una parte en DC y una parte en corriente alterna (en adelante AC), o bien todo el sistema en AC (que todo dependa de el inversor). Si se quiere poder enchufar aparatos de consumo en AC (radio, TV, ordenador portátil, etc.) la primera opción queda descartada y en este caso hay que decidir si es mejor que la iluminación se haga en DC o en AC. Las principales ventajas de tener la iluminación en AC es que se puede obtener fácilmente bombillas de bajo consumo en 110VAC en los centros poblados de la zona, siendo además estas bombillas más económicas que las de DC, y que se puede tener distancias más grandes de cableado (menor caída de tensión).

Por el contrario, la experiencia dice que el inversor suele ser uno de los componentes más frágiles del sistema debido a las condiciones ambientales (temperatura, humedad e insectos) y se daña a menudo. Si se carga todo el sistema en AC, en el momento que se daña el inversor no disponen ni de iluminación ni de posibilidad de usar aparatos de consumo hasta que no reparen el sistema. Si por el contrario se usa el sistema DC para iluminación y consumos en continua y AC para consumos en alterna, si se daña el inversor podrán disponer del servicio de iluminación durante el tiempo que esperan el recambio o la reparación del mismo. Otra ventaja de esta segunda propuesta es que no necesitarán activar el inversor si sólo quieren usar la iluminación (este inversor tiene un cierto consumo energético) y que se dispondrá de más potencia libre para consumir en AC (ya que la iluminación no se cargará al inversor). La distancia de cableado deberá ser menor que en el caso de alterna (o de sección más grande) y como hemos dicho el coste es un poco mayor. Habrá que evaluar cada caso.

4- Otro aspecto a tener en cuenta es el tipo de baterías a usar. Existen las de Níquel-Cadmio que son muy buenas pero muy caras y por eso se usan poco o nada en aplicaciones de este tipo. Lo más habitual es usar baterías Pb-ácido y dentro de estas es interesante usar baterías estacionarias, las cuales están pensadas para estar en un lugar fijo con descargas profundas pero de poca intensidad y continuas. Las baterías de coche están diseñadas para generar grandes intensidades durante pequeños instantes de tiempo y para no sufrir descargas profundas ni continuas. Por este motivo las baterías de coche tienen una vida menor al usarlas

en un sistema solar fotovoltaico (tienen un coste menor que las estacionarias pero cabe destacar que su vida también es menor).

Dentro de las baterías estacionarias se pueden encontrar de dos tipos: las abiertas (las que se debe realizar un mantenimiento añadiendo agua acidulada) y las selladas (las cuales no necesitan mantenimiento ni emiten gases).

Las abiertas tubulares de Pb-Sb son muy aptas para aplicaciones de energía solar fotovoltaica, tienen un coste elevado pero también tienen una elevada vida útil y están pensadas para aplicaciones que requieran mucha capacidad de acumulación (suelen venderse en elementos de 2V).

Las abiertas de varillas de Pb-Sb son muy indicadas para aplicaciones de energía solar fotovoltaica. Se venden en unidades de 12V (o 24V), necesitan de un mínimo mantenimiento ya que hay que ir añadiendo de forma periódica agua acidulada y necesitan ubicarse en espacios mínimamente ventilados ya que emiten gases.

Las selladas de Pb-Sb no necesitan mantenimiento y si se dimensionan para recibir descargas bajas tienen una buena durabilidad. Para el sistema son también muy adecuadas y, a pesar de tener un coste más elevado, tienen una buena durabilidad y facilitan el mantenimiento y la sostenibilidad del sistema.

5- Un aspecto clave a la hora de diseñar el sistema es tener en cuenta las condiciones en las que se debe usar. Hay que tener en cuenta que se debe ubicar los elementos del sistema fuera del alcance de los niños (medidas de seguridad pasiva) y poner suficientes interruptores y elementos de control para poder facilitar un uso responsable de la energía y la seguridad del sistema.

6- En el diseño del proyecto también debe plantearse qué se hará con los elementos residuales una vez dejen de funcionar. Un ejemplo claro de esto son las baterías. Es un residuo que por sus características no puede ser eliminado de cualquier manera (habrá recuperarlas o reciclarlas). Hay que indicar en el diseño del sistema qué actuaciones deben tenerse en cuenta en la gestión del sistema respecto a estos componentes.

7- Hay que tener en cuenta que en Ecuador la inclinación óptima de los paneles sería 0° (el sol se mueve desde Norte a nuestro verano en Sur a nuestro invierno). Pero tampoco se pueden poner completamente planos ya que habría peligro de que el agua de lluvia (y barro) quede encharcada. Se recomienda poner los paneles con una inclinación de 5° hacia el Este o hacia el Oeste. En caso de que el tejado del edificio donde se quieren instalar sea de poca inclinación, se podrán disponer encima de este manteniendo una distancia de unos 5 como para garantizar que se ventilen. En caso de que el tejado sea muy inclinado, se recomienda ubicarlos en una estructura aparte del edificio pero lo más cercana a éste (para reducir distancias y pérdidas de tensión).

Aspectos a tener en cuenta en la programación

Habrá que realizar una programación de las actividades que incluya el tiempo y los recursos, así como los indicadores que nos permitirán realizar la evaluación y el seguimiento posterior.

Para ello es aconsejable seguir las indicaciones y recomendaciones del método del Marco Lógico (UE 2001) ya que este método permite estructurar la información de manera sistemática. Cabe destacar que muchos financiadores piden que se presenten las formulaciones de los proyectos bajo esta estructuración por su claridad y facilidad de comparación entre proyectos. Además este método genera una herramienta que será muy útil de cara a las siguientes fases del proyecto.

A partir de la planificación obtenida de la matriz de marco lógico se podrá pasar a realizar el calendario de actividades o la programación de tareas. En el Anexo G se puede observar la programación de las tareas del proyecto de SSFM, la cual podrá servir como ejemplo para realizar la programación de otros proyectos.

2.4 Financiación de los proyectos.

Cuando se dispone del diseño y programación del proyecto, se puede realizar el presupuesto total del mismo y habrá que plantearse cómo se financiará.

El presupuesto debe incluir tanto los costes del material para realizar la instalación solar como el resto de costes asociados al proyecto (sueldos, estancias, desplazamientos, seguros, costes indirectos, etc.). En el Anexo H se puede ver un ejemplo de presupuesto para la realización del proyecto de SSFM. Cabe destacar que este presupuesto está pensado para ejecutarlo una asociación como Ingeniería Sin Fronteras, ISF, que funciona en base a voluntariado y que no tiene demasiado personal contratado. En el caso de una organización de naturaleza diferente, el presupuesto del proyecto puede tener variaciones importantes (especialmente a nivel de sueldos, estancias o beneficio) pero el presentado puede servir de referencia para valorar una actuación como la mencionada.

Respecto a cómo se pueden financiar las actuaciones que componen el proyecto, podemos realizar las siguientes consideraciones:

1. - No se puede plantear que la propia comunidad asuma el 100% de financiación del proyecto, y de la posterior gestión y mantenimiento, ya que las comunidades de la zona no disponen de suficiente nivel adquisitivo para hacerlo y no sería equitativo respecto a las

comunidades a las que llega la línea. Aún así se recomienda que la propia comunidad realice una aportación inicial como muestra real de compromiso con el proyecto y como manera de fomentar su apropiación. Esta aportación única inicial debe evaluarse a partir de los datos levantadas en la identificación realizada, pero por las condiciones de la zona está alrededor de 50 y 200 \$ (en función del tipo de fuentes de ingreso de que dispongan) para las instalaciones individuales.

Para las instalaciones comunitarias a veces puede ser más difícil obtener esta aportación única inicial pero se recomendaría que fuera entre 2 y 5 \$ por familia.

También cabe destacar que se puede plantear que esta aportación inicial que realizan los usuarios de los sistemas, no se destine a la compra del material sino que se destine a la apertura del fondo que servirá a posteriori para financiar el mantenimiento y gestión del sistema.

2. - Existen organismos locales que suelen colaborar en la financiación de este tipo de proyectos. Estos organismos locales son los diferentes "Consejos Provinciales" y en algunos casos (según el volumen de presupuesto de que dispongan) los "Gobiernos Municipales". El sistema de adjudicación de ayudas puede variar pero a menudo hace falta la presentación de una propuesta al organismo en la que se justificará su sostenibilidad. En el caso concreto del "Gobierno Municipal de Orellana", éste abre una convocatoria de ayudas vía los llamados "Presupuestos participativos" en los que cada comunidad (o grupo de comunidades) puede presentar una propuesta de proyecto y en la sesión de asignación de presupuestos (en la que participan miembros del Gobierno municipal y representantes de las comunidades) se escogen los proyectos a financiar y las aportaciones a recibir.

A título orientativo, un proyecto para electrificar 17 familias de 3 comunidades puede recibir unos 10.000 \$ de estos "Presupuestos participativos". En el caso de los "Consejos provinciales" suelen potenciar los proyectos de infraestructuras comunitarias (tipo electrificación escuelas, centros de salud, etc.) y se pueden obtener alrededor de 2.000 \$.

3. - Otra fuente de financiación interesante para proyectos de electrificación son las ayudas del Fondo de Solidaridad dentro de la llamada convocatoria FERUM. Esta convocatoria está abierta durante todo el año y las bases están disponibles en la Web del Fondo de Solidaridad. El principal inconveniente es que en la misma se requiere que la entidad solicitante sea ecuatoriana y disponga de cierta experiencia en el tipo de proyectos a realizar (y que no tenga deudas con la administración). Como las propias comunidades normalmente no disponen de entidad jurídica, aparece una barrera que se puede superar si se puede colaborar con una organización local que pueda cumplir con los requisitos de la convocatoria.

Respecto a esta posible fuente de financiación cabe destacar que suelen financiar la totalidad del proyecto de electrificación siempre que no se haya agotado la partida presupuestaria (y se cumplan los requisitos de la convocatoria). El órgano que revisa las solicitudes y que las aprueba es el CONELEC.

4. - Una fuente de financiación en la Amazonia ecuatoriana para proyectos son las empresas petroleras, ya que suelen indemnizar a las comunidades por derrames, derecho a paso y otras actuaciones. No obstante muchas comunidades están en oposición a la actividad de las mismas y es una fuente de financiación poco apropiada ya que con su aceptación en cierto modo está justificando sus actuaciones. Además tiene el inconveniente de que la aceptación de este tipo de ayudas directas sin convocatoria oficial, y a menudo poco transparentes, suelen darse en un marco legal inestable y podría hacer peligrar la sostenibilidad futura del proyecto.

5. - Finalmente hay la ayuda externa a proyectos de cooperación internacional. Esta puede provenir de las propias ONGs, de empresas que hacen donativos a proyectos o de convocatorias ordinarias de administraciones públicas y empresas. Cada financiador tiene sus particularidades.

El principal inconveniente de esta fuente de financiación es que puede servir para actuaciones puntuales, proyectos piloto o para poner en marcha proyectos en una zona (o complementar la actuación), pero no es recomendable plantearse cubrir el 100% de los proyectos con financiación externo ya que se genera una dependencia externa hacia estos fondos y su fiabilidad futura no está garantizada. Por eso es interesante complementar estas ayudas con fuentes de financiación local y usar estos fondos para generar estrategias y capacidades que permitan a la población local seguir con el proceso de acceso a la energía.

6. - Cuando se trabaja con organizaciones en base a voluntariado (ONGDs como ISF, algunas contrapartes o la comunidad que trabaja para "mingas") también se debe valorar de alguna manera las aportaciones no remuneradas que se realizan. Esta valoración debe constar en el presupuesto. Con esta categoría se intenta reflejar aquellas aportaciones que no generan un gasto monetario para el proyecto, pero que la generarían si no hubiera esta aportación voluntaria.

Es recomendable por tanto, plantear el proyecto diversificando las fuentes de financiación e intentar implicar a la comunidad (a través de sus líderes, promotores o comités de gestión) en el proceso de obtención de financiación local. Ésta es también una manera de fomentar la apropiación del proyecto por parte de la comunidad.

2.5 Creación del órgano gestión y de mantenimiento.

En el momento en que se decide realizar la instalación de un sistema solar fotovoltaico para abastecer eléctricamente ya sea a un centro comunitario o ya sea a toda la comunidad (mediante sistemas individuales) se hace necesario estructurar esta actividad y para ello hay que crear un órgano que gestione este sistema y un órgano que realice el mantenimiento del sistema.

La no existencia de este órgano de gestión implica que no queda definido el papel que deben jugar los diferentes actores comunitarios respecto al sistema y puede generar o bien la no sostenibilidad del sistema o, en el peor de los casos, tensiones internas a nivel de comunidad (y por tanto en lugar de generar una mejora de la calidad de vida de la comunidad, generar un problema). La no existencia de este órgano implica también que no está definida qué estrategia se seguirá para poder recoger los fondos necesarios para poder comprar los repuestos de los componentes (cabe destacar que las baterías tienen una vida de unos cuatro años y que después hay que cambiarlas por unas nuevas) y por tanto de nuevo la no sostenibilidad del sistema.

Existen diferentes alternativas para organizar este órgano de gestión y mantenimiento y estas alternativas deberán adaptarse a las realidades de cada comunidad.

Es recomendable que la creación de este órgano gestor y de mantenimiento se realice en las primeras etapas del proyecto ya que este será el responsable comunitario de velar por el desarrollo del proyecto.

Para crear este órgano, es interesante realizar un taller en la comunidad, con toda la asamblea, en el que se analice en primer lugar las características organizativas de la comunidad y luego las necesidades organizativas y ejecutivas del sistema solar. Una vez descrito el entorno y las necesidades, se puede pasar a plantear alternativas de organización que puedan encajar. La organización y la contraparte deberán jugar el papel de mediadores y la comunidad será la que deberá decidir finalmente la estructura de gestión y mantenimiento que usarán para poder cumplir a las necesidades que imponen los sistemas solares. Por este motivo es importante realizar este taller en el marco de una asamblea de comunidad ya que así la decisión que se tome podrá convertirse en un compromiso firme.

Una vez escogida la estructura organizativa, habrá que realizar un reglamento, a aprobar por la propia asamblea de comunidad, que regule la gestión y mantenimiento del sistema. Este reglamento deberá incluir la definición, las responsabilidades y los deberes de cada uno de los actores del sistema (órgano de gestión, órgano de mantenimiento, asamblea de la comunidad, representantes de la misma, usuarios de los sistemas y actores externos). Deberá incluir también qué actuaciones se realizarán para evitar la morosidad. Este reglamento deberá estar firmado por la asamblea de la comunidad y por todos los usuarios del sistema (para evitar así malentendidos). Habrá que aprobar también por asamblea la tarificación y las estrategias para poder recoger el dinero que permitirán comprar los repuestos.

Finalmente en el punto 10 se adjuntan algunas herramientas y una propuesta de reglamento que podrán servir para poder realizar la gestión del sistema.

Es importante remarcar la importancia de que los distintos órganos de gestión y mantenimiento realicen informes escritos de la situación del sistema y que se presenten estos

resultados de manera periódica a las asambleas de comunidad (este hecho también debe quedar descrito en el reglamento). Con esta dinámica se genera la transparencia necesaria para que la comunidad no desconfíe de las personas que llevan la gestión del sistema y se refuerza la importancia de la implicación de toda la comunidad para velar por el buen funcionamiento del sistema.

2.6 Coordinación y adquisición del material.

Para la adquisición del material necesario tener en cuenta que la mayoría de proveedores de componentes solares están situados en Quito, la capital de Ecuador. Por lo tanto habrá que transportar este material desde Quito a la zona de trabajo y habrá que tener en cuenta que algunos componentes pueden tener un tiempo de demora de 2 meses (aspecto que se deberá tener en cuenta en la coordinación y planificación de la ejecución). El pequeño material por el contrario es recomendable comprarlo en la zona de trabajo (habrá más accesibilidad en cuanto a repuestos y se fomenta la economía local). La compra suele ser instantánea.

De cara al transporte, según la zona de trabajo, es probable que se pueda llegar en autobús hasta la capital de provincia y de allí habrá que buscar el transporte más adecuado para llegar a las comunidades. En algunas se puede llegar en barca, a otros en coche, a otros un tramo en coche y un tramo a pie (y caballos para llevar los paneles y las baterías) y en algunos casos de comunidades remotas, quizá sea necesario usar una avioneta. Hay que prever este transporte en la programación (por su efecto directo sobre el coste y sobre la duración). También hay que prever que se debe asegurar el transporte del material (los paneles solares tienen un coste muy elevado y son relativamente frágiles). Ante un accidente o un robo se podría perder mucho dinero.

En esta fase es recomendable coordinar, además de la entrada a la comunidad con el material adquirido y la logística del material, las actuaciones previas a la realización de la instalación. Estas actividades incluyen las sesiones de formación que se expondrán a la siguiente fase y la preparación de los pilares y estructuras para poder montar los sistemas solares (es interesante que la comunidad prepare antes de la instalación estas estructuras para poder avanzar más rápido en la ejecución de la misma).

2.7 Formación de los beneficiarios, mantenedores y gestores.

La formación de los beneficiarios, los gestores y los mantenedores del sistema es clave para poder garantizar su sostenibilidad futura. La falta de esta formación generará siempre dependencia exterior y en el peor de los casos abandono del sistema.

La formación que necesitará cada uno de los grupos mencionados es diferente, y por tanto la programación de las sesiones de formación y los materiales generados a tal efecto también serán diferentes.

2.7.1. Formación de los beneficiarios

El público objetivo de esta formación o capacitación serán todos los miembros de la comunidad (hombres, mujeres, niños y niñas), ya que todos serán usuarios del sistema. Los objetivos de la formación son:

- Contenidos: Conocer generalidades de la energía del sol. Conocer el camino que sigue la energía desde el sol hasta el consumo. Descubrir e identificar los componentes del sistema y a grandes rasgos para qué sirven. Tener mínimas nociones del mantenimiento que se les debe dar y lo que se puede (y no se puede) hacer con los diferentes componentes. Aprender los usos que pueden dar al sistema. Conocer la importancia del ahorro de energía y saber calcular qué elementos y durante cuánto tiempo los pueden usar. Saber los derechos y deberes que tienen respecto al sistema y a la gestión del mismo.

- Procedimientos: Cómo usar el sistema. Cómo cuidarlo. Como mantenerlo. A quien avisar en caso de fallo. Cómo se gestiona el sistema y cómo poder pasar cuentas.

- Actitudes y valores: Respeto hacia los sistemas solares. Proximidad de la tecnología solar fotovoltaica. Proximidad respecto a la gestión del sistema. Transparencia de la estrategia de gestión.

Para ello se propone realizar una sesión de formación sobre herramientas de gestión al inicio del proyecto. Una segunda sesión de formación antes de la ejecución de la instalación solar (para generar una primera aproximación a los componentes y facilitar la participación de la comunidad en la instalación). Y una tercera sesión tras la ejecución de la instalación para poder profundizar en los conceptos, responder dudas y alcanzar los objetivos de la formación.

La dinámica a seguir es interesante que no se base sólo en la clase magistral ya que los miembros de la comunidad no están habituados a este tipo de formación y no suelen alcanzar unos conocimientos suficientes de este sistema. Es interesante usar similitudes con temas que conozcan (agua para representar el funcionamiento del sistema solar, comparaciones con la gestión agrícola que puedan hacer, etc.). También es interesante hacer las sesiones participativas (hacerles preguntas, que deban mover los elementos, alguna actividad en pequeños grupos...).

Una herramienta que se puede usar para la tercera sesión es comenzar con una hoja en blanco y que entre todos y todas se vayan dando ideas que se hayan explicado en las sesiones anteriores para llegar a resumir en el póster los principales conceptos (al hacer ellos el esfuerzo de sintetizar y recordar, por un lado participan y por otro vemos qué conocimientos les han quedado más y qué hace falta profundizar).

Como materiales para las sesiones, en el punto 12 se adjunta una cartilla de formación y un ejemplo de póster resumen/recordatorio del sistema solar.

2.7.2. Formación de los mantenedores

El público objetivo de esta formación serán los miembros responsables del mantenimiento de los sistemas solares y aquellas personas que estén interesadas en conocer un poco más a fondo el funcionamiento de los sistemas solares y su mantenimiento.

Los objetivos de la formación son:

- Contenidos: Electricidad (resistencia, intensidad, tensión, potencia y energía, corriente continua/corriente alterna, polaridad). Componentes del sistema solar (montaje, características, comprobaciones del estado de los mismos). Mantenimiento de los diferentes elementos. Aspectos relativos al coste ya la durabilidad de los componentes. Cálculo de las horas de funcionamiento de los distintos componentes. Usos que se pueden hacer y los que no y consecuencias de un mal uso. Datos de contacto en caso de fallo.
- Procedimientos: Cómo usar un multímetro. Uso de las herramientas para realizar la instalación y el mantenimiento. Como montar y desmontar componentes. Cómo mantener el sistema. Cómo usar la ficha de mantenimiento.
- Actitudes y valores: Respeto hacia los sistemas solares. Proximidad de la tecnología solar fotovoltaica. Perder el miedo al sistema manteniendo el respeto. Hábito del mantenimiento y uso de fichas para hacer el seguimiento. Aceptar el límite de conocimiento y saber cuándo recurrir a entidades externas.

Para ello se propone realizar una sesión (dos días) antes de iniciar las instalaciones. Se propone aprovechar la ejecución de la instalación para profundizar con los conocimientos y el hábito de trabajo. Y realizar una sesión de recordatorio en la puesta en marcha del sistema. Al igual que en el caso anterior, la dinámica a seguir es interesante que no se base sólo en la clase magistral, ya que los miembros de la comunidad no están habituados a este tipo de formación. El nivel que se pretende dar suele ser muy alto respecto a los conocimientos previos que pueden tener y esto debe tenerse en cuenta. Es muy útil usar las similitudes entre el agua y la electricidad para poder exponer las bases de electricidad necesarias para poder entender después los conocimientos específicos sobre los componentes y mantenimiento. Intentar hacer las sesiones al máximo de participativas e interactivas (las personas que suelen dárseles bien las tareas de mantenimiento suelen tener un aprendizaje más visual que auditivo). Realización de pequeñas experiencias prácticas, medir con el multímetro, o hacerles hacer un montaje a pequeña escala puede ayudar a trabajar los aprendizajes que se quieren dar.

Como materiales para las sesiones, en el punto 12 se adjunta un dossier de formación. Al igual que en el caso de la cartilla anterior, está realizado en castellano y con vocabulario adaptado para poder ser aprovechado directamente a la zona de trabajo.

2.7.3. Formación de los gestores

El público objetivo de esta formación o capacitación serán todos los miembros de la comunidad, tanto hombres como mujeres, aunque será especialmente importante para los representantes de la comunidad y los miembros del equipo gestor y de mantenimiento. Es importante pero hacerlo abierto ya que hay que transmitir la importancia de la gestión en toda la comunidad y es necesario que vean el proceso de manera transparente y que puedan aportar.

Los objetivos de la formación son:

- Contenidos: Importancia de la Gestión. Conocimientos básicos de contabilidad. Conocimientos básicos sobre cómo se organiza la comunidad y el órgano de gestión. Herramientas para llevar las cuentas. Reglamentación.

- Procedimientos: Usar las herramientas de gestión. Revisar si la justificación de resultados es correcta. Procedimiento para comprar repuestos. Realización de un reglamento adaptado a la comunidad.

- Valores y actitudes: Transparencia del proceso. Importancia de aportar las cuotas. Importancia de la participación a través de los diversos actores dentro del proceso. Para realizar estas formaciones se propone realizar una sesión una vez elegido al órgano gestor y aprovechar las sesiones de seguimiento para verificar y repasar que se tienen adquiridos los conocimientos.

Hemos expuesto las sesiones de formación necesarias para poner en marcha el proyecto, pero además de estas se recomienda que, aprovechando alguna de las visitas futuras de seguimiento y evaluación, se realizaran sesiones recordatorio debido a que suele ser unos conocimientos muy nuevos que a veces no son fácilmente asimilables con tan poco tiempo. Se recomienda también que los talleres se realicen en la propia comunidad. Cuando se realizan fuera de la misma tienen el problema de que a menudo sólo participa el representante escogido para la actividad y se ha visto que muy a menudo los conocimientos adquiridos (y compromisos adquiridos) no retornan a la comunidad. Entonces el problema es que si se realiza formación fuera de la comunidad existe el peligro de que esta realmente no revierta sobre la comunidad y el proyecto falle.

De la misma manera es interesante también que no se forme sólo a un miembro de la comunidad, es interesante que participen varios miembros para que si este cambia de comunidad o por algún motivo deja el cargo, que pueda ser su lugar fácilmente cubierto por un miembro de otra comunidad.

2.8 Ejecución de la instalación.

El objetivo de esta fase es ejecutar propiamente la instalación del sistema solar fotovoltaico. Si

en las etapas anteriores era muy importante la comunicación y la participación de la comunidad en la implementación del proyecto, en esta fase esta actitud es clave. Es necesario que la comunidad participe en la ejecución de la instalación ya que por un lado es una forma de ayudar a que se hagan más suyos el proyecto, por otra parte se aproxima la tecnología a la misma y finalmente es un espacio de formación muy importante. Es necesario que en el proceso de instalación tanto los responsables de mantenimiento como los miembros del órgano de gestión asuman un papel de protagonismo muy importante.

Ya hemos dicho en la fase anterior que es interesante que cuando se llega a esta se disponga de la estructura para ubicar los paneles. De esta manera se puede ir más rápido y se puede centrar más la atención en el propio sistema solar.

Dinámica de la ejecución de la instalación

Se recomienda, tanto si se realizan instalaciones individuales como comunitarias, trabajar por sistemas (es decir iniciar y terminar un sistema antes de iniciar uno nuevo). De esta manera se puede aprovechar mejor el proceso para la formación. Es necesario que todos ayuden en la realización de las instalaciones de sus compañeros (no sólo participen en la propia instalación). En caso de que sean muchos sistemas a instalar, se puede agrupar por conjuntos de familias (por ejemplo que se ayuden entre ellas de 5 en 5, para evitar la pérdida de tantos días de trabajo).

Se recomienda la siguiente dinámica a seguir:

1. - Exponer todos los componentes del sistema y un esquema de cómo montarlos. Explicar para qué sirve cada uno (repasando la formación que se ha hecho días antes) y qué deberá tenerse en cuenta para hacer la instalación. Aquí es necesario que los responsables de mantenimiento sean los protagonistas ya que es una forma de validar los conocimientos adquiridos en las sesiones de formación previas.
2. - Se recomienda hacer tres grupos de trabajo: el primer grupo se puede encargar de preparar los marcos de los paneles y montarlos a la estructura preparada, el segundo grupo de preparar las cajas de madera que contendrán las baterías y elementos eléctricos y el tercer grupo de preparar la instalación eléctrica interior (enchufes, interruptores, bombillas, etc.).
3. - Una vez los tres grupos han terminado las tareas individuales se pasará a la conexión de los elementos y esto es interesante hacerlo de manera conjunta.

En esta dinámica de trabajo, para poder dar el protagonismo a la comunidad, se recomienda adoptar la actitud de asesores y/o guías del proceso. Hacer un acompañamiento pero que sea la comunidad la que vaya ejecutando la instalación según las directrices dadas al inicio de la ejecución. Siguiendo esta dinámica, se puede realizar la instalación de un sistema solar fotovoltaico individual al día y cuando ya tienen algo de experiencia incluso dos al día. Es una dinámica más lenta que la realización de la instalación por parte de un equipo formado por los

técnicos de la organización y los responsables de mantenimiento, pero fomenta la formación de la comunidad y el conocimiento de los sistemas.

Aspectos a tener en cuenta para realizar la instalación.

- Cuando se realiza el montaje de los paneles exteriores, estos están generando electricidad. Hay que tener presente que los cables no estén pelados y evitar cortocircuitos.

- Hay que diferenciar el polo positivo y el negativo en todo el cableado y todos los elementos que trabajarán con corriente continua. Se puede optar por ejemplo para indicar con cinta azul el polo negativo y con roja el positivo (y mantener en todas las instalaciones el mismo criterio). Cabe destacar también que habitualmente las mangueras de dos hilos suelen señalar uno de los dos cables (con un signo que se repite, con un color diferente o bien con el detalle que sólo uno de los dos contiene la información técnica de sección AWG).

- Es recomendable usar terminales para facilitar las conexiones (y el posible desmontaje futuro de los componentes). Si se han de realizar empalmes y conexiones se recomienda que se usen regletas y se protejan con cinta aislante.

- Hay que asegurar bien el cableado en toda la instalación para evitar que quede colgando y que pueda ser usado para colgar objetos o para jugar los niños. Aprovechar las estructuras fijando los cables con grapas y abrazaderas.

- No olvidar de instalar las protecciones. Los fusibles que sólo deben cortar uno de los dos polos, es interesante que siempre corten el mismo (por ejemplo siempre el positivo).

- Evitar cortocircuitos accidentales no dejando herramientas metálicas cerca de las baterías.

- Si las baterías no son selladas, hay que tener precaución con los ácidos de las mismas.

- Hay que usar terminales adecuados para realizar la conexión de las baterías y es interesante untar con vaselina neutra los bornes para protegerlos de la corrosión y mejorar la conectividad.

- De cara al orden de conexión, es recomendable en primer lugar montar los paneles en paralelo o serie. Después las baterías en paralelo o serie que sea necesario. Preparar la carga, asegurándose de que el interruptor está cerrado. Comprobar que la polaridad es correcta (en caso de duda se puede usar el multímetro). Y finalmente para realizar el montaje en el regulador: en primer lugar conectando las baterías, luego los paneles y finalmente la carga.

- Seguir las indicaciones de montaje de la Carpeta Técnica del proyecto, respetando todas las secciones de cableado y esquemas, y las indicaciones de los fabricantes.

- Comprobar que las tensiones en los extremos de cada elemento son las necesarias antes de realizar el montaje de los mismos (hay que evitar caídas de tensión elevadas o posibles cortocircuitos).

2.9 Seguimiento.

El seguimiento del mantenimiento y de la gestión del proyecto es una fase muy importante para garantizar el funcionamiento del sistema solar (y por tanto la sostenibilidad del proyecto). A priori puede parecer que simplemente con la exposición de la necesidad de realizar el seguimiento y mantenimiento del sistema en las sesiones de formación debería ser suficiente, pero está comprobado que no es así. Y de hecho es lógico si tenemos en cuenta que la realización del seguimiento de un proyecto es un hábito que, por muchas comunidades, puede ser nuevo.

Por lo tanto, hay que acompañar a la comunidad en la generación de las rutinas de gestionar, mantener y realizar un seguimiento del sistema. Otra ventaja de este acompañamiento es que puede servir para resolver dudas y para terminar de asentar algunos conceptos que en la formación no hayan quedado claros.

Hay que generar la rutina del seguimiento a partir de documentación escrita. Está comprobado que cuando se induce la necesidad de poner por escrito una actuación, las comunidades ven esta actuación como un compromiso mucho más fuerte que un compromiso verbal. Con la ventaja que se genera una documentación escrita que puede ayudar mucho en la evaluación de la actividad.

A nivel de gestión, algunas de las herramientas expuestas en el Anexo J ya tienen por finalidad estructurar el seguimiento de la gestión del sistema (entradas y salidas de dinero, registro de incidencias, actas de las decisiones, etc.) por escrito. Ya está indicada la correspondiente periodicidad de actuación y de seguimiento por parte de la comunidad (presentación de resultados en la asamblea mensual correspondiente).

A nivel de seguimiento del funcionamiento del sistema solar y del mantenimiento que requiere se recomienda utilizar una ficha que permitirá recordar al responsable de mantenimiento las tareas que debe realizar (y cuando las debe realizar) y permitirá poner por escrito la actuación (con la fecha en que se ha realizado, las comprobaciones que se han hecho, los resultados obtenidos y registrar incidencias técnicas también). Se puede ver esta ficha más adelante.

También es necesario que en la asamblea mensual correspondiente se destine un pequeño espacio de tiempo para hacer el seguimiento del mantenimiento (comunicando los responsables de mantenimiento las incidencias que se hayan podido producir y las tareas realizadas).

Las tareas que se deben realizar para mantener un sistema solar fotovoltaico no son complicadas, pero son esenciales y por este motivo se han incluido las más básicas en la cartilla de formación básica de la comunidad (acciones que pueden realizar los propios usuarios cuando se trate de sistemas individuales), y de manera más detallada las recomendaciones de mantenimiento están expuestas en el dossier de formación para responsables mantenedores.

Aparte del seguimiento que debe hacer la comunidad tanto del órgano de gestión (con sus informes mensuales) como los responsables de mantenimiento (con los correspondientes informes mensuales), para poder realizar el acompañamiento inicial en esta rutina se recomienda realizar una planificación de visitas de seguimiento por parte de un técnico de la organización y de la contraparte.

En estas sesiones se realizará una reunión con los miembros del órgano de gestión para ver cuál es el estado de cuentas, resolver dudas que puedan haber surgido, ver el uso que están haciendo de las herramientas y comentar los incidentes que se puedan haber producido. Se realizará el mismo con los responsables de mantenimiento (aprovechando para revisar alguno de los sistemas con ellos y viendo que dominan las herramientas y que usan el diario correspondiente). Y en ambos casos se revisará el material escrito a los periódicos o libros de presentación de resultados (así se comprobará que se está llevando a cabo la actuación).

En la propuesta de planificación se recomienda realizar sesiones de seguimiento mensual los 4 primeros meses desde la creación del órgano de gestión, pasar a realizar después un sesión de seguimiento cada 4 meses durante el primer año ya partir de ese realizar una sesión cada 6 meses (la idea es ir espaciando este seguimiento a medida que la rutina sea más lograda). Se recomienda realizar este seguimiento durante los tres primeros años de proyecto.

2.10 Evaluación de las actuaciones.

Aunque a veces se puede mezclar seguimiento y evaluación (y de hecho se aprovecharán las sesiones de seguimiento para realizar la evaluación con la comunidad) se han diferenciado las fases ya que persiguen objetivos diferentes. El seguimiento pretende garantizar el buen funcionamiento del sistema solar. La evaluación en cambio tiene por objetivo ver si se están alcanzando los objetivos que se habían marcado en el proyecto, si la actuación es eficiente, si la receptibilidad es buena, detectar los impactos que se están generando y obtener informaciones que permitan mejorar la situación actual del proyecto (y sobre todo las actuaciones en futuros proyectos).

La evaluación también nos deberá servir a nosotros para ver cómo varían los hábitos de vida de la comunidad desde la entrada del uso de la energía solar fotovoltaica.

En la evaluación hay que analizar tanto los aspectos técnicos de los sistemas como los aspectos sociales de la comunidad. A continuación enumeramos algunos de los aspectos que se pueden evaluar, aunque no deben ser los únicos:

Aspectos técnicos:

-¿El diseño responde a las necesidades reales de la comunidad? ¿La instalación está infrautilizada o sobreutilizada?

-¿El funcionamiento de los elementos es correcto? ¿Hay algún elemento que no responda a las especificaciones técnicas contempladas en el diseño? ¿Hay algún elemento que tenga que cambiar o que haya fallado? ¿La duración de los elementos es la prevista?

- ¿Se pueden hacer mejoras en el diseño para optimizar más la instalación o para responder más satisfactoriamente a las expectativas de la comunidad?

-¿La formación ha sido la adecuada? ¿Responde al nivel que requiere la gestión y funcionamiento del sistema? ¿Las herramientas dadas son adecuadas? ¿Se hace un buen uso de las herramientas?

- ¿Se ha tenido que comprar algún repuesto? ¿Ha sido fácil? ¿Qué problemas se han generado? ¿Tiempo de respuesta? ¿Ha sido necesario algún apoyo o asesoramiento externo? ¿Tiempo de respuesta?

Aspectos sociales:

- ¿Se han modificado las necesidades energéticas de la comunidad desde el acceso a la energía? ¿Se ha visto que hay algún nuevo servicio para cubrir?

- ¿La comunidad está satisfecha con la energía? ¿Ha mejorado su calidad de vida? ¿En qué aspectos se han podido ver más beneficiados?

- ¿Se ha generado algún conflicto a raíz de los sistemas solares? ¿Todo el mundo ha salido beneficiado por igual? ¿Hay alguien que pueda haber salido perjudicado? ¿Qué problemáticas o incidencias ha habido, a qué han sido debidas y cómo se han solucionado?

- ¿Se cumple el reglamento estipulado? ¿Hay algún conflicto en torno al cumplimiento del mismo? ¿Se ha modificado este reglamento?

- ¿Qué efectos ha tenido la implementación del órgano de gestión y de los responsables de mantenimiento sobre la estructura de poder existente en la comunidad? ¿Ha supuesto una repartición de poder o ha generado polarización?

- ¿Qué efecto ha podido tener sobre el género? ¿Mujeres y hombres hacen el mismo uso del sistema?

- ¿Ha tenido alguna repercusión a nivel económico o productivo? ¿Ha tenido algún efecto sobre la migración del campo a la ciudad? ¿Han venido familias nuevas a la comunidad a raíz de la electrificación?

- ¿La relación entre la comunidad, la contraparte y la organización es buena? ¿La relación con los otros actores del proyecto ha sido la esperada? ¿Hay que modificar alguna estrategia hacia los actores identificados? ¿Se ha visto algún actor nuevo a incluir?

La evaluación no debe realizarse únicamente al final del proyecto. En la programación del proyecto de SSFM, como se puede ver en el apartado G4 del anexo G, se ha planificado la realización de una evaluación durante la ejecución del proyecto (para ver si hay que reconducir o mejorar algún aspecto), se ha programado una evaluación al final de la ejecución del proyecto (evaluación final) y se han programado algunas evaluaciones a lo largo del seguimiento (evaluaciones "ex post") una vez este proyecto ya está cerrado de cara a los financiadores.

Asimismo hay que diferenciar dos niveles de evaluación del proyecto. La evaluación que se realiza con la comunidad y la contraparte y las evaluaciones de grupo. Este segundo tipo de evaluación corresponde a las evaluaciones internas de la organización en las que se evalúa el proyecto comparativamente con otros proyectos (y otras áreas temáticas de la organización) y los efectos del mismo sobre la misma.

**3. TABLA DE ACTORES EN LOS PROYECTOS DE ELECTRIFICACIÓN
RURAL COMUNITARIA.**

Actor	Características	Intereses y expectativas	Fortalezas y debilidades	Implicación y conclusiones del proyecto
Empresas Eléctricas	En la Amazonia actúan las siguientes empresas: Eléctrica Sucumbíos, Eléctrica Ambato, Eléctrica Centro Sur y Eléctrica Sur.	Quieren aumentar al máximo su cobertura eléctrica. Tienen interés en que el coste de este incremento sea externo a ellas. Disponen de la concesión para la distribución de energía. No se puede crear una empresa de venta de energía dentro de su área de concesión. Participan habitualmente las Ayudas del FERUM	- Su apoyo puede facilitar el acceso a las ayudas del FERUM. - Disponen de conocimientos técnicos sobre electrificación y personal especializado. - Mantienen contactos permanentes con otras instituciones como el CONELEC o los Consejos Municipales y provinciales. - Podrían sentirse atacadas si en el sistema de gestión se crea una microempresa con ánimo de lucro.	Es necesario que estén informados de la realización del proyecto. Pueden informarnos de las zonas con menor probabilidad de acceso a la energía a corto y medio plazo. Si se considerara interesante se podría hacer algún tipo de alianza o colaboración.
Ministerio de Energía y Minas de la República del Ecuador	Dispone de varias direcciones y entre ellas está la Dirección de Energías Renovables y Eficiencia Energética DERE.	Mediante esta Dirección quiere fomentar el uso de las energías renovables y de la eficiencia en las instalaciones. Ha realizado un Plan Maestro de Energía Renovable.	Mediante el Plan Maestro de la Energía Renovable está potenciando proyectos de electrificación rural con energías renovables.	- Deben estar informados de las actuaciones ya que están interesados en fomentarlo. - Podrían ser unos cofinanciadores.
CONELEC (Consejo Nacional de Electrificación)	Organismo gubernamental designado para regular el sector eléctrico Ecuatoriano.	Dentro de sus competencias está la de fomentar la electrificación rural.	- Dispone de muchísima información sobre electrificación en su web (normativas, estadísticas, etc.). - Se la entidad encargada de conceder	- Deben estar informados de las actuaciones que se están desarrollando en la zona para que si se solicita una ayuda vía hedor conozcan el proyecto.

Actor	Características	Intereses y expectativas	Fortalezas y debilidades	Implicación y conclusiones del proyecto
			las ayudas FERUM.	- Se podría intercambiar información con sus experiencias.
Fondo de Solidaridad	Fondo destinado a la mejora de la calidad de vida de la población ecuatoriana mediante programas de Desarrollo Humano.	Financian programas de Desarrollo Humano en el sector de la Salud, de la educación, acceso al agua potable y saneamiento, electrificación y otros.	Disponen dentro del Fondo de Solidaridad de una convocatoria de ayudas específicas para electrificación (el FERUM)	- Se puede usar este fondo para intentar garantizar la sostenibilidad de futuros proyectos.
Consejos Provinciales	Es el organismo administrativo que gobierna la provincia.	Como organismo gubernamental está interesado en que todos los ciudadanos de la provincia puedan disponer de acceso a los servicios básicos.	<ul style="list-style-type: none"> - Ha participado en proyectos de electrificación, pero muchas veces no disponen de muchos conocimientos en Solar Fotovoltaica - Tienen competencias en las decisiones políticas de electrificación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Puede ser un posible cofinanciador de los proyectos. - Es interesante que esté informado de las tareas que se están haciendo.
Consejos Municipales	Organismo administrativo del Municipio	Suelen tener predisposición a la hora de participar en proyectos de cooperación que puedan beneficiar a las comunidades.	<ul style="list-style-type: none"> - Tienen conocimiento de las comunidades que están bajo su administración. - Disponen de financiación propio destinado a fomentar proyectos en las comunidades. Algunos de ellos disponen de lo que se denomina 	<ul style="list-style-type: none"> - Podría ser el organismo encargado de censar las instalaciones solares que se realicen y así poder disponer de estos datos para futuras intervenciones (nuevas instalaciones, mantenimientos, reparaciones, etc.). - Puede ser un posible cofinanciador de

Actor	Características	Intereses y expectativas	Fortalezas y debilidades	Implicación y conclusiones del proyecto
			<p>"Presupuestos participativos" en los que la misma comunidad es la que decide a dónde destinar el dinero.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tienen competencias en las decisiones políticas de electrificación (de hecho hay un choque de competencias con los Consejos Provinciales) 	<p>los proyectos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Debe estar informado de las actuaciones que se realicen en su zona.
Isofotón	<p>Empresa española de fabricación de componentes solares fotovoltaicos de gran calidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ha colaborado en algunos proyectos de electrificación en la Amazonia ecuatoriana. - Es una empresa muy sensible a este tipo de proyectos. - Los componentes que fabrica y comercializa están muy pensados para las características de la zona. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene una sede en Quito. - Conoce bien las necesidades de la población local. - No dispone de instaladores. Los proyectos que ha realizado han acostumbrado a ser subcontratados a empresas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se deben tener en cuenta sus componentes como posible solución técnica. - Se debe tener en cuenta como posible empresa suministradora.
FEDETA	<p>ONG ecuatoriana que realiza proyectos de tecnología apropiada. Dispone de una sección que hace proyectos de electrificación rural en la zona de Sucumbíos y en la</p>	<p>Al ser una organización no gubernamental profesionalizada que trabaja los proyectos, le interesa desarrollar muchos proyectos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dispone de proyectos en marcha en la zona de Sucumbíos ya la costa. - Conoce muy bien el funcionamiento del acceso a las ayudas públicas. - Tiene mucho conocimiento de la zona y conocimientos técnicos y de 	<ul style="list-style-type: none"> - Podría ser un buen socio local para desarrollar este tipo de proyectos. - Es interesante mantener el contacto e intercambiar experiencias.

Actor	Características	Intereses y expectativas	Fortalezas y debilidades	Implicación y conclusiones del proyecto
	costa.		gestión. - Ha implementado estrategias propias para garantizar la sostenibilidad de sus proyectos.	
CODESO	Corporación para el desarrollo que trabaja en proyectos de acceso a la energía, de ecoturismo, de agricultura sostenible, etc.	Esta organización ha realizado varios proyectos de electrificación rural en varias zonas de Ecuador. Como organización que también funciona para proyectos, está interesada en colaborar en proyectos.	- Dispone de mucha experiencia tanto técnica como a nivel de conocimiento social. - Tiene acceso a proveedores de materiales a precios más bajos que una entidad externa. - Conoce a la mayoría de organismos gubernamentales y no gubernamentales. - Es una organización relativamente pequeña a pesar de la diversidad de proyectos. - Ha elaborado algunas estrategias propias para fomentar la sostenibilidad de sus proyectos.	- Puede actuar como proveedor de materiales ya que al no tener ánimo de lucro puede conseguirlo a precios interesantes. - Como corporación puede ser un socio local para desarrollar las instalaciones. - Es interesante intercambiar experiencias.
Empresas Petroleras	Existen empresas petroleras privadas y Petroecuador (la pública) que están	Debido a los impactos sociales, medioambientales, culturales, económicos y sobre la salud	- Suelen financiar proyectos. - A menudo no se implican en el desarrollo del proyecto ni están	La comunidad debe jugar un papel clave en la elección de los financiadores ya que hay muchas comunidades que se oponen

Actor	Características	Intereses y expectativas	Fortalezas y debilidades	Implicación y conclusiones del proyecto
	extrayendo petróleo en la zona.	<p>asociados a su actividad, estas empresas a menudo tienen que negociar compensaciones económicas o por proyectos que benefician a la comunidad.</p> <p>Han cofinanciado proyectos de electrificación de centros comunitarios en convenio con otras entidades.</p> <p>Tienen interés en mejorar su imagen ante las comunidades y organismos internacionales.</p>	<p>motivadas para garantizar su sostenibilidad. Este hecho hace que vean el apoyo como un trámite y una vez realizado se desentienden.</p> <p>- A veces puede convertirse en una estrategia de lavado de cara, en lugar de una acción de responsabilidad civil corporativa.</p> <p>- Recibir dinero de este tipo de empresas puede suponer en algunos casos la oposición de comunidades a seguir trabajando con la organización.</p>	a la actividad de las empresas extractivas y no aceptarían dinero de las mismas.
ONGs Locales	Existen varias ONGs locales y asociaciones de campesinos que trabajan para lograr unos objetivos comunes.	Están interesadas en realizar proyectos que puedan mejorar su calidad de vida y la productividad de sus actividades. La energía en este nivel puede jugar un papel importante.	<p>- Conocen bien las comunidades y muchas veces han trabajado con organizaciones internacionales.</p> <p>- Tienen conocimientos básicos de trabajo para proyectos</p> <p>- No suelen tener nivel técnico en energía.</p>	<p>- Es interesante conocer las organizaciones locales y realizar colaboraciones con ellas.</p> <p>- Es interesante disponer de una contraparte local en el proyecto y estas entidades pueden cumplir con el perfil.</p>

4. FICHA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE COMUNIDADES BENEFICIARIAS.


NOMBRE DE LA COMUNIDAD:	CODIGO ID:
-------------------------	------------

0. Representantes y personas de contacto.

<u>Nombre y apellidos</u>	<u>Responsabilidad</u>	<u>Datos de contacto</u>
• _____	_____	_____
• _____	_____	_____
• _____	_____	_____
• _____	_____	_____
• _____	_____	_____
• _____	_____	_____
• _____	_____	_____
• _____	_____	_____

1. Aspectos geográficos y físicos.

1.1 Geográficos

<p>* La comunidad pertenece a: Parroquia _____ Municipio _____ Provincia _____</p> <p>* Coordenadas GPS: X: _____ Y: _____ Z: _____</p> <p>* Situación sobre el mapa: croquis</p> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%; margin: 10px 0;"></div> <p>* Accesibilidad: Via de acceso: Carretera <input type="checkbox"/> Camino <input type="checkbox"/> Río <input type="checkbox"/> Sistema de acceso: Vehículo <input type="checkbox"/> cuál _____ Caminando <input type="checkbox"/></p> <p>* Breve descripción del recorrido con distancia aproximada, tiempo y estado de la vía:</p>

Nota: complementar la información con alguna fotografía de la zona y elementos.

* **Topografía/orografía** (describir el tipo de terreno, si hay desniveles importantes).

* **Hidrografía y acceso al agua** (especificar ríos, arroyos, fuentes, pozos, etc. de la comunidad):

* **Respecto a los ríos más cercanos:** (distancia, caudal aprox. , desniveles, son estables a lo largo del año, tienen mucha sedimentación...).

* **Fauna y vegetación** (descripción breve de la vegetación de la zona, qué animales se encuentran, qué cambios se han producido, etc.).

2. Demografía.

* **Datos generales de la comunidad:**

Año de creación de la comunidad: _____ más de 5 años / menos de 5 años

nº de familias: _____ Cuántas personas viven por familia: _____ nº de habitantes: _____

La mayoría de la población es: niños jóvenes 15-20 años 20-50 años mayores de 50

Estimar porcentaje de cada segmento niños: _____ jóvenes: _____ adultos: _____ ancianos: _____

* **Datos generales de los asistentes a la reunión:**

nº hombres mayores (>50 años): _____ nº mujeres mayores (>50 años): _____

nº hombres (>20 años): _____ mujeres (>20 años): _____

nº chicos jóvenes (15-20 años): _____ nº chicas jóvenes (15-20 años): _____

nº niños (<15 años): _____ nº de niñas: (<15 años): _____

* **Observaciones:**

* Edad a la que se independizan los jóvenes _____ * Tendencia de la comunidad: crecer / decrecer

3. Indicadores económicos.

*** Principales actividades de la comunidad:**

Describir principalmente cuáles son las fuentes de ingreso, a qué se dedican las personas de la comunidad, tanto hombres como mujeres (agricultura, ganadería, caza, pesca, pequeño comercio, trabajan fuera de la comunidad...).

3.1 Actividad Agropecuaria.

*** La comunidad se dedica a la actividad agropecuaria como única fuente de ingresos, cuántos lo tienen como complemento a su trabajo, en cuántas familias estas tareas están sólo en manos de la mujer y de los niños (describirlo cualitativamente)**

- Cuántas personas de la comunidad son contratados o jornaleros (orden de magnitud) _____
- Cuántos se dedican a la agricultura por cuenta propia (orden de magnitud) _____

*** Sobre los cultivos:**

- Principales cultivos que se realizan en la comunidad:

- Cultivos que sólo realizan algunas familias:

- De los productos que se cultivan, ¿cuáles son para comercializar y cuáles son para el autoconsumo?
Comentar algunos precios actuales de estos productos y qué producción se puede conseguir en un año.

- ¿Disponen de algún proyecto comunitario de cultivo? Descríbelo.

- ¿Han recibido capacitaciones de alguna organización en temas de cultivo? Temas tratados (comentarlo un poco)

*** Sobre la ganadería y piscifactorías:**

- Principal ganado que disponen todas las familias (cantidad aproximada).

- Otro ganado que sólo tienen algunas familias (cantidad aproximada).

- ¿Cuántas familias disponen de una balsa para pescar? ¿Qué tipo de pescado?

- Del ganado que se tiene, cuánto es para autoconsumo y cuánto es para vender. Comentar algunos precios de mercado actuales de estos productos y qué producción pueden conseguir en un año.

- ¿Disponen de algún proyecto comunitario de ganadería? ¿Han recibido formación relativa a esta actividad? Describirlo.

3.2 Actividades de pesca, caza y recolección.

*** ¿Cuántas familias se dedican a alguna de estas actividades? ¿Qué productos obtienen? ¿Son para autoconsumo o para comercializar? ¿Cuánto tiempo destinan? (Describir)**

3.3 Actividad industrial.

* **Actividad Industrial** (nº de personas que trabajan en las empresas petroleras o si hay alguna industria manufacturera o de procesamiento de productos cercanos, ¿qué beneficios pueden tener y qué condiciones laborales tienen).

* **Se realiza alguna actividad de procesamiento que dé valor añadido a sus productos** (a nivel individual / comunitario, describirlo).

3.3 Actividades comerciales y servicios.

* **Actividades de Servicios** (Existe algún bar / servicio de telefonía / espacio de turismo / o actividad similar).

* **Actividades de Comercio** (¿Hay alguna tienda? ¿De forma individual o cooperativa?).

* **Sobre los productos que elaboran / cultivan.** ¿Dónde los venden? ¿Qué tipo de compradores tienen (empresas, consumidores finales, cooperativas, etc.). ¿Venden madera?

* **¿Qué tipo de proceso debe seguir un producto para poder ser puesto a la venta?** (transporte, tiempo dedicado, coste, etc.).

3.4 Otros indicadores.

- * **Entradas de dinero exterior** (migración, etc.)
- * **¿Cuántas personas disponen de cuenta bancaria? ¿Cuántas personas han realizado alguna experiencia de crédito?**
- * **Estimar el nivel adquisitivo medio de las familias y niveles extremos** (la que más y la que menos) (observar el entorno, costumbres y cómo viven los animales).
- * **¿Cuáles son los principales gastos que tienen las familias?** (coste de llevar a los niños a estudiar fuera, principales productos que compran en el exterior y coste, etc.).
- * **Repartición de las tareas (hombres, mujeres y niños) tanto laborales como de autoconsumo.**

4. Organización social.

4.1 Estructura de poder local.

- * **Cómo se organizan** (líderes locales, asambleas, comisiones de trabajo...).
- * **¿Cómo se toman las decisiones?** (horizontal, vertical).
- * **Influencia de los partidos políticos en la comunidad** (describirlo).
- * **Influencia de las mujeres en el poder local** (asociaciones de mujeres, asistencia a las reuniones, cargos y representación...).

4.2 Estructura de poder provincial y estatal.

* **Relaciones con los partidos políticos** (presiones, buenas relaciones, relaciones con los militares...).

* **Nivel de participación a nivel de parroquia, de municipio, provincia** (Tipos de relaciones que tienen, proyectos que han recibido, etc.).

* **Otros aspectos a comentar.**

4.3 Grupos étnicos.

* **¿Hay diferentes grupos dentro en la misma comunidad?** (Observar y comentar).

* **¿Qué tipo de relaciones internas existen?**

4.4 Religiones.

* **Comentar el papel de las religiones existentes en la comunidad.** (hay más de una, cuáles, etc.).

4.5 Asociaciones comunitarias.

* **Existen asociaciones/ cooperativas** (Comentar las relaciones entre comunidades, existencia de cooperativas agrícolas o de ecoturismo, etc.).

* **Relaciones con otras comunidades / asociaciones.**

5. Educación y salud.

5.1 Educación.

* **Estudios realizados** (primaria, secundaria...¿tienen escuela en la comunidad? ¿dónde está la más cercana?, ¿cuántos niños/as de la comunidad hay en la escuela?).

* **Conocimientos sobre energía, electricidad, solar FV** (aptitudes y motivaciones).

* **Capacitaciones externas** (experiencias en cursos específicos agrícolas, técnicos...).

5.2 Salud.

* **¿Disponen de "botiquín" en la comunidad?**

* **Centros sanitarios más cercanos** (distancia, capacidades, características...) y acceso a los medicamentos.

* **Médicos que visitan la zona** (frecuencia).

* **Principales enfermedades, problemáticas** (alcoholismo) **y causas de muerte.**

6. Organización del espacio e infraestructuras.

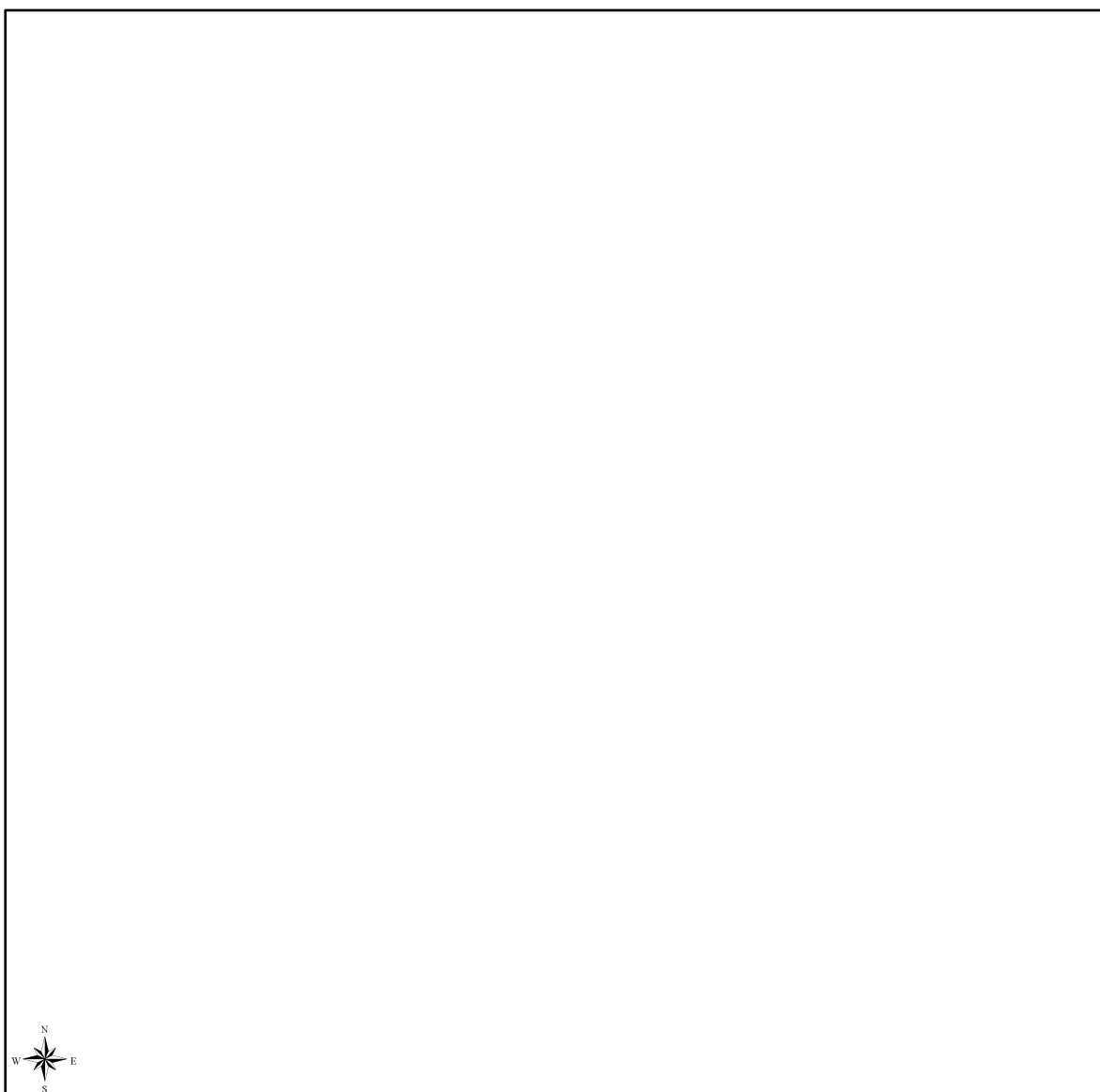
6.1 Situación en el espacio de las viviendas.

* **Dispersión de la comunidad** (describir).

* **N ° de familias en el núcleo del pueblo:** _____

* **Principales centros comunitarios y usos:**

* **Croquis de la comunidad** (pedir ayuda a la población. Ubicar las familias, centros comunitarios y principales aplicaciones).



Nota: realizar fotografías del centro poblado y de detalles importantes.

6.2 Infraestructuras básicas.

* Saneamiento y letrinas

Tipos: canales / zanjas / letrinas avanzadas / otros

Dónde hay letrinas: por vivienda / comunales / no hay

* Disposición de la basura (qué se hace):

no se hace nada / se entierra / se quema / se lleva a otro lugar / otros

* Acceso a agua potable:

Dónde obtienen el agua: fuente / arroyo / pozo superficial / pozo profundo / "agua entubada"

Disponen de algún sistema de distribución ("agua entubada"):

Estado del agua (buen estado, agua contaminada por el petróleo, enfermedades causadas por el agua, etc.)

Principales usos del agua, necesidades:

* Acceso a las comunicaciones (radio, teléfono, televisión, señal teléfono móvil...).

7. Aspectos energéticos.

7.1 Conexión a la red eléctrica

* Distancia a la red más cercana: _____ Km

* Característica de la red: Voltaje _____ trifásica monofásica

Otras observaciones (redes privadas, calidad del servicio: cortes, variaciones de tensión, etc.).

7.2 Accesibilidad a repuestos

Accesibilidad a mantenimiento y recambios: (indicar los puntos más cercanos donde se pueda obtener repuestos y la tipología).

7.3 Acceso a otras fuentes de energía

* **Disponen de generadores a gasolina o diesel o de algún otro sistema de generación de electricidad** (cuántas personas, qué potencia, qué usos).

* **¿Disponen de baterías de coche para usos de electrificación domésticos?**

* **¿Utilizan gas para las neveras o para las cocinas?**

* **Disponen de pequeños electrodomésticos** (radios a pilas, linternas, alguna televisión pequeña, móviles, etc.).

* **Utilizan pilas** (para qué las usan, dónde las compran y qué hacen con las pilas gastadas).

* **¿Qué métodos utilizan para iluminarse durante la noche?** (linternas de pilas, lámparas a gas, velas, lámparas de diesel, otros). **¿Cuánto dinero destinan a este tipo de elementos?** (hacer la reflexión contabilizando también el hecho de tener que desplazarse hasta el lugar donde adquieren los elementos).

8. Aspectos generales de la energía solar fotovoltaica.

* **Tipos de sistemas a instalar:** comunitario individual ambas aplicaciones

* **Edificios a electrificar**

- Número de viviendas individuales a electrificar: _____

- Nombre centros comunitarios, usos que le dan, número de personas que asisten y regularidad.

* **Centros Individuales:** Dispersos (Sist. Descentralizado) Centro Poblado (Sist. Centralizado)

* **Centros Comunitarios:** Dispersos (Sist. Descentralizado) Centro Poblado (Sist. Centralizado)

* **Si tuviera que renunciar a la electrificación de algún centro, indicar por orden de prioridades del más importante al menos.**

Nota: en función del tipo de sistema a realizar llenar las fichas 10 y 11, el número de veces necesarias para tener una muestra representativa de la comunidad.

9. Datos persona que ha levantado los datos y comentarios.

9.1 Datos

* **Nombre y apellidos:** _____ * **Organización:** _____

* **Fechas en que se han recogido los datos:** _____

* **Personas que han colaborado en la identificación:** _____

* **Fecha de finalización del informe:** ____ / ____ / ____

* **Firma:**

9.1 Comentarios

* **Percepción del proyecto, aceptación, otros aspectos a comentar.**

10. Ficha Sistema Solar Fotovoltaico Comunitario.

CODIGO ID: _____

NOMBRE DEL CENTRO:

COMUNIDAD:

Nota: realizar fotografía exterior, interior y detalles de cada centro.

10.1 Ubicación.

* **Coordenadas GPS:** X: _____ Y: _____ Z: _____

* **Se optará por un:** Sistema Descentralizado Sistema Centralizado

- En caso de sistema centralizado, distancia hay hasta el centro donde se generará la electricidad:

10.2 Sobre el edificio.

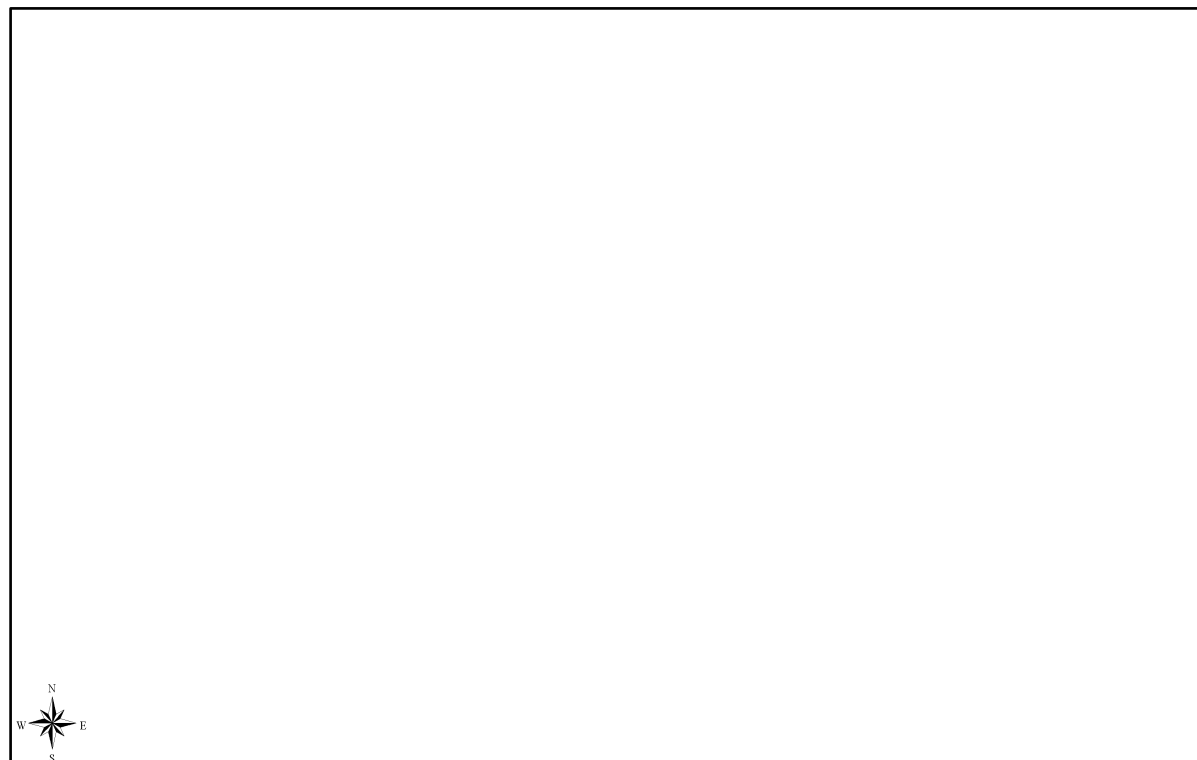
* **Descripción del edificio** (materiales, envergadura, accesibilidad, orientación, presencia de árboles, etc.).

* **Dispone de tejado:** de plancha de hojas Otro (¿cuál?)

* **Inclinación aproximada del tejado:** _____

* **Mejor ubicación para los paneles** (ubicarlos en el croquis): tejado estructura a parte

* **Realizar un croquis del centro** (planta y perfil).



10.3 Usos y necesidades energéticas del centro.

* Usos que le dan, número de personas que asisten y regularidad.

* Número de personas que se beneficiarían de la electrificación del centro (estimación): _____

* Necesidades energéticas:

- Aparatos que están usando actualmente _____
- Aparatos que creen que hay que utilizar en este espacio ordenados por orden de prioridad.

* Tabla de necesidades:

Elemento	Número de elementos	Potencia elemento (W)	Potencia Total (W)	Horas funcionamiento al día (h/día)	Energía (Wh/día)
Potencia total simultánea DC (W)					
Potencia total simultánea AC (W)					
Total Energía diaria (Wh/día):					

11. Ficha Sistema Solar Fotovoltaico Individual.

CODIGO ID: _____

NOMBRE DE LA FAMILIA:	COMUNIDAD:
-----------------------	------------

Nota: realizar fotografia exterior, interior y detalles de cada centro.

11.1 Ubicación.

* **Coordenadas GPS:** X: _____ Y: _____ Z: _____

* **Se optará por un:** Sistema Descentralizado Sistema Centralizado

- En caso de sistema centralizado, distancia hay hasta el centro donde se generará la electricidad:

11.2 Sobre la vivienda.


* **Descripción de la vivienda** (estancias / espacios, materiales, envergadura, accesibilidad, orientación, presencia de árboles, etc.)

* **Dispone de tejado:** de plancha de hojas otro (¿cuál?)

* **Inclinación aproximada del tejado:** _____

* **Mejor ubicación para los paneles** (ubicarlos en el croquis): tejado estructura a parte

* **Realizar un croquis del centro** (planta y perfil).



11.3 Usos de las estancias y necesidades energéticas.

* **Número de personas que viven en la vivienda:**

* **Usos que dan a cada estancia (ubicarlas en el croquis) y regularidad.**

* **Necesidades energéticas:**

- Aparatos que están usando actualmente _____
- Aparatos que creen que hay que utilizar en este espacio ordenados por orden de prioridad.

* **Tabla de necesidades:**

Elemento	Número de elementos	Potencia elemento (W)	Potencia Total (W)	Horas funcionamiento al día (h/día)	Energía (Wh/día)
Potencia total simultánea DC (W)					
Potencia total simultánea AC (W)					
Total Energía diaria (Wh/día)					

11.4 Consumo actual de energía.

* **¿Qué métodos utilizan para iluminarse durante la noche?**

linternas de pilas, lámparas a gas, velas, lámparas de diesel, otros.

* **¿Cuánto dinero destinan a este tipo de consumibles** (hacer la reflexión contabilizando también el hecho de tener que desplazarse hasta el lugar donde adquieren los consumibles).

- Pilas: coste desplazamiento:
- Diésel o queroseno: tiempo desplazamiento:
- Velas: coste total:
- Gas:

5. MÉTODO SIMPLIFICADO PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO.

5.1 Introducción.

A continuación se expone un método de diseño de sistemas solares aislados como el utilizado en el ejemplo SSFM. Eso no quita que pueda haber métodos más exactos o que contemplen criterios específicos para sistemas más complicados, pero para poder realizar un dimensionado aproximado para un sistema de la magnitud del ejemplo, con este método se pueden conseguir resultados suficientemente correctos.

Como criterios de diseño hay que destacar la importancia de relacionarlos siempre con el uso final. En un sistema de radio repetición, la fiabilidad es clave y en un sistema doméstico quizás se valorará más el coste. Estos aspectos deben tenerse en cuenta en el momento de sobredimensionar o no la instalación (ya que este sobredimensionado incrementa la fiabilidad pero incrementa mucho el coste).

5.2 Cálculo de las necesidades energéticas diarias y la potencia máxima simultánea.

Tanto si se trata de una instalación individual como de una instalación colectiva, el elemento clave de partida será la "tabla de necesidades" que habremos llenado en la Ficha en la etapa de identificación. Podemos ver en la tabla 1 este elemento de partida.

Elemento	Número de elementos N_e	Potencia elemento P_e (W)	Potencia Total P_{Te} (W)	Horas funcionamiento al día (h/día)	Energía elemento E_{ed} (Wh/día)
Potencia total simultánea DC, P_{tDC} (W)					
Potencia total simultánea AC, P_{tAC} (W)					
Total Energía Diaria, E_{Td} (Wh/día):					

Tabla 1. - Tabla de necesidades contemplada en la ficha de identificación.

En esta tabla habremos entrado los siguientes datos de partida: Elementos que queremos abastecer, número de elementos que dispondremos, potencia del elemento (si se puede acceder a las características del aparato a usar siempre podremos optimizarlos más) y las horas previstas de funcionamiento del elemento a lo largo de un día. Entraremos estos elementos (y datos relacionados con los mismos) en filas, separando los que funcionan con corriente continua (DC) de los que funcionan con corriente alterna (AC).

Luego con la ecuación 1 pasaremos a calcular la Potencia Total, PTE (W), multiplicando la potencia del elemento, Pe (W), por el Número Elementos, Ne.

$$P_{Te}(W) = P_e(W) \cdot N_e$$

(Ecuación 1)

Y podremos calcular con la ecuación 2 la Energía diaria del elemento, EED (Wh/día), multiplicando la Potencia Total, PTE (W), por las Horas de funcionamiento al día (h/día). Esto lo haremos por cada elemento.

$$E_{ed}(Wh/dia) = P_{Te}(W) \cdot h(h/dia)$$

(Ecuación 2)

Una vez hecho esto pasaremos a calcular la Potencia Total simultánea en DC, PtDC (W), sumando todas las potencias totales de los elementos, PTE (W), que funcionan en DC y la Potencia Total simultánea en AC, PTAC (W), sumando todas las potencias totales de los elementos, PTE (W), que funcionan en AC. Finalmente pasaremos a calcular el Total de Energía diaria, ETD (Wh / día), que consumiremos sumando la Energía diaria de todos los elementos, EED (Wh / día). Estos tres parámetros nos servirán a posteriori para calcular los diferentes elementos de nuestra instalación.

5.3 Dimensionado de los paneles solares.

Para dimensionar la cantidad de paneles solares (y las características de estos) del sistema partiremos del Total de Energía diaria, ETD (Wh/día), que hemos calculado en el punto anterior. Esta es la necesidad que queremos cubrir. Aumentamos este valor aplicando una pérdida de la eficiencia de los paneles (por las condiciones de trabajo) del 5% y un coeficiente de pérdidas por funcionamiento del sistema del 20%, obteniendo el Total de Energía diaria corregido, ETdcorr (Wh/día) tal y como se expresa en la ecuación 3.

$$E_{Tdcorr} (Wh / dia) = \frac{E_{Td} (Wh / dia)}{0,95 \times 0,8}$$

(Ecuación 3)

También tendremos que partir de la irradiación solar que hay en la zona (la energía disponible para poder cubrir nuestras necesidades energéticas). Para poder realizar el cálculo simplificado del diseño del sistema partiremos de la irradiación media zona de la Amazonía ecuatoriana 3,8 kWh/m²/día (Fuente: IDAE-informe WP4), o lo que sería equivalente en horas de sol pico: 3,8 hp. Lo habitual sería usar el método del peor mes (aquel de mayor consumo y menos energía) pero en la Amazonía ecuatoriana no existen demasiados datos de radiación y como el tiempo es muy constante a lo largo de todo el año (y la aplicación de nuestro SSFM no requiere una fiabilidad extrema) usaremos los datos medios comentados (los cuales son más conservadores que las que se pueden adquirir por ejemplo a través de la NASA).

Con estos dos valores podemos determinar la Potencia Total de Generación, PTG (W_p), de nuestro campo fotovoltaico mediante la ecuación 4.

$$P_{TG} (W_p) = \frac{E_{Tdcorr} (Wh / dia)}{3,8(h_p / dia)}$$

(Ecuación 4)

Tendremos que decidir la tensión de trabajo, VNTrabajo (V). Para pequeñas instalaciones en las que no hay grandes distancias entre la generación y la acumulación (como el caso de nuestro SSFM), lo más habitual es trabajar en 12VDC (podríamos sino trabajar a 24VDC o 48VDC). Trabajar en esta tensión implicará poner los paneles de 12VDC en paralelo entre ellos (hasta obtener la intensidad necesaria para cubrir la Potencia Total de Generación, PTG). Si trabajáramos a otra tensión asociaríamos los paneles en serie hasta obtener la tensión de trabajo (2 paneles si lo hacemos a 24VDC y 4 paneles si trabajamos a 48VDC) y luego asociaríamos estos grupos en paralelo hasta obtener la Intensidad para cubrir la PTG.

Una vez decidido que trabajamos a 12V, debemos mirar las características de los paneles. Normalmente nos darán la potencia máxima Ppanel en Wp (entre otros parámetros característicos). Usaremos este valor en la ecuación 5 para determinar el número de paneles, Np, necesarios para poder alcanzar la PTG, redondeando siempre hacia arriba. En caso de trabajar a una tensión diferente, el número de paneles deberá redondearse hacia arriba en un número múltiple de los paneles en serie necesarios para alcanzar la tensión de trabajo.

$$N_p = \frac{P_{TG}(W_p)}{P_{panell}(W_p)}$$

(Ecuación 5)

Para hacer el dimensionado de manera óptima es interesante poder realizar este cálculo para diferentes potencias de paneles, dependiendo del fabricante. Cuenta que hay que ponerlo en KW a la expresión anterior.

Esto es interesante hacerlo para que el redondear el número de paneles no sobredimensionar demasiado el sistema (ya que el panel es uno de los componentes más caros del mismo).

5.4 Dimensionado de las baterías.

Uno de los primeros criterios que se deben tener en cuenta a la hora de dimensionar los acumuladores es el número de días de autonomía, N_d (d), que puede funcionar la instalación sin radiación solar. Este valor dependerá del número de días que se pueden tener sin sol en la zona y de la importancia (o consecuencias) de no disponer de energía (en caso de que se agote la acumulada).

Por la experiencia recogida en la zona, ISF dimensiona los acumuladores por dos días de autonomía $N_d = 2$ d.

La Capacidad nominal de acumulación (C_n) será mediante la ecuación 6:

$$C_n(Wh) = \frac{E_{Tdcorr}(Wh / dia)}{N_d(d)}$$

(Ecuación 6)

Las baterías suelen caracterizarse por la capacidad de descarga en intensidad en un tiempo concreto (Ah). Para energía solar a menudo se usa 100h pero hay que tener cuidado ya que a menudo los catálogos de las baterías nos dan la capacidad a 20h, y en otros países a veces se usa un tiempo de descarga superior. Hay que revisar las hojas técnicas correspondientes y para estos casos podemos usar las siguientes relaciones empíricas:

C100 / C20 ≈ 1,25; C40 / C20 ≈ 1,14; C20 / C10 ≈ 1,17 (IDAE 2002)

Para obtenerlo, tal y como se indica en la ecuación 7, dividiremos la capacidad nominal, Cn (Wh), por la tensión de trabajo, VNTrabajo, (12VDC en el caso de nuestro SSFM) y obtendremos la Cn (Ah).

$$C_n(Ah) = \frac{C_n(Wh)}{V_{NTrabajo}(V)}$$

(Ecuación 7)

Cabe destacar que la capacidad útil, Cuacum, de las baterías es menor a la nominal, Cn, ya que hay que evitar la realización de descargas profundas (en función de la profundidad de descarga la batería dará más o menos ciclos de vida, el fabricante suele dar una gráfica con esta relación). Según el tipo de batería el porcentaje de descarga puede ser uno u otro (no se recomienda superar nunca el 70%). Para el caso concreto de baterías selladas de Pb se puede considerar una profundidad de descarga del 45%. Por lo tanto la capacidad útil de las baterías, Cuacum será la resultante de aplicar la ecuación 8:

$$Cu_{acum}(Ah) = Cn_{acum}(Ah) \cdot \text{profundidad_descarga}$$

(Ecuación 8)

Para determinar el número de baterías, Nacum, para poder acumular esta energía aplicaremos la ecuación 9 y redondear el resultado al siguiente entero hacia arriba.

$$N_{acum} = \frac{C_n(Ah)}{Cu_{acum}(Ah)}$$

(Ecuación 9)

Nota: en caso de trabajar en tensión diferente de 12VDC, podemos usar baterías que tengan como tensión de trabajo la que necesitamos, o bien podemos poner baterías en serie para llegar a tener la tensión de trabajo. Al igual que en el caso de los paneles habrá que tener en cuenta este hecho a la hora de hacer el redondeo al dimensionar el número de baterías.

5.5 Dimensionado del regulador.

Para dimensionar el regulador necesitaremos conocer dos parámetros: la tensión de trabajo, VNTrabajo, (en el caso de nuestro SSFM es 12V) y la intensidad máxima, I_{max} (A).

Para saber la intensidad máxima, I_{max} (A), lo que haremos será sumar la intensidad máxima en cortocircuito, ISC (A), los paneles que estén en paralelo (recordar que si tenemos un grupo de paneles en serie, la intensidad que pasa por todos ellos es la misma y en este caso consideraríamos como intensidad máxima la de uno de los paneles). Este valor se incrementará con un factor de 1,3, tal como se indica en la ecuación 10, para garantizar la seguridad del regulador.

$$I_{max}(A) = 1,3 \cdot \sum_{\text{paneles_paralelo}} I_{SC}(A)$$

(Ecuación 10)

Con estos dos parámetros ya podremos mirar reguladores comerciales y escogeremos el que los cumpla.

A la hora de escoger el regulador también podremos tener en cuenta aspectos como la corrección por temperatura, la posibilidad de ajustar al tipo de baterías (agua acidulada, selladas, etc.) las protecciones que tenga (sobredescarga, sobrecarga, polaridad inversa, desconexión de baterías...), las informaciones que nos dé (algunos tienen una pantalla donde indica la tensión) y por supuesto el precio.

5.6 Dimensionado del inversor.

Los parámetros clave para dimensionar nuestro inversor son la tensión de trabajo en DC, VNTrabajo (V), la tensión de los elementos de consumo en AC, VNconsum (V), la frecuencia, fr (Hz), y la Potencia Total simultánea en AC, PTAC (W).

Cabe destacar que en Ecuador, la tensión de consumo en AC es VNconsum = 110V y la frecuencia es fr = 60Hz. En nuestro SSFM la tensión de trabajo VNTrabajo = 12VDC y la Potencia Total simultánea en AC, PTAC (W), es la que hemos obtenido aplicando la tabla 1 del capítulo "Cálculo de las necesidades energéticas diarias y la potencia máxima simultánea".

Con estos parámetros miraremos diferentes inversores comerciales y escogeremos el que mejor se ajuste a nuestras necesidades. Otros parámetros que se pueden tener en cuenta en la elección:

- La calidad de la señal en alterna (sinusoidal, onda cuadrada o también llamado "sinusoidal modificado", etc.). Los de señal sinusoidal tienen un coste más elevado que los de onda cuadrada (por eso para aplicaciones habituales se usan mucho estos segundos). Aunque cabe destacar que la mayoría de electrodomésticos aceptan la señal de onda cuadrada, habría que valorar las aplicaciones. Para el SSFM hemos de usar uno de onda cuadrada.
- La adaptabilidad para poder trabajar en las condiciones de la Amazonia (humedad, temperatura e insectos).
- La potencia máxima instantánea (que nos será interesante para aparatos que necesiten potencia más elevada de la nominal para arrancar). Hay que ver los usos.
- Autoconsumo. Cabe destacar que cuando se pone en marcha el inversor, aunque no haya nada conectado a éste, el aparato consume energía. Por este motivo se recomienda no tenerlo siempre encendido sino sólo ponerlo en marcha cuando el sistema tenga consumo en AC.
- Las protecciones de que disponga. Una a destacar en el diseño es que disponga de protección por sobredescarga de las baterías. Si lo tiene, la conexión se realizará directamente en paralelo a las baterías y si no la tiene se deberá poner a la salida del regulador. En el apartado de montaje lo veremos mejor.

5.7 Dimensionado del cableado.

Lo primero que hay que tener en cuenta es que las secciones normalizadas en Ecuador son las mismas que las secciones en Estados Unidos, usan el sistema AWG. En la tabla 2 se puede ver la sección en mm² de cada una de las secciones normalizadas en Ecuador.

Galga AWG	Sección mm²	Galga AWG	Sección mm²
36	0,01267	15	1,650
34	0,02014	14	2,081
32	0,03203	13	2,624
31	0,04039	12	3,309
30	0,05093	11	4,172
29	0,06422	10	5,262
28	0,08098	9	6,634

27	0,1022	8	8,366
26	0,1287	7	10,55
25	0,1624	6	13,30
24	0,2047	5	16,77
23	0,2582	4	21,15
22	0,3255	3	26,67
21	0,4105	2	33,63
20	0,5176	1	42,41
19	0,6527	1/0	53,48
18	0,8231	2/0	67,43
17	1,038	3/0	85,03
16	1,309	4/0	107,20

Tabla 2. Equivalencias entre Secciones normalizadas AWG y mm² (fuente: AEE)

Los parámetros que queremos dimensionar es la longitud de los cables, L (m), y su sección S (AWG) por cada uno de los tramos de cableado: Paneles-regulador, regulador-baterías, entre-baterías, regulador-consumo, baterías, inversor e inversor-consumo.

La longitud, L (m), se determinará según la disposición de los elementos y habrá que determinarla en la identificación de forma aproximada y en la siguiente visita de manera exhaustiva (visita en la que se recogerán los datos para realizar la carpeta técnica y los planos del proyecto).

Para calcular la sección de los conductores, SCC (AWG), tendremos que garantizar que soporte la Intensidad máxima, I_{maxC} (A), que puede circular por los mismos y tendremos que garantizar que no supere la caída de tensión máxima admisible, e (V). Para ello calcularemos la Sección para I_{maxC}, SCI (mm²), y la Sección para e (V), SCE (mm²). Después escogeremos la sección, S_c (mm²), que sea mayor de las dos obtenidas (la más restrictiva) y buscaremos en la tabla 2 la comercial, SCC (AWG), que esté justo por encima del valor encontrado. Cabe destacar que normalmente en este tipo de instalaciones la segunda condición, SCE, es la más restrictiva.

- La Sección por I_{maxC}, SCI (mm²)

Se obtendrá de las tablas de la REBT (ITC-19). Para una instalación como la del SSFM, en la que los conductores serán "cables de cobre multiconductores directamente sobre pared, 2xPVC", en la tabla 3 podemos ver la relación entre la sección SPI (mm²), la Intensidad máxima antes de corregir I_{max}, y la Intensidad máxima del cable I_{maxC} (usaremos un factor de corrección, por estar a la intemperie y parcialmente expuestos al sol, de 0,9 según ITC-06 del REBT 2002). Para otros casos consultar la norma.

S_{c_i} (mm ²)	I_{\max} (A)	$I_{\max C}$ (A)
1,5	16	14,4
2,5	22	19,8
4	30	27
6	37	33,3
10	52	46,8
16	70	63
25	88	79,2
35	110	99
50	133	119,7
70	171	153,9
95	207	186,3
120	240	216
150	278	250,2
185	317	285,3
240	374	336,6
300	423	380,7

Tabla 3. Intensidad máxima admisible por secciones de cableado del SSFM (Fuente: REBT 2002)

Para calcular la Intensidad máxima, $I_{\max C}$ (A), tendremos que mirar las condiciones de cada tramo y en caso de conocer la potencia de los elementos a conectar usaremos la siguiente expresión:

Este valor $I_{\max C}$ (A) después se revisará para que el cableado aguante como mínimo la intensidad de la protección correspondiente (las veremos en el apartado siguiente).

- La Sección por e (V), SCE (mm²).

La encontraremos aplicando la ecuación 11 que se obtiene de la ley de Ohm.

$$S_{c_e} (\text{mm}^2) = \frac{2 \cdot L(m) \cdot I_{\max C} (A)}{\gamma \cdot e(V)}$$

(Ecuación 11)

En esta expresión, g es la conductividad que para cableado de cobre vale 56 y por Aluminio 35 y e (V) es la caída de tensión máxima admisible. En la tabla 4 se muestran los valores máximos que se recomiendan.

Tramo	e (V)
Paneles fotovoltaicos a regulador	< 3%
Regulador a baterías	< 1%
Inversor a baterías/regulador	< 1%
Inversor/regulador a consumo	< 3%

Tabla 4. Caídas de tensión máximas admisibles por tramos (Fuente: IDAE)

Al estar a la intemperie se exigirá que el cableado sea aislado de tensión nominal 0,6 / 1kV.

5.8 Protecciones.

Habrá que poner protecciones contra sobrecorrientes para proteger los circuitos y los elementos de los mismos. En la Amazonia ecuatoriana lo que es más habitual encontrar son fusibles. Por lo tanto tendremos que escoger los fusibles más adecuados para cada tramo de circuito, y estos cortarán uno de los cables. En el SSFM hemos ubicado un fusible entre los siguientes elementos tal y como se indica en la tabla 5.

Ubicación	Características
Entre los paneles y el regulador	Fusible recomendado por el fabricante de paneles
Entre el regulador y las baterías	El mismo que en el circuito de los paneles y el regulador
Entre el regulador y los consumos en DC	Según el aparato de consumo
Entre el regulador y el circuito de iluminación	Fusible de 10A
Entre las baterías y los inversores	Cada inversor dispone de un fusible de 40 A incorporado
Entre el inversor y el circuito	Según aparato de consumo

Tabla 5. Protecciones contra sobrecorrientes

No hemos ubicado toma de tierra en el circuito ya que la tensión de trabajo es inferior a 48V (IDAE 2002) y en las instalaciones que se realizan en la zona (a 110V AC) no se usa este tipo de protección contra contactos indirectos (al igual que no se acostumbra a usar diferenciales).

Como protecciones contra contactos directos usarán envolventes al ubicar todos los aparatos de generación, acumulación, regulación y transformación dentro de cajas de madera cerradas con llave, así como el aislamiento de partes activas.

5.9 Esquema resumen para realizar el dimensionado.

Datos de Partida:

Elemento	Número de elementos, N_e	Potencia elemento, P_e (W)	Potencia Total, P_{Te} (W)	Horas funcionamiento al día (h/día)	Energía elemento, E_{ed} (Wh/día)
Potencia total simultánea DC, P_{tDC} (W)					
Potencia total simultánea AC, P_{tAC} (W)					
Total Energía Diaria, E_{Td} (Wh/día):					

Paneles:

Tensión nominal de Trabajo $V_{NTrabajo}$ (V) :	Irradiación diaria (hp/día):	Total de Energía diaria corregida E_{Tdcorr} (Wh/día)	Potencia Total de Generación P_{TG} (W_p):	Potencia de los paneles, P_{panel} (W_p)	Número de paneles en paralelo, N_p
12	3,8				

Regulador:

Número de paneles en paralelo, N_p	Intensidad máxima en cortocircuito, I_{sc} (A)	Factor de corrección	I_{max} (A)	Tensión nominal de Trabajo $V_{NTrabajo}$ (V) :
		1,3		12

Baterías:

Total Energía diaria corregida E_{Tdcorr} (Wh/día)	Días autonomía Instalación N_d (días)	Capacidad nominal acumulación C_n (Ah)	Capacidad útil, C_{uacum} (Ah)	Número de baterías en paralelo, N_{acum}
	2			

Inversor:

Tensión de trabajo en DC $V_{NTrabajo}$ (V)	Tensión consumo en AC, $V_{Nconsum}$ (V)	Frecuencia f_r (Hz)	Potencia Total simultánea en AC, P_{tAC} (W)	Potencia Total instantánea en AC, P_{tiAC} (W)
12	110	60		

Cableado:

Tramo	Longitud (m)	Intensidad máxima I_{maxC} (A)	Sección por I_{maxC} , S_{C1} (mm ²)	Caida tensión admisible, e (V)	Sección por e (V), S_{Ce} (mm ²)	Sección cableado, S_c (mm ²)	Sección cable com., S_{Cc} (AWG)
Tram DC (12VDC)							
Panel-Regulador				0,36			
Regulador-Baterías				0,12			
Regulador-Consum				0,12			
Entre baterías				0,12			
Baterías-Inversor				0,12			
Tram AC (110VAC)							
Inversor-Consumo				3,30			

6. CARPETA TÉCNICA DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO (SSFV)

6.1 Introducción.

6.1.1 Antecedentes

La comunidad Kuri Yaku es una comunidad de la Provincia de Orellana formada por 17 familias. Esta comunidad está ubicada entre tercera y cuarta línea de la Vía Auca y no cumple a priori con los requisitos de la compañía eléctrica para ser electrificada por extensión de la red a corto o medio plazo.

Esta comunidad ha participado en varios proyectos comunitarios y considera que para mejorar su calidad de vida necesita poder acceder a la electricidad. En la actualidad utilizan mecheros y velas para iluminarse por la noche y usan radios que funcionan con pilas no recargables. Consideran que la luz de los "mecheros" les está degradando la vista y les genera una importante dependencia con la capital de provincia, donde deben ir a comprar el diesel para poderlos recargar, además de velas y pilas. Esta comunidad se reunió en Asamblea y decidió por unanimidad que quieren sacar adelante un proyecto de electrificación de la misma. Ese mismo día se designó a Don Marino como "Promotor del Proyecto de la Electricidad".

La Asociación Catalana de Ingeniería Sin Fronteras participa en un proyecto de Electrificación Rural comunitaria en Sucumbíos-Orellana desde 2005 y ha realizado muchas instalaciones solares en la zona.

Tras la visita realizada por ISF a la comunidad para estudiar las diferentes alternativas energéticas, se determinó que la tecnología fotovoltaica es la que más se adecúa a las necesidades y posibilidades de la zona. En la misma visita se mantuvieron entrevistas con las familias beneficiarias para poder levantar los datos necesarios para el proyecto.

Ubicación de la comunidad.

La comunidad Kuri Yaku, pertenece a la Parroquia de Dayuma, Cantón de Orellana, de la Provincia de Orellana (Ecuador). Está situada entre tercera y cuarta línea del kilómetro X de la vía Auca, al margen izquierdo.

6.1.2 Objeto

La presente carpeta técnica pretende dimensionar, estimar el coste y describir el sistema solar fotovoltaico que permita electrificar las 17 viviendas y los dos centros comunitarios (la escuela y el Centro Comunal) de la comunidad Kuri Yaku.

6.1.3 Especificaciones técnicas y alcance

Se ha determinado que el consumo energético de una familia modelo de aquella comunidad es de 394,55 Wh/día y la potencia máxima requerida es de 136,5 W. En la tabla 1 se puede observar el cálculo de las necesidades estimadas.

Elemento	Número de elementos	Potencia elemento (W)	Potencia Total (W)	Horas funcionamiento al día	Coefficiente simultaneidad	Energía Wh/día
Puntos de luz	4	11	44	4	0,8	140,8
Potencia total simultánea DC:			44			
Radio	1	15	15	3	1	45
Televisor 14"	1	60	60	3	1	180
Cargador móvil	1	11,5	11,5	5	0,5	28,75
Cargador pilas	1	6	6	7	0,5	21
Potencia total simultánea AC:			92,5	Energía total diaria:		394,55

Tabla 1. - Necesidades estimadas de una vivienda de la comunidad.

Por otra parte se ha determinado que en la escuela se requiere la iluminación de la misma y la previsión para usar algunos pequeños electrodomésticos para poder complementar las clases durante algunas horas al día. Esto implica que las necesidades energéticas de la escuela son de 369,5 Wh/día con una potencia máxima de 163 W. En la tabla 2 se puede observar el cálculo de estas necesidades estimadas para la misma.

Elemento	Número de elementos	Potencia elemento (W)	Potencia Total (W)	Horas funcionamiento al día	Coefficiente simultaneidad	Energía Wh/día
Puntos de luz	3	11	33	4	1	132
Potencia total simultánea DC:			33			
Radio	1	15	15	3	1	45
Ordenador portátil (cargador)	1	90	90	2	1	180
Impresora	1	25	25	0,5	1	12,5
Potencia total simultánea AC:			130	Total Energía diaria:		369,5

Tabla 2. - Necesidades estimadas de la escuela de la comunidad.

Finalmente en el Centro Comunal las necesidades energéticas a cubrir son: el uso de un ordenador durante dos horas al día, la iluminación de esta habitación, y el uso de una radio de comunicación, la cual funciona en DC. Las necesidades energéticas del Centro comunal son de 516,5 Wh / día con una potencia máxima de 204 W. En la tabla 3 se puede observar la justificación de este cálculo.

Elemento	Número de elementos	Potencia elemento (W)	Potencia Total (W)	Horas funcionamiento al día	Coficiente simultaneidad	Energia Wh/día
Puntos de luz	3	11	33	4	1	132
Radio comunicación	1	50	50	3	1	150
	Potencia total simultánea DC:		83			
Ordenador portátil (cargador)	1	90	90	2	1	180
Impresora	1	25	25	0,5	1	12,5
Cargador pilas	1	6	6	7	0,5	21
	Potencia total simultánea AC:		121	Total Energia diaria:		516,5

Tabla 3. - Necesidades estimadas del Centro Comunal de la comunidad.

6.2 Descripción de la solución adoptada.

6.2.1 Electrificación centralizada en edificios comunales y descentralizada en viviendas.

Debido a la dispersión de las viviendas individuales, ya que no se dispone de centro poblado sino que cada vivienda está ubicada dentro de su parcela de 20ha, se ha optado para electrificar de manera individual cada vivienda.

Por otra parte, debido a la proximidad de los dos edificios comunitarios, la escuela está ubicada junto al Centro Comunal, y debido a que la propiedad de los dos edificios y de sus servicios es la misma (la Comunidad Kuri Yaku), se ha optado por realizar una electrificación centralizada para cubrir las necesidades energéticas de los dos edificios.

6.2.2 Descripción de los sistemas individuales para las viviendas.

La instalación exterior estará formada por un panel de 150W y 12V, montado sobre un marco de madera que irá atornillado a un pilar, también de madera, que se pondrá al lado de la vivienda como se puede apreciar en la figura 1. Este montaje se hará de manera que se garantice que el panel tenga una inclinación aproximada de 5 grados (para poder escurrir el agua de la lluvia) con orientación Este.

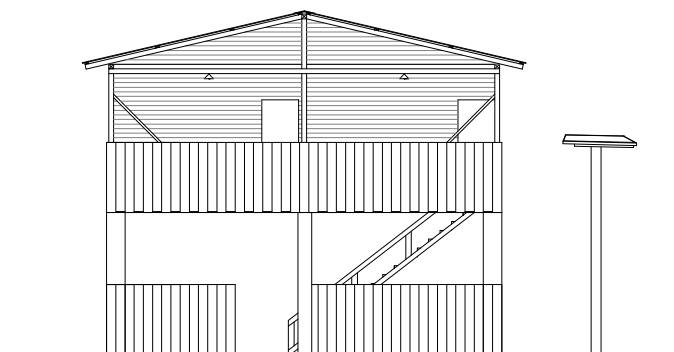


Figura 1. - Detalle de la ubicación de los paneles a la vivienda individual.

La instalación interior dispondrá de un regulador de I_{max} 20A, dos baterías selladas (sin mantenimiento) de 12 V y 106 Ah (a 20h de descarga) conectadas en paralelo entre sí, y un inversor 12VDC/110VAC de 375W (que deberá disponer de protección de sobredescarga de las baterías).

Se dispondrán dos circuitos eléctricos para cubrir las necesidades de la vivienda, los cuales estarán regulados por dos seccionadores que se ubicarán al lado del regulador.

Circuito 1. - Circuito que funciona a 12VDC. En este circuito se dispondrán cuatro bombillas de bajo consumo 11W que funcionen a 12VDC. Estas se ubicarán una en cada estancia con su correspondiente interruptor.

Circuito 2. - Circuito a 110VDC. En este circuito, que provendrá de la salida del inversor, se dispondrán dos tomas de corriente dobles para poder enchufar en él los electrodomésticos de consumo estipulados en las necesidades.

En cuanto a las secciones el cableado, se utilizarán las que se indican en la tabla 4 para cada tramo definido. Cabe destacar que las unidades están normalizadas a secciones comerciales en Ecuador, donde se trabajará con las unidades AWG. Junto a las mismas se indica la equivalencia de la sección en mm² para disponer de una referencia de la magnitud. Debido a que el cable deberá disponerse a la intemperie deberá disponer de aislamiento 0,6 / 1kV.

Tramo eléctrico	Longitud (m)	Sección AWG	Equivalencia (mm ²)
Entre el panel y el regulador	8,00	#8AWG	8,36 mm ²
Entre el regulador y las baterías	1,00	#8AWG	8,36 mm ²
Entre las baterías y el inversor	1,00	#8AWG	8,36 mm ²
Entre el regulador y el Circuito 1	9,00	#12AWG	3,31 mm ²
Entre el inversor y el Circuito 2	10,00	#14AWG	2,1 mm ²

Tabla 4. - Sección del cableado de los circuitos.

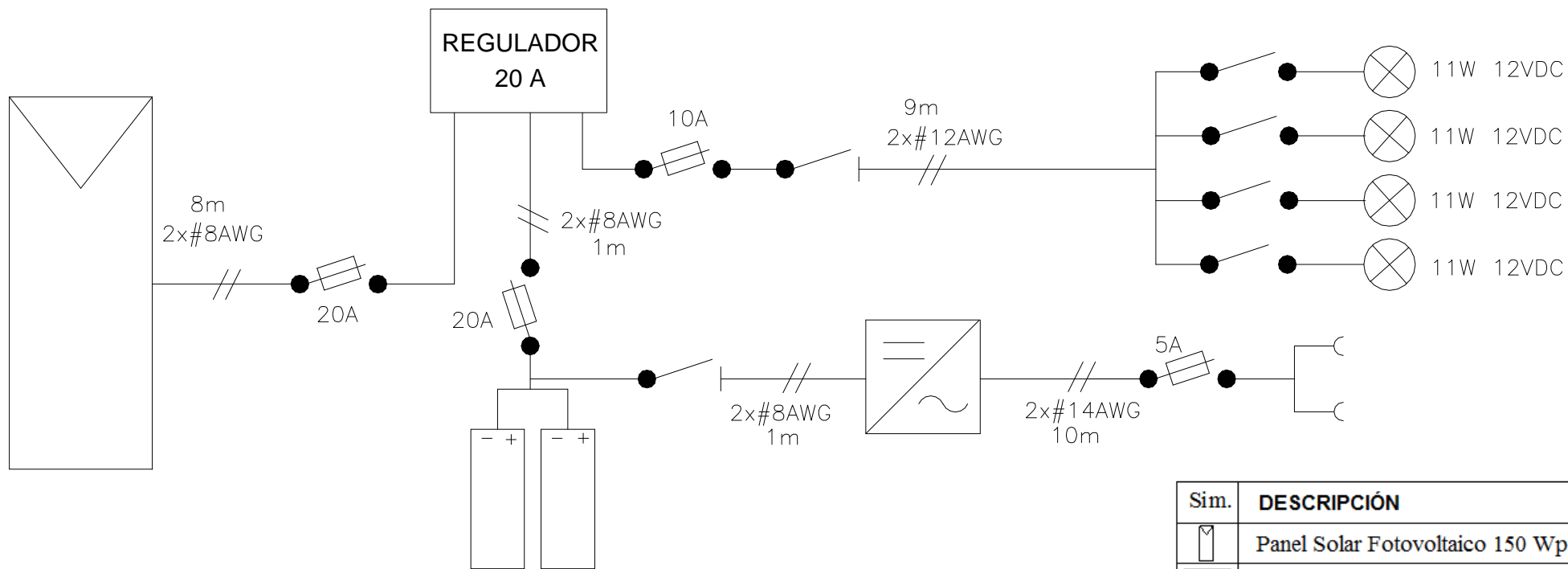
Como medidas de protección contra sobrecargas se dispondrán los fusibles que se pueden observar en la tabla 5. Sólo se pondrá en uno de los polos y a ser posible escogeremos el positivo.

Ubicación	Características
Entre el panel y el regulador	Fusible de 20A
Entre el regulador y las baterías	Fusible de 20A
Entre el seccionador y el Circuito 1	Fusible de 10A
Entre el inversor y el Circuito 2	Fusible de 5A
Entre las baterías y el inversor	El inversor dispone de un fusible de 40A.

Tabla 5. - Elementos de protección de los circuitos.

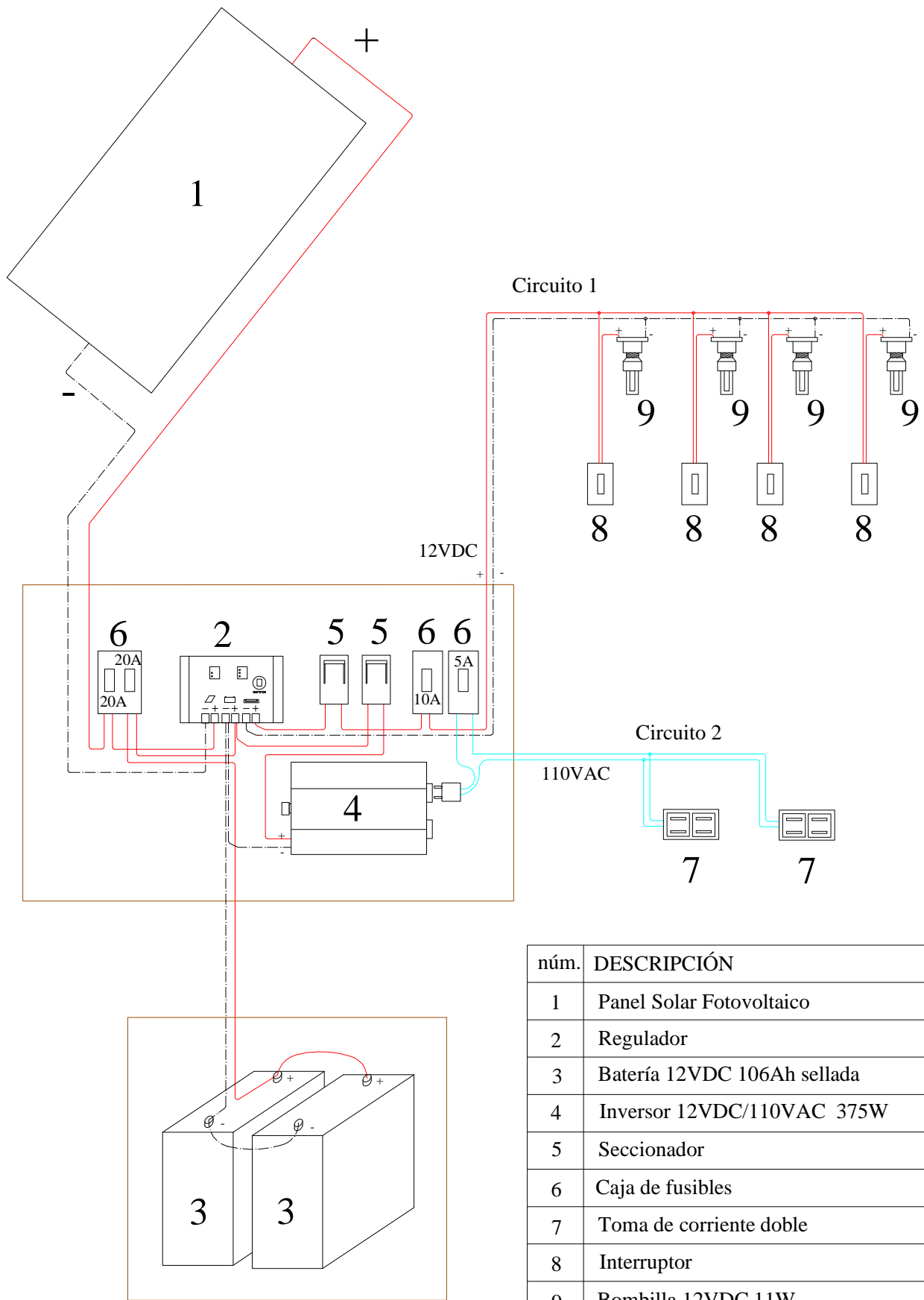
Se escogerán todos los componentes de la instalación y todas las cargas a conectar con materiales de Clase II (según indicaciones REBT 2002).

Se puede ver en la figura 2 el esquema unifilar de la instalación con las secciones y las protecciones. Para poder visualizar mejor el montaje de los elementos se puede seguir el esquema de la figura 3.



Sim.	DESCRIPCIÓN
	Panel Solar Fotovoltaico 150 Wp 12V
	Regulador 20 A
	Bateria 12VDC 106Ah sellada
	Inversor 12VDC/110VAC 375W
	Seccionador
	Fusible seccionador
	Toma de corriente doble
	Interruptor
	Bombilla 12VDC 11W

Figura 2. - Esquema unifilar del Sistema Solar Fotovoltaico Individual.



núm.	DESCRIPCIÓN
1	Panel Solar Fotovoltaico
2	Regulador
3	Batería 12VDC 106Ah sellada
4	Inversor 12VDC/110VAC 375W
5	Seccionador
6	Caja de fusibles
7	Toma de corriente doble
8	Interruptor
9	Bombilla 12VDC 11W

Figura 3. - Esquema de montaje del Sistema Solar Fotovoltaico Individual.

6.2.3 Descripción del sistema centralizado para los centros comunitarios

La instalación exterior estará formada por dos paneles de 150W y 12V. Al igual que en el caso de la instalación individual, los paneles irán situados sobre un marco de madera montado sobre dos pilares de madera que se ubicarán junto al Centro Comunal. Se puede ver un detalle de este montaje en la figura 4. Este montaje se hará de manera que se garantice que el panel tenga una inclinación aproximada de 5 grados (para poder escurrir el agua) con orientación Este.

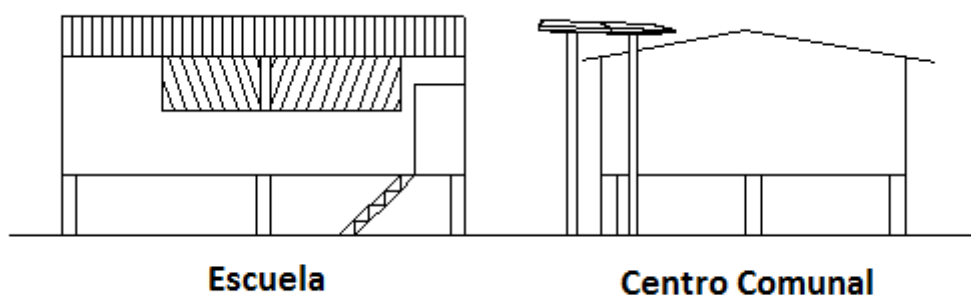


Figura 4. - Detalle de la ubicación de los paneles entre el Centro Comunal y la Escuela.

La instalación interior dispondrá de un regulador de I_{max} 30A, cuatro baterías selladas (sin mantenimiento) de 12 V y 106 Ah (a 20h de descarga) conectadas en paralelo entre sí, y dos inversores 12VDC/110VAC de 375W (que deberán disponer de protección de sobredescarga de las baterías).

Se dispondrán los siguientes circuitos eléctricos, regulados con un seccionador por cada uno, para cubrir las necesidades de los centros:

Circuito 1. - Circuito que funciona a 12VDC para iluminación del Centro Comunal. En este circuito se dispondrán tres bombillas de bajo consumo 11W que funcionen a 12VDC. Estas dispondrán de dos encendidas mediante los su correspondientes interruptores.

Circuito 2. - Circuito que funciona a 12VDC para la alimentación de la radio de comunicación del centro comunal. Este circuito dispondrá de un seccionador que permitirá el uso de la radio o no.

Circuito 3. - Circuito a 110VDC para alimentar los aparatos del Centro Comunal. En este circuito, que provendrá de la salida del inversor del centro comunal, se dispondrán dos tomas de corriente dobles para poder enchufar en él los electrodomésticos de consumo estipulados en las necesidades.

Circuito 4. - Circuito que funciona a 12VDC para Iluminación de la escuela. En este circuito se dispondrán tres bombillas de bajo consumo 11W que funcionen a 12VDC. Estas dispondrán de dos modos de encendido mediante sus correspondientes interruptores.

Circuito 5. - Circuito a 110VDC para alimentar los aparatos de consumo de la escuela. En este circuito, que provendrá de la salida del inversor ubicado en el centro comunal en la caja de distribución, se dispondrán dos tomas de corriente dobles para poder enchufar en él los aparatos de consumo estipulados en las necesidades.

En cuanto a las secciones el cableado, se utilizarán las que se indican en la tabla 6 para cada tramo definido. Cabe destacar que las unidades están normalizadas a secciones comerciales en Ecuador, donde se trabajará con las unidades AWG y nuevamente se indica la equivalencia de la sección en mm² para disponer de una referencia de la magnitud. Debido a que el cable deberá disponerse a la intemperie deberá disponer de aislamiento 0,6 / 1kV.

Tramo eléctrico	Longitud (m)	Sección AWG	Equivalencia (mm ²)
Entre el panel y el regulador	10,00	#7AWG	10,55 mm ²
Entre el regulador y las baterías	1,00	#7AWG	10,55 mm ²
Entre las baterías y el inversor	1,00	#7AWG	10,55 mm ²
Entre el regulador y el Circuito 1	10,00	#12AWG	3,31 mm ²
Entre el regulador y el Circuito 2	8,00	#12AWG	3,31 mm ²
Entre el inversor y el Circuito 3	10,00	#14AWG	2,1 mm ²
Entre el regulador y el Circuito 4	20,00	#10AWG	5,26 mm ²
Entre el inversor y el Circuito 5	20,00	#14AWG	2,1 mm ²

Tabla 6. - Sección del cableado de los circuitos.

Como medidas de protección contra sobreintensidades, se dispondrán los fusibles que se pueden observar en la tabla 7. Sólo se pondrán en uno de los polos ya ser posible escogeremos el positivo.

Ubicación	Características
Entre los paneles y el regulador	Fusible de 25A
Entre el regulador y las baterías	Fusible de 25A
Entre el seccionador y el Circuito 1	Fusible de 10A
Entre el seccionador y el Circuito 2	Fusible de 10A
Entre el inversor y el Circuito 3	Fusible de 5A
Entre el seccionador y el Circuito 4	Fusible de 10A
Entre el inversor y el Circuito 5	Fusible de 5A
Entre las baterías y los inversores	Cada inversor dispone de un fusible de 40A.

Tabla 7. - Elementos de protección de los circuitos.

Se escogerán todos los componentes de la instalación y todas las cargas a conectar con materiales de Clase II (según indicaciones REBT 2002).

Se puede ver en la figura 5 el esquema unifilar de la instalación con las secciones y las protecciones. Para poder visualizar mejor el montaje de los elementos se puede seguir el esquema de la figura 6. Se tendrá especial atención a que los dispositivos no queden al alcance de los niños.

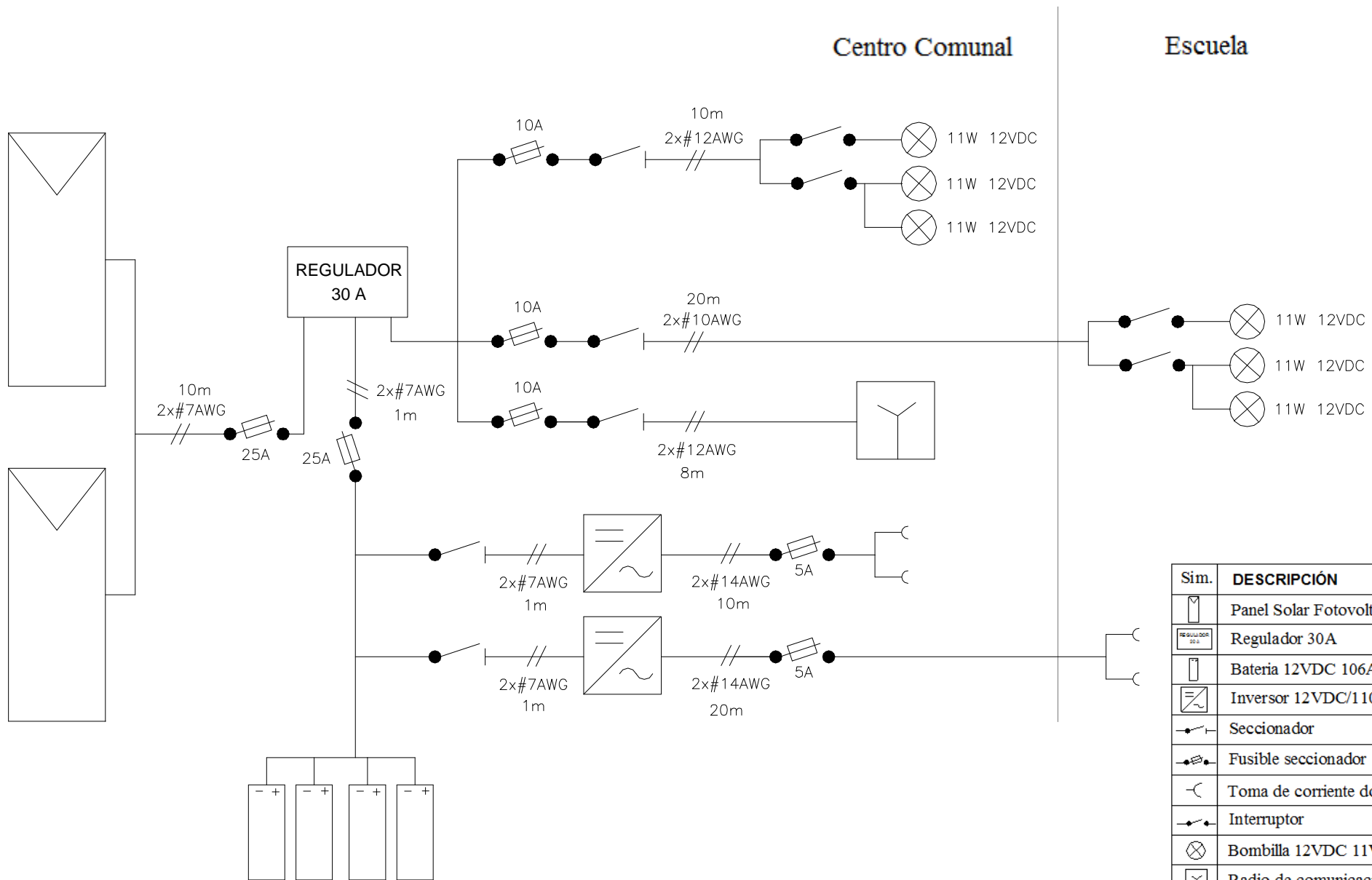


Figura 5. - Esquema unifilar del Sistema Solar Fotovoltaico Comunitario

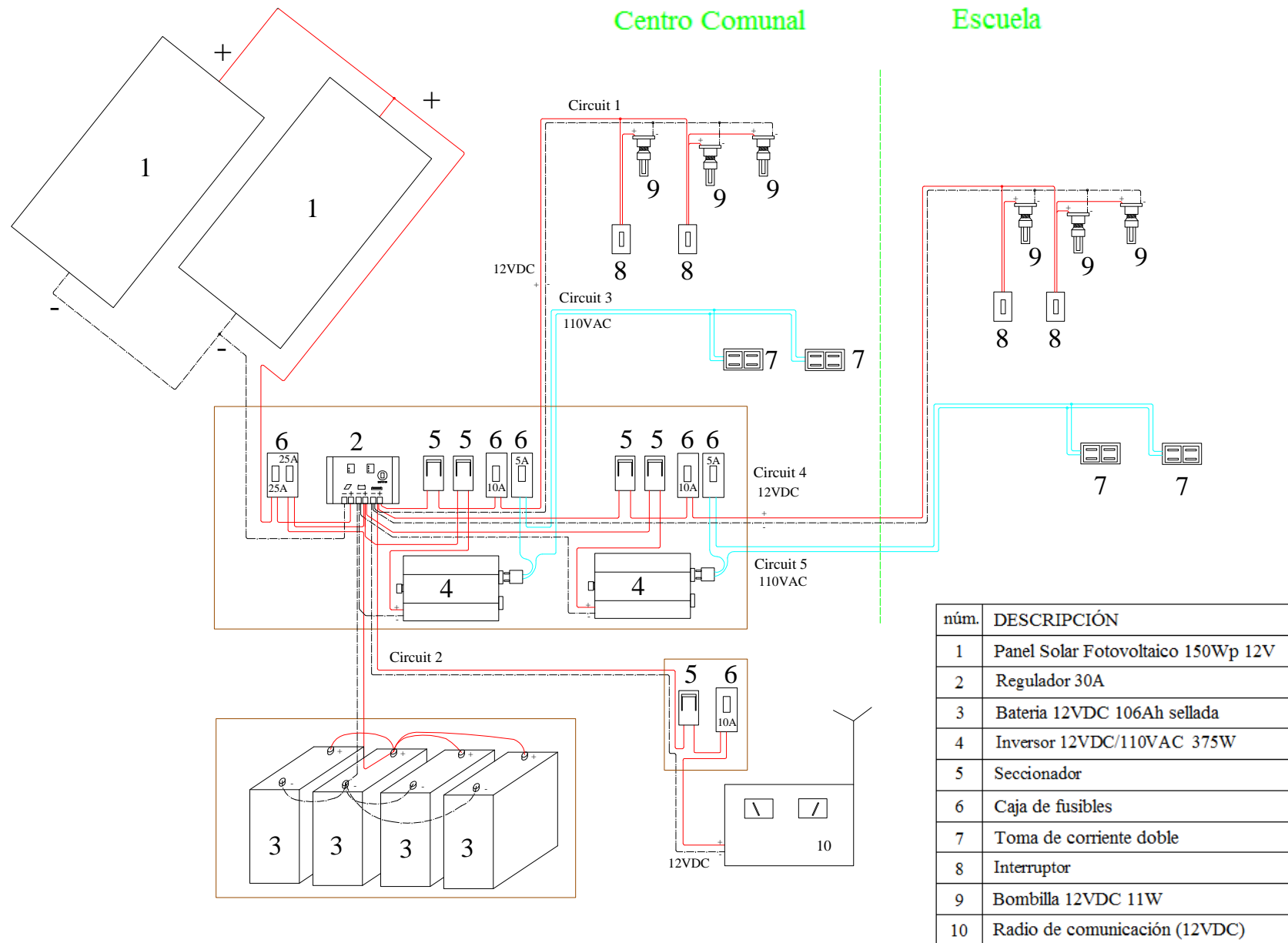


Figura 6. - Esquema de montaje del Sistema Solar Fotovoltaico Comunitario.

6.2.4 Adquisición y transporte de los materiales

Se compararán los materiales para poder realizar las instalaciones en Ecuador. Hay que diferenciar pero dos tipos de materiales. Los componentes grandes del sistema y los pequeños materiales. Los componentes grandes del sistema (paneles, baterías, reguladores, inversores y bombillas 12VDC) se comprarán a un distribuidor importante como puede ser Isofotón o CODESA, en Quito, ya que no se encuentran de forma habitual en las ferreterías que hay en la ciudad de Orellana. El pequeño material como puede ser el cableado, los fusibles y portafusibles, seccionadores, etc. se adquirirá directamente a las ferreterías y tiendas de material de Orellana.

Por ello hay que prever que deberá transportar el material grande desde Quito a Orellana, por carretera con un trayecto de unas 9-10h o en avión en 30 minutos, aunque el coste de esta segunda opción se descartaría. Después necesario cargar el pequeño material a Orellana y transportarlo hasta el Km X de la Vía Auca (la cual dispone de los 10 primeros Km asfaltados y el resto están acondicionados para el transporte). En este Km hay que tomar una vía que queda a mano izquierda y avanzar aproximadamente 1 km (hasta una estación de bombeo de petróleo). A partir de este punto un transporte como el que podría llevar este material no podría entrar más adentro. Para ir de Orellana a este punto se puede tardar aproximadamente 2h 30 minutos. Este recorrido es el que se puede apreciar en la figura 7, marcado con azul el trayecto Quito-Orellana y con amarillo el trayecto Orellana-Estación de bombeo.



Figura 7. Recorrido transporte con camión del material (Fuente: IGM)

En este punto habría que descargar el material y transportarlo en varios viajes con un coche pic-up 4x4 hasta aproximadamente el límite de segunda línea que es donde está el puente que están construyendo (1Km aproximadamente), esto suponiendo que no haya llovido mucho la noche anterior ya que entonces el camino está completamente embarrado y no se podría avanzar bien.

En este puente necesario cargar el material con caballos y avanzar los aproximadamente 2km que faltan para llegar al centro poblado (el cual está en 3^a línea). El material se guardará dentro de la escuela y se irá llevando a las diversas casas de las familias para ir realizando las instalaciones. Un caballo puede llevar 4 paneles solares (embalados en dos paquetes de dos módulos bien protegidos) o dos baterías (que pesan 36Kg cada una).

Habría que prever embalajes y sacos para poder cargar los materiales en los caballos y habrá que coordinar bien la fecha de transporte del material con la comunidad para que salgan hasta el puente un grupo de personas con los caballos de que dispongan y un grupo más reducido hasta en la estación de bombeo para ayudar en la descarga del camión, la carga del material y la vigilancia del mismo mientras se realizan los viajes.

6.3 Presupuesto

El coste total de la instalación del Sistema Solar Fotovoltaico, como se puede apreciar en la tabla 8, es de 38.266,60 dólares. Este coste incluye el transporte del material y el montaje. En las tablas 9,10 y 11 se puede ver desglosado el presupuesto de las partidas correspondientes. Cabe destacar que el presupuesto está en Dólares ya que es la moneda oficial de Ecuador y esta carpeta técnica está pensada para poder ejecutar allí.

núm Partida	Descripción	Unidades	coste unitario (\$)	Total (\$)
1	Instalación sistema solar fotovoltaico Individual	17	1994,40	33904,80
2	Instalación sistema solar fotovoltaico Comunitario	1	3771,20	3771,20
3	Recambios básicos	1	590,60	590,60
Total (\$)				\$ 38.266,60

Tabla 8. - Presupuesto Sistema Solar Fotovoltaico Modelo SSFM.

Partida 1.- Instalación Sistema Solar Fotovoltaico Individual				
núm	Descripción	Unidades	coste unitario(\$)	Total (\$)
MATERIALES				\$ 1.834,40
1	Paneles solars Isofoton 150Wp	1	1050,00	1050,00
2	Regulador 20A	1	128,80	128,80
3	Inversor PV375	1	65,00	65,00
4	Bateria Duncan sellada 106Ah	2	184,80	369,60
5	Bombillas12VDC bajo consumo	4	25,00	100,00
6	Cableado	1	36,00	36,00
7	Toma de corriente	2	2,50	5,00
8	Interruptores	4	0,50	2,00
9	Seccionador	2	2,00	4,00
10	Pequeño material (alambre, terminales, fusibles...)	1	20,00	20,00
11	Multímetro	1	15,00	15,00
12	Herramientas mantenimiento	1	15,00	15,00
13	Cargador de pilas	1	18,00	18,00
14	Pilas recargables	4	4,00	16,00
MANO DE OBRA				\$ 100,00
15	Instalación	1	100,00	100,00
MAQUINARIA				\$ 50,00
	Transporte y seguro	1	50,00	50,00
Total (\$)				\$ 1.994,40

Tabla 9. - Presupuesto Sistema Solar Fotovoltaico Individual para una vivienda.

Partida 2.- Instalación Solar Fotovoltaica Comunitaria (Escuela y Centro Comunal)				
núm	Descripción	coste		Total (\$)
		Unidades	unitario(\$)	
MATERIALES				\$ 3.521,20
1	Paneles solares Isofoton 150Wp	2	1050,00	2100,00
2	Regulador Isoler 30A	1	140,00	140,00
3	Inversor PV375	2	65,00	130,00
4	Bateria Duncan sellada 106Ah	4	184,80	739,20
5	Bombillas12VDC bajo consumo	6	25,00	150,00
6	Cableado	2	36,00	72,00
7	Toma de corriente	4	2,50	10,00
8	Interruptores	4	0,50	2,00
9	Seccionador	5	2,00	10,00
10	Pequeño material (alambre, terminales, fusibles...)	2	20,00	40,00
11	Multímetro	2	15,00	30,00
12	Herramientas mantenimiento	2	15,00	30,00
13	Cargador de pilas	2	18,00	36,00
14	Pilas recargables	8	4,00	32,00
MÀ DE OBRA				\$ 150,00
15	Instalación	1,5	100,00	150,00
MAQUINARIA				\$ 100,00
	Transporte y seguro	2	50,00	100,00
Total (\$)				\$ 3.771,20

Tabla 10. - Presupuesto Sistema Solar Fotovoltaico Comunitario.

Partida 3.- Recambios Básicos				
núm	Descripción	coste		Total (\$)
		Unidades	unitario (\$)	
1	Regulador 20 A	2	128,80	257,60
2	Inversor PV375W	1	65,00	65,00
3	Bombillas12VDC bajo consumo	4	25,00	100,00
4	Pequeño Material	2	20,00	40,00
5	Cableado	3	36,00	108,00
6	Toma de corriente	4	2,50	10,00
7	Interruptores	4	0,50	2,00
8	Seccionador	4	2,00	8,00
Total (\$)				\$ 590,60

Tabla 11 - Presupuesto partida para repuestos básicos.

6.4 Calendario de ejecución.

En la tabla 12 podemos observar las tareas necesarias para poder realizar la instalación de los sistemas con una estimación del tiempo necesario para realizar cada tarea. Esta estimación proviene de la experiencia recogida de la realización de las 6 instalaciones que ISF ha hecho en la zona. También se ha contemplado dentro de estas tareas el tiempo de demora que suele tener la adquisición de este tipo de material.

Núm. tarea	Descripción	Duración (días)	Tareas anteriores
1	Encargo del material de Quito	1	
2	Esperar tiempos de entrega	60	1
3	Adquirir material Orellana	7	
4	Transportar el material	2	2; 3
5	Preparación de las estructuras de madera	4	
6	Instalación SSF centros comunitarios	2	4; 5
7	Instalación SSF individuales	15	6
8	Puesta en marcha	1	7

Tabla 12 - Tareas para la instalación del SSFM.

En este cronograma no se tienen en cuenta las actuaciones previas de identificación ni las actuaciones posteriores de formación o seguimiento, sólo se tienen en cuenta las tareas propias de la etapa de ejecución de la instalación.

El tiempo necesario para la ejecución de esta etapa es de 81 días. Se puede ver también que la demora producida por el proveedor del material es la tarea que afecta más la etapa y por tanto, si este reduce este tiempo, se podría reducir mucho la ejecución.

7. CONSUMOS TÍPICOS DE APARATOS ELÉCTRICOS.

7.1 Introducción.

En la tabla 1 del presente anexo, se adjuntan algunas potencias y consumos típicos de aparatos eléctricos comunes que nos pueden servir a nivel orientativo para poder dimensionar los sistemas.

Cabe destacar que los aparatos se han separado según el tipo de corriente, AC y DC, para poder diferenciar si afectan al inversor o no. También se ha hecho una previsión de tiempo equivalente a funcionamiento a máxima potencia. Cabe destacar que muchos electrodomésticos no funcionan en todo momento a la máxima potencia y que por tanto podrían usarse más tiempo del indicado con un consumo de energía igual, pero para poder hacer una estimación la temporización puede ser bastante indicativa.

Se ha realizado también una diferenciación en tres categorías según el tipo de uso: los aparatos de uso diario, los de uso habitual (los que se usan prácticamente todos los días y por lo tanto se tendrán en cuenta en el dimensionado como diarios) y los aparatos de uso irregular. Esta categorización se hace ya con el objetivo de poder realizar una planificación de consumo si se considerara apropiado. Con esta planificación y una buena concienciación, sin aumentar el sistema solar se podría usar más aparatos (no haciendo coincidir en el mismo día el uso de dos aparatos de uso no diario) optimizando así más el uso de la energía.

núm	Elemento	Tipos AC/DC	Potencia elemento	Horas funcionamiento	Energía Wh/día	Tipos de consumo	Observaciones
CONSUMOS DC							
1	Bombillas bajo consumo 12V	DC	11	4	44	Diario	
2	Radio de comunicación	DC	50	4	200	Habitual	Su uso en horario establecido puede causar exceso de consumo
3	Nevera (165l)	DC	32	5	160	Diario	SunDanzer
4	Nevera (225l)	DC	40	5	200	Diario	SunDanzer
5	Congelador (165l)	DC	104	5	520	Diario	SunDanzer
6	Congelador (225l)	DC	140	5	700	Diario	SunDanzer
CONSUMOS AC							
7	Bombillas bajo consumo 110V	AC	11	4	44	Diario	
8	Bombillas bajo consumo 110VAC	AC	20	4	80	Diario	
9	Fluorescente	AC	20	4	80	Diario	
10	Cargador móvil	AC	11,5	5	57,5	2 veces semana.	Se debe tener cuidado de no solapar con otros consumos esporádicos.
11	Cargador pilas	AC	6	7	42	2 veces semana	Se debe tener cuidado de no solapar con otros consumos esporádicos.
12	Torre ordenador	AC	110	2	220	Habitual	
13	Pantalla ordenador	AC	100	2	200	Habitual	
14	Portátil cargador funcionando	AC	90	2	180	Habitual	
15	Impresora color	AC	32	0,5	16	Irregular	Se debe tener cuidado de no solapar con otros consumos esporádicos.
16	Impresora multifuncion	AC	44	0,5	22	Irregular	Se debe tener cuidado de no solapar con otros consumos esporádicos.
17	Televisor 14"	DC	60	3	180	Diario	
18	Video	AC	30	3	90	Habitual	
19	DVD	AC	15	3	45	Habitual	
20	Equipo de música	AC	30	4	120	Habitual	
21	Radio-CD	AC	15	4	60	Habitual	
22	Nevera eficiente	AC	100	4	400	Diario	
23	Licuada	AC	350	0,17	58,33	Habitual	
24	Microondas	AC	800	0,17	133,33	Irregular	
25	Batidora	AC	600	0,08	50	Irregular	
26	Plancha	AC	1400	1	1400	Habitual	Su uso en horario establecido puede causar exceso de consumo.
27	Secador de pelo	AC	1600	0,17	266,67	Habitual	
28	Lavadora (agua fría o bitérmica)	AC	400	2	800	Irregular	Su uso en horario establecido puede causar exceso de consumo.
29	Farola	AC	50	3	150	Diario	
30	Un aparato en "standby"	AC	3	4	12	Diario	Es un consumo a evitar

Tabla 1. Potencias y consumos habituales de aparatos eléctricos comunes de sistemas solares

8. PROGRAMACIÓN DE LAS TAREAS DEL PROYECTO SSFM.

8.1. Introducción.

Este apartado tiene por objetivo definir las tareas de un proyecto de implementación y gestión de un sistema solar como el SSFM. Para ello se describen en primer lugar las tareas a realizar y luego se le realiza una asignación de tiempo y recursos.

Aunque se ha realidad para el caso concreto del SSFM, la mayoría de las tareas servirán para cualquier sistema que se pueda implementar en la Amazonía ecuatoriana y se ha definido una variabilidad para indicar aquellas tareas que pueden depender más del tipo de aplicación del sistema solar de las que serán siempre más o menos iguales.

Hora de asignar los recursos, se ha considerado que se ha asignado a la implementación y gestión del SSFM un técnico de la contraparte y un técnico de la organización permanente en la zona. En el caso de Ingeniería Sin Fronteras, que funciona básicamente por voluntariado, las tareas del técnico de la organización permanente en la zona equivaldrían a 4 voluntarios en Cataluña (unas 4h semana, para realizar tareas de diseño, programación, financiación, seguimiento y evaluación), un voluntario en Ecuador durante el período de tiempo que va desde la identificación hasta la formación de beneficiarios y el desplazamiento puntual de un voluntario o contratado por el proyecto en la zona en los momentos puntuales de visitas de seguimiento y evaluación.

8.2 Descripción de las tareas y tareas resumen que conforman el proyecto.

A continuación se describen las tareas en las que podemos desglosar el proyecto, agrupadas en tareas resumen (equivalentes a las Actividades del ciclo de vida de este tipo de proyectos.)

1. - Recepción de la necesidad de electrificación. Este será el punto de partida que iniciará el interés por la realización del proyecto, ya que éste siempre debe provenir de una necesidad de la comunidad beneficiaria.

2. - Identificación.

2.1. - Identificación previa por parte de la contraparte o de la organización. En esta visita preliminar se valorará el interés de la comunidad en la electrificación, la magnitud de la misma (electrificación comunitaria, individual, bombeo, etc.) y se obtendrá una primera visión de la capacidad de pago y respuesta de la comunidad. El objetivo no es levantar todos los datos de la Fija de identificación (aunque se obtendrán ya algunos datos que nos permitirán empezar a llenar). El objetivo de la visita es prever la viabilidad de iniciar o no el proyecto en la

comunidad. En esta primera visita quizá suficiente entrevistarse con algunos representantes de la comunidad (no es necesario que asista toda la comunidad).

2.2. - Identificación del entorno y actores. Ésta se realizará a partir del “Know-how” de la organización, bibliografía, información colgada en la red. Esta tarea es muy variable según se trate de una zona o tipo de población beneficiaria nueva o si se trata de una con la que se ha trabajado antes.

2.3. - Identificación de las necesidades y de la comunidad. Esta segunda visita ya se realiza cuando se ha valorado la viabilidad del proyecto aunque no se podrá determinar si es factible, o con qué condiciones lo es, hasta que se haya realizado el levantamiento de todos los datos, el diseño y programación del proyecto. En esta visita es necesario que asista toda la comunidad, se expondrá la propuesta de proyecto a realizar, se recogerán los datos y se explicó claramente que con los datos recogidos se realizará un estudio para ver si se puede implementar o no el proyecto y qué implica hacerlo. Esto quiere decir que en la misma reunión se deberá fijar la próxima reunión para exponerles los resultados.

3. - Formulación: diseño del sistema y programación.

3.1. - Diseño del sistema y sistematización de los datos levantadas.

3.2. - Programación en tiempo y recursos del proyecto.

3.3. - Exposición del proyecto a la comunidad. Se debe realizar una nueva visita a la comunidad para exponer los resultados de este estudio y en qué consistirá el proyecto. Es imprescindible que en esta reunión asista toda la comunidad. En esta reunión se expondrá también los compromisos que deberá adquirir cada parte (condiciones de pago para los recursos, plazos para la ejecución del proyecto, necesidades de creación del órgano gestor, sostenibilidad, etc). Una vez expuesto todo, la misma comunidad debe decidir si está interesada en realizar el proyecto o no, y la aceptación de realización del proyecto incluye la aceptación de las condiciones del mismo. El resultado de la decisión se debe poner sobre acta de la comunidad con la firma de los interesados.

4. - Búsqueda de Financiación para el proyecto. Deberá presentar a alguna de las posibles fuentes de financiación comentadas en los plazos que impone cada una, y por lo tanto habrá que adaptar la programación a las fechas de las diferentes convocatorias.

5. - Creación órgano gestor.

5.1. - Creación del órgano de gestión. Habrá que visitar de nuevo a la comunidad para acompañarlos en la creación del órgano de gestión y la selección de los diferentes miembros del mismo. Ya se podrá realizar la apertura de la cuenta bancaria para gestionar los fondos recogidos y se podrán iniciar los cobros iniciales.

5.2. - Formación en el uso de las herramientas de gestión. Deberá realizarse en este acompañamiento la formación para el uso de las herramientas de gestión y la realización del reglamento de funcionamiento. Estas sesiones se realizarán con toda la comunidad para que haya transparencia y para evitar desconfianzas.

6. - Coordinación para la ejecución de la instalación y para la adquisición del material. En esta etapa se deberá coordinar la logística para hacer llegar el material a la comunidad, las fechas de ejecución y formación.

6.1. - Encargar el material. Enviar el listado de materiales a la empresa seleccionada en la fase de diseño.

6.2. - Tiempo de demora. Cabe destacar que para algunos materiales pueden haber tiempo de suministro de hasta 60 días.

6.3. - Adquisición pequeño material. En la zona de trabajo.

6.4. - Tareas previas a la ejecución de la instalación. Preparación de los pilares para ubicar los paneles, limpiar posibles sombras, etc.

6.5. - Transporte del material. Hay dos etapas. La primera en que se transporta el material de Quito en la capital de la provincia y la segunda en que se suma el pequeño material comprado en la zona y se transporta de la capital de la provincia en la comunidad.

7. - Formación para la realización de la instalación.

7.1. - Formación de los responsables. Hay que realizar una sesión de formación de las personas que hayan sido escogidas como responsables de mantenimiento (en esta sesión es recomendable que también asistan todas aquellas personas de la comunidad que tengan interés en el tema). En esta sesión se explicará las características de funcionamiento de los componentes, el proceso de instalación de los mismos, el uso de herramientas (multímetro, alicates, etc.), Aspectos de seguridad para la realización de las instalaciones, acciones de mantenimiento básicas y herramientas de gestión / mantenimiento del sistema.

7.2. - Formación de la comunidad sobre el sistema y la instalación. Antes de realizar la ejecución de la instalación es interesante realizar una primera sesión de formación para exponer que se instalará, a tener en cuenta para hacerlo, etc. La idea es que la comunidad participe en la ejecución del proyecto y por lo tanto que haya recibido una sesión de formación sobre el mismo. En especial habrá que evaluar a la persona que haya designado como mantenedor del sistema (ya que esta persona tendrá que jugar un papel clave en la instalación). Esta sesión se puede realizar justo antes de iniciar la ejecución de la misma.

8. - Ejecución de la instalación. Esta tarea se puede desglosar en diferentes tareas en función del número de instalaciones que contenga el proyecto. Por SSFM:

8.1. - Instalación del SSF los centros comunitarios.

8.2. - Instalación de los SSF individuales.

8.3. - Puesta en marcha. Una vez realizadas las instalaciones se prueba y se valida el funcionamiento correcto de las mismas.

8.4. - Período de prueba. Se considera un periodo de funcionamiento de un mes para asegurarse de que el sistema funciona correctamente.

9. - Sesión de formación de los beneficiarios en el uso del sistema. Una vez instalado hay que realizar una sesión de formación para asentar lo expuesto en la sesión anterior y sobre todo para incidir en los usos que se puede dar al sistema, tiempo de uso, conceptos de ahorro, importancia de la gestión y los pagos, repasar el reglamento que han creado, protocolos a seguir en caso de avería o malfuncionamiento, etc.

10. - Seguimiento. Se deberá programar unas sesiones de seguimiento que permitan ver si estando usando las herramientas de gestión y mantenimiento que se expusieron, ver si se están recogiendo los fondos, resolver las dudas que los aparezcan y sobre todo acompañar en la generación de las rutinas de gestión y mantenimiento (visitas de los sistemas, tareas de mantenimiento, llenar las fichas de seguimiento, presentar cuentas ante la asamblea de la comunidad, etc). Este acompañamiento es muy importante y sobre todo en los primeros meses de uso del sistema. Una vez se vea que ya funciona por inercia se puede ir espaciando paulatinamente. No tiene una duración determinada y se iniciará en el momento en que se cree el órgano de gestión. Una propuesta es que los 4 primeros meses desde la creación del mismo se realice una visita cada mes, después de que se pase a realizar una visita cada 4 meses (el primer año desde la creación) y durante dos años más cada 6 meses. En caso de que se vea que haga falta un refuerzo mayor en el acompañamiento se puede adaptar.

11. - Evaluación. A lo largo de todo el proceso se deben programar sesiones de evaluación del proyecto. Esta evaluación se realizará a dos niveles.

11.1. - Evaluación conjunta con la comunidad aprovechando las visitas de seguimiento que se realicen en la comunidad. La periodicidad y los recursos serán los mismos que el seguimiento propio.

11.2. - Sesión evaluación Fi ejecución. Una vez finalizado el período de prueba del sistema se realizará una evaluación conjunta con la comunidad.

11.3. - Evaluación interna del proyecto. Estas sesiones tendrán por objetivo evaluar la acción de la organización y la contraparte ante el proyecto. Es interesante realizar estas evaluaciones cada medio año de proyecto.

8.3 Asignación de tiempo y recursos a las tareas del SSFM.

En la tabla 1 siguiente se realiza una asignación de tiempo y recursos a las tareas necesarias para implementar el SSFM. Esta duración y recursos pueden variar ligeramente según el sistema a implementar ya que los datos de la tabla son por el caso del SSFM, la comunidad está ubicada de manera que se puede ir y volver de Orellana el mismo día. Para poder hacerlo extrapolar a otros proyectos se ha valorado la variabilidad que puede tener o los aspectos que pueden modificar esta propuesta de tiempo y recursos.

Tarea	Tareas predecesoras	Tiempo (días)	Recursos	Variabilidad
1.- Recepción de la necesidad.	---	0	---	No hay
2.- Identificación.				
2.1- Identificación previa.	1	1	- Habrá que disponer de vehículo para llegar a la comunidad. - Cámara digital. - 1 persona contraparte y 1 técnico organización.	- Tiempo según distancia hasta la comunidad. - Var. baja en recursos.
2.2.- Identificación del entorno y actores.	1	3	- 1 persona contraparte y 1 técnico organización.	- Variará según la experiencia previa en la zona y el tipo de población.
2.3.- Identificación de las necesidades y de la comunidad.	2.1 ; 2.2	1	- Habrá que disponer de vehículo para llegar a la comunidad. - GPS, cámara digital, cinta métrica. - Ficha de identificación - 1 persona contraparte y 1 o 2	- Tiempo según distancia hasta la comunidad. - Var. baja en recursos.

			técnicos organización	
3.- Formulación: diseño del sistema y programación.				
3.1.- Diseño del sistema y sistematización de los datos levantadas.	2.3	5	- Software de diseño. - 1 técnico contraparte y 1 técnico organización.	- El tiempo variará según la magnitud del sistema (número instalaciones, complejidad de las mismas, número de datos levantadas) - Var. baja en recursos.
3.2.- Programación en tiempo y recursos del proyecto.	2.3	5	- Software de gestión. - 1 técnico organización.	. - El tiempo variará según la magnitud del sistema (número instalaciones, complejidad de las mismas) - Var. baja en recursos.
3.3.- Exposición del proyecto a la comunidad.	3.1 ; 3.2	1	- Habrá que disponer de vehículo para llegar a la comunidad. - Cámara digital, materiales divulgativos. - 1 persona contraparte y 1 o 2 técnicos organización.	- Tiempo según distancia hasta la comunidad. - Var. baja en recursos.
4.- Búsqueda de Financiación.	3.3	120	-1 técnico contraparte, 1 técnico organización y miembros comunidad, pero no se	El tiempo variará en función de la estrategia de financiación que se

			incluyen en la programación ya que no implica 120 días de trabajo (incluye el tiempo de respuesta del financiador).	siga.
5.- Creación órgano gestor.				
5.1- Creación del órgano de gestión.	3.3	1	- Vehículo para llegar a la comunidad. - Cámara digital. - 1 persona contraparte y 1 técnico organización.	- Tiempo según distancia hasta la comunidad. - Var. baja en recursos.
5.2- Formación en el uso de las herramientas de gestión.	5.1	1	- Vehículo para llegar a la comunidad. - Cámara digital, dossiers de capacitación. - 1 persona contraparte y 1 técnico organización.	- Tiempo según distancia hasta la comunidad. - Var. baja en recursos.
6.- Coordinación para la ejecución de la instalación y para la adquisición del material.				
6.1.- Encargar el material.	4	1	- 1 técnico organización.	Puede variar si la organización o contraparte disponen de líquido y se puede iniciar aunque no esté asignado el financiamiento (predecesor 3.1).
6.2.- Tiempos de demora.	6.1	60	---	Variará según proveedor
6.3.- Adquisición del	6.1	7	- 1 técnico de la	- Var. baja en

pequeño material.			organización o de la contraparte.	recursos. - Tiempo variará según disponibilidad de materiales.
6.4.- Tareas previas a la ejecución de la instalación.	4	4	- Miembros de la comunidad beneficiaria.	- Variabilidad según sistema trabajo comunidad.
6.5.- Transporte del material.	6.2 ; 6.3	2	- Vehículo de transporte Quito - Orellana. - Vehículo transporte Orellana a entrada comunidad. - Caballos para trayecto entrada. - 1 técnico contraparte, 1 técnico organización y miembros de la comunidad.	- Tiempo y recursos variarán según distancia y accesibilidad hasta la comunidad.
7.- Formación para la realización de la instalación.				
7.1.- Formación de los responsables.	5.1	2	- Vehículo para llegar a la comunidad. - Cámara digital, - Dossieres de formación de responsables, multímetros y herramientas para los responsables. - Componentes de SSF. - 1 persona contraparte y 1	- Tiempo según distancia hasta la comunidad. - Var. baja en recursos.

			técnico organización.	
7.2.- Formación de la comunidad sobre el sistema y la instalación.	6.5 ; 7.1	1	- Vehículo para llegar a la comunidad. - Cámara digital. - 1 persona contraparte y 1 técnico organización.	- Tiempo según distancia hasta la comunidad. - Var. baja en recursos.
8.- Ejecución de la instalación.				
8.1.- Instalación del SSF de los centros comunales.	7.2	2	- Lugar para dormir y comer en la comunidad. - Cámara digital, multímetros y herramientas. - 1 persona contraparte, técnico organización y miembros de la comunidad (especialmente los responsables).	- El tiempo variará según la magnitud del sistema (número instalaciones, complejidad de las mismas, número de datos levantadas) - Var. baja en recursos.
8.2.- Instalación del SSF individual.	7.2	15	- Deberá disponer de un lugar para dormir y comer en la comunidad. - Cámara digital, multímetros y herramientas para la instalación. - 1 persona contraparte y 1 técnico organización y los miembros de la comunidad	- El tiempo variará según la magnitud del sistema (número instalaciones, complejidad de las mismas, número de datos levantados) - Var. baja en recursos.

			(especialmente los responsables).	
8.3.- Puesta en marcha.	8.1 ; 8.2	1	<ul style="list-style-type: none"> - Deberá disponer de un lugar para dormir y comer en la comunidad. - Cámara digital, multímetros y herramientas para la instalación. - 1 persona contraparte y 1 técnico organización y los miembros de la comunidad (especialmente los responsables) 	<ul style="list-style-type: none"> - El tiempo variará según la magnitud del sistema (número instalaciones, complejidad de las mismas, número de datos levantadas) - Var. baja en recursos.
8.4.- Período de prueba.	8.3	30		---
9.- Sesión de formación de los beneficiarios en los usos del sistema.	8.3	1	<ul style="list-style-type: none"> - Habrá que disponer de vehículo para llegar a la comunidad. - Cámara digital. - Cartillas de formación y pósters resumen. - 1 persona contraparte y 1 técnico organización. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo según distancia hasta la comunidad. - Var. baja en recursos.
10.- Seguimiento.	5.1	3 años (según periodic	- Será necesario disponer de vehículo para llegar a la	---

		idad descrita)	comunidad. - Cámara digital. - 1 persona contraparte o 1 técnico organización.	
11.- Evaluación.				
11.1. - Evaluación conjunta con la comunidad.	Simultánea al 10. - seguimiento	3 años (según periodic idad descrita)	- Será necesario disponer de vehículo para llegar a la comunidad. - Cámara digital. - 1 persona contraparte y 1 técnico organización.	---
11.2. - Sesión evaluación y ejecución.	8.4	1	- Habrá que disponer de vehículo para llegar a la comunidad. - Cámara digital. - 1 persona contraparte y 1 técnico organización.	- Tiempo según distancia hasta la comunidad. - Var. baja en recursos.
11.3.- Evaluación interna del proyecto	3	3 años (según periodic idad descrita)	- equipo contraparte y equipo organización.	---

Tabla 1. Asignación de tiempo, recursos y variabilidad entre proyectos a las tareas del SSFM.

9. ALTERNATIVAS PARA ESTRUCTURAR LA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS EN LA AMAZONIA ECUATORIANA.

9.1 Introducción.

Una vez visualizado el problema o la necesidad de buscar estrategias para gestionar los sistemas solares fotovoltaicos, cabe preguntarse qué alternativas puede haber y qué puede responder mejor a la realidad de la Amazonía ecuatoriana.

En este anexo se detallan algunas alternativas para el SSFM y para ello se ha partido en primer lugar de las características organizativas de las comunidades, luego se han definido las necesidades de gestión de los sistemas solares fotovoltaicos ya partir de estas dos consideraciones han propuesto y valorado las distintas alternativas.

Cabe remarcar que se han propuesto y valorado las alternativas pensando en el SSFM. Es importante que en la identificación se recoja este tipo de información social-organizativa y para estos otros casos se deberán plantear alternativas que pueden variar con respecto a las presentadas en este anexo.

9.2 Conceptos previos.

Entendemos como mantenimiento la realización de las tareas de mantenimiento tanto preventivo, correctivo, como predictivo que requiere un sistema solar fotovoltaico. Como mantenimiento correctivo entendemos la sustitución o reparación de los componentes una vez dañados. Como mantenimiento preventivo entendemos la realización de manera periódica y sistemática de la tareas que nos permitirán alargar la vida y funcionalidad del sistema (limpieza de los paneles, limpieza de los bornes de las baterías y su comprobación del nivel de líquidos, comprobación del cableado, sustitución los tramos antes no se deterioren, etc.). Como mantenimiento predictivo podemos entender la comprobación de parámetros que nos permitirán prever el grado de deterioro de algunos componentes y el tiempo de vida de los mismos (las tensiones e intensidad de la generación de los paneles, la tensión de las baterías, etc.).

Se entiende como gestión todas las tareas necesarias para garantizar el correcto funcionamiento y mantenimiento del sistema solar así como la relación entre los diferentes actores del sistema. El cobro de las cuotas, la realización y aplicación del reglamento de funcionamiento, la justificación de los gastos, la adquisición de repuestos, la justificación de cuentas ante los beneficiarios y resto de la comunidad, la planificación de las actividades de mantenimiento, el seguimiento del funcionamiento de las instalaciones, la realización de informes de seguimiento, etc.

9.3 Características organizativas y actores del sistema solar de la comunidad del SSFM.

En la Amazonia ecuatoriana, el principal órgano de decisión a nivel comunitario es la Asamblea de la comunidad. En cada comunidad hay un presidente, un secretario y un tesorero y en la mayoría (en todas las visitadas por ISF) la Asamblea de la comunidad es el órgano que toma las decisiones y acota el marco de trabajo de estos representantes.

Por este motivo la identificación debe hacerse ante la asamblea y en caso de que se quiera llevar adelante el proyecto, o que se quiera definir cómo sacarlo adelante, es necesaria la aprobación del mismo por parte de la asamblea.

El hecho de que el proyecto tenga como beneficiarios a toda la comunidad (ya sea mediante servicios comunitarios como la escuela o el centro de salud o ya sea mediante servicios individuales), implica que es necesario un seguimiento y una toma de decisiones comunal del servicio. Y por lo tanto, la Asamblea de la comunidad deberá ser uno de los actores de la gestión y mantenimiento de los sistemas.

Otro actor será la propia junta de la comunidad (presidente, secretario y tesorero). Este actor ha de contemplar ya que suele ser el encargado de coordinar y decidir entre asambleas, y suele ser la representación de la comunidad hacia el exterior. En casos particulares la Asamblea podrá designar a una o varias personas para realizar esta tarea concreta (un líder o un promotor del proyecto).

El tercer actor será la persona(s) o entidad que se encargue de ejecutar el mantenimiento del sistema.

Finalmente están los propios usuarios del sistema y las organizaciones y empresas exteriores vinculadas al sistema (proveedores, fondos de reposición, etc.).

9.4 Necesidades de gestión de los sistemas solares fotovoltaicos.

Para el correcto funcionamiento del día a día de un sistema solar fotovoltaico, es necesario:

- Cubrir unos gastos de mantenimiento y de reposición de componentes.
- Definir las estrategias de financiación de los gastos.
- Definir la propiedad del sistema y reglamentar los usos y el acceso.
- Definir y reglamentar la relación entre los diferentes actores del sistema.
- Planificar el mantenimiento del sistema y el seguimiento económico de la gestión. Regular la presentación de resultados.

- Llevar al día las cuentas de resultados (ingresos / gastos).
- Reglamentar y estipular cómo se realizará la mediación en caso de conflictos, incidencias, morosidad.

9.4.1. Cálculo de los gastos de mantenimiento del SSFM.

Para el caso concreto de nuestro SSFM, podemos hacer una estimación de los gastos mensuales vinculadas al mantenimiento de nuestro sistema solar asignando a cada componente su costo unitario de compra $C_{u_{comp}}$ (\$) y una durabilidad a los componentes D_{comp} (años). Aplicando la ecuación 1 podremos calcular el valor anual que deberíamos pagar para poder tener suficiente dinero para sustituir el componente una vez transcurridos los años estimados.

$$Pago\ anual_{comp} (\$/año) = \frac{C_{u_{comp}} (\$)}{D_{comp} (años)}$$

(Ecuación 1)

Esta operación la podemos realizar por cada componente y sumándolos todos obtendremos, tal y como se indica en la tabla 1 los sistemas individuales y la tabla 2 por comunidades, el pago anual que deberá hacerse para poder sustituir los componentes cuando éstos se dañen. No se ha tenido en cuenta ninguna corrección por incremento del IPC debido a que algunos componentes del sistema solar reducen su precio a medida que va aumentando la demanda y debido a que ya se ha contabilizado una partida de 10 \$ anuales para imprevistos y cambios que se puedan producir. Se ha depreciado también el coste de los paneles ya que tienen una durabilidad muy grande (de 25 a 30 años) y se considera que si el sistema ha durado todo este tiempo se podrán conseguir otras ayudas para adquirir los paneles si éstos se dañan.

Descripción	Unidades	Coste unitario (\$)	Total (\$)	Durabilidad (años)	Pago anual
Regulador 20A	1	128,80	128,80	6,00	21,46
Inversor PV375	1	65,00	65,00	3,50	18,57
Bateria Duncan sellada 106Ah	2	184,80	369,60	4,50	82,13
Bombillas 12VDC bajo consumo	4	25,00	100,00	4,00	25,00
Imprevistos	1	10,00	10,00	1,00	10,00
Total anual:					157,16

Tabla 1. Estimación del coste anual de mantenimiento del sistema solar individual.

Descripción	Unidades	Coste unitario (\$)	Total (\$)	Durabilidad (años)	Pago anual
Regulador Isoler 30A	1	140,00	140,00	6,00	23,33
Inversor PV375	2	65,00	130,00	3,50	37,14
Bateria Duncan sellada 106Ah	4	184,80	739,20	4,50	164,27
Bombillas 12VDC bajo consumo	6	25,00	150,00	4,00	37,50
Imprevistos	1	10,00	10,00	1,00	10,00
Total anual:					272,24

Tabla 2. Estimación del coste anual de mantenimiento del sistema solar comunitario.

También habrá que contemplar el sueldo de la persona(s) que tengan que realizar el mantenimiento del sistema. La comunidad cuenta con 18 sistemas solares, 17 individuales y 1 comunitario, y suponiendo que se realice una revisión de mantenimiento al mes por sistema y que para hacerla sean necesarias 1h (contando los desplazamientos), la persona(s) de mantenimiento deberá dedicar 18h/mes en esta tarea. Si le sumamos 10h de desplazamiento mensual en la capital de provincia (bien sea para hacer gestiones o bien sea para comprar componentes) dará un total de 48h/mes de trabajo.

En esa zona el sueldo puede rondar los 200 \$/mes (1,25 \$/h), por tanto el responsable de mantenimiento debería ganar unos 35 \$/mes.

El total de gastos anuales de mantenimiento del SSFM será, como indica la ecuación 2, de 3.363,96 dólares que corresponde a 280,33 dólares mensuales.

$$Gastos_{mant} (\$/anual) = (157.16\$ \cdot 17) + 272.24\$ + (35\$ \cdot 12) = 3.363,96\$$$

(Ecuación 2)

9.4.2. Definir las estrategias de financiación de los gastos.

Para poder recaudar el dinero para poder cubrir los gastos de mantenimiento y funcionamiento del sistema solar, puede haber diferentes estrategias en función del tipo de sistema solar.

En el caso de sistemas solares fotovoltaicos individuales será necesario el pago de una cuota mensual que permita cubrir este gasto (la idea es replicar el modelo de las empresas eléctricas

que cobran una cuota mensual, pero en este caso la cuota servirá para cubrir los gastos los propios sistemas y no habrá ningún tipo de beneficio).

En el caso de los sistemas solares comunitarios se pueden usar opciones de financiación internas como las siguientes:

- Pago de una cuota mensual por familia. En este caso la cuota se repartiría entre todas las familias ya que todas son beneficiarias de la mejora comunitaria.
- Recaudación de multas destinadas al Sistema (cuando una familia no puede asistir a una "minga" o una Asamblea, en muchas comunidades debe pagar una multa de 2 \$). Este dinero pasan a la comunidad y es ésta la que decide al cabo del año qué hacer con los ingresos.
- Pago por servicios puntuales. En algunas comunidades se permite la recarga de teléfonos móviles o de pilas recargables con el sistema comunitario y se cobra \$ 0,15 por recarga. Este dinero se destina al fondo de mantenimiento.
- Cine. En algunas comunidades se ha comprado una televisión pequeña y un DVD. Un día cada dos semanas pasan una película de DVD y cobran \$ 0,5 de entrada para pagar la TV, el DVD y una vez pagados servirán para incrementar el fondo comunitario.
- Fiesta por la energía. Las comunidades tienen un día festivo y ese día hacen baile. Una idea que tuvo una comunidad era que se pagara una entrada de 1 \$ por la fiesta y que el dinero recogido se destinara al fondo comunitario.
- Otros

También existe la posibilidad de obtener fondos externos para poder pagar los repuestos comunitarios en caso de que se dañen antes de tiempo y no se disponga de suficiente recaudación. No obstante es arriesgado depender de estas ayudas ya que no dependen de una convocatoria sino que se conceden muchas veces a nivel político o por presión de las comunidades.

- A partir de los presupuestos participativos que se dan a través de los gobiernos municipales.
- A nivel cantonal la Dirección de Cultura dispone de fondos para apoyar los centros educativos.
- A nivel provincial también existen presupuestos de apoyo a electrificación de sistemas comunitarios.

En el caso concreto de nuestro SSFM, se ha optado por recaudar fondos por cuota familiar y cada año se destinará a este fondo lo que se recoja de las dos fiestas en las que participan unas

60 personas (se calcula que como son 17 familias a una media de 3 personas familia más a la gente de fuera que pueda participar).

En este caso la cuota mensual será el valor resultante de la ecuación 3.

$$Cuota\ mensual(\$ / mes / familia) = \frac{3.363,96 - 120(\$ / año)}{12(meses / año) \cdot 17\ familias} = 15,90$$

(Ecuación 3)

Para comprobar si el valor es sostenible, en el levantamiento de datos se consultó a varias familias qué sistema estaban utilizando para iluminarse por la noche. Comentaron que cada mes estaban consumiendo: 4 \$ en pilas (1 \$/paquete), 2 \$ en diesel por los "mecheros", 8,75 \$ en velas (7 paquetes al mes de 1,25 \$) y 0,75 dólares en cargas de móvil (0,25 \$ por carga). Esto da un total de 15,5 \$ al mes para tener energía en unas condiciones mucho más precarias que con el sistema solar fotovoltaico. Por lo tanto a pesar del incremento de precio, se ha considerado que es una cantidad asumible por las familias y se ha fijado como cuota mensual \$ 16.

9.5 Alternativas para la estructuración de la gestión y el mantenimiento de los sistemas solares fotovoltaicos.

Una vez definido el funcionamiento organizativo de la comunidad (y por tanto los actores que habrá en torno al sistema solar fotovoltaico) y una vez definidas las necesidades de gestión del sistema, podemos proponer varias alternativas.

Lo primero que cabe preguntarse es si externalizar la gestión y el mantenimiento del sistema o bien si realizarlo desde la propia comunidad. Esta actuación externa se podría realizar mediante una empresa especializada (no es fácil de encontrar en la zona) o mediante la empresa eléctrica concesionaria.

Aunque se podría plantear un sistema mixto, se ha comprobado que la externalización total de la gestión y mantenimiento no sería demasiado apropiada. Se descartaría por la baja aceptación y desconfianza que tiene la comunidad hacia una entidad externa. Por lo tanto se suele optar por la integración de la gestión y el mantenimiento en la comunidad.

Cada una de las opciones tiene sus ventajas y desventajas. En la tabla 3 hemos valorado para diferentes parámetros de una alternativa basada en el mantenimiento de un gestión externa y una alternativa basada en el rendimiento de la propia comunidad.

Parámetro		Gestión/Mantenimiento Externo	Gestión/Mantenimiento desde la propia comunidad
Coste.		Coste elevado.	Coste más bajo.
Tiempos de respuesta.	Pequeñas reparaciones.	Tiempos de respuesta muy elevados.	Tiempos de respuesta muy cortos.
	Grandes reparaciones.	Tiempo de respuesta medio porque tienen más acceso a los componentes (condición de venta al por mayor y almacenamiento).	Tiempo de respuesta alto. Sobre todo para acceder a según qué tipo de componentes
Transparencia.		Al ser externa se puede tener la percepción de más transparencia (aunque hay sectores poblacionales que pueden tener desconfianza)	Sensación de proximidad y desconfianza. Por este motivo aparece una gran necesidad de implementar herramientas que permitan justificar de manera cuidadosa todos los gastos e ingresos. Un malentendido puede generar un problema importante dentro de la comunidad.
Apropiación de la tecnología por parte de la comunidad.		Baja apropiación de la tecnología. Percepción de especialización y complejidad.	Mayor proximidad tecnológica y mayor grado de apropiación.
Apropiación del sistema por parte de la comunidad.		Menor apropiación.	Ante la necesidad de participación, aumenta mucho la apropiación.
Dependencia externa.		Elevada y constante.	Al inicio muy elevada pero una vez se ha realizado la formación y el sistema

		está en marcha se reduce mucho.
Formación.	Requiere sólo una formación básica de la comunidad. Los conocimientos los tiene la entidad externa.	Requiere una elevada formación de la comunidad (y/o representantes) tanto a nivel técnico como de gestión.
Profesionalización y eficiencia de la acción.	A priori debería ser muy elevada.	A priori sería menor (al menos hasta disponer de experiencia y rodaje).
Morosidad y respuesta ante esta.	A priori baja morosidad ya que debería haber más imparcialidad y una actuación menos subjetiva, por el hecho de no estar ligada a la comunidad.	Para evitar la imparcialidad y la morosidad, es necesario establecer mecanismos de respuesta (sanciones y/o retirada del sistema) y aplicarlos. A priori si se es estricto debería haber la misma morosidad que cuando es externa.
Adaptación sociocultural.	Dependerá de la entidad externa pero a priori la comunidad deberá adaptarse a la entidad.	El sistema se adaptará a la realidad sociocultural de la comunidad.
Igualdad entre hombres y mujeres.	Dependerá de la entidad externa.	Dependerá de la cultura de la comunidad, pero se puede trabajar para favorecerla.
Tiempo de implementación del sistema	Muy bajo. Sólo hay que realizar el contrato.	Muy alto. Cabe formación y acompañamiento inicial. Luego hay además un seguimiento más preciso

		que en el caso de externalización.
Percepción externa de cara a nuevos proyectos.	A nivel gubernamental la percepción externa puede ser muy buena si la externalización se hace hacia la empresa eléctrica concesionaria.	A nivel gubernamental la percepción es buena aunque menor a la externalización. A nivel externo la capacidad de autogestión de la comunidad puede ser muy bien valorada si los resultados son buenos.

Tabla 3. Valoración de la externalización o no de la gestión y mantenimiento del sistema.

Una vez definido este aspecto podemos plantearnos dos alternativas:

5.1. - Designación de una Unidad de Gestión y Mantenimiento (UGM).

5.2. - Creación de un Órgano de Gestión (OG) y de una Unidad de Mantenimiento (UM).

9.5.1. Designación de una Unidad de Gestión y Mantenimiento (UGM).

Una posibilidad es hacer recaer la responsabilidad de gestión y mantenimiento sobre una sola Unidad de Gestión y mantenimiento (que puede estar formada por una o dos personas). La persona o personas escogidas serían capacitadas para poder realizar el mantenimiento de los sistemas y para poder gestionarlos.

En este modelo, la UGM se encargará de una parte de cobrar las cuotas de los usuarios y hacer los correspondientes ingresos al fondo energético. Se encargará de hacer las revisiones periódicas de mantenimiento y de revisar el sistema en caso de que se estropee. Al mismo tiempo esta UGM será la entidad que mantendrá el contacto con los proveedores (en caso que sea necesario comprar algún repuesto o en caso de que tenga que realizar alguna consulta) y será el contacto con las organizaciones que tengan que hacer el seguimiento del sistema.

Esta UGM debería entregar de manera periódica a la Asamblea de la comunidad (la cual es la propietaria de los sistemas y es el órgano de decisión sobre los mismos) los informes de gestión, de mantenimiento y de seguimiento (en estos informes puede incluir propuestas de mejora del funcionamiento y deberá incluir las incidencias que se hayan podido producir con los usuarios del sistema).

En caso de que un usuario haya tenido algún tipo de incidencia con la UGM o que tenga alguna propuesta respecto al funcionamiento de los sistemas solares, éste lo expondrá también ante la Asamblea de la comunidad la que decidirá al respecto y transmitirá el Acuerdo a la UGM.

9.5.2. Creación de un Órgano de Gestión (OG) y de una Unidad de Mantenimiento (UM).

Una segunda posibilidad es crear dos entidades propias: un Órgano de Gestión, que tendrá las competencias propias de la gestión de los sistemas, y una Unidad de Mantenimiento que será la encargada de ejecutar el mantenimiento de los sistemas.

El Órgano de Gestión estará formado por al menos dos personas: el promotor del proyecto de electrificación y el tesorero del proyecto de electrificación. Estas personas pueden coincidir con miembros de la junta de la comunidad o pueden ser otras personas, en caso de que los miembros de la junta dispongan de masa responsabilidades, pero siempre deberán ser escogidas por la Asamblea de la comunidad. Los cargos no son remunerados y serán rotativos entre los miembros de la comunidad. Serán los encargados de realizar los cobros de las cuotas y de ingresar dinero al fondo energético. También serán las personas autorizadas para hacer los pagos (tanto el sueldo de la UM como los pagos de los componentes y material que se tenga que comprar). Tendrán contacto directo con las organizaciones que realicen el seguimiento del sistema (los entregarán los correspondientes informes e intercambiarán informaciones) y deberán entregar de manera periódica los informes de Gestión y Seguimiento a la Asamblea de la comunidad. La OG será también la encargada de planificar las actuaciones con la UM y por tanto dispondrán de continua comunicación.

En caso de que se produzca una avería, los usuarios la notificarán al OG y éste avisará a la UM para que vaya a repararla. Si para la reparación es necesaria la compra de algún repuesto la UM la solicitará al OG y esta realizará la autorización de la misma y el pago del importe del recambio que saldrá del fondo energético.

La Unidad de Mantenimiento estará formada por una o dos personas que se encargarán de realizar las revisiones periódicas y las reparaciones en caso de fallo. También deberán llevar al día los informes de mantenimiento que deberán presentar a las Asambleas de la comunidad. Estará permanentemente en comunicación con la OG.

Se mantiene como en el caso anterior el papel de la Asamblea de la comunidad (la cual es la propietaria de los sistemas y es el órgano de decisión sobre los mismos) y el papel de los usuarios del sistema (en caso de que un usuario haya tenido algún tipo de incidencia con la UM o el OG, o en caso de que tenga alguna propuesta respecto al funcionamiento de los sistemas solares, éste lo expondrá también ante la Asamblea de la comunidad la que decidirá al respecto).

Una vez valoradas las alternativas, se pasa a escoger la alternativa 2 aceptando pagar el precio de la complejidad a cambio de la transparencia, potencialidad de la participación y de la garantía de gestión en caso de que haya que cambiar de responsable de mantenimiento en un futuro.

10. HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DE SISTEMAS SOLARES.

10.1 Introducción.

Los sistemas solares fotovoltaicos generan en su día a día toda una serie de necesidades de gestión para garantizar su buen uso y para garantizar la transparencia ante la Asamblea de la comunidad o las entidades que realicen el seguimiento. Algunas de estas necesidades son:

- Cubrir unos gastos de mantenimiento y de reposición de componentes.
- Regular los derechos y deberes de los usuarios así como la propiedad del sistema y la mediación ante incidencias.
- Planificar el mantenimiento y seguimiento. Actuaciones de revisiones y reparaciones.
- Llevar al día las cuentas de resultados (ingresos / gastos, altas / bajas).
- Elaborar informes justificativos para las diferentes entidades de seguimiento.

A partir de estas necesidades, se proponen en este anexo algunas herramientas que facilitarán a la comunidad realizar la gestión de los sistemas. Como en el resto de herramientas propuestas en el manual de buenas prácticas, éstas se pueden acabar de adaptar a las necesidades concretas del proyecto / comunidad.

Respecto a los criterios para generarlas ha tratado de cumplir con las necesidades requeridas y al mismo tiempo se ha intentado que sean sencillas y prácticas. A este nivel hay que destacar que las herramientas han redactado en castellano y con el vocabulario adaptado con el objetivo de que puedan ser directamente utilizados por la comunidad local.

10.2 Descripción de las herramientas para la gestión.

- Padrón de Usuarios (10.2.1). La finalidad de llevar este padrón es disponer de un registro actualizado de las altas y bajas que se puedan producir en la electrificación de la comunidad. Esta herramienta servirá también para reflejar por escrito el compromiso de los usuarios hacia el sistema solar fotovoltaico y su reglamentación. Cabe destacar que esta herramienta está pensada para proyectos de electrificación rural individual. En el capítulo 10.2.1 se puede ver un ejemplo de cómo puede ser este padrón.

- Registro de cobros (10.2.2) y recibo de pago (10.2.3). La finalidad de este documento es

registrar cada uno de los cobros realizados a las diferentes familias usuarias del sistema. En el documento se exige la firma del usuario y conforme se le ha dado el correspondiente recibo (el cual irá firmado por la persona que realiza los cobros). La finalidad de esta doble justificación del acto de pago es que el usuario pueda disponer de un justificante conforme ha pagado y que las entidades de seguimiento (Como la Asamblea de la comunidad) disponga de un documento en el que se registren todos los cobros (el usuario es el encargado de asegurar este registro con su firma).

- Registro de pagos (10.2.4) y el justificante de caja (10.2.5). La finalidad de este documento es registrar cada uno de los pagos realizados en la compra de repuestos, sueldo de la persona de la UM, etc. De la misma manera el Justificante de caja servirá para poder generar el hábito de guardar el comprobante de pago y tenerlo localizable.

- Informes económicos. Para poder realizar la correspondiente justificación ante los organismos de seguimiento hará falta disponer de herramientas que faciliten el seguimiento de los movimientos. Estas herramientas serán el Informe anual de pagos de las familias (10.2.6), el cual tiene por objetivo resumir en un solo documento todos los pagos que han realizado cada familia en un año. La segunda herramienta será el Informe anual de ingresos y gastos (10.2.7). Este documento permitirá ver a lo largo del año todos los movimientos que se han producido (con un valor acumulado para actualizar la situación) y tendrá que acompañar con el seguimiento de movimientos bancarios para poder comprobar que ambos valores coinciden.

- Registro de las actuaciones de mantenimiento (10.2.8). El objetivo es poder tener registradas las actuaciones de la Unidad de Mantenimiento (UM) y realizar el seguimiento. Existen dos tipos de actuaciones: por un lado las revisiones periódicas y por otra parte la asistencia a reparaciones. Con este registro se dispondrá del histórico de las actuaciones realizadas, el tipo de actuación, se podrá ver el tiempo de demora de la actuación, y con la firma del usuario se permite certificar que se ha realizado la actuación.

- Propuesta de reglamento para el SSFM (10.2.9). El objetivo de esta propuesta de reglamento adjuntada al capítulo siguiente es poner un marco de regulación de la actividad entorno a los sistemas.

10.2.1 Modelo de padrón de usuarios de los sistemas solares.

PADRÓN DE USUARIOS DE LOS SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS							
Los usuarios abajofirmantes se comprometen a cumplir con los derechos y deberes del Reglamento de Electrificación Solar.							
Nº Registro	Código Fam. Usuaria	Nombre y apellidos del representante de la familia	Nº Cédula	Comunidad	Fecha de Ingreso	Fecha de Baja	Firma
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
Nombre, apellidos y Nº Cédula Firma				Nombre, apellidos y Nº cédula Firma			
<u>Rte. Comité de Gestión</u>				<u>Op. Unidad Mantenim.</u>			

10.2.2 Modelo de registro de cobros.

REGISTRO DE COBROS DE LOS USUARIOS DE LOS SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS. Mes de _____ del año ____										
Nº Registro	Fecha	Nº de recibo	Código Fam. Usuaría	Nombre y apellidos del representante de la familia	Pago de la Tarifa del mes (US \$)	Pago de tarifas atrasadas y multas (US \$)	Pago de tarifas avanzadas (US \$)	Total pago (US \$)	Firma del Usuario conforme se le ha entregado el recibo	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
						Total recaudado mes (US \$) :				
COMUNIDAD					Rte. Comité de Gestión			Nombre, apellidos y Nº Cédula		Firma

10.2.3 Modelo de recibo de pagos.

RECIBO DE PAGO DE LAS TARIFAS DE LOS SISTEMAS SOLARES.				Nº Recibo:
COMUNIDAD:			Fecha:	
Nombre y apellidos del representante de la familia	Pago de la Tarifa del mes (US \$)	Pago de tarifas atrasadas y multas (US \$)	Pago de tarifas avanzadas (US \$)	Total pago (US \$)
<u>Rte. Comité de Gestión</u>			Nombre, apellidos y Nº Cédula	Firma

10.2.4 Modelo de registro de pagos.

REGISTRO DE PAGOS DE LOS SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS.					Mes de _____ del año ____	
Nº Registro	Fecha	Nº de justificante de caja	Empresa/proveedor	Descripción	Total pago (US \$)	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
					Total pagado mes (US \$) :	
COMUNIDAD			Nombre, apellidos y Nº Cédula		Firma	
<u>Rte. Comité de Gestión</u>						

10.2.5 Modelo de justificante de caja.

JUSTIFICANTE DE CAJA DE LOS SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS.				
Fecha	Nº de justificante caja	Empresa/proveedor	Descripción	Total pago (US \$)

Pegar aquí el recibo o factura

COMUNIDAD	<u>Rte. Comité de Gestión</u>	Nombre, apellidos y Nº Cédula	Firma
-----------	-------------------------------	-------------------------------	-------

10.2.6 Modelo de Informe anual de pagos de las familias.

INFORME ANUAL DE COBROS DE LOS USUARIOS DE LOS SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS. Año _____													
Nº	Código Fam. Usuaría	Nombre y apellidos del representante de la familia	Total pago (US \$)										
			ENE	FEB	MAR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DES
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
COMUNIDAD			Nombre, apellidos y Nº Cédula						Firma				
Rte. Comité de Gestión													

10.2.7 Modelo del informe anual de ingresos y pagos.

INFORME ANUAL DE INGRESOS Y GASTOS.					Año _____					
INGRESOS					GASTOS					
Nº	FECHA	DETALLE	IMPORTE	IMPORTE ACUMULADO	Nº	FECHA	DETALLE	IMPORTE	IMPORTE ACUMULADO	
Total acumulado año anterior:					Total acumulado año anterior:					
1					1					
2					2					
3					3					
4					4					
5					5					
6					6					
7					7					
8					8					
9					9					
10					10					
11					11					
12					12					
13					13					
14					14					
COMUNIDAD					Nombre, apellidos y Nº Cédula			Firma		
<u>Rte Comité Gestión</u>										

10.2.8 Modelo de registro de las actuaciones de mantenimiento.

REGISTRO DE LAS ACTUACIONES DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO (UM)								
Nº Registr o	Fecha	Código Fam. Usuaría	Nombre y apellidos del representante de la familia	revisión / reparación	Fecha de petición	Descripción petición y solución	Recambios utilizados	Firma del Usuario conforme se le ha realizado
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
COMUNIDAD			Nombre, apellidos y Nº Cédula				Firma	
<u>Rte. Comité de Gestión</u>								

10.2.9 Propuesta de reglamento de Electrificación Solar.

REGLAMENTO DE electrificación SOLAR DE LA COMUNIDAD KURI YAKU.

En la Asamblea de la Comunidad Kuri Yaku, se aprueba el presente reglamento para regular la Electrificación de la comunidad mediante los sistemas de energía solar fotovoltaica.

CLÁUSULA PRIMERA: Propiedades DE LOS SISTEMAS.

Los sistemas solares fotovoltaicos serán propiedad de la comunidad y la Asamblea de la comunidad será el órgano de discusiones de Propuestas, de solución de incidencias y de decisión sobre Todos los aspectos que afectan los mismos.

CLÁUSULA SEGUNDA: COMITÉ DE GESTIÓN Y UNIDAD DE MANTENIMIENTO.

El Comité de Gestión, en adelante CG, será el ente encargada de realizar las Tareas de gestión Asociadas a los sistemas solares. Dichas Tareas serán las indicadas a continuación así cómo las que la Asamblea decida delegar sobre este:

- Cobro de las Cuotas a los usuarios de los sistemas.
- Ingreso del dinero recaudado en la Deducción bancaria abierta a tal efecto para el Fondo Energético.
- Pago y autorización de los gastos asociados a los Sistemas Solares.
- Elaboración de los informes Económicos y de Seguimiento para presentar de forma periódica a la Asamblea de la comunidad ya las Entidades externas pertinentes.
- Planificación, y EVALUACIÓN la Unidad de Mantenimiento, de las Actividades de Mantenimiento y reparación de los sistemas solares.
- Representación de la comunidad ante las Organizaciones exteriores en los aspectos relacionados con los sistemas solares

El CG estará formado por el Promotor Energético y el Tesorero Energético. Dichos cargos no remunerados, serán elegidos de forma bianual entre los Miembros de la comunidad en sesión ordinaria de la Asamblea. En caso de renuncia de alguna de las personas electas se convocará una Asamblea extraordinaria para la nueva elección.

La Unidad de Mantenimiento, en adelante UM, será el ente encargada de realizar las Tareas de Mantenimiento y reparación de los sistemas. Dichas Actividades serán remuneradas y reguladas según el convenio firmada entre la Asamblea de la comunidad y la persona o personas que forman la UM. Será deber de la UM la realización y presentación de los informes de Mantenimiento ante la Asamblea de la comunidad, y Entidades externas pertinentes, según el formato y las Fechas pactadas con el CG.

CLÁUSULA TERCERA: Deber Y Derechos DE LOS USUARIOS DEL SISTEMA.

Usuarios de los sistemas individuales.

Los usuarios de los sistemas solares individuales serán Todas las familias registradas en el "padrón de usuarios de los sistemas solares fotovoltaicos" y tendrán los siguientes deberes y derechos:

- Pagar las Cuotas individuales, según la periodicidad y el valor fijado, aprobadas por la Asamblea de la comunidad.
- Cuidar el sistema Siguiendo las indicaciones dadas en la cesión del sistema y las indicadas posteriormente por la UM o el CG.
- Pagar el importe de la reparación Cuando haya sido provocada por un mal uso del sistema o por no seguir las indicaciones mencionadas en el punto anterior.
- Facilitar y apoyar el Trabajo de la UM y de la CG, así como velar para el buen Funcionamiento de los sistemas solares y apoyo gestión.

Dichos usuarios Tienen el DERECHO de:

- Disponen de un sistema solar fotovoltaico cedida por la comunidad para abastecer las Necesidades energéticas para lo que ha sido diseñado.
- Disponibles del Servicio de Mantenimiento EJECUTADO por la UM y fijado por el CG.
- Recibir los Servicios de reparaciones del sistema por parte de la UM si éste se Dana sino que sea motivo de un mal uso o del no Seguimiento de las indicaciones.
- Recibir un recibo por cada pago que realicen el CG.

- Realizar Propuestas sobre el Mismo y exponer las incidencias en la Asamblea de la comunidad.

Usuarios de los sistemas Comunitarios.

Los usuarios de los sistemas solares Comunitarios serán Todas las familias de la comunidad independientemente de si disponen de sistema individual o no.

Dichos usuarios deberían:

- Pagar las Cuotas comunitarias, según la periodicidad y el valor fijado, aprobadas por la Asamblea de la comunidad.
- Cuidar el sistema Siguiendo las indicaciones de la UM o el CG.
- Pagar el importe de la reparación Cuando el sistema se haya ido a consecuencia de un mal uso o por no seguir las indicaciones mencionadas.
- Facilitar y apoyar el Trabajo de la UM y de la CG, así como velar para el buen Funcionamiento de los sistemas solares y apoyo gestión.

Dichos usuarios Tienen el DERECHO de:

- Usar el sistema comunitario SEGÚN los usos definidos por la Asamblea de la Comunidad.
- Recibir un recibo por cada pago que realicen el CG.
- Realizar Propuestas sobre el mismo y exponer las incidencias en la Asamblea de la comunidad.

CLÁUSULA CUARTA: sanciones Y RETIRADA DE LA CONDICIONES DE USUARIO.

En caso de que un usuario:

- Incumple con un pago de los fijados, deberá abonar el pago antes del siguiente periodo de pago con una multa equivalente al 10% del importe.

En caso de que un usuario:

- Tenga acumulados tres Pagos pendientes,
- Tenga un pago pendiente Durante más de cuatro meses,
- Danes malintencionadamente el sistema,
- Haga un mal uso del sistema solar de forma reiterada e intencionada, aunque no se Danes el sistema, podrá ser retirada apoyo condicionante de usuario del sistema (y por lo tanto retirada el

sistema cedida por la comunidad) en una decisión aprobada en sesión extraordinaria de la Asamblea de la comunidad.

CLÁUSULA CUARTA: RESOUCIÓN DE INCIDENCIAS.

La Asamblea es el órgano de decisión sobre los aspectos vinculados a los sistemas solares y por tanto será el espacio para Resolver las incidencias que se puedan generar. Dichas incidencias podrán ser presentadas por los usuarios de los sistemas, por el CG o por la UM. Los acuerdos tomados al respecto serán trasmitidos a los afectados y la Asamblea de la comunidad, o en apoyo representación la junta, velar para que se ejecutan.

11. FICHA DE MANTENIMIENTO DEL SSFM.

11.1 Introducción.

El objetivo de esta ficha de seguimiento es doble. Por un lado debe servir de referencia para el técnico de la Unidad de Mantenimiento para saber de cada elemento qué tareas debe realizar. En función de si se trata de una revisión mensual o la revisión semestral deberá realizar sólo las tareas de la primera columna o deberá realizar todas las tareas.

Por otra parte esta ficha debe servir para tener por escrito un registro de la actuación (con la fecha en que se ha realizado, las comprobaciones que se han hecho, los resultados obtenidos, las incidencias técnicas). Esta información podrá ser utilizada para el seguimiento que la organización debe hacer del sistema y para ver qué tipo de incidencias se producen más a menudo, para obtener un histórico del funcionamiento de los sistemas, entre otros.

Cabe destacar que se ha realizado la ficha enfocada para el mantenimiento de las instalaciones de los sistemas del proyecto SSFM. En caso de otro sistema se pueden tener que modificar algunos parámetros o aspectos a valorar (por ejemplo en el caso de utilizar baterías no selladas, habría que añadir el control de nivel de agua acidulada o la medida de densidades).

FICHA DE MANTENIMIENTO DEL SSFM.

0. Datos generales.

- Tipo de revisión:	<i>Fecha aviso:</i> _____ <i>Fecha Visita:</i> _____
<input type="checkbox"/> Revisión mensual / <input type="checkbox"/> Revisión cuatrimestral / <input type="checkbox"/> Avería	
- Código Fam. Usuaría _____	Nombre y apellidos Usuario _____
- Técnico/s UM: _____	

1. Estado general del sistema.

El sistema se ve: <input type="checkbox"/> Cuidado / <input type="checkbox"/> Degradado	Fuera alcance niños: <input type="checkbox"/> Si / <input type="checkbox"/> No
Se está realizando un buen uso del sistema <input type="checkbox"/> Si / <input type="checkbox"/> No	Revisar estado estructura y cajas <input type="checkbox"/>
Hay algún elemento averiado <input type="checkbox"/> Si / <input type="checkbox"/> No Cuál: _____	
Observaciones:	

2. Paneles Solares.

Revisión Mensual:	Revisión Semestral:
- Limpieza paneles <input type="checkbox"/> - Sombras <input type="checkbox"/> No hay / <input type="checkbox"/> Petición eliminación - Inspección visual: <input type="checkbox"/> OK / <input type="checkbox"/> Falla	- Revisión sujeción: <input type="checkbox"/> Correcto / <input type="checkbox"/> Sustitución - Conexiones eléctricas: <input type="checkbox"/> Correcto / <input type="checkbox"/> Sustitución - Medición parámetros característicos: V_{oc} : _____ V / I_{sc} : _____ A
Observaciones:	- Estado marco de madera <input type="checkbox"/> Correcto / <input type="checkbox"/> Sustitución

3. Regulador.

Revisión Mensual:	Revisión Semestral:
- Inspección visual: <input type="checkbox"/> OK / <input type="checkbox"/> Falla - Estado de carga indica <input type="checkbox"/> Verde / <input type="checkbox"/> Amarillo / <input type="checkbox"/> Rojo	- Revisión sujeción <input type="checkbox"/> Correcto / <input type="checkbox"/> Sustitución - Conexiones eléctricas <input type="checkbox"/> Correcto / <input type="checkbox"/> Sustitución
Observaciones:	

4. Baterías Selladas AGM.

Revisión Mensual:	Revisión Semestral:
<ul style="list-style-type: none">- Inspección visual: <input type="checkbox"/> OK / <input type="checkbox"/> Falla- Medir Tensión Bornes: _____ V (< 11,5 descargada / < 8,5 dañada)- Limpieza exterior.	<ul style="list-style-type: none">- Estado bornes <input type="checkbox"/> Correcto / <input type="checkbox"/> Limpieza- Conexiones eléctricas <input type="checkbox"/> Correcto / <input type="checkbox"/> Sustitución
Observaciones:	

5. Inversor.

Revisión Mensual:	Revisión Semestral:
<ul style="list-style-type: none">- Inspección visual: <input type="checkbox"/> OK / <input type="checkbox"/> Falla- Limpieza exterior, revisar que no haya insectos. Aplicar insecticida natural.- Funcionamiento ventilador. Piloto.	<ul style="list-style-type: none">- Conexiones eléctricas <input type="checkbox"/> Correcto / <input type="checkbox"/> Sustitución- Tensión en entrada inversor: _____ V- Tensión en salida inversor: _____ V
- Observaciones:	

6. Consumo y cables.

<ul style="list-style-type: none">- ¿Hay algún foco dañado? : <input type="checkbox"/> No / <input type="checkbox"/> Reposición Están limpios: <input type="checkbox"/> Si / <input type="checkbox"/> No- Revisar los aparatos de consumo. Superan el Límite potencia <input type="checkbox"/> Si / <input type="checkbox"/> No- Comprobación enchufes, interruptores y "breaker".- Hay algún elemento averiado <input type="checkbox"/> Si / <input type="checkbox"/> No Cuál: _____- Estado de los cables: <input type="checkbox"/> Correcto / <input type="checkbox"/> Fijación / <input type="checkbox"/> Sustitución Fusibles: <input type="checkbox"/> Ok / <input type="checkbox"/> Reposición- Observaciones:

7. Otras observaciones.

8. Firma.

Usuario:	Técnico/s UM
----------	--------------

12. DOSSIER DE FORMACIÓN PARA TÉCNICOS Y MANTENEDORES DEL SISTEMA

ÍNDICE

- L.1 Sobre el Taller.**
- L.2 La energía del Sol y sus aplicaciones.**
- L.3 Introducción a la Energía Eléctrica.**
 - L.3.1 Resistencia y conductividad.**
 - L.3.2 Intensidad y Voltaje.**
 - L.3.3 Potencia.**
 - L.3.4.- La Energía.**
 - L.3.5.- Corriente Continua (DC), Corriente Alterna (AC) y Polaridad.**
- L.4 Funcionamiento del Multímetro.**
 - L.4.1 Medir la tensión de las Baterías.**
 - L.4.2. Medir la tensión de la toma de corriente.**
 - L.4.3 Medir la Intensidad que carga las Baterías.**
 - L.4.4 Medir la resistencia de un Foco.**
- L.5.- Componentes de la instalación Solar Fotovoltaica.**
 - L.5.1 Funcionamiento y componentes.**
 - L.5.2 Esquema de la instalación y conexiones eléctricas:**
 - L.5.3 Los paneles Solares.**
 - L.5.4 El regulador.**
 - L.5.5. Las Baterías.**
 - L.5.6 El inversor.**
 - L.5.7 Los Cables**
 - L.5.8 La carga.**
- L.6.- Calculo horas de funcionamiento equipos.**
- L.7.- Datos de contacto:**

DOSSIER DE CAPACITACIÓN PARA TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO DE SISTEMAS SOLARES.

L.1 Sobre el Dossier.

La Energía Solar Fotovoltaica es una tecnología muy apropiada para poder abastecer a comunidades que estén alejadas de la red eléctrica y que dispongan de pocas familias. Aun con la desventaja de su coste inicial, y que muchos componentes son fabricados en otros países, con un mantenimiento y cuidados sencillos pueden tener una gran durabilidad.

En la actualidad, en la amazonía ecuatoriana, hay multitud de instalaciones Solares Fotovoltaicas en desuso por culpa del desconocimiento que se tiene de su funcionamiento, manejo, mantenimiento o acceso a los repuestos.

El objetivo de la realización de este dossier es exponer algunos conceptos básicos sobre el funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones Solares Fotovoltaicas, para intentar garantizar su durabilidad.

Esta actividad esta enmarcada en el proyecto “Programa Andino de Electrificación Rural y Acceso a las Energías Renovables” que Ingeniería Sense Fronteras está realizando en Ecuador, Perú y más adelante en Bolivia.

L.2 La energía del Sol y sus aplicaciones.

La Energía Solar es una de las energías renovables más abundantes. Es una energía limpia, gratuita e inagotable. Es una energía democrática y dispersa ya que se puede encontrar en todo el mundo y es para todos, sin distinción de nacionalidades, status económico o razas.

Aun las ventajas de dicha energía, cabe destacar algunas desventajas como el hecho de presentarse de manera intermitente (durante la noche no tenemos energía solar), el hecho de no ser constante (cuando llueve no hay la misma energía que cuando está despejado) y el hecho que no se puede almacenar de manera directa (no podemos almacenar energía solar y por ese motivo debemos transformarla en otro tipo de energía que se pueda almacenar, como la eléctrica o la térmica).

La Energía Solar es una energía muy antigua y gracias a ella es posible la vida de todos los seres (plantas, animales y personas).

El Sol emite la radiación solar que nos aporta calor y luz. Esa misma radiación es la que permite que las plantas hagan la fotosíntesis (y puedan crecer), que se creen los vientos o que se evapore el agua que después lloverá (ciclo hidrológico). En la figura 1 se pueden apreciar algunas aplicaciones de la energía solar.

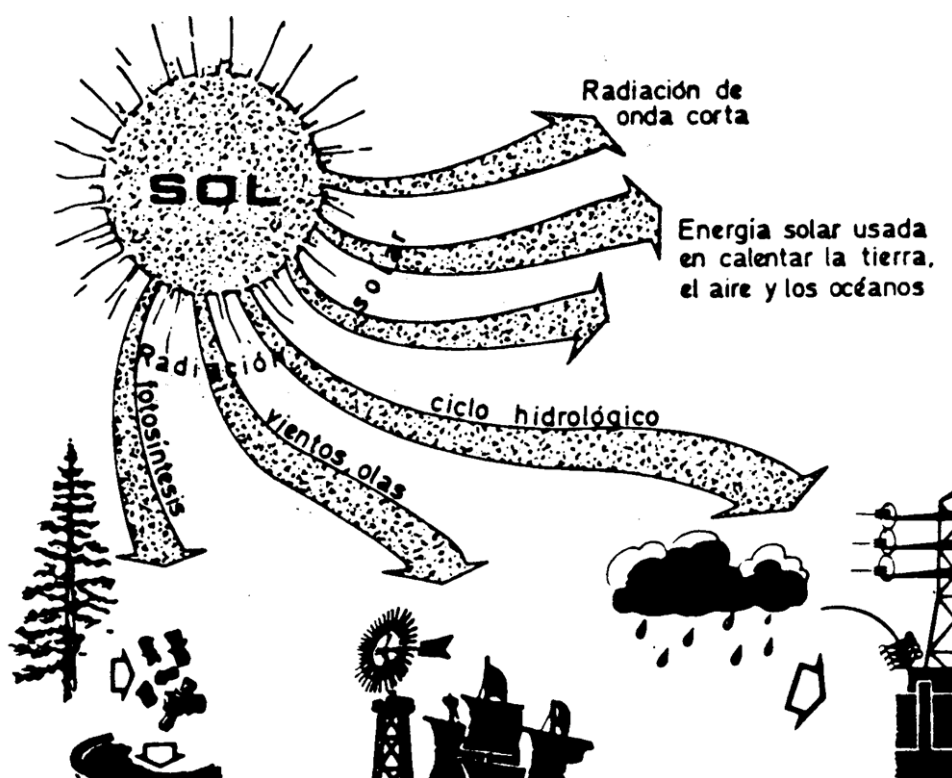


Figura 1.- Aplicaciones de la Energía del Sol (ACTECIR)

Nosotros usamos la energía del sol para calentarnos, para poder vernos durante el día, para secar la ropa, para secar el café, etc., pero también podemos usar esa energía que ya conocemos para calentar agua (Solar térmica), para cocinar (cocinas solares) o para obtener energía eléctrica (Solar Fotovoltaica).

La Energía Solar Fotovoltaica.

La Energía Solar Fotovoltaica consiste en transformar la energía solar en energía eléctrica, que luego almacenaremos o usaremos.

L.3 Introducción a la Energía Eléctrica.

Para entender mejor el concepto de electricidad y energía eléctrica, al nivel que se quiere transmitir, a lo largo de este capítulo la compararemos con el agua (aunque tiene ciertas diferencias nos podrá servir para visualizar mejor lo que pasa).

La energía eléctrica es una energía que se basa en el movimiento de los electrones (que serían como las gotas de agua). Así pues si no permitimos el movimiento de los electrones no tendremos electricidad.

L.3.1 Resistencia y conductividad.

Hemos dicho que la energía eléctrica es fruto del movimiento de los electrones. Todas las cosas tienen electrones y esos puede ser que se muevan de manera fácil o de manera difícil.

La Resistencia nos mide la dificultad que ofrece un elemento para permitir el paso de los electrones a través de él. Si pensamos en el caso del agua, esta pasará mejor por un tubo de paredes lisas que por un tubo de paredes rugosas, como se puede visualizar en la figura 2. La resistencia en el de paredes rugosas sería mayor que en el de paredes lisas.

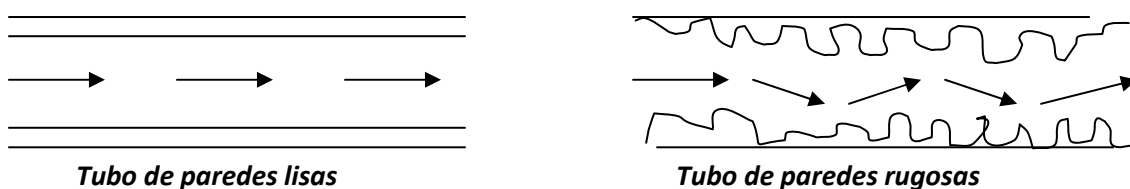


Figura 2.- Resistencia al paso del agua.

La **Resistencia** se simboliza con la letra **R**, y se mide en ohmios (Ω). Esta R dependerá de:

- el material: hay materiales que permiten el paso de la electricidad como el caso de los metales (cobre, aluminio, acero...) y hay materiales que lo permiten menos (plásticos, cerámicas o maderas).
- la longitud: si tenemos muchos metros de cable le costará más de llegar al otro extremo que si tenemos unos centímetros de cable.
- la sección: Si el cable es grueso la electricidad puede pasar mejor que si es fino (al igual que con el agua si el tubo es ancho puede pasar más fácilmente el agua que si el tubo es muy fino).

La **conductividad** sería el contrario de la resistencia: nos indica lo fácil que un elemento permite el paso de electrones a través de él. En este caso los metales tienen buena conductividad, el agua también y eso se debe a que tiene baja resistencia (se dice que **son buenos conductores**). Y viceversa, las cerámicas o los plásticos tienen mala conductividad y por eso se dice que **son aislantes**.

L.3.2 Intensidad y Voltaje.

Si pensamos en un estero, en una cascada de agua o en una fuente, ¿qué características nos permitirían diferenciarlos?

En un estero pasa un caudal de agua que puede ser más o menos grande y tiene poco desnivel. Una cascada en cambio puede tener el mismo caudal de agua pero tiene mucho desnivel, como se puede apreciar en la figura 3.

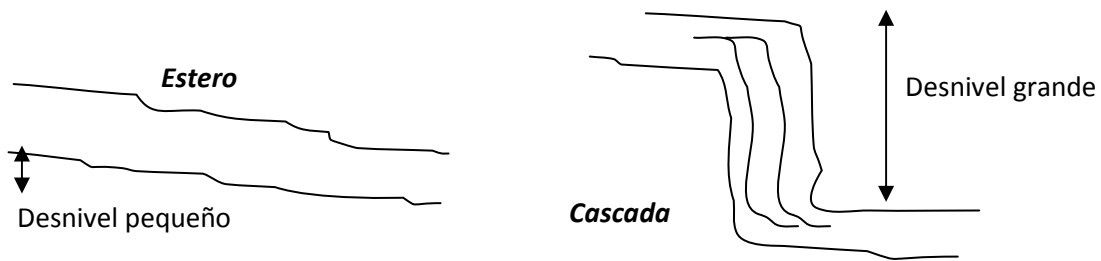


Imagen 3.- Estero y cascada del mismo caudal.

Si pensamos ahora en una cascada pequeña, como se puede apreciar en la figura 4, esta puede tener bastante caudal de agua y poco desnivel. Una fuente en cambio, puede tener el mismo desnivel que la cascada pequeña pero tiene mucho menos caudal.

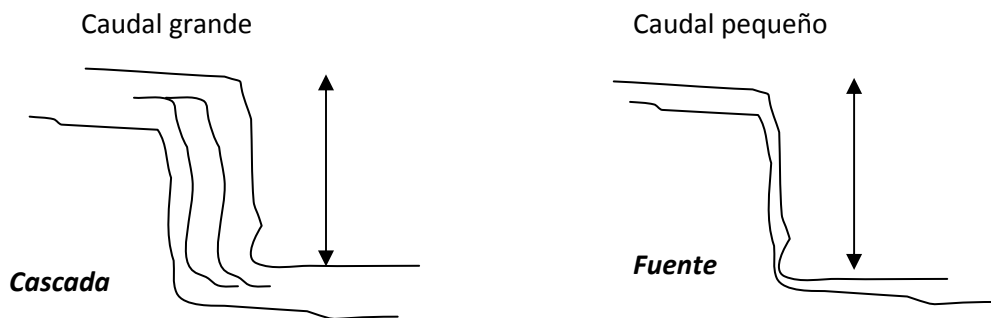


Figura 4.- Cascada y Fuente del mismo desnivel.

Así pues para diferenciar esos tres ejemplos de agua nos podemos fijar en el **caudal** y en el **desnivel**. En el caso de la electricidad también se deben definir unas características que nos permitan diferenciar diferentes tipos de electricidad. Esas características son la **Intensidad** y la **Tensión**.

Intensidad. Sería el caudal de electrones. Se mide en Amperios **A**. Cuanto más grande sea, mas energía tendremos.

Tensión o voltaje. Sería el desnivel eléctrico. Se mide en voltios **V**. Cuanto mas grande sea más energía tendremos.

L.3.3 Potencia.

La **potencia** se representa por la letra **P** y se mide en vatios **W**. La potencia nos puede indicar el consumo de un aparato eléctrico (cuanta más potencia más consumo, ejemplo un foco de ahorro consume poco 11W, una batidora en cambio consume bastante 600W) o nos puede indicar lo que puede dar un generador o un inversor (en el caso del Sistema Solar Fotovoltaico, tenemos un inversor que puede dar 375W).

La potencia sería como la fuerza del agua. Si pensamos en el caso del agua, podemos tener mucha fuerza si cae el agua desde mucho desnivel (una cascada muy alta) o puede tener mucha fuerza si el estero tiene mucho caudal. El caso más desfavorable lo tendremos cuando tenga mucho caudal y mucho desnivel.

En el caso de la electricidad pasa lo mismo, la potencia será mayor cuanto mayor sea la tensión y cuanto mayor sea la intensidad. De hecho podemos calcular la potencia multiplicando la tensión por la intensidad, como se puede apreciar en la ecuación 1.

$$P (W) = V (V) \times I (A) = \text{Tensión} \times \text{Intensidad} \quad (\text{Ec. 1})$$

Nota 1: Fíjense que podemos tener la misma potencia cuando tenemos poca intensidad y mucha tensión, o cuando tenemos mucha intensidad y poca tensión. Vea las ecuaciones 2 y 3.

$$P_{\text{caso 1}} = 110 \text{ V} \times 12 \text{ A} = 1320 \text{ W} \quad (\text{Ec.2})$$

$$P_{\text{caso 2}} = 12 \text{ V} \times 110 \text{ A} = 1320 \text{ W} \quad (\text{Ec.3})$$

Nota 2: Muchas veces la potencia eléctrica se da en kW. En ese caso hay que tener en cuenta que $1\text{kW} = 1000\text{W}$. Ejemplo: si nos dicen que un aparato tiene una potencia de $0,6\text{kW}$ ¿cuántos W tiene? Ver la respuesta aplicando la ecuación 4.

$$P = 0,6 \times 1000 = 600\text{W} \quad (\text{Ec.4})$$

L.3.4.- La Energía.

La **Energía** se representa con la letra **E** y en el caso de la electricidad se mide en **Wh** o en kWh. Sería la cantidad de electricidad que tenemos o que necesitamos.

La Energía se calcula, como se puede observar en la ecuación 5, la Potencia por el Tiempo.

$$E (\text{Wh}) = P (\text{W}) \times \text{horas (h)} = \text{Potencia} \times \text{Tiempo} \quad (\text{Ec.5})$$

Por ejemplo qué consume más energía ¿una batidora de 600W que tarda 5 minutos ($1/12$ horas = $0,0833$ horas) en realizar un batido o un cargador de celulares de 10W que funciona durante 8 horas?

$$\text{Energía}_{\text{batidora}} = 600 \text{ W} \times 0,0833 \text{ h} = 50\text{Wh} \quad (\text{Ec.6})$$

$$\text{Energía}_{\text{celular}} = 10 \text{ W} \times 8 \text{ h} = 80\text{Wh} \quad (\text{Ec. 7})$$

Podemos ver que aunque el cargador de celulares tiene menos potencia, al usarlo más tiempo, consume más energía.

Otro ejemplo ¿cuánta energía nos da un panel de 100 W que funcione a full durante 3 horas?

$$\text{Energía}_{\text{panel}} = 100 \text{ W} \times 3\text{h} = 300\text{Wh} \quad (\text{Ec.8})$$

L.3.5.- Corriente Continua (DC), Corriente Alterna (AC) y Polaridad.

Existen diferentes tipos de electricidad, ya hemos comentado que pueden tener distinta tensión y distinta intensidad. Pero también pueden ser distintas en función de si su señal es continua o es alterna a lo largo del tiempo.

La corriente continua DC, como su nombre indica, es un tipo de electricidad que se caracteriza por tener su valor de corriente constante a lo largo del tiempo.

La corriente Alterna AC, se caracteriza porqué su valor de corriente va cambiando de signo (de positivo a negativo) a lo largo del tiempo, tal i como se puede observar en la figura 5.

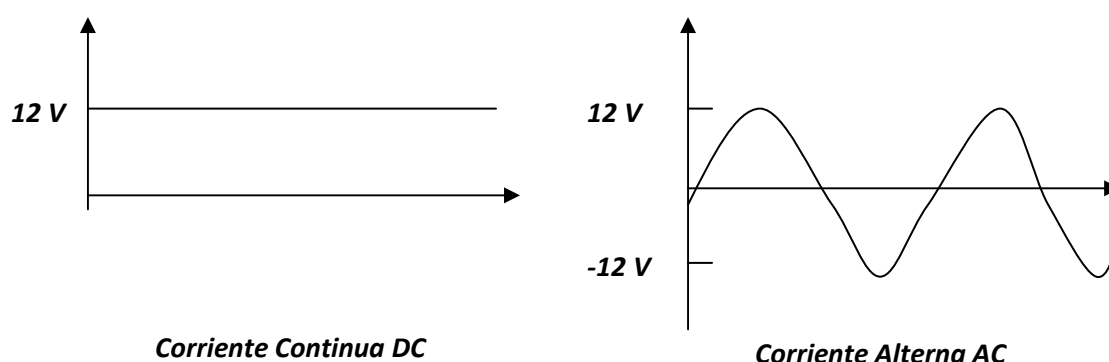


Figura 5.- Corriente Continua y Corriente Alterna.

Cada sistema tiene sus ventajas e inconvenientes, pero cabe destacar que normalmente para muy bajas tensiones (12 V, 24 V o 48V) se usa Corriente Continua DC. Algunos ejemplos son los carros o en nuestro sistema solar sería el caso de los paneles, las baterías o el regulador. En cambio para tensiones bajas, medianas, altas o muy altas (de 110V, 220V, 220000V, etc.) se usa Corriente Alterna (AC). Algunos ejemplos de esta son la propia red eléctrica y la mayoría de los aparatos que se pueden enchufar en esta (grabadoras, focos de ahorro, televisores, refrigeradoras, etc.).

Polaridad.

Siempre que trabajemos con elementos de Corriente Continua DC, tendremos que vigilar con la polaridad. La polaridad quiere decir que el elemento tiene una conexión marcada con un positivo (+) y otra marcada con un negativo (-), y siempre que tengamos que unir dos elementos con un cable tendremos que tener en cuenta si ponemos positivo con positivo o si tenemos que poner positivo con negativo (en cada caso se explicará como hay que hacerlo).

Si nuestros elementos son de Corriente Alterna, como esta va cambiando de signo a lo largo del tiempo, no tendremos esa diferenciación (los elementos no vienen marcados con positivos y negativos) y por tanto dará igual como hagamos la conexión.

Si recuerdan cuando hacíamos la instalación solar, en las boquillas de los focos de ahorro no marcamos si el cable era positivo o negativo, pero en los paneles o en las baterías siempre marcamos con tinte si era positivo (en tinte rojo) o si era negativo (en tinte negro o azul).

L.4 Funcionamiento del Multímetro.

El Multímetro es el aparato que nos sirve para medir las Tensiones, Intensidades y resistencias de los aparatos y cables.

Este elemento está formado por el propio multímetro y dos cables (uno rojo y otro negro) con una punta metálica en un extremo y una conexión en el otro extremo.

Cuando queramos hacer una medida tendremos que tener en cuenta: cómo se conectan los cables al multímetro, cómo conectamos los cables del multímetro al elemento que queremos medir y hacia dónde movemos la rueda del aparato.

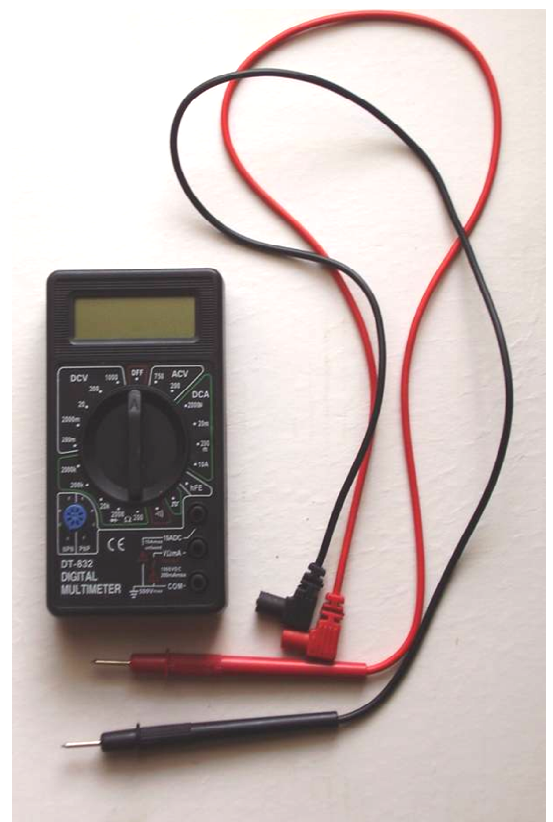


Figura 6.- Multímetro

Veámoslo en varios ejemplos:

L.4.1 Medir la tensión de las Baterías:

Lo primero que nos debemos preguntar es qué característica queremos medir. En este caso queremos medir la **Tensión** y como se trata de unas baterías sabemos que será en corriente continua **DC** de unos **12V**.

Entonces conectaremos los cables al multímetro como se dispone en la figura 7:

- **el negro** siempre se conecta al **COM**.

- **el rojo** lo conectaremos al que pone **VΩmA**, ya que queremos medir un a **Tensión V** (en voltios).

Después moveremos la rueda del aparato hasta la posición que dice DCV (tensión en Corriente Continua). I dentro de esa zona escogeremos el valor superior al que queremos medir (si no sabemos el valor que tendrá, empezamos por el más grande y vamos bajando). En nuestro caso como las baterías tienen 12 V, escogeremos el 20.

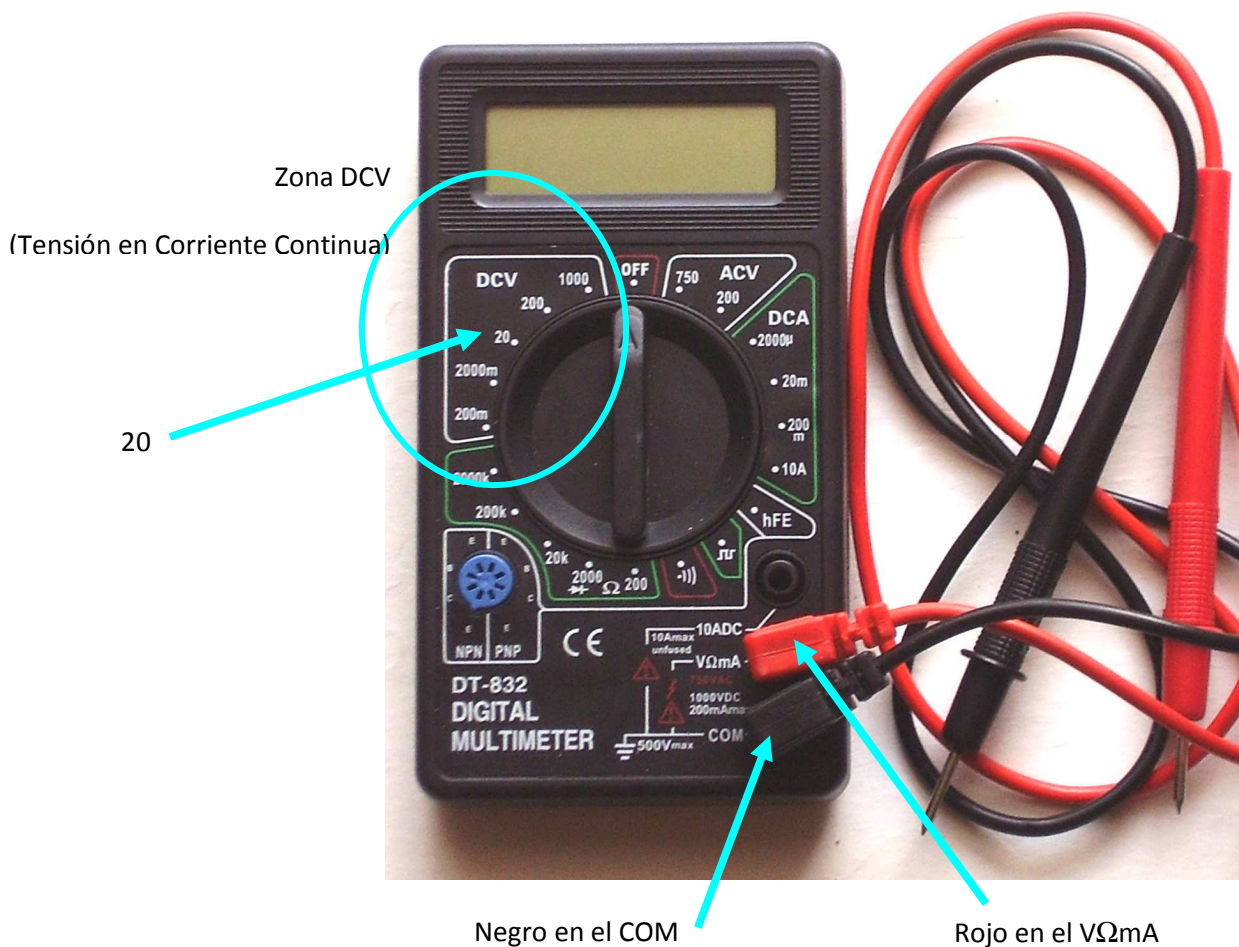


Figura 7.- Montaje Multímetro para medir Tensión en DC

Después pondremos la punta de metal de los cables en los bornes de la batería, el rojo en el positivo y el negro en el negativo como se indica en la figura 8 (si lo hacen al revés, no pasa nada verán que el valor que nos da la pantalla del multímetro es de -12 en lugar de los 12 que tiene que dar).

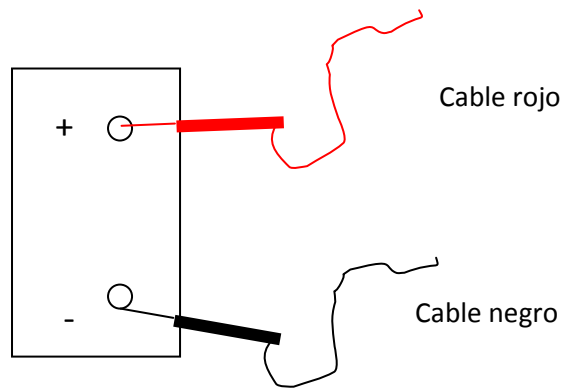


Figura 8.- Medición Tensión en las baterías.

L.4.2. Medir la tensión de la toma de corriente:

Al igual que en el caso anterior lo primero que nos debemos preguntar es qué característica queremos medir. En este caso queremos medir la **Tensión** y como se trata de la toma de corriente sabemos que será en corriente alterna **AC** de unos **110V**.

Entonces conectaremos los cables al multímetro como se dispone en la figura 9 (como queremos medir tensión será igual que en el caso anterior):

- **el negro** siempre se conecta al **COM**.
- **el rojo** lo conectaremos al que pone **VΩmA**, ya que queremos medir un a **Tensión V** (en voltios).

Después moveremos la rueda del aparato hasta la posición que dice ACV (tensión en Corriente Alterna). I dentro de esa zona escogeremos el valor superior al que queremos medir (si no sabemos el valor que tendrá, empezamos por el más grande y vamos bajando). En nuestro caso como la toma corriente es 110V, escogeremos el 200.

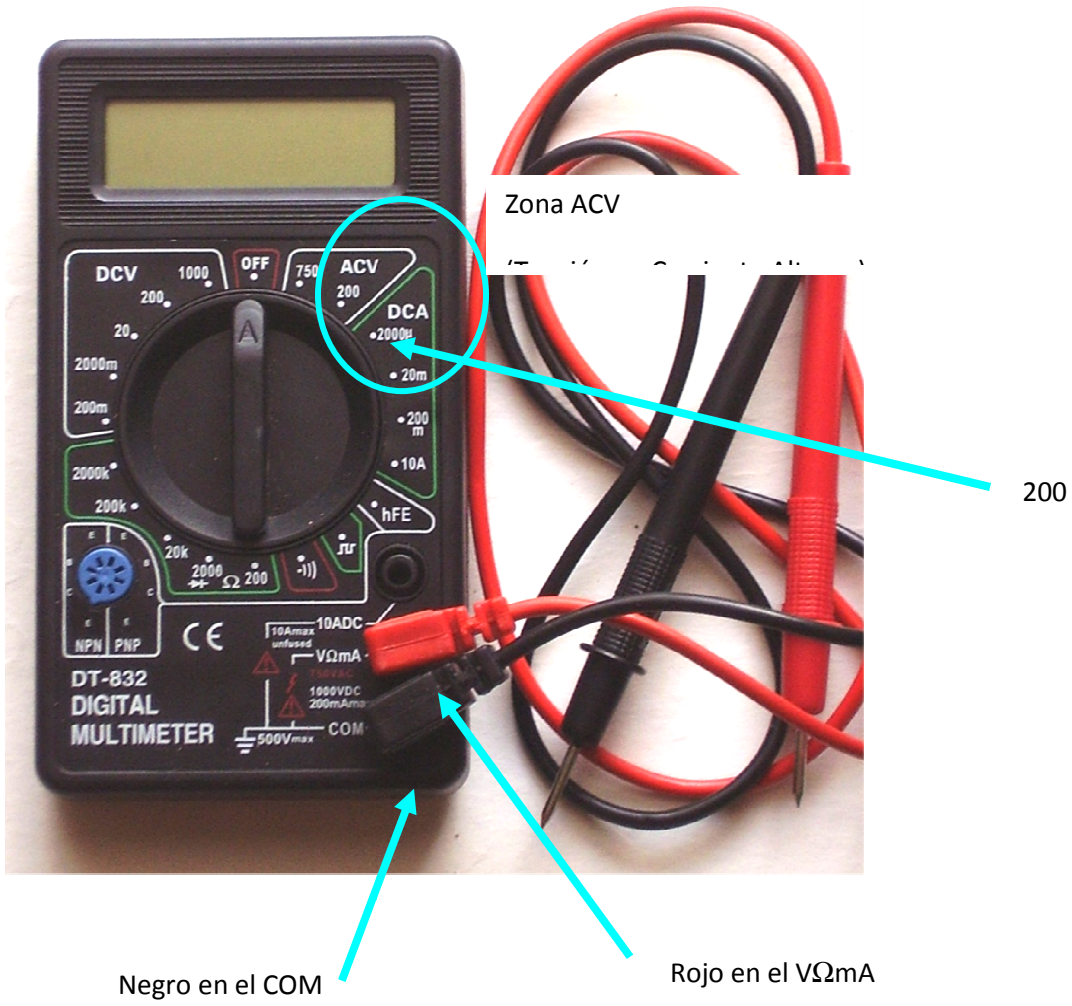


Figura 9.- Montaje Multímetro para medir Tensión en AC

Después pondremos la punta de metal de los cables en la toma de corriente como se indica en la figura 10. Como es AC no importa la polaridad y nos da igual si el rojo va a un sitio y el negro al otro o viceversa. En la pantalla del multímetro podremos ver (si el inversor está funcionando) 110.

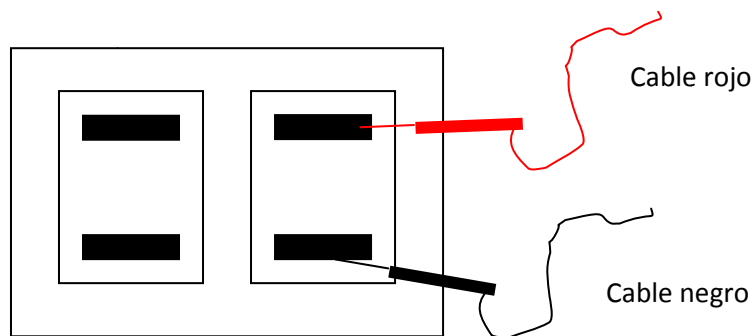


Figura 10.- Medición Tensión en la toma de corriente.

L.4.3 Medir la Intensidad que carga las Baterías:

En este caso queremos medir la **Intensidad** y como se trata de las baterías ya hemos dicho que funcionan con corriente continua **DC**. No sabemos que amperaje A tiene que dar ya que dependerá de si hay mucho sol o poco sol.

Entonces conectaremos los cables al multímetro como se dispone en la figura 11:

- **el negro** siempre se conecta al **COM**.
- **el rojo** lo conectaremos al que pone **10ADC**, ya que queremos medir un a **Intensidad** en Amperios (A) y puede ser grande (más de 0,001 A).

Después moveremos la rueda del aparato hasta la posición que dice DCA (Intensidad). I dentro de esa zona escogeremos el valor superior al que queremos medir (como no sabemos cuanto puede dar, empezaremos por el más grande 10A y vamos bajando). Si marca 0 o marca 1, escogeremos el de 200m.

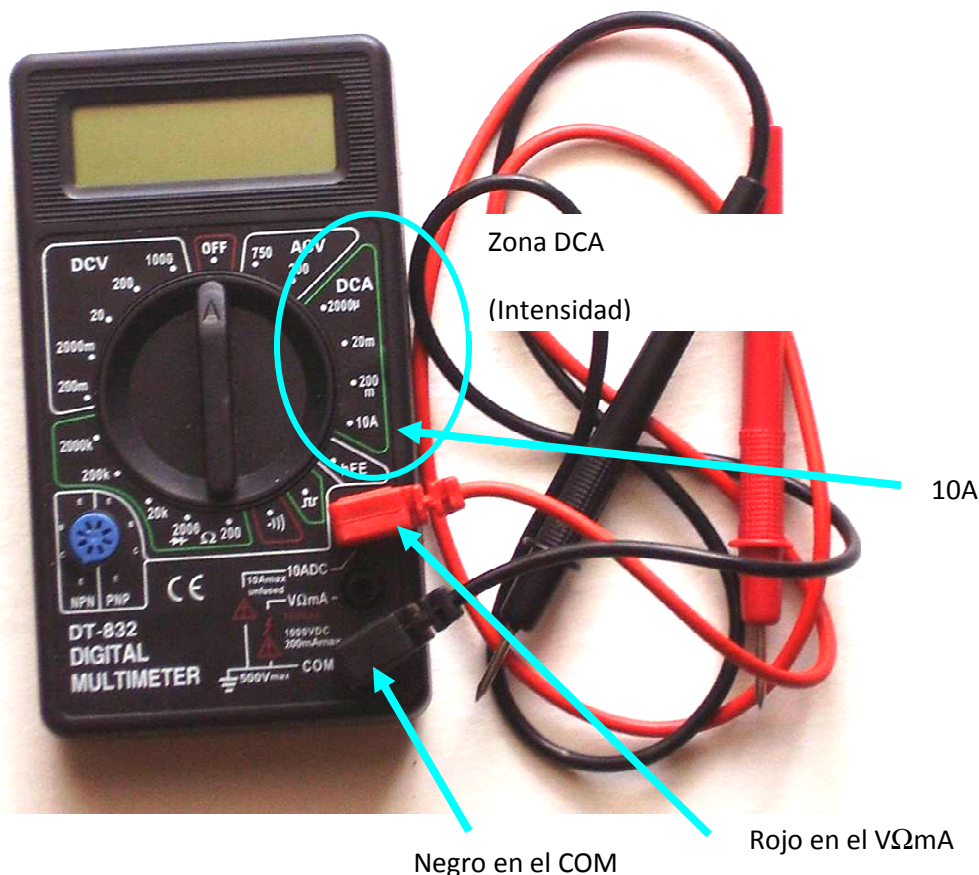


Figura 11.- Montaje Multímetro para medir Tensión en AC

Ahora debemos poner los cables a la batería para medir la intensidad, pero no podemos ponerlo como en el caso en que hemos medido la tensión ya que no funcionaría bien.

Para medir la intensidad hay que abrir el circuito y poner el multímetro entre medio. Para hacer eso desconectaremos una punta del cable que va de de la batería al regulador (por el lado del regulador es más fácil) y pondremos el cable rojo que toque el cable que hemos desconectado y el cable rojo que toque el sitio del regulador de donde hemos desconectado. De esa manera cerramos el circuito y podemos medir. Mirar la figura 12.

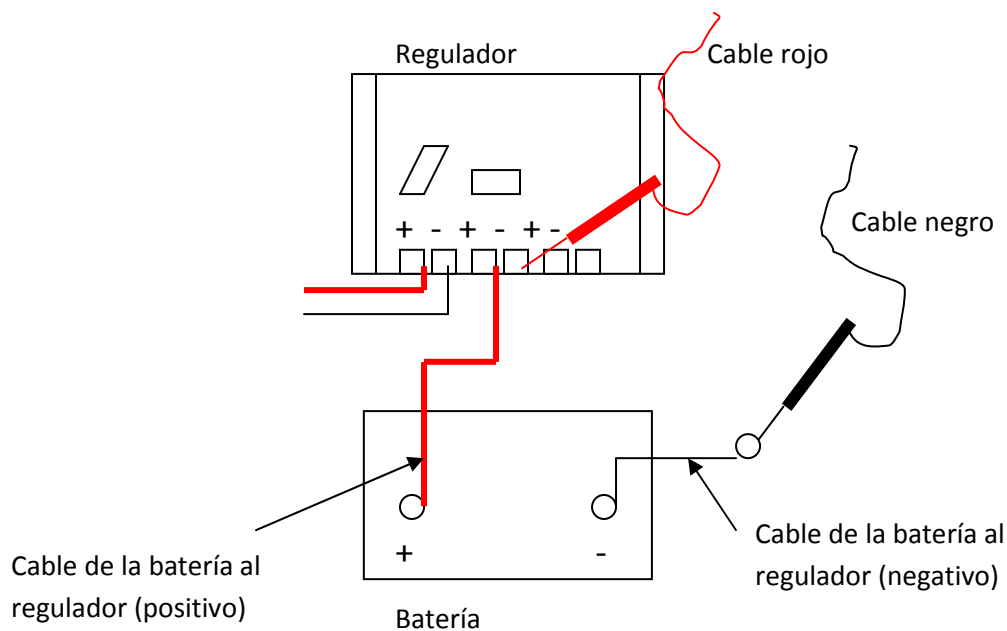


Figura 12.- Medición de la Intensidad de carga de las baterías.

L.4.4 Medir la resistencia de un Foco:

Ahora queremos medir otra característica que es la **Resistencia R**. En este caso no nos importa si se trata de corriente continua o alterna, ya que la resistencia depende del elemento (material, longitud y sección).

Entonces conectaremos los cables al multímetro como se dispone en la figura 13:

- **el negro** siempre se conecta al **COM**.
- **el rojo** lo conectaremos al que pone **VΩmA**, ya que queremos medir un a **Resistencia Ω** (en ohmios).

Después moveremos la rueda del aparato hasta la posición que dice Ω (resistencia). I dentro de esa zona escogeremos el valor superior al que queremos medir (como no lo sabemos,

empezamos por el más grande 2000K y vamos bajando hasta que nos marque un valor o hasta el más pequeño 200).

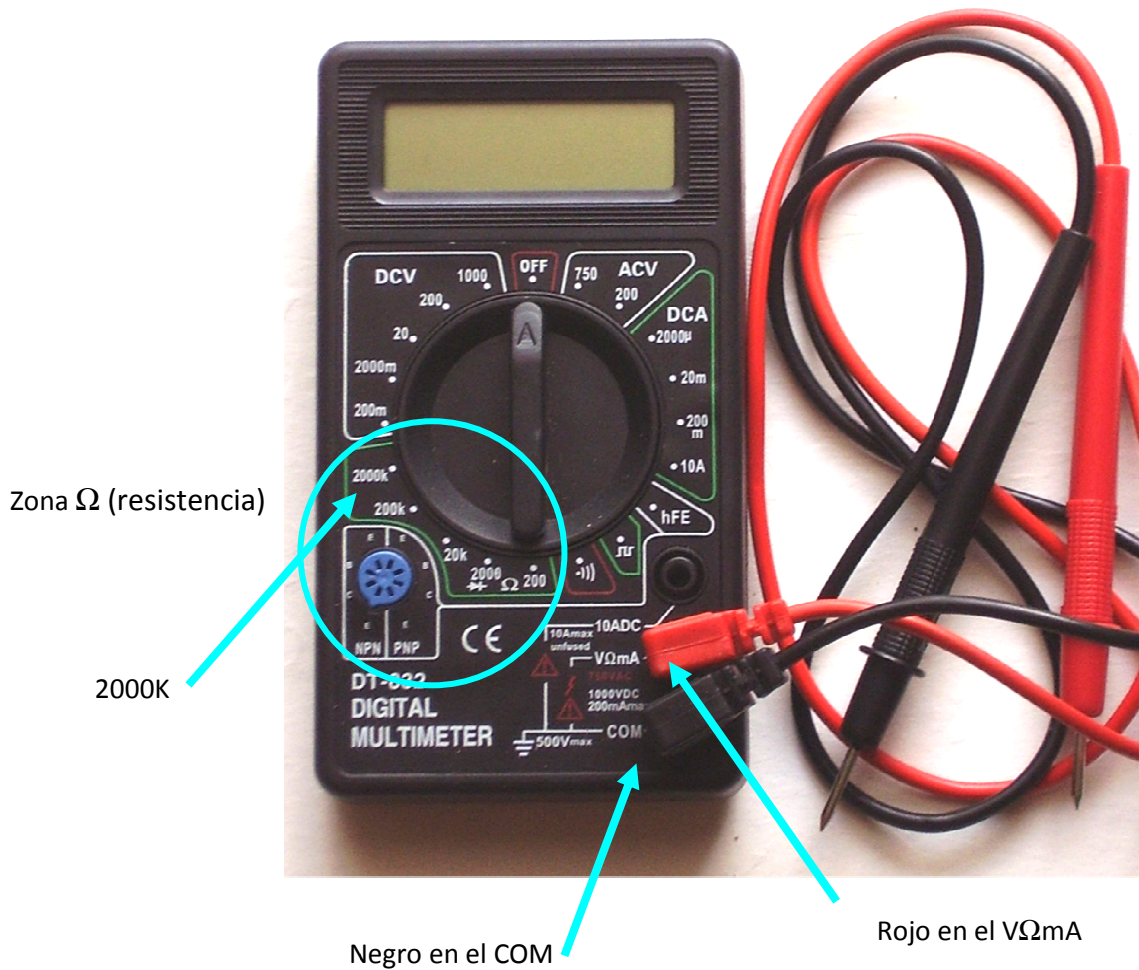


Figura 13.- Montaje Multímetro para medir resistencias

Después pondremos una punta de metal de los cables en la rosca del foco de ahorro y la otra punta en la parte metálica de abajo del foco, como se indica en la figura 14. El valor sera del orden de los 30-60 Ω .

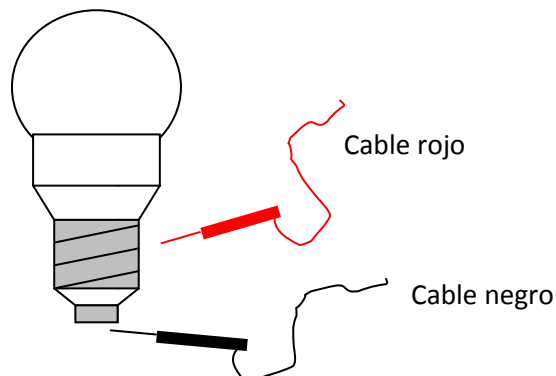


Figura 14.- Medición de la resistencia de un foco de ahorro.

L.5.- Componentes de la instalación Solar Fotovoltaica.

L.5.1 Funcionamiento y componentes:

La energía del Sol nos llega a través de su radiación.

Los paneles solares captan esa energía y la transforman en energía eléctrica. Esa electricidad pasa a través de los cables y llega hasta el regulador.

El regulador controla la energía y la deriva hacia las baterías.

Las baterías son las encargadas de almacenar la energía bajo forma de corriente eléctrica continua (12V DC). De las baterías esa energía puede ser repartida entre la radio (junto a los equipos que trabajan a 12 V DC) y el inversor (el cual es activado con el “breaker”).

El inversor, que transforma la corriente eléctrica de continua a alterna (110V AC), es el que alimentará a la carga.

La carga está formada por los focos de ahorro y a la toma de corriente (en la que se pueden enchufar los celulares, una grabadora, etc.)

L.5.2 Esquema de la instalación y conexiones eléctricas:

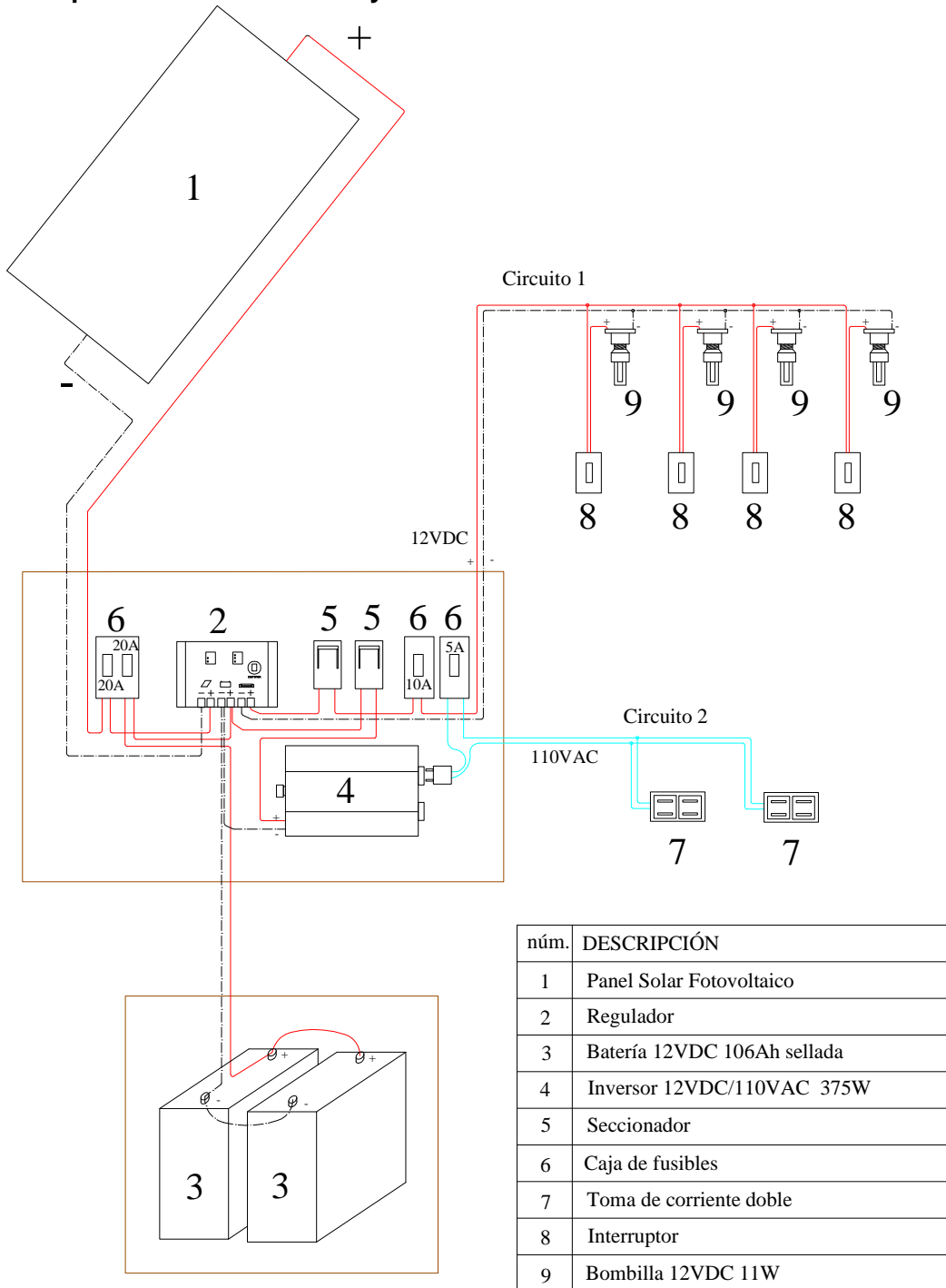


Figura 15.- Esquema de la Instalación Solar Fotovoltaica.

L.5.3 Los paneles Solares.

El Panel o módulo fotovoltaico está formado por un conjunto de células solares fotovoltaicas (son los hexágonos) que es donde se produce la transformación de energía solar a energía eléctrica. Estas células están unidas entre ellas eléctricamente y están encapsuladas para protegerlas de la humedad y de la corrosión, como se puede observar en la figura 16.



Figura 16.- Panel Solar montado en Atahualpa Fuente: ESF

Los paneles acostumbran a ser de Silicio en diferentes formas (monocristalino, policristalino o amorfo). Como funcionan en corriente continua tienen un borne positivo y un borne negativo en la parte posterior de los mismos (uno arriba y el otro abajo). Obsérvese figura 17.



Figura 17.- Borne positivo del Panel Solar Isofotón.

En el caso de nuestra instalación disponemos de dos paneles de 12VDC Isofotón I-100/12 de 100Wp. Estos están conectados entre ellos en paralelo, es decir que está conectado el positivo con el positivo y el negativo con el negativo entre los dos paneles, y después el

gemelo esta conectado con el positivo un cable y con el negativo con el otro. Ver figura 18. De esta manera la tensión a la entrada del regulador es 12VDC y la corriente que genera cada panel se suma.

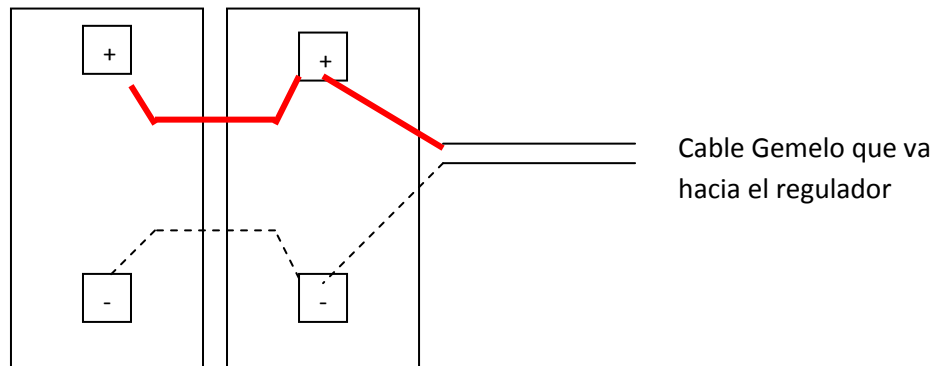


Figura 18.- Montaje de los paneles en paralelo.

Como el panel transforma la energía que proviene del sol, y no siempre hace el mismo sol (cuando se nubla tenemos menos radiación que cuando hay un sol fuerte), los paneles nos darán una tensión y un corriente variable.

Parámetros del panel:

Los principales parámetros que usaremos para comprobar el panel son:

1- **Corriente de cortocircuito I_{sc} .** Es la máxima corriente que proporciona el panel y corresponde a la que se entrega cuando se conectan los dos bornes. En el caso de nuestros paneles de cada uno sería 6,54 A.

Para medirla conectaríamos el multímetro en la posición de medir Intensidad en corriente continua (10A) y con el panel desconectado del regulador tocaríamos los dos cables (el positivo con el positivo del panel i el negativo con el negativo del panel). Véase figura 19.

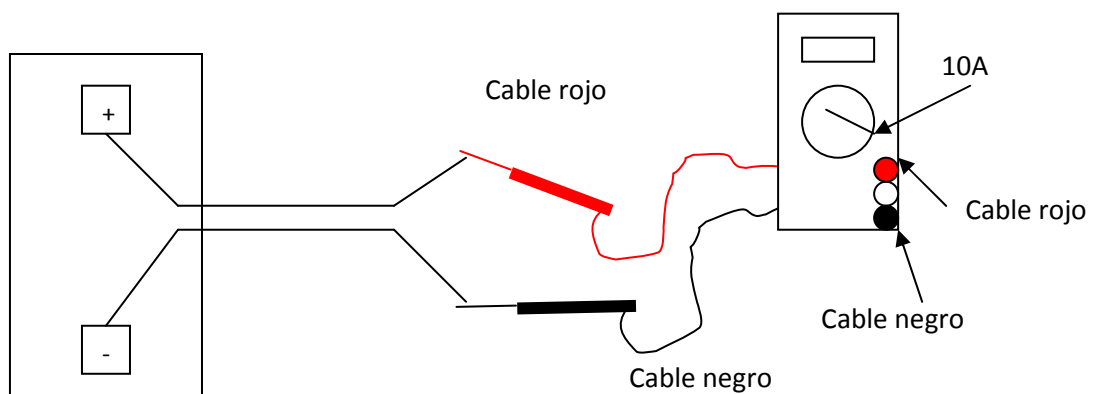


Figura 19.- Medición Intensidad de Cortocircuito I_{sc} del Panel.

Nota 1.- No realizar esta medida con los dos paneles conectados entre ellos ya que podría dar una intensidad de $6,54 + 6,54 = 13,08\text{A}$ y el multímetro no puede medir más de 10 A sin dañar el fusible interno que lleva.

Nota 2.- En la placa de características el valor de la Intensidad de cortocircuito es lo que se llama en inglés *Short Circuit Current* (véase figura 20).

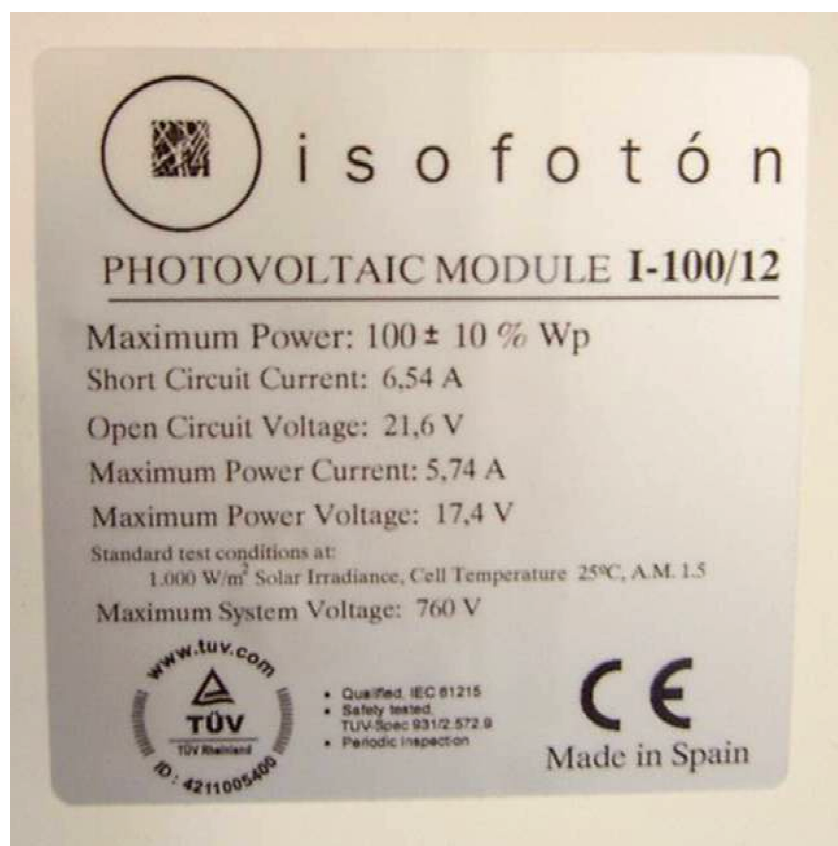


Figura 20.- Placa característica del Panel Solar Isofotón

2- **Tensión de Circuito Abierto V_{oc} .** Es la máxima tensión que puede dar el panel cuando no está conectado a nada (bornes al aire). En el caso de nuestro panel es de 21,6V.

Para medirla pondremos el multímetro en la posición de medir tensión en corriente continua, empezaremos en 200 (si sale menor a 20V, podremos la rodela a 20) y la mediremos con el panel desconectado del regulador. tocando los dos cables (el positivo con el positivo del panel i el negativo con el negativo del panel). Véase figura 21.

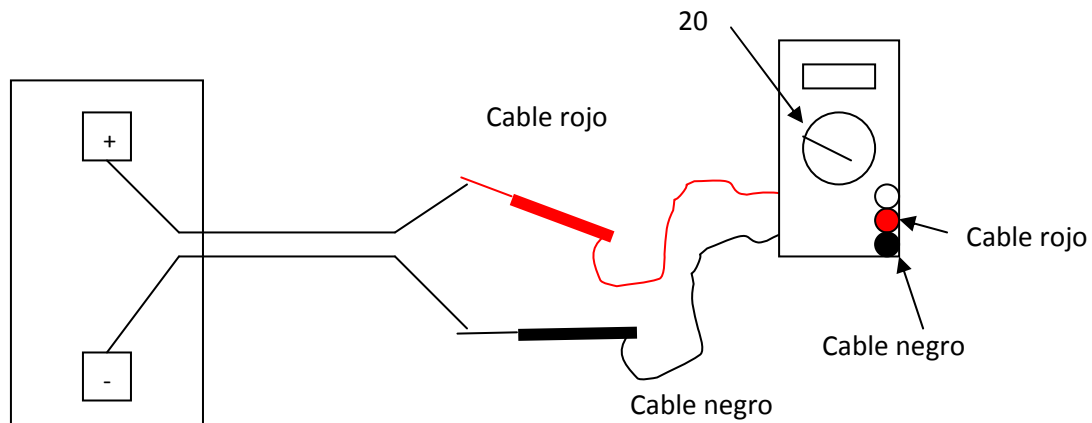


Figura 21.- Medición Tensión de Circuito Abierto Voc del Panel.

Detección de fallos:

Para saber si un panel funciona correctamente, lo desconectaremos del regulador y tomaremos la medida de la corriente de cortocircuito (V_{oc}) y la Tensión de Circuito abierto (I_{sc}) tal y como hemos explicado. Eso lo debemos hacer en un momento en que haya bastante radiación y si el valor que nos da se parece al característico (el que indica la placa del panel) entonces es que el panel funciona correctamente.

Montaje:

Para el montaje, además de tener en cuenta la polaridad al momento de realizar las conexiones eléctricas, montaremos los paneles sobre un marco de madera de unos 8 cm de grosor con el objetivo que no toque directamente sobre el tejado (ya que se calentaría el panel y cuando aumenta la temperatura baja su rendimiento, no trabaja tan bien). Así mismo tendremos en cuenta que quede bien sujeto dicho marco al tejado ya que si se desprenden por culpa del viento se podrían dañar.

Otra consideración a tener en cuenta a la hora de montar los paneles es que interesará que capturen el máximo de radiación posible, y para hacerlo, en Ecuador, hay que ubicarlos lo mas planos posible (con unos 5° de inclinación para evitar que la lluvia los encharque). Si los ubicamos por ejemplo a 30° respecto a la horizontal hacia el Norte, nos generará buena energía en verano pero en invierno casi no generará energía ya que en invierno el sol viene del sur (por ese motivo si los ponemos planos, todo el año obtendremos energía).

Consideraciones de mantenimiento y cuidado:

- Lavar periódicamente el panel, una vez al mes, con un trapo húmedo para sacar la suciedad y luego secar con un trapo seco (la suciedad no permite captar la energía del sol y no obtendríamos electricidad).
- No usar para limpiarlo cepillos metálicos, ni productos abrasivos, ni químicos ya que podrían dañar la superficie del panel (si se ralla genera menos energía).
- No jugar con pelotas ni arrojar piedras al panel (se podría dañar).
- Asegurar que los alambres que sujetan el panel al tejado están en buen estado (si se oxidan cambiarlos por otros nuevos).
- Evitar que nada haga sombra a los paneles (ni árboles, ni suciedad, ni hojas, etc). Si no le toca el sol no obtendremos electricidad.
- Si hay que mover el panel de lugar (para cambiar el techo por ejemplo), desconectarlo del regulador, encintar los bornes con tipe (cinta aislante, ya que mientras le toque el sol generaran corriente), y luego desmontarlos con cuidado para que no se dañen. Cuando haya que volver a montarlos tener en cuenta las recomendaciones del apartado anterior y la polaridad.
- Cada 6 meses medir los parámetros característicos en un momento de máxima irradiación solar.

Coste y durabilidad:

Los paneles Solares si se cuidan pueden durar más de 25 años y eso hace que aunque tengan un coste inicial muy elevado se amortizan bien.

El coste de un panel dependerá de la potencia, pero como valor aproximado un panel de 100Wp como el instalado vale unos 700\$.

L.5.4 El regulador.

El Voltaje de las Baterías va variando según su estado de carga aunque normalmente estará alrededor de 12VDC.

El regulador impide la entrada o salida de corriente de la batería cuando hay una sobrecarga o cuando pueda haber una descarga excesiva de las baterías. El regulador por tanto se encarga de cuidar las baterías para aumentar su durabilidad. Véase figura 22.

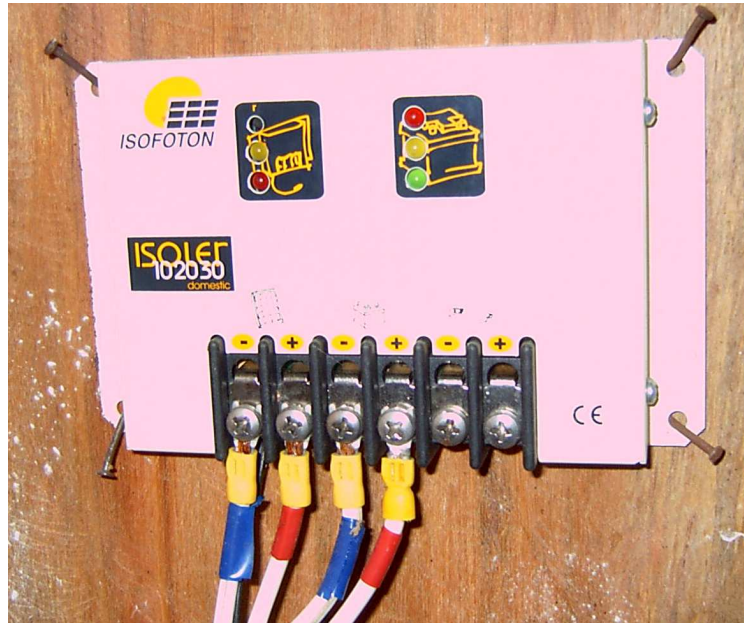


Figura 22.- Regulador ISOLER

Así mismo cabe destacar que el comportamiento de las baterías varía en función de la temperatura. Esa variación ya la compensa automáticamente este tipo de regulador ya que lleva incorporada una sonda de temperatura (si se fijan dispone de un cable negro que sale de la parte baja trasera del mismo, ese cable es la sonda de temperatura).

Parámetros del regulador:

El regulador instalado para este sistema Solar FV es un Isofotón ISOLER 20A el cual trabaja automáticamente a 12VDC (es el nuestro caso) o 24VDC en otro tipo de instalaciones. Es importante destacar que es el modelo 20A debido a que puede soportar una corriente máximo (**intensidad máxima**) de 20A. Para saber si es un buen valor hay que sumar la intensidad máxima que pueden dar los paneles (2 paneles con I_{sc} de 6,54A = 13,08^a) y como exigiremos que sea superior en un 20% del máximo ($13,08 \times 1,2 = 15,7A$). Podemos ver que 20A es superior a 15,7A por tanto sería correcto (no sería correcto usar el ISOLER 10A).

Detección de fallos:

El propio regulador dispone de un multímetro interno que nos indica cuando hay una falla en el sistema (se prende el indicador rojo del dibujo del regulador; en ese caso consultar el manual del regulador que está en el anexo del final del dossier para saber que falla se ha

producido) y nos indica también de manera aproximada el estado de la carga de las baterías (se prende el indicador del dibujo de las baterías; rojo si están muy descargadas, amarillo si están a media carga y verde si están casi llenas). Ver ubicación de los indicadores en la figura 23.

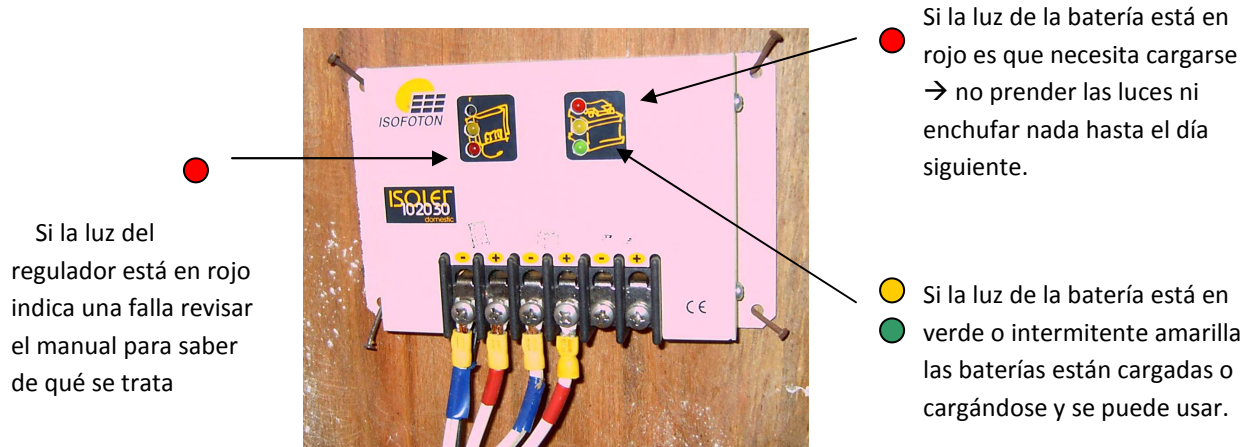


Figura 23.- Indicadores de fallas del Regulador Isofotón

Montaje:

Para el montaje, además de tener en cuenta la polaridad al momento de realizar las conexiones eléctricas, veremos que hay tres conjuntos de dos conexiones (con un dibujo encima que indica que se puede conectar). Así en las dos primeras conexiones son para los paneles, el segundo par de conexiones es para las baterías y el tercer par de conexiones sería para conectar un consumo que trabaje en 12VDC (por eso tiene dibujado una luz de tubo fluorescente).

Nota1.- no conectaremos el inversor en esa salida porque el mismo inversor ya tiene una protección de sobredescarga y por ese motivo lo conectaremos directamente a las baterías. Si el inversor no tuviera dicha protección lo conectaríamos a ese tercer par de conexiones.

El regulador lo montaremos dentro de la caja de madera cerrada para evitar que nadie pueda manipularlo o tocar las conexiones y hacerse daño. Además dentro de la caja es mas difícil que se moje.

Consideraciones de mantenimiento y cuidado:

- No sacar ni mover el regulador del sitio (se podrían dañar las baterías).
- Tener cuidado que no se moje (se podría dañar el regulador).

- Este modelo dispone de fusible interior pero no manipularlo. Si se daña hay que desconectar primero los paneles, después las baterías y reemplazarlo por uno nuevo.
- Revisar las conexiones semestralmente (un mal contacto de los cables podría hacer que el sistema no cargara correctamente)

Coste y durabilidad:

El regulador es un elemento que si se cuida tiene una durabilidad grande (no tanto como los paneles pero si suficiente como para no tener que pensar en cambiarlo a los pocos años.

El coste aproximado de un regulador como el de la instalación es de unos 100\$.

L.5.5 Las Baterías.

Las baterías son los elementos encargados de almacenar la energía que se recoge durante el día con el fin de poder usarla cuando se necesite (día o noche). Para realizar ese almacenamiento, dentro de las baterías hay unos componentes químicos que reaccionan de manera que permiten cargarse y descargarse.

Existen diferentes tecnologías de baterías (plomo-ácido, Níquel-Cadmio). Las que hemos instalado son selladas libres de mantenimiento, véase figura 24. Eso quiere decir que a diferencia de las de plomo-ácido, no necesitan que se les añada de forma periódica agua.



Figura 24.- Batería Sellada con tecnología AGM de Duncan

Cada día la batería se carga con la energía del sol y se descarga cuando usamos la instalación. Esas cargas y descargas cíclicas hacen que se produzcan las reacciones químicas y la batería se va dañando con el paso del tiempo. Cabe destacar que si se tiene la batería cargada sin usar también se daña, es decir que lo importante es hacer un uso aceptable evitando las excesivas descargas profundas o sobrecargas que pueden dañarla (por ese motivo el regulador es tan importante).

El número de baterías a poner está en función de los días sin sol (en los que no se cargan las baterías y en los que tenemos que hacer uso del Sistema Solar) que estemos dispuestos a aguantar. En nuestro caso hay dos baterías Duncan de 90Ah y 12VDC conectadas en paralelo ya que se ha calculado que el sistema pueda aguantar 2 días sin radiación Solar.

Parámetros de las Baterías:

Los principales parámetros que usaremos para comprobar el estado de las baterías son:

La **capacidad nominal** C_{Nbat} . Es la capacidad de almacenamiento de la batería. Normalmente se mide en Ah (Amperios-hora) o en Wh (vatios-hora). Cuantos más Ah tenga la batería, más energía podrá almacenar. En nuestro caso pueden almacenar 90Ah cada una y como trabajan a 12V, $P=VI = 12V \cdot 90Ah = 1080 \text{ Wh}$ y como tenemos 2 baterías, la capacidad nominal que tenemos sería 2160Wh.

La **profundidad de descarga**. Es el porcentaje que permitimos que se descargue una batería para evitar descargarla del todo y que se dañe. Los reguladores normalmente no permiten descargar más de un 65-70% de la batería.

La **capacidad útil** C_{UBat} . Sería la capacidad que realmente podemos usar en nuestro sistema. Se calcula multiplicando la capacidad nominal por la profundidad de descarga en tanto por uno. $C_{UBat} = C_{Nbat} \times 0,65 = 2160 \times 0,65 = 1404 \text{ Wh}$ (esa es la energía de la cual podemos disponer realmente).

Las **baterías estarían sobrecargadas** (el regulador no permitiría la entrada de corriente en ellas) si se supera aproximadamente los 15V.

Del mismo modo las **baterías** se puede considerar que están **descargadas** cuando se está alrededor de los 11,5V. Si las baterías disminuyen por debajo de los 8,4 V quiere decir que están dañadas (si está por debajo de 9, hay que cargarlas y ver su respuesta).

Detección de fallos y estado de la batería:

Para saber el estado de la batería debemos **Medir la Tensión en las baterías (VDC)**. Podemos también mirar los indicadores del regulador pero a veces son poco precisos. Si queremos saber en que estado están lo mejor es tomar la medida de la tensión en los bornes de la misma.

Para hacerlo pondremos el multímetro en la posición de medir tensión en corriente continua, empezaremos en 20 (ya que el valor será inferior a 15V) y la mediremos directamente tocando los dos cables (el positivo con el positivo del panel i el negativo con el negativo del panel) tal y como se indica en la figura 25.

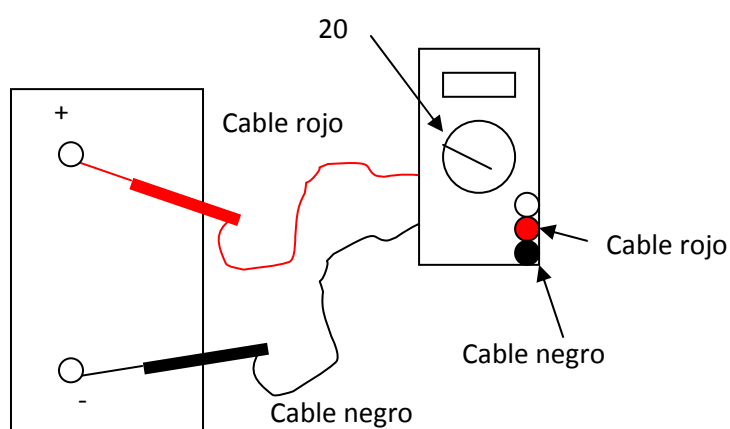


Figura 25.- Medición Tensión de las baterías.

En función del valor que nos de sabremos si está bien cargada, un poco por encima de los 12V, si está descargada (por debajo de los 11,5V) o si está dañada (por debajo de los 8,4V)

Montaje:

Como las baterías funcionan a 12 V DC (corriente continua) tienen borne positivo y borne negativo, y hay que tener en cuenta la polaridad en el momento de hacer las conexiones entre ellas o con el resto de los equipos.

Como queremos tener 12V a los bornes del regulador y del inversor, conectaremos las baterías en paralelo como en la figura 26 (positivo con positivo y negativo con negativo).

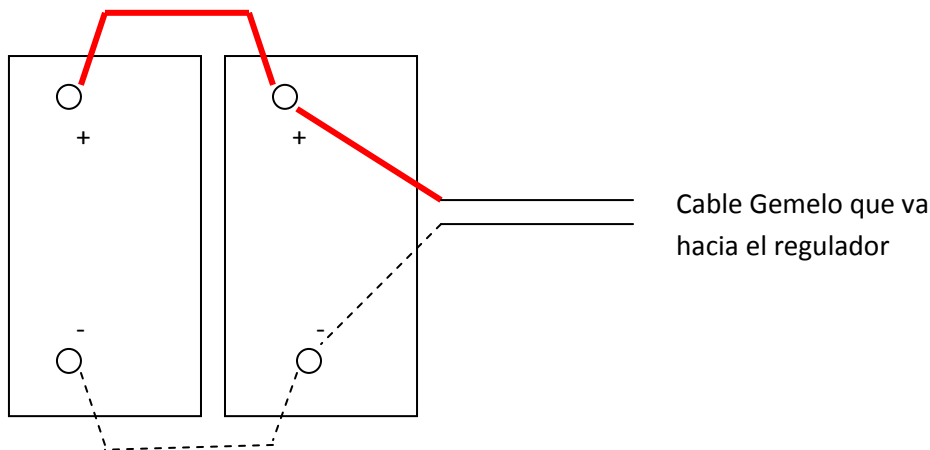


Figura 26.- Montaje de las baterías en paralelo.

Las baterías también las montaremos dentro de la caja de madera cerrada para evitar que nadie pueda manipularlas, tocar las conexiones o hacerse daño. Además dentro de la caja es más difícil que se mojen.

Consideraciones de mantenimiento y cuidado:

- Mantener las baterías fuera del alcance de los niños (MUCHO CUIDADO – Peligro de accidente)
- No sentarse ni colocar objetos encima de las baterías (peligro cortocircuito)
- No desconectar las baterías (sin ellas se daña el regulador y el inversor). Si hay que cambiar una batería porque se ha dañado, desconectar en primer lugar el panel solar del regulador (poniéndole cinta aislante en las puntas de los cables), desconectar luego las baterías del regulador y finalmente sacar la batería que se quiere reemplazar. Cuando se quiera volver a montar empezar por las baterías al regulador y finalmente conectar los paneles al regulador.
- Limpiar periódicamente los bornes de la batería (aplicar grasa en los bornes y terminales para que no se oxiden) y el polvo que pueda contener
- no enchufar elementos en paralelo o directamente a la batería excepto aquellos que sabemos que tienen una protección contra descargas profundas (como el caso del inversor). Si no sabemos si tiene esa protección o lo consultamos o se conecta el elemento a través del tercer par de conexiones del regulador.
- comprobar periódicamente el voltaje con un multímetro, para ver si está sobrecargada o descargada (con el regulador se puede saber, pero con el multímetro podemos precisar mejor el estado de las mismas)

- Si cambian las baterías de sitio, que este esté ventilado (nunca ubicarlas en un dormitorio que esté cerrado ya que desprenden vapores nocivos) y nunca dejarlas a la intemperie (por seguridad y para evitar que se mojen).
- Si están dañadas, no botarlas, llevarlas a un sitio especializado para recogerlas o reciclarlas ya que son muy contaminantes.

Si algún día tienen baterías de plomo-ácido:

- añadir periódicamente agua destilada hasta el nivel indicado.
- Para añadirla utilizar un embudo para evitar mojar toda la batería.
- Tener cuidado de no tocar el ácido que tienen en su interior (se podrían dañar).
- Si están dañadas, no botarlas, llevarlas a un sitio especializado para recogerlas ya que son muy contaminantes.

Coste y durabilidad:

Las Baterías tienen una durabilidad entre 2 y 4 años en función del uso que se les dé. Es importante tenerlo en cuenta ya que acostumbra a ser de lo primero que hay que reemplazar en este tipo de sistemas. Aun así es mas económico reemplazar las baterías cada tres años que tener que poner diesel en una planta.

El coste de las baterías varía mucho en función del tipo. Las que hemos instalado, selladas de 90Ah, tienen un coste aproximado de unos 170\$ cada una.

Las Baterías de carro son más baratas pero a veces no se adecuan tanto al tipo de descarga del Sistema Solar, duran entre 1 y 3 años y muchas veces tienen menos capacidad (Ah) que las selladas. Aún así pueden usarse sin más problema.

L.5.6 El inversor.

El inversor o convertidor DC/AC es el elemento que transforma la electricidad que proviene de las baterías (12V DC corriente continua) a la electricidad que necesitan los electrodomésticos o las bombillas comunes (110 V AC corriente alterna).

El inversor tiene una entrada en 12V corriente continua y por tanto hay que tener en cuenta la polaridad en esa entrada (el cable que sale por la izquierda es la entrada en corriente continua y dispone de un cable gemelo que diferencia el positivo (con color rojo y negro) del negativo (solo negro).

La salida del mismo se da por la derecha del inversor donde tiene dos tomas de corriente. Aquí la electricidad que obtenemos ya es a 110VAC. Véase figura 27.

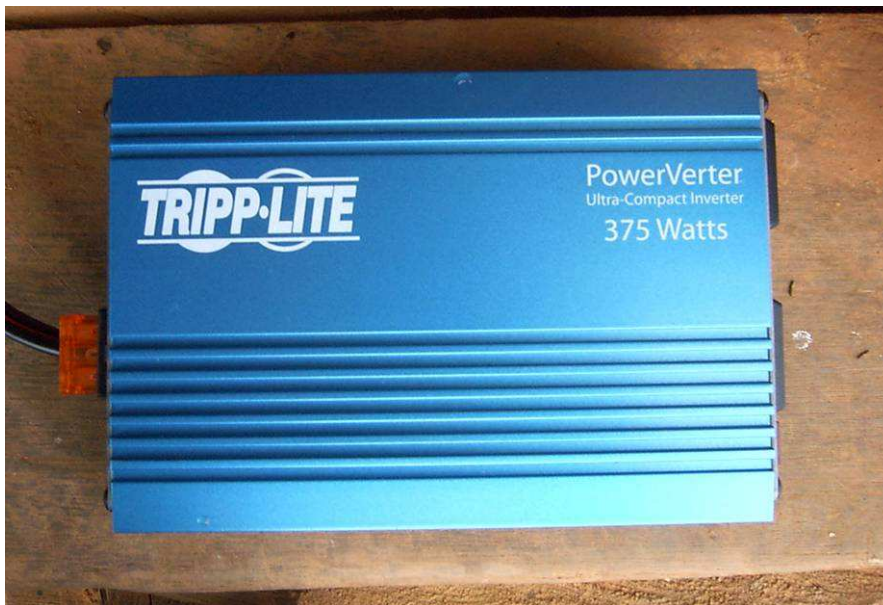


Figura 27.- Inversor Tripplite 375W 12VDC/110VAC

También cabe destacar que en la parte izquierda el inversor dispone de un fusible de seguridad para sobretensiones que puedan venir de la batería, véase figura 28. En caso de dañarse, cambiarlo por otro igual (son fusibles de carro de 40A o inferiores, nunca poner uno de más de 40A ya que podrían dañar el inversor).

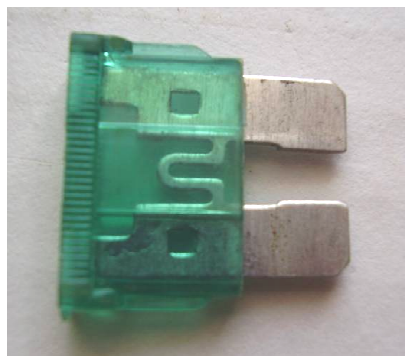


Figura 28.- Fusible de 40A para el Inversor Tripplite 375

En la parte derecha del inversor hay el interruptor para ponerlo en funcionamiento. Ese interruptor tiene una bombilla interna que nos indica cuando el inversor está en marcha aunque se puede saber que está en marcha por el sonido que emite el ventilador que lo refrigera (se puede ver este en la parte izquierda del inversor).

Parámetros del Inversor:

Los principales parámetros que tendremos en cuenta en el inversor son:

La **Potencia nominal de Salida**. Es la que nos limita que aparatos podemos conectar en la instalación. En nuestro caso el inversor es de 375W y por ese motivo no podemos enchufar ningún conjunto de aparatos que supere dicho valor. Existen pero otros modelos de inversores (incluso de la misma gama triplite, ver el catalogo en el anexo al final del documento) que pueden tener más o menos potencia. Esa característica siempre la da el fabricante en sus catálogos.

La **Potencia Máxima**. Hay algunos aparatos que para ponerse en marcha necesitan de mucha potencia y que al cabo de menos de un segundo consumen menos de 375W. En ese caso hay que saber cual es la potencia máxima de salida del inversor para ver si podrá poner en marcha dicho aparato. En el caso del Triplite 375 la Potencia Máxima de Salida es de 600W en un corto período de tiempo (menos de un segundo). Esa potencia durante ese corto tiempo nos permite que cualquier aparato de menos de 375W pueda ponerse en marcha. Esa característica también la acostumbra a dar el fabricante en sus catálogos.

La **protección contra descargas**. Esta característica que también debe figurar en el catalogo del fabricante nos indica si podemos conectar directamente el inversor a la batería (en caso que tenga dicha protección) o si debemos ponerlo en el tercer par de conexiones del regulador (el del dibujo de una luz de tubo fluorescente). En el caso de nuestro inversor dispone de esa protección (en el catalogo dice “Low battery alarm” y dice que en caso de batería baja hace un sonido e incluso puede apagar el inversor).

La **protección contra sobrepotencia**. Esta característica que también debe figurar en el catalogo del fabricante. Algunos inversores disponen de elementos que los protegen de sobreconsumo (si enchufamos aparatos de más de la potencia nominal de salida). En el caso del inversor triplite dispone de una alarma de sobreconsumo (hace un pitido). En caso de hacer dicho pitido debes apagar el inversor o desenchufar el aparato. De todas maneras esa protección no es muy fiable ya que si se enchufa un aparato de mucho consumo se puede dañar el inversor antes de emitir el pitido. Hay que vigilar que se enchufa antes de hacerlo.

Hay otro tipo de inversores que si tienen protecciones para sobreconsumos.

Detección de fallos:

La detección de fallos en el inversor nos la dará el mismo inversor.

1.- Si cuando damos al “breaker” este no funciona, debemos analizar el porqué.

- En primer lugar ver si está encendido (interruptor de la parte derecha del inversor). Si esta apagado, una vez sabemos que no hay nada de más de 375W conectado lo prendemos.
- Si no esta apagado, lo apagamos, apagamos el “breaker” y revisamos que no haya ningún aparato de más de 375W conectado. Si no es así revisamos las conexiones que estén correctamente (cuidado con la polaridad).
- Si las conexiones están bien, revisar el estado de carga de las baterías (con el multímetro medir la tensión en Corriente continua VDC) ya que si están descargadas no se pondrá en marcha por la protección interna.
- Si las baterías están bien mirar si el fusible está dañado (se saca el fusible con unos alicates y se mira si el metal que hay entre las dos patas está entero o partido).
- Si las conexiones están bien, el fusible también, las baterías cargadas y no hay nada de más de 375W conectado, encender el breaker y encender y apagar rápidamente tres o cuatro veces el interruptor del inversor dejándolo en la posición de activado (I ; 0 es desactivado).
- Si aun así no funciona avisar al técnico y desmontarlo si ese lo requiere (para desmotarlo, hacerlo siempre con el breaker apagado).

2.- Si está funcionando y hace unos pitidos:

- Apagarlo y mirar si hay algún aparato de más de 375W (ya sea uno solo o ya sea la suma de la potencia de todos los que estén funcionando en ese momento).
- Si no hay ninguno, comprobar que las baterías no estén descargadas (con el multímetro).

Montaje:

Al igual que el regulador o las baterías, ubicaremos el inversor dentro de la caja de madera para protegerlo.

A la hora de montarlo, como hemos dicho, el inversor tiene un cable que se conectará a 12VDC. Como se trata de corriente continua hay que vigilar con la polaridad (el cable rojo y negro es el positivo y el cable sólo negro es el negativo). Lo que haremos será sacar un cable del positivo de las baterías y lo conectaremos a uno de los bornes del “breaker”. El otro cable del mismo gemelo lo conectaremos por un lado al otro borne del “breaker” y por el otro lado lo conectaremos al positivo del inversor. Después sacaremos otro cable que conectaremos al negativo del inversor por un extremo y al negativo de las baterías por el otro extremo. Ver esquema figura 29.

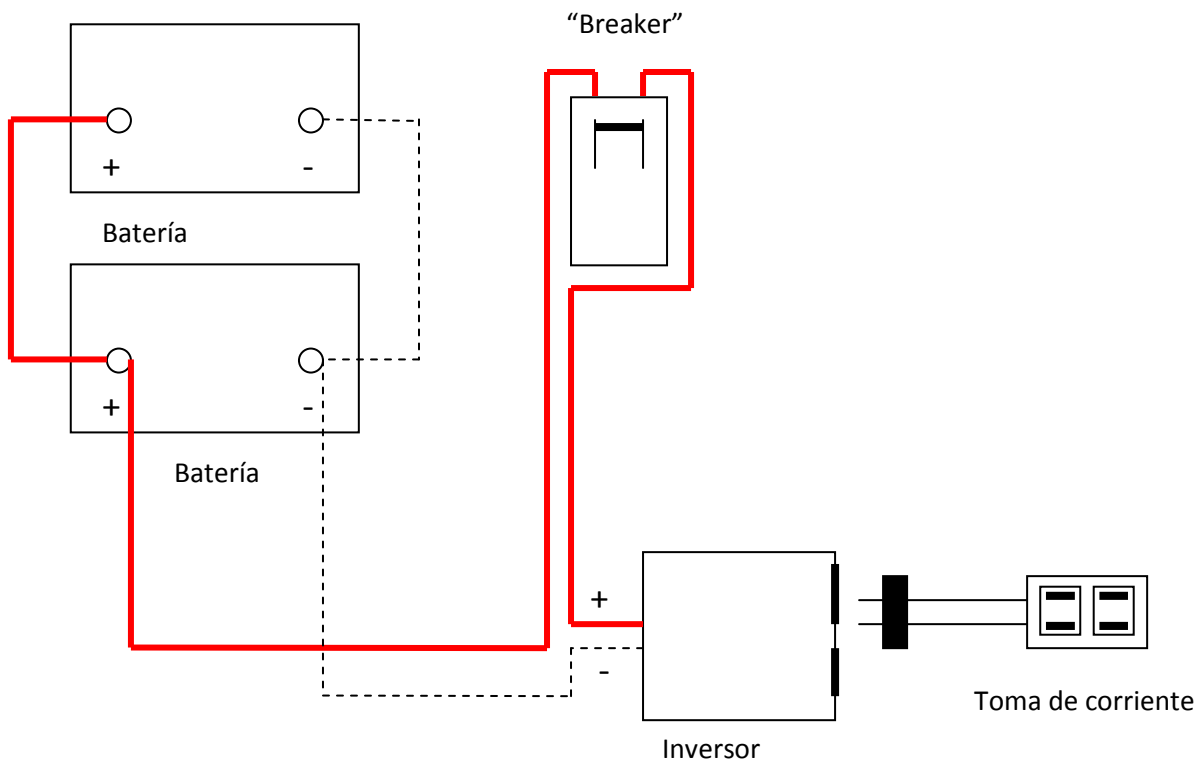


Figura 29.- Montaje del Inversor a las baterías y a la carga.

Para poder conectar la carga (la toma de corriente o los focos) al inversor usaremos una toma de corriente macho a la que pondremos el gemelo que irá a la carga. En este caso como la salida del inversor es 110V AC (corriente Alterna) no tendremos en cuenta la polaridad.

Consideraciones de mantenimiento y cuidado:

- No tocar las conexiones (Peligro de accidente).
- Tener cuidado que no se moje (por eso se ubica dentro de la caja de madera).
- Evitar que los insectos puedan entrar en su interior (podría sobrecalentarse o cortocircuitarse y dañarse). Para evitarlo poner un poco de insecticida (a ser posible natural) de manera periódica.
- No enchufar elementos que superen su potencia máxima (pitará o se dañará el inversor).

- Apagarlo siempre que no se vaya a usar la instalación (el inversor consume un poco de energía aunque no haya nada enchufado, por eso siempre se debe apagar cuando no se use).
- Si está funcionando mucho tiempo seguido puede que se apague por exceso de temperatura. En ese caso dejarlo enfriar un rato antes de volverlo a enchufar.
- Comprobar que el ventilador funciona (se puede comprobar fácilmente con el sonido). Si está funcionando el inversor y no se escucha el ventilador, apagarlo ya que se puede dañar. Comprobar si está bloqueado por algún bicho o polvo etc. Si no lo está prenderlo de nuevo y si aun no se pone en marcha apagarlo y avisar a un técnico (cambiar el ventilador puede costar 10\$, no cambiarlo y dañar el inversor costará más de 100\$).
- Si hay que mover el inversor, cambiarle el fusible, limpiarlo o manipularlo en general, hacerlo siempre con el “breacker” cerrado.
- Si el inversor se apaga o no prende, revisar lo que se explica en el apartado de detección de fallos de este documento.

Coste y durabilidad:

El inversor es electrónico y como tal es sensible a cortocircuitos, cambios de temperatura, sobrecalentamientos, exceso de consumo, etc. Si tiene un buen uso la durabilidad puede ser de unos 4 años, pero como hemos dicho es un aparato muy sensible y que muchas veces hay que cambiarlo cada cierto tiempo ya que se daña (junto con las baterías son los elementos que mas veces hay que reponer).

El coste dependerá de la potencia del inversor, de la marca, etc. En el caso del inversor instalado, Tripplite 375, el coste está alrededor de los 140\$.

L.5.7 Los Cables

Los cables son los elementos encargados de transportar la energía eléctrica. Como tiene esa función no pueden ser de cualquier grosor (al igual que comentábamos con el agua, los cables serían los tubos, si queremos transportar mucha agua necesitaremos un cable mas grueso). Por ese motivo diferenciaremos tres tramos de trabajo:

- El tramo que va de los paneles al regulador (que es de unos 5m) se usa cable gemelo del #7AWG o #8AWG.

- El tramo que va del regulador a las baterías y entre esas, usaremos un cable de #7AWG a #10AWG.
- Para el tramo que va de las baterías al breaker y al inversor usaremos nuevamente cable del #7AWG a #10AWG.
- Para el tramo que va de la salida del regulador al consumo DC usaremos cable del #10AWG a #12AWG
- Finalmente todo el tramo que va de la salida del inversor (110VAC) hasta las bombillas o la toma de corriente usaremos cable gemelo del #14.

Hay que tener en cuenta que el cable como tal tiene una cierta resistencia al paso de la corriente (aunque es menor que otros materiales, la tiene). Por ese motivo nos interesará ubicar el menor número de metros de cable des de los paneles al regulador o des del inversor a los focos. Para reducir las pérdidas. Si por algún motivo hay que hacer un tramo largo, avisar a los técnicos que les recomendaran que sección de cable haya que poner.

Parámetros de los cables:

Como ya hemos comentado los dos parámetros principales a tener en cuenta en los cables son la longitud de cable y la sección del mismo (el # que es mas pequeño cuanto más grueso es el cable; un cable del #10 es mucho mas grueso que un cable del #14).

Consideraciones de mantenimiento y cuidado:

- No jalar a los cables ni colgarles cosas (se podrían romper las conexiones y no funcionar).
- Cuando haya que ubicar un nuevo cable o cambiar uno viejo, ponerlo bien fijado con grapas o puntas dobladas para que no se pueda jalar de él (hacer una instalación bonita).
- Tener mucho cuidado al poner las grapas o puntas de no dañar el cable.
- Tener MUCHO CUIDADO con los cables pelados (podrían electrocutarse – Peligro de accidente).
- No poner los cables cerca de objetos cortantes o punzantes (se pelarían)
- Tener cuidado de no cortocircuitar los cables (se dañaría el inversor).
- Trabajar siempre con el breacker cerrado y estar atentos con los aparatos que se conecten.

- Si hay que hacer conexiones, usar terminales para que la conexión quede bien fijada y puedan trabajar sin peligro.
- Siempre que haya un cable pelado o se haga un empalme, ponerle cinta aislante (Tipe) para que no se puedan hacer daño y no haya cortocircuitos.
- Si dudan de cómo montarlo, pregunten a un técnico para que les eche una mano.
- Verificar que las conexiones estén en buen estado.

L.5.8 La carga.

Entendemos como carga a todos los aparatos que consumen energía. A ese nivel diferenciaremos los que trabajan a 110VAC (la mayoría de los que pueden comprar, los cuales están pensados para usar en los sitios donde llega la red) y aquellos que trabajan a 12VDC (como podría ser la radio de comunicación del proyecto bosques o los focos especiales de 12VDC).

Parámetros de la carga:

La **tensión** y **tipo de corriente**. El primer parámetro que debemos conocer a partir del manual del aparato o de la placa que estos tienen grabada, es la tensión de trabajo (12V, 24V, 110V, 220V...) y el tipo de corriente que usan (DC o AC). Eso nos servirá para saber si los podemos conectar en la toma de corriente o si deben ir a la batería o al regulador (en el tercer par de conexiones).

El segundo parámetro que nos interesa es la **Potencia (W)**. Esa también la pone en el manual de instrucciones del aparato o en la placa de características. En algunos casos no dice la potencia en W pero sabemos la Tensión de trabajo (110V por ejemplo) y nos dicen la intensidad nominal (1ª por ejemplo). En ese caso podemos saber la potencia aproximada de consumo multiplicando la tensión por la intensidad (si recuerdan el apartado donde se explica la potencia eléctrica, decíamos que $P = V \times I$). En el caso del ejemplo tendríamos $P = 110V \times 1A = 110W$ de potencia.

Ese valor nos interesará para saber si lo podemos enchufar al inversor (no se puede superar los 375W) y para saber cuánto tiempo lo podemos usar (la energía que consume).

En caso que el aparato sea de corriente continua queremos saber si tiene protección contra descarga de baterías (ya se ha comentado en el apartado de los parámetros del inversor). El hecho de tenerlo o no nos servirá para saber si hay que conectarlo al regulador o si se puede conectar directamente a las baterías.

Montaje:

Lo primero que destacaremos es que si se trata de aparatos o cargas que funcionen en corriente continua deberemos vigilar la polaridad. Sino no será necesario.

El segundo aspecto a tener en cuenta es que si se trata de elementos con toma de corriente simplemente se enchufaran en la toma y no hay mas problema, pero cuando se trate de conectar elementos que no funcionen con toma de corriente (ya sean en AC o en DC) hay que poner un interruptor o breaker para evitar que se puedan quedar siempre prendidos (seria tanto el caso de los focos como de la radio de comunicación). Adjuntamos un esquema de cómo se montaría en los dos casos:

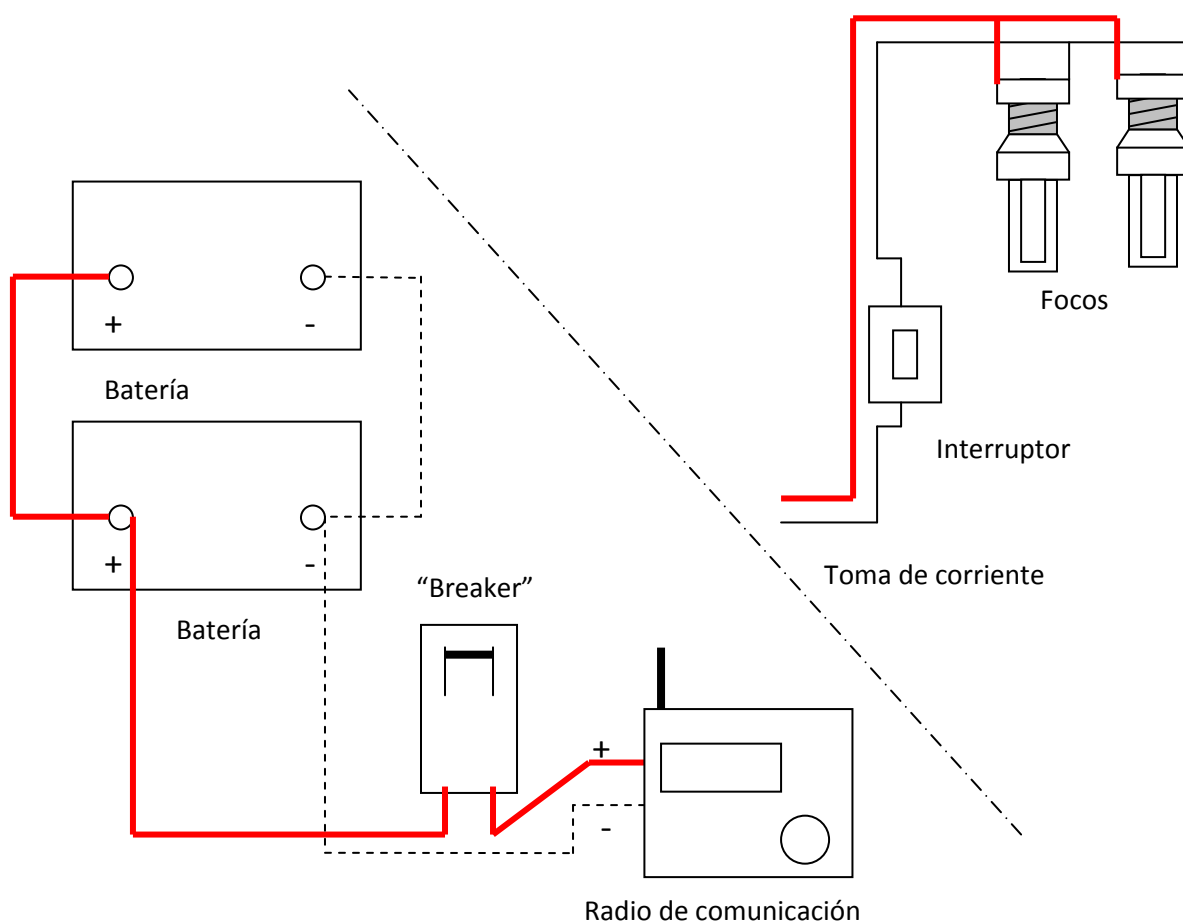


Figura 30.- Montaje de la radio de comunicación y montaje de los focos.

Consideraciones de mantenimiento y cuidado:

→ No enchufar ningún equipo AC de más de 375W ya que se sobrepasará la capacidad del inversor (y se daña). No enchufar equipos que no sean aprobados por la comunidad.

- No probar equipos que puedan estar dañados o que no conozcan sus características. Podrían dañar el inversor.
- Encender los focos sólo cuando sea necesario ya que la batería se descarga.
- Usar focos de ahorro 12VDC, de esa manera se descargan menos las baterías (1 foco normal consume igual que 5 foco de ahorro, y hace la misma luz un foco normal que uno de ahorro equivalente). Si un foco se daña, cambiarlo por otro de ahorro.
- Mantener limpios los focos para que no disminuya su luminosidad.
- Cuando vayan a usar un aparato, conociendo la potencia y el tiempo de uso, calcular si van a agotar o no la energía para no dañar las baterías (en el apartado “Calculo de horas de funcionamiento de equipos” se explica cómo hacerlo).
- Siempre mirar el manual de instalación antes de hacer ningún montaje.

L.6.- Calculo horas de funcionamiento equipos.

Para calcular las horas de funcionamiento que podemos tener los equipos, usaremos este método aproximado. En primer lugar realizaremos una tabla y calcularemos todo lo que vamos a usar durante un día.

- En la primera columna anotaremos los equipos que queremos prender.
- En la segunda columna la potencia de cada equipo.
- En la tercera columna las horas que pensamos usar el equipo

Equipo	Potencia (W)	Horas al día (h)	Energía día (Wh)
3 focos ahorro (11W)	$3 \times 11W = 33W$ DC	4 horas	
Radio-grabadora	30W AC	3 horas	
Cargador celular + cargador de pilas	$16,5 + 4,5 = 21W$ AC	8 horas	
Radio Proyecto Bosques	50W DC	4 horas	

Tabla 1.- Planteamiento de lo que queremos calcular.

Lo primero que vamos a hacer será sumar los valores de la columna de potencia que sean AC y comprobar que sea menor a los 375W AC que nos limita el inversor.

Equipo	Potencia (W)	Horas al día (h)	Energía día (Wh)
3 focos ahorro (11W)	$3 \times 11W = 33W$ DC	4 horas	
Radio-grabadora	30W AC	3 horas	
Cargador celular + cargador de pilas	$16,5 + 4,5 = 21W$ AC	8 horas	
Radio Proyecto Bosques	50W DC	4 horas	
Total Potencia AC = (tiene que ser menor a 375 W)	= $30+21 = 51W$ (< 375W) bien		

Tabla 2.- Comprobación que no superamos la potencia del inversor.

Una vez vemos que no hemos superado los 375W con todos los elementos AC funcionando a la vez, calcularemos la energía día. Para hacerlo multiplicaremos la potencia (W) por el número de horas de uso (h).

Equipo	Potencia (W)	Horas al día (h)	Energía día (Wh)
3 focos ahorro (11W)	$3 \times 11W = 33W$ DC	4 horas	132 Wh
Radio-grabadora	30W AC	3 horas	90 Wh
Cargador celular + cargador de pilas	$16,5 + 4,5 = 21W$ AC	8 horas	168Wh
Radio Proyecto Bosques	50W DC	4 horas	200 Wh
Total Potencia AC = (tiene que ser menor a 375 W)	$= 30+21 = 51W$ ($< 375W$) bien		

Tabla 3.- Cálculo de la Energía consumida durante un día por equipo.

Y luego sumaremos la energía que consume cada componente y comprobaremos que el total sea inferior al que pueden generar los paneles. Un panel nos puede producir en un día unos 300Wh y como tenemos 2 paneles el límite será 600Wh día.

Equipo	Potencia (W)	Horas al día (h)	Energía día (Wh)
3 focos ahorro (11W)	$3 \times 11W = 33W$	4 horas	132 Wh
Radio-grabadora	30W	3 horas	90 Wh
Cargador celular + cargador de pilas	$16,5 + 4,5 = 21W$	8 horas	168Wh
Radio Proyecto Bosques	50W	4 horas	200 Wh
Total Potencia AC = (tiene que ser menor a 375 W)	$= 30+21 = 51W$ ($< 375W$) bien	Total energía al día = (tiene que ser menor a 600Wh)	$= 132 + 90 + 168 + 200$ $= 590Wh$ ($< 600wh$), bien

Tabla 4.- Cálculo de comprobación de la Energía consumida durante un día.

Aquí tienen algunas tablas bacías para poder realizar sus cálculos.

Equipo	Potencia (W)	Horas al día (h)	Energía día (Wh)

Equipo	Potencia (W)	Horas al día (h)	Energía día (Wh)

Equipo	Potencia (W)	Horas al día (h)	Energía día (Wh)

Equipo	Potencia (W)	Horas al día (h)	Energía día (Wh)

L.7.- Datos de contacto:

Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteres (ESF)

Dirección: c/ Pelai 52, 2n 2ª

08002 Barcelona (Catalunya – España)

tel: 0034-931674419 / 0034-931674420 Fax: 0034-931924112

www.esf-cat.org e-mail: esfgirona@gmail.com / contacta@esf-cat.org



Personas de contacto: Joan Oliver y Joan Besalú

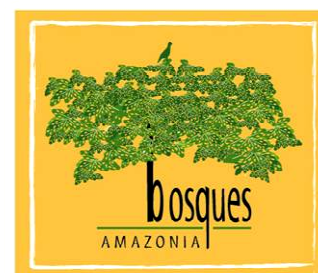
Pedro Rosillo (Proyecto Bosques)

Dirección: C/ Malecón, Dept.. de Medioambiente de la

Municipalidad de Orellana

San Francisco de Orellana (COCA - Ecuador)

Celular: 091189333 Tel: 06-2881117



Peter May (CODESO)

Servicio para el Desarrollo Sostenible y Fomento de Turismo

Dirección: Sebastián Cedeño nº 320 y Villalengua

Quito – Ecuador

Celular: 091320896 Telefax: 02-2275577 / 02-2275523

www.codeso.com e-mail: energiasolarq@yahoo.com



David Vilar (ESF y CEDECAP)

CEDECAP (Centro Demostrativo y Capacitación en

Tecnologías Apropriadas)

Dirección: a 5Km de Cajamarca (Perú)

Celular: 0051-193300961 tel: 0051-76364024

Email: andes@isf-cat.org



BIBLIOGRAFÍA

- Sistematización de la experiencia de instalación de sistemas fotovoltaicos en iniciativas turísticas comunitarias de la ribera del río Napo. Daniela Espinosa A. Ingeniería Sin Fronteras.
- <http://www.undp.org>
- <http://www.siise.gob.ec>
- <http://datos.bancomundial.org/pais/ecuador>
- <http://www.energia.gob.ec>
- <http://www.recursosnaturales.gob.ec>
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (2002)