



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESTUDIO DE MERCADO Y PLANIFICACIÓN DEL SUMINISTRO ENERGÉTICO SOSTENIBLE EN LA AMAZONÍA PERUANA

Autor: Clara Pérez-Andújar Carretié
Director: Ricardo Navas Hernández
Director: Andrés González García

Madrid
Julio 2018

Clara
Pérez-Andújar
Carretié

**ESTUDIO DE MERCADO Y PLANIFICACIÓN DEL SUMINISTRO ENERGÉTICO
SOSTENIBLE EN LA AMAZONÍA PERUANA**



AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESINAS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. Clara Pérez-Andújar Carretié

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: Estudio de mercado y planificación del suministro energético sostenible en la Amazonía peruana que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor CEDE a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducir la en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e

intereses a causa de la cesión.

- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a17..... de*Julio*..... de2018.....

ACEPTA

Fdo..........

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

Estudio de mercado y planificación del suministro energético

sostenible en la Amazonía peruana

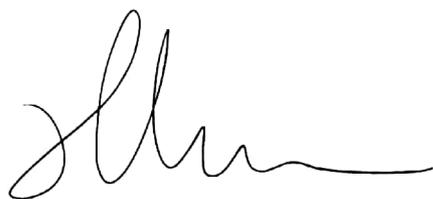
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el

curso académico ...2017-2018..... es de mi autoría, original e inédito y

no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro,

ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada

de otros documentos está debidamente referenciada.



Fdo.: Clara Pérez-Andújar Carretié

Fecha: ..07./ ..07./ ..18.

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Ricardo Navas Hernández

Fecha: 16 / 7 / 2018

Fdo.: Andrés González García

Fecha://

ESTUDIO DE MERCADO Y PLANIFICACIÓN DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO SOSTENIBLE EN LA AMAZONÍA PERUANA

Autora: Pérez-Andújar Carretié, Clara

Director: Ricardo Navas Hernández

Director: Andrés González García

Entidades colaboradoras: Universidad Pontificia de Comillas, ICAI; Fundación Ingenieros de ICAI para el Desarrollo (FICAI); Instituto de Investigación Tecnológica de la Universidad Pontificia de Comillas (IIT)

Resumen del proyecto

El objetivo de este proyecto es mejorar la situación actual de acceso a la electricidad de los habitantes del departamento de Loreto, en el corazón de la Amazonía peruana.

Se trata de un proyecto de FICAI y el IIT en colaboración con la Fundación Acciona Microenergía (FUNDAME) en su proyecto *Luz en Casa Amazonía*, un proyecto de electrificación rural a través de sistemas fotovoltaicos domiciliarios.

Específicamente, los objetivos de este trabajo son dos:

- Realizar un estudio a nivel socioeconómico y de grado de electrificación del departamento de Loreto, determinando la cantidad de población susceptible de ser electrificada con sistemas aislados o microrredes de manera que se localicen las regiones con potencial para la continuación del proyecto de FUNDAME.
- Realizar la planificación energética de las viviendas situadas en la cuenca del río Napo, en el departamento de Loreto.



Ilustración 1. Mapa del Perú resaltando el departamento de Loreto (Wikipedia)



Ilustración 2. Departamento de Loreto con hidrografía (Edwin Villacorta M. 2003)

Los primeros capítulos, **Capítulos 1 al 4** contienen la Introducción, los Objetivos, la Metodología que se ha seguido y la Motivación que ha llevado a hacer este proyecto.

En el **Capítulo 5 – Estado del Arte** se introduce brevemente la región de estudio presentando la organización administrativa de Perú, el departamento de Loreto a nivel demográfico, así como su división política y se localiza el río Napo. En esta sección también se hace un análisis de la situación energética a nivel mundial, la situación de Perú y por último del departamento de Loreto, exponiendo las formas acceso a la energía universal actuales: extensión de red, microrredes y sistemas fotovoltaicos domiciliarios.



Ilustración 3. Panel de un SFD3G¹ de FUNDAME en la comunidad nativa de Juan Pablo II (foto propia)

En el **Capítulo 6 – Estudio de Mercado** se realiza un estudio socioeconómico de los habitantes de Loreto en el que se presentan sus fuentes de ingresos y sus gastos, así como las actividades que realizan y sus hábitos. También se explica el interés que tienen en electrificarse; un deseo real y visible, y se muestran las formas de electrificación presentes a día de hoy en las comunidades de la región. Gran parte de esta información se obtiene de la visita de campo realizada en el mes de marzo a la región de estudio, la cual se introduce al principio de este capítulo y cuyo informe del viaje se recoge en el Anexo B de este proyecto.

A continuación, se realiza un estudio demográfico de Loreto localizando, primero a nivel provincial y después a nivel distrital, la distribución de la población dispersa y recogiendo los resultados en mapas distritales como el que se muestra en la Ilustración 4. Los resultados finales son plasmados en el mapa total del departamento.

¹ Sistema Fotovoltaico Domiciliario de 3ª Generación

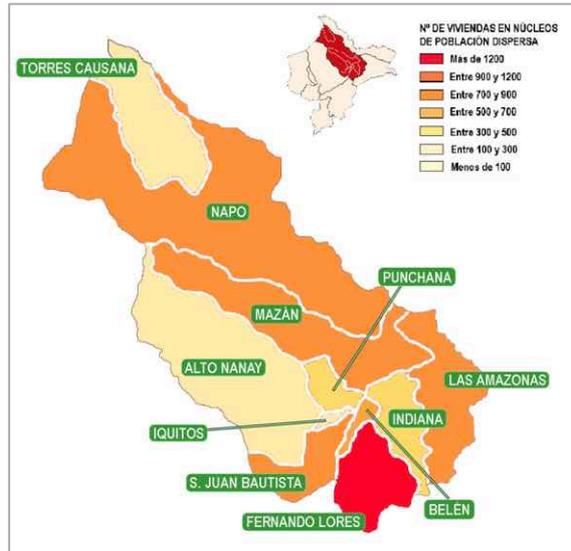


Ilustración 4. Provincia Maynas: mapa población dispersa (elaborado a partir de datos del Gobierno Regional)

Por último, en este capítulo se recoge el estudio de la electrificación actual del departamento. Un estudio afinado de la situación de las comunidades en el que se contrastan las fuentes disponibles comprobando su fiabilidad y se proporciona un número filtrado y con cierto grado de precisión del número de viviendas sin acceso a la electricidad en las comunidades dispersas de Loreto. También se realizan dos estudios detallados de todas las comunidades de los distritos de Tigre y Urarinas cruzando más fuentes específicas para ver la fiabilidad de los resultados obtenidos para todo Loreto. Al final de esta sección se estudia brevemente la influencia que tiene en la electrificación rural la actividad petrolera del departamento, localizando los puntos más afectados.

En el **Capítulo 7 – Conclusiones: Estudio de mercado** se hace un resumen de los resultados obtenidos especialmente para el estudio de electrificación actual proporcionando un mapa con el potencial de cada distrito a ser electrificado.

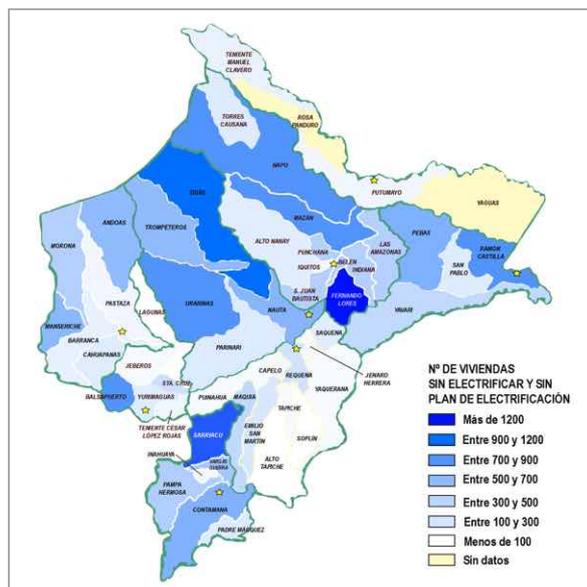


Ilustración 5. Potencial de electrificación a través de SFD por distritos

En el *Capítulo 8 – Planificación Energética* se hace un análisis de las posibles configuraciones de suministro eléctrico para las comunidades de la cuenca del río Napo empleando el modelo *Reference Electrification Model (REM)* desarrollado conjuntamente por el IIT y el MIT².

Entre los inputs del programa se encuentran los costes generales (diésel, paneles, baterías, generadores...) los cuales se han obtenido a través de FUNDAME, del equipo de Universal Access Lab³ (IIT y MIT) y la visita de campo.

Para la localización de la demanda, otro input del modelo se ha desarrollado un mapa con coordenadas GPS a través de las herramientas Google Earth y ArcGIS por el cual se ha registrado cada vivienda de la cuenca.



Ilustración 6. Localización de las comunidades a lo largo de la cuenca del río Napo en Google Earth



Ilustración 7. Ejemplo de localización de demanda de la comunidad de Pantoja en ArcGIS

Se han estudiado dos escenarios de demanda para el análisis de sensibilidad. El primero, de baja demanda, basado en los perfiles de demanda identificados en la tesis doctoral de Javier Santos para Karambi (Ruanda)⁴. Y el segundo, de alta demanda, a partir de aquella identificada por la Municipalidad Distrital de Napo en el proyecto de la microrred de la comunidad de Copal Urco⁵ y modificando los horarios con lo observado durante la visita al terreno.

Finalmente se ha realizado el análisis de sensibilidad para cada escenario de demanda variando determinados inputs del modelo con el fin de ver el diseño tecnoeconómicamente óptimo de la planificación de la cuenca. En esta parte se recoge la comparativa entre los casos en cuanto a costes, mix energético y de modos de electrificación y la fiabilidad de la solución resultante.

² Massachusetts Institute of Technology.

³ <http://universalaccess.mit.edu/#/main>

⁴ “Metodología de Ayuda a la Decisión para la Electrificación Rural Apropiaada en Países en Vías de Desarrollo”, Universidad Pontificia Comillas ICAI-ICADE, 2016.

⁵ “Instalación de Red eléctrica de distribución secundaria y conexiones domiciliarias de la comunidad de Copal Urco, distrito de Napo, provincia de Maynas, región Loreto”, Municipalidad Distrital de Napo, 2016.



Ilustración 8. Detalle de la solución del modelo para la comunidad de Santa Clotilde en uno de los casos de estudio

Por último, en el **Capítulo 9 – Conclusiones: Planificación Energética** se recogen las conclusiones sacadas del análisis del capítulo anterior.

MARKET RESEARCH AND SUSTAINABLE ELECTRICAL SUPPLY PLANNING ON THE PERUVIAN AMAZON

Author: Pérez-Andújar Carretié, Clara

Director: Ricardo Navas Hernández

Director: Andrés González García

Collaborating Institutions: Universidad Pontificia de Comillas, ICAI; Fundación Ingenieros de ICAI para el Desarrollo (FICAI); Instituto de Investigación Tecnológica de la Universidad Pontificia de Comillas (IIT)

Abstract

The purpose of this project is to improve current access to electricity for the inhabitants of Loreto department, in the heart of the Peruvian Amazon.

This is a FICAI and IIT project in collaboration with Fundación Acciona Microenergía (FUNDAME) on its project *Luz en Casa Amazonía*, a project about rural electrification with solar home systems (SHS).

Specifically, the two goals of this project are:

- To carry out socioeconomic analysis and study the level of electrification of Loreto department, determining the amount of population prone to be electrified through off-grid systems (microgrids or SHS) and identifying the most interesting areas for FUNDAME to continue their electrification project.
- To carry out the rural planning of the household located in Napo river's basin, in Loreto department.



Illustration 1. Peru with Loreto department in red (Wikipedia)



Illustration 2. Loreto's hydrography (Edwin Villacorta M. 2003)

The first chapters, *Chapters 1 to 4* state the Introduction, the Objectives, the Methodology that's been followed and the Motivation that lead to undertake this project.

On *Chapter 5 – State of the Art* the study region is briefly introduced presenting Peru's administrative organization, Loreto's department on a demographical and administrative level and situating Napo river on the map. This section also provides an analysis of the energetic situation on a global basis, Peru's specific situation and Loreto's current energetic scenario while presenting today's ways of reaching universal energy Access: grid extension, microgrids and solar home systems.



Illustration 3. Solar panel from a FUNDAME's SK¹ in the native community of Juan Pablo II, Napo river (own picture)

Chapter 6 – Market Research contains a socio-economic study of Loreto's population, which has been made by analyzing their income and expenses, main activities and habits. This section also explains the real desire and necessity of getting electricity that the inhabitants express, presenting the electrification methods they use nowadays all over the neighboring communities of the region. The main source of information for this study comes from the field visit made in March, introduced in the beginning of the chapter and set out in Annex B.

Flowingly, this section contains Loreto's demographic research identifying, first on a provincial level and then on a district level, the distribution of the dispersed population showing the results on district maps like the one on Illustration 3. The final results are reflected into the global department map.

¹ Solar Kit

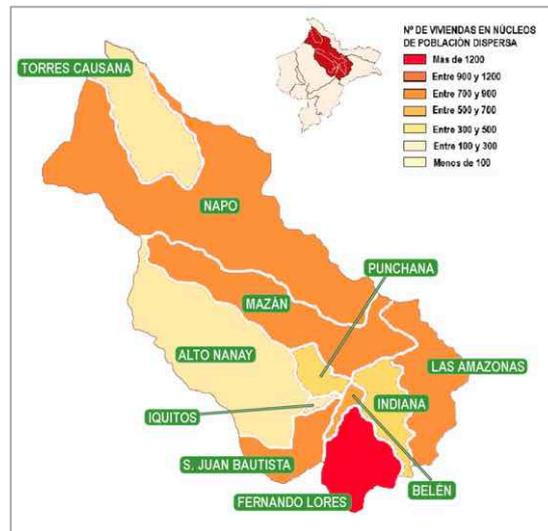


Illustration 4. Maynas Province: dispersed population (created based on the Regional Government's data)

Finally, this chapter contains the study of the department's current electrification. An accurate analysis of the situation of the rural communities, contrasting the available sources, checking their reliability and obtaining a precise number of households without access to electricity in the disperse groups of Loreto. It includes two detailed studies of all the communities in the districts of Tigre and Urarinas, using more information sources, to check the reliability of the results obtained in the global study of Loreto. At the end of the chapter, there is a brief study on the influence of the oil activity on the rural electrification of the department mapping the most affected areas.

Chapter 7 – Conclusions: market research comprises a summary of the results obtained on the previous chapter focused on the study of the current electrification, reflecting in a map the potential of every district to be electrified through SK. It encloses also a reflection on the socioeconomic situation of Loreto.

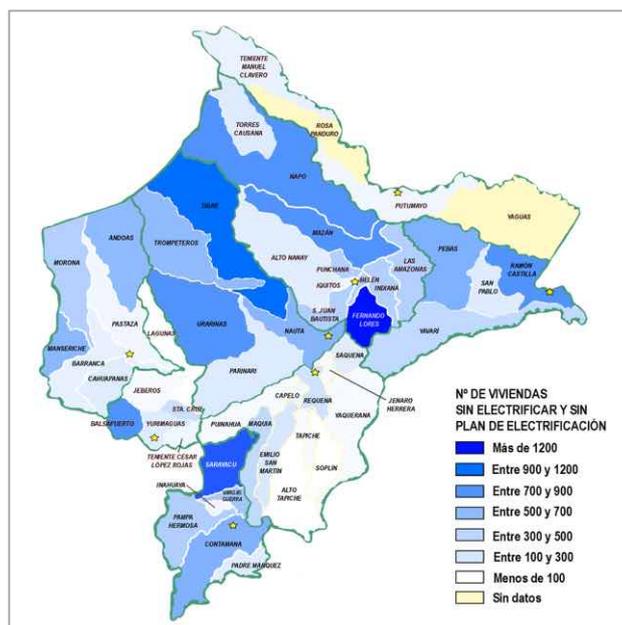


Illustration 5. Number households with no electricity per district

On **Chapter 8 – Energetic Planning**, an analysis of the possible configurations of the electric supply in the communities of Napo’s basin is made through the *Reference Electrification Model* (REM), a rural electrification planning tool developed jointly by IIT and MIT².

Within the inputs of the program are the general costs (diesel, panels, batteries, generators...), which have been obtained through FUNDAME, the Universal Access Lab team³ (IIT and MIT) and March’s field visit.

The tools used to locate the loads on the basin, another input for the model, are satellite images of Google Earth and ArcGIS in which the loads have been identified.



Illustration 6. Communities on Napo’s basin



Illustration 7. Example of demand identification in ArcGIS

For the sensitivity analysis two scenarios of demand have been considered. On the one hand, a low demand scenario based on the profiles identified on Javier Santos’ thesis for Karambi (Ruanda)⁴. On the other hand, a high demand scenario based on the experience of Napo’s Municipality on the microgrid project for Copal Urco’s community⁵ and then modifying the hourly profile with the experienced gained on the visit.

Lastly, a sensitivity analysis has been made for each demand scenario varying specific inputs of the model with a view to obtain the optimum techno-economic solution for the basin’s electrical planning. This section contains the comparison between each case of study regarding costs, energetic mix, ways-of-electrification mix and the reliability of the resulting solution.

² Massachusetts Institute of Technology.

³ <http://universalaccess.mit.edu/#/main>

⁴ “*Metodología de Ayuda a la Decisión para la Electrificación Rural Apropiaada en Países en Vías de Desarrollo*”, Universidad Pontificia Comillas ICAI-ICADE, 2016.

⁵ “*Instalación de Red eléctrica de distribución secundaria y conexiones domiciliarias de la comunidad de Copal Urco, distrito de Napo, provincia de Maynas, región Loreto*”, Municipalidad Distrital de Napo, 2016.



Illustration 8. Detail of REM's output on one of the cases of study for the community of Santa Clotilde

Finally, all the conclusions obtained from the previous chapter are gathered in **Chapter 9 – Conclusions: Energetic Planning.**



ESTUDIO DE MERCADO Y PLANIFICACIÓN DEL SUMINISTRO ENERGÉTICO SOSTENIBLE EN LA AMAZONÍA PERUANA

DESCRIPCIÓN BREVE

Estudio socioeconómico y análisis del grado de electrificación del departamento de Loreto, en la Amazonía peruana. Estudio de la planificación energética de las comunidades de la cuenca del río Napo a través de microrredes y sistemas fotovoltaicos domiciliarios.

Clara Pérez-Andújar Carretié

Universidad Pontificia de Comillas



ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Objetivos	5
3. Metodología	7
3.1 Estudio de Mercado	7
3.2 Planificación energética.....	7
3.3 Recursos a emplear.....	8
4. Motivación	11
5. Estado del arte	13
5.1 Introducción: Región de estudio.....	13
5.1.1 Loreto	14
5.1.2 Río Napo	15
5.2 Formas de acceso a la energía universal.....	16
5.3 Acceso a energía universal – situación mundial.....	18
5.4 Situación de electrificación del Perú Amazónico.....	20
6. Estudio de mercado.....	25
6.1 Visita Amazonía: trabajo de campo	26
6.2 Estudio económico	28
6.2.1 Fuentes de ingresos	28
6.2.2 Gastos.....	31
6.3 Necesidades energéticas	32
6.3.1 Interés en electrificarse	32
6.3.2 Formas de electrificación presentes en Loreto.....	33
6.3.2.1 <i>Conexión a red</i>	33
6.3.2.2 <i>Microrredes</i>	35
6.3.2.3 <i>Sistemas Fotovoltaicos Domicilarios (SFD)</i>	37
6.3.2.4 <i>Otros</i>	40
6.4 Estudio demográfico.....	41
6.4.1 Fuentes	41
6.4.2 Vías de transporte: ríos y carreteras	42
6.4.2.1 <i>Ríos de Loreto</i>	42

6.4.2.2	<i>Carreteras de Loreto</i>	44
6.4.3	Categorización de las comunidades	45
6.4.4	Distribución de la población según la categorización.....	46
6.4.5	Distribución de la población a nivel provincial	47
6.4.5.1	<i>Distribución total de la población</i>	47
6.4.5.2	<i>Distribución de los núcleos dispersos</i>	49
6.4.6	Distribución de la población a nivel distrital	50
6.4.6.1	<i>Provincia de Maynas</i>	51
6.4.6.2	<i>Datem del Marañón</i>	53
6.4.6.3	<i>Provincia de Alto Amazonas</i>	55
6.4.6.4	<i>Loreto-Nauta</i>	57
6.4.6.5	<i>Requena</i>	58
6.4.6.6	<i>Mariscal Ramón Castilla</i>	61
6.4.6.7	<i>Ucayali</i>	63
6.4.6.8	<i>Putumayo</i>	64
6.4.6.9	<i>Resumen distribución población dispersa</i>	66
6.5	Estudio de la situación de electrificación actual.....	69
6.5.1	Fuentes y análisis	70
6.5.2	Análisis I: sin considerar concesiones fotovoltaicas a ERGÓN	71
6.5.2.1	<i>Clientes potenciales cruzando información de DGER y GOREL</i>	73
6.5.3	Análisis II: considerando concesiones fotovoltaicas a ERGÓN	75
6.5.4	Análisis III: Estudio detallado de los distritos de Tigre y Urarinas	78
6.5.4.1	<i>Comparación con otros análisis</i>	81
6.5.5	Zonas de influencia petrolera	85
7.	Conclusiones – Estudio de mercado	89
8.	Planificación energética	93
8.1	Introducción a REM: Reference Electrification Model.....	93
8.2	Inputs	95
8.2.1	Localización de demanda.....	96
8.2.2	Caracterización de la demanda	98
8.2.2.1	<i>Caso I: Demanda Baja</i>	98
8.2.2.2	<i>Caso II: Demanda Alta</i>	99

8.2.3	Recursos energéticos.....	100
8.2.4	Catálogo tecno-económico de los SFD de FUNDAME	101
8.3	ANálisis de sensibilidad (casos).....	101
8.3.1	Demanda Baja (Karambi) – Comparación de casos	102
8.3.2	Demanda Alta (Copal Urco) – Comparación casos	107
9.	Conclusiones – Planificación energética.....	115
10.	Bibliografía	117
11.	ANEXO A – Siglas y acrónimos.....	119
12.	ANEXO B – Informe de visita Amazonía marzo 2018	121
13.	ANEXO C – Catálogo de inputs REM	147
	Catálogo de RED.....	147
	Catálogo de Generación	148

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible – ODS (Naciones Unidas)</i>	1
<i>Ilustración 2. Mapa del Perú resaltando el departamento de Loreto (Wikipedia)</i>	2
<i>Ilustración 3. Departamento de Loreto con hidrografía (Edwin Villacorta M. 2003)</i>	2
<i>Ilustración 4. Niños en la comunidad de San Miguel con el río Marañón de fondo (foto propia)</i>	3
<i>Ilustración 5. Detalle de la comunidad de San Felipe con edificios localizados (Visor Loreto - Gobierno Perú)</i>	8
<i>Ilustración 6. Niñas en un platanar de la comunidad de Santa Teresa, río Marañón. (fotos propias)</i> ..	11
<i>Ilustración 7. Mapa político del Perú (fuente: viajar a Perú - https://www.viajaraperu.com/mapa-de-peru/)</i>	13
<i>Ilustración 8. Mapa político departamento de Loreto (fuente: Gobierno Regional)</i>	14
<i>Ilustración 9. Plaza de Armas en Iquitos, Perú (Vlad Karavaev - Getty Images)</i>	15
<i>Ilustración 10. Río Napo (Banco Interamericano de Desarrollo 2010)</i>	15
<i>Ilustración 11. Esquema sistema fotovoltaico (Energías sin fronteras)</i>	16
<i>Ilustración 12. Instalación del panel solar de un SFD en Cajamarca (Fundación ACCIONA Microenergía)</i>	17
<i>Ilustración 13. Detalle de la instalación del panel de un SFD3G en la comunidad nativa de Juan Pablo II (foto propia)</i>	18
<i>Ilustración 14. Características de los SFD3G (Fundación ACCIONA Microenergía)</i>	18

<i>Ilustración 15. Escenario I: Nuevas políticas nacionales. (fuente: IEA)</i>	19
<i>Ilustración 16. Escenario II: Energía para todos en 2030 (IEA)</i>	19
<i>Ilustración 17. Mapa energético actual (fuente: MINEM)</i>	22
<i>Ilustración 18. Mapa energético proyectado (fuente: MINEM)</i>	23
<i>Ilustración 19. Energía Solar anual (fuente: MINEM)</i>	24
<i>Ilustración 20. Mujeres y niños en la comunidad de Copal Urco, río Napo (foto propia)</i>	25
<i>Ilustración 21. Distritos visitados durante el viaje a Loreto</i>	27
<i>Ilustración 22. Ganado de la localidad de Juan Pablo II frente al río Napo (foto propia)</i>	29
<i>Ilustración 23. Preparación del pescado en Santa Teresa, río Marañón (foto propia)</i>	30
<i>Ilustración 24. Mujer vendiendo fruta en el mercado de Santa Clotilde, Napo (foto propia)</i>	30
<i>Ilustración 25. En esta casa de Copal Urco, en plena selva amazónica, los dueños tenían un equipo de sonido digno de un festival (foto propia)</i>	32
<i>Ilustración 26. Detalle de la red de Yurimaguas, Alto Amazonas (MINEM)</i>	33
<i>Ilustración 27. Red de Iquitos (MINEM)</i>	34
<i>Ilustración 28. Telaraña de cables en Huancayo (Herson Alcántara - Diario Correo)</i>	34
<i>Ilustración 29. Núcleo de la comunidad de San José de Parinari (foto propia)</i>	36
<i>Ilustración 30. Niños en el puente de la comunidad de Copal Urco (foto propia)</i>	37
<i>Ilustración 31. El ingeniero Jorge Ramírez, de FUNDAME, hablando con la Joselinda, tesorera de la comunidad de Antioquía y con el sistema de fondo (foto propia)</i>	39
<i>Ilustración 32. Grupo electrógeno de un habitante de Copal Urco (foto propia)</i>	40
<i>Ilustración 33. Habitantes de San José de Parinari, provincia de Loreto-Nauta, comprando pescado (foto propia)</i>	41
<i>Ilustración 34. Actualidad de los datos del GOREL (elaborado a partir de datos del GOREL)</i>	42
<i>Ilustración 35. Afluentes del Amazonas (Wikipedia)</i>	43
<i>Ilustración 36. Principales ríos de Loreto (Edwin Villacorta M. 2003)</i>	43
<i>Ilustración 37. Lugareños en su peque-peque por el río Napo (foto propia)</i>	44
<i>Ilustración 38. Carretera de Santa Clotilde, río Napo (foto propia)</i>	44
<i>Ilustración 39. Carreteras del departamento de Loreto (Visor Loreto - Gobierno Regional)</i>	45
<i>Ilustración 40. Mapa político del departamento de Loreto (elaborado a partir de datos del INEI)</i>	48
<i>Ilustración 41. Mapa de población dispersa por provincias (elaborado a partir de datos del INEI y la GOREL)</i>	50
<i>Ilustración 42. Mapa distrital del departamento de Loreto con capitales de provincia (elaboración propia)</i>	51
<i>Ilustración 43. Provincia Maynas: mapa población dispersa (elaborado a partir de datos del GOREL)</i>	53

<i>Ilustración 44. Provincia de Datem del Marañón: mapa población dispersa (elaborado a partir de datos del GOREL)</i>	55
<i>Ilustración 45. Provincia Alto Amazonas: mapa población dispersa (elaborado a partir de datos del GOREL)</i>	56
<i>Ilustración 46. Provincia Loreto-Nauta: mapa población dispersa</i>	58
<i>Ilustración 47. Detalle de la hidrografía de la provincia de Requena (Visor Loreto - GOREL)</i>	60
<i>Ilustración 48. Provincia Requena: mapa población dispersa</i>	61
<i>Ilustración 49. Detalle de la hidrografía de la provincia de Mariscal Ramón Castilla (Visor Loreto - GOREL)</i>	62
<i>Ilustración 50. Provincia M. Ramón Castilla: mapa población dispersa</i>	63
<i>Ilustración 51. Provincia Ucayali: mapa población dispersa (elaborado a partir de datos del GOREL)</i>	64
<i>Ilustración 52. Provincia Putumayo: mapa población dispersa</i>	66
<i>Ilustración 53. Departamento de Loreto: mapa población dispersa (elaboración propia)</i>	69
<i>Ilustración 54. Mapa del Oleoducto NorPeruano (MINEM)</i>	86
<i>Ilustración 55. Trabajadores en un derrame de crudo (El Comercio 29/12/2016)</i>	86
<i>Ilustración 56. Mapa de Pozos exploratorios de Perú (PetroPerú)</i>	87
<i>Ilustración 57. Potencial de electrificación a través de SFD por distritos</i>	89
<i>Ilustración 58. Madre e hija en la comunidad nativa de Wiririma, río Napo (foto propia)</i>	91
<i>Ilustración 59. Vivienda en la comunidad de Sargento Lores, río Napo (foto propia)</i>	93
<i>Ilustración 60. Resultados del proceso de clustering (IIT, MIT)</i>	94
<i>Ilustración 61. Ejemplo de solución de electrificación de menor coste (IIT, MIT)</i>	95
<i>Ilustración 62. Localización de las comunidades a lo largo de la cuenca del río Napo en Google Earth</i>	96
<i>Ilustración 63. Detalle de localización de demanda de la comunidad de Pucabarranca en Google Earth</i>	97
<i>Ilustración 64. Ejemplo de localización de demanda de la comunidad de Pantoja en ArcGIS</i>	97
<i>Ilustración 65. Baja demanda - casos I y II.</i>	103
<i>Ilustración 66. Baja demanda – caso III</i>	103
<i>Ilustración 67. Demanda baja - Caso I. SHS: detalle electrificación Santa Clotilde</i>	104
<i>Ilustración 68. Demanda baja - Caso II. SK: detalle electrificación Santa Clotilde</i>	104
<i>Ilustración 69. Demanda alta - Caso III.Híbrido: detalle electrificación Santa Clotilde</i>	104
<i>Ilustración 70. Demanda alta - Caso III. Híbrido: detalle electrificación Santa Clotilde</i>	104
<i>Ilustración 71. Baja demanda - despacho energético del Caso II.SK</i>	106
<i>Ilustración 72. Baja demanda - despacho energético del Caso III.Híbrido</i>	107
<i>Ilustración 73. Demanda alta - Caso II.a: detalle de las microrredes de la cuenca</i>	109
<i>Ilustración 74. Demanda alta - Caso II.b: detalle de las microrredes de la cuenca</i>	109

<i>Ilustración 75. Demanda alta - Caso I. SHS: detalle electrificación Santa Clotilde</i>	111
<i>Ilustración 76. Demanda alta - Caso II.a SK 0.21: detalle electrificación Santa Clotilde</i>	111
<i>Ilustración 77. Demanda alta - Caso II.b SK 0.3: detalle electrificación Santa Clotilde</i>	111
<i>Ilustración 78. Demanda alta - Caso III. Híbrido: detalle electrificación Santa Clotilde</i>	111
<i>Ilustración 79. Alta demanda - despacho energético del Caso II.b SK - 0.3</i>	113
<i>Ilustración 80. Alta demanda - despacho energético del Caso III. Híbrido</i>	114
<i>Ilustración 81. Niños en la comunidad nativa de Wiririma, río Napo (foto propia)</i>	116

ÍNDICE DE GRÁFICAS

<i>Gráfica 1. Principales actividades económicas comunidades del Napo (Fundación ACCIONA Microenergía)</i>	29
<i>Gráfica 2. Distribución de los ingresos mensuales según la actividad (Fundación ACCIONA Microenergía)</i>	30
<i>Gráfica 3. Distribución de gastos mensuales por familia (fundación ACCIONA Microenergía)</i>	31
<i>Gráfica 4. Dispositivos más utilizados para alumbrarse (Fundación ACCIONA Microenergía)</i>	31
<i>Gráfica 5. Distribución de la población por provincias (elaborado a partir de datos del INEI)</i>	49
<i>Gráfica 6. Distribución de la población Maynas (elaborado a partir de proyecciones del INEI - 2015)</i>	52
<i>Gráfica 7. Distribución de la población Datem del Marañón (elaborado a partir de proyecciones del INEI - 2015)</i>	54
<i>Gráfica 8. Distribución de la población Alto Amazonas (elaborado a partir de proyecciones del INEI - 2015)</i>	55
<i>Gráfica 9. Distribución de la población de Loreto-Nauta (elaborado a partir de proyecciones del INEI - 2015)</i>	57
<i>Gráfica 10. Distribución de la población Requena (elaborado a partir de proyecciones del INEI - 2015)</i>	59
<i>Gráfica 11. Distribución de la población Mariscal Ramón Castilla (elaborado a partir de proyecciones del INEI - 2015)</i>	61
<i>Gráfica 12. Distribución de la población Ucayali (elaborado a partir de proyecciones del INEI - 2015)</i>	63
<i>Gráfica 13. Distribución de la población Putumayo (elaborado a partir de proyecciones del INEI - 2015)</i>	65
<i>Gráfica 14. Población dispersa de Loreto por distritos (elaborado a partir de datos del GOREL)</i>	68
<i>Gráfica 15. N° de viviendas sin acceso eléctrico por provincia (DGER)</i>	72
<i>Gráfica 16. N° de viviendas sin acceso eléctrico por provincia (GOREL)</i>	72
<i>Gráfica 17. Viviendas sin electrificar y sin plan por distrito (elaborado a partir de datos de DGER, GOREL, ERGÓN)</i>	78
<i>Gráfica 18. Perfil diario de baja demanda año 1 (a partir de datos de Tesis Javier Santos, 2016)</i>	99

Gráfica 19. Perfil diario de baja demanda año 10. En rojo la demanda crítica; en negro la demanda total (a partir de datos de Tesis Javier Santos, 2016)	99
Gráfica 20. Perfil diario de alta demanda año 1	100
Gráfica 21. Perfil diario de alta demanda año 10. En rojo la demanda crítica; en negro la demanda total	100
Gráfica 22. Baja demanda - Caso I. SHS	102
Gráfica 23. Baja demanda - Caso II. SK	102
Gráfica 24. Baja demanda - Caso III. Híbrido	102
Gráfica 25. Baja demanda - Caso I. SHS	105
Gráfica 26. Baja demanda - Caso II. SK	105
Gráfica 27. Baja demanda - Caso III. Híbrido	105
Gráfica 28. Baja demanda - Caso III. Solo Diésel	105
Gráfica 29. Alta demanda - Caso I. SHS	109
Gráfica 30. Alta demanda - Caso II.a SK 0.21	109
Gráfica 31. Alta demanda - Caso II.b SK 0.3	109
Gráfica 32. Alta demanda - Caso III. Híbrido 0.3	109
Gráfica 33. Alta demanda - Caso I. SHS	112
Gráfica 34. Alta demanda - Caso II.a SK 0.21	112
Gráfica 35. Alta demanda - Caso II.b SK 0.3	112
Gráfica 36. Alta demanda - Caso III. Híbrido 0.3	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos generales Loreto (Instituto Nacional de Estadística e Información)	14
Tabla 2. Centrales Térmicas Loreto dentro del SEIN (fuente: MINEM)	21
Tabla 3. Lista de comunidades visitadas en la visita de campo de marzo 2018	28
Tabla 4. Categorización de localidades según nivel de población (hecha a partir de datos del GOREL)	46
Tabla 5. Número de comunidades de Loreto por categorías (hecha a partir de datos del GOREL)	46
Tabla 6. Información poblacional y territorial de cada provincia de Loreto (proyección 2016 del INEI)	47
Tabla 7. Centros poblados y población dispersa departamento de Loreto	49
Tabla 8. Centros poblados y población dispersa Maynas (elaborado a partir de datos del GOREL)	52
Tabla 9. Centros poblados y población dispersa Datem del Marañón (elaborado a partir de datos del GOREL)	54
Tabla 10. Centros poblados y población dispersa Alto Amazonas (elaborado a partir de datos del GOREL)	56

<i>Tabla 11. Centros poblados y población dispersa Loreto-Nauta (elaborado a partir de datos del GOREL)</i>	58
<i>Tabla 12. Centros poblados y población dispersa Requena (elaborado a partir de datos del GOREL)</i>	59
<i>Tabla 13. Centros poblados y población dispersa Mariscal R. Castilla (elaborado a partir de datos del GOREL)</i>	62
<i>Tabla 14. Centros poblados y población dispersa Ucayali (elaborado a partir de datos del GOREL)</i>	64
<i>Tabla 15. Centros poblados y población dispersa Putumayo (elaborado a partir de datos del GOREL)</i>	65
<i>Tabla 16. Población dispersa a nivel distrital de Loreto (elaborado a partir de datos del GOREL)</i>	68
<i>Tabla 17. Fuentes de datos empleadas para el estudio de electrificación</i>	70
<i>Tabla 18. Suma viviendas sin electrificar según datos de GOREL y DGER</i>	71
<i>Tabla 19. Número de viviendas y comunidades sin electrificar cruzando información de GOREL y DGER</i>	75
<i>Tabla 20. Suma viviendas sin electrificar DGER, GOREL y combinación de ambas fuentes</i>	75
<i>Tabla 21. Número de viviendas y comunidades sin electrificar cruzando información de GOREL, DGER y ERGÓN</i>	77
<i>Tabla 22. Suma de viviendas y comunidades sin electrificar DGER, GOREL, combinación y concesiones ERGÓN</i>	78
<i>Tabla 23. Resultados análisis distrito de Tigre</i>	80
<i>Tabla 24. Resultados Análisis distrito de Urarina</i>	80
<i>Tabla 25. Potencial distrito Tigre según cada análisis</i>	81
<i>Tabla 26. Potencial Urarinas según cada análisis</i>	81
<i>Tabla 27. Distribución de las poblaciones sin electrificar en los ríos del distrito de Urarinas</i>	82
<i>Tabla 28. Distribución de las poblaciones sin electrificar en los ríos de los distritos de Tigre y Urarinas</i>	90
<i>Tabla 29. Baja demanda. Mix de modos de electrificación para cada caso</i>	102
<i>Tabla 30. Baja demanda. Costes anuales totales por usuario para cada caso</i>	105
<i>Tabla 31. Baja demanda - Coste por kWh de demanda servida para cada caso</i>	106
<i>Tabla 32. Alta demanda. Mix de modos de electrificación para cada caso</i>	109
<i>Tabla 33. Alta demanda. Costes anuales totales por usuario para cada caso</i>	112
<i>Tabla 34. Alta demanda - Coste por kWh de demanda servida para cada caso</i>	113
<i>Tabla 35. Líneas de Baja Tensión (BT)</i>	147
<i>Tabla 36. Líneas de Media Tensión (MT)</i>	147
<i>Tabla 37. Transformadores de Media a Baja Tensión (MT/BT)</i>	148
<i>Tabla 38. Paneles fotovoltaicos</i>	148
<i>Tabla 39. Baterías</i>	149

<i>Tabla 40. SFD (FUNDAME)</i>	149
<i>Tabla 41. Regulador de carga</i>	150
<i>Tabla 42. Inversores</i>	150

“Donde hay luz hay vida”

- Uber Gamarra Valles,

APU de la comunidad de Santa Teresa, distrito de Urarinas



Agradecimientos

Gracias a mis padres, Octavio y Sandra, mis modelos a seguir, por vuestro apoyo estos seis años y todos los anteriores. Por vuestros consejos, vuestra confianza, vuestro cariño y por sacar lo mejor de mí siempre. Gracias a mis hermanos, Octa, Sofi y Filip, por acompañarme en este recorrido haciéndolo más fácil y entretenido.

Gracias a mis directores, Ricardo y Andrés, por haberme dado esta gran oportunidad y haber mostrado desde el primer momento una pasión contagiosa por el desarrollo. Gracias por haberme ayudado en cada momento estando siempre disponibles, con entusiasmo y optimismo. Especialmente gracias por haberme dado la oportunidad de conocer con vosotros de primera mano la realidad en la que se basa este proyecto, ha sido una de las mejores experiencias de mi vida.

Gracias a Kiko, por ver siempre el lado bueno de las cosas, tener siempre buenos consejos, y saber darle importancia a lo que la tiene.

Gracias a todos mis amigos y compañeros de la carrera, ¡somos una familia y eso lo llevaré conmigo siempre!

Gracias a Pedro Ciller por su atención, su gran ayuda y su buena compañía a lo largo del desarrollo de este proyecto.

1. Introducción

1. INTRODUCCIÓN

Los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) adoptados en el año 2015 por 193 naciones tienen tres propósitos principales para conseguir hasta el año 2030. Estos son: erradicar la pobreza extrema, combatir la desigualdad y la injusticia y solucionar el cambio climático.

Para ello se formularon 17 objetivos que abarcan entre todos ellos los tres pilares del desarrollo: el crecimiento económico, la inclusión social y la preservación y protección del medio ambiente. Estos objetivos se muestran en la Ilustración 1 (NACI18).



Ilustración 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible – ODS (Naciones Unidas)

Entre los 17 objetivos se encuentra el objetivo número 7, enfocado específicamente en la aseguración de energía accesible y no contaminante para todos. Un acceso universal a la energía con servicios asequibles, confiables y modernos, así como la renovación del sector energético a través de alternativas sostenibles y renovables.

El acceso a la energía y más aún a la energía limpia es necesario para todas las naciones. Sin ella, su desarrollo en otros aspectos como el social o el económico sería mucho más difícil si no imposible.

Este trabajo fin de máster es un proyecto de la Fundación Ingenieros de ICAI para el desarrollo (FICAI) y el Instituto de Investigación Tecnológica de la Universidad Pontificia de Comillas (IIT) en colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y liderado por la *Fundación ACCIONA Microenergía Perú (FUNDAME)* en su proyecto **Luz en casa Amazonía**, un proyecto por el acceso universal a la energía en una región tan remota y de difícil acceso como es la Amazonía peruana.

1. Introducción

El programa *Luz en Casa* se inició en 2011 en la región andina de Cajamarca, donde se apostó por la electrificación a través de sistemas fotovoltaicos domiciliarios en 115 comunidades rurales. Actualmente 3.900 hogares (16.000 personas) son usuarios de este servicio en este lugar.

El año pasado, en 2017, se inició el proyecto *Luz en casa Amazonía* a través de un proyecto piloto en el cual se electrificaron 61 familias de cuatro comunidades rurales de la cuenca del río Napo mediante sistemas fotovoltaicos de tercera generación (FUND17).

El proyecto se contextualiza en el corazón de la Amazonía del Perú, en el departamento de Loreto, al norte del país (Ilustración 2) y el proyecto piloto en el río Napo, afluente directo del Amazonas. En la Ilustración 3 se muestran los principales ríos del departamento de Loreto donde se ve el río Napo al noroeste de la región.



Ilustración 2. Mapa del Perú resaltando el departamento de Loreto (Wikipedia)



Ilustración 3. Departamento de Loreto con hidrografía (Edwin Villacorta M. 2003)

Los objetivos concretos del proyecto son dos. El primero es el estudio socioeconómico del departamento de Loreto, así como la identificación de potenciales usuarios sin acceso a la energía para la continuación del desarrollo del proyecto de FUNDAME. El segundo es la planificación del suministro eléctrico a toda la cuenca del río Napo contemplando 3 posibles vías de acceso a la electricidad: mediante extensión de red, creación de microrredes (ya sean de generación solares o generación híbrida solar-diésel) o a través de sistemas domiciliarios.

1. Introducción

El fin último de este trabajo es mejorar la situación actual de acceso a la electricidad de los habitantes de Loreto, principalmente comunidades rurales situadas a lo largo de los diferentes ríos de la cuenca del Amazonas; zonas remotas de la selva y de difícil acceso donde la llegada del desarrollo y sobre todo del desarrollo sostenible es lenta y costosa.

A día de hoy en la mayoría de estas comunidades carecen del servicio eléctrico y tienen que alumbrarse con alternativas peligrosas e insalubres como velas, lamparines o pequeños grupos electrógenos de diésel, lo cual no sólo supone un riesgo para los usuarios si no para el gran y delicado ecosistema que es el Amazonas.

El acceso a servicios básicos como la electricidad o el agua potable **de origen limpio y sostenible** es una necesidad real de las personas de esta región y también del resto del planeta. Los excesos de la industria petrolera, la deforestación y la contaminación con combustibles fósiles son algunos de los factores que ponen en peligro al ‘pulmón del mundo’ del que dependemos todos.



Ilustración 4. Niños en la comunidad de San Miguel con el río Marañón de fondo (foto propia)

2. Objetivos

2. OBJETIVOS

El proyecto se divide en dos fases diferenciadas tanto a nivel de objetivos como de aplicación geográfica:

Estudio de mercado:

- Zona geográfica: todo el departamento de Loreto, mostrado en la Ilustración 2. Es el más extenso de los 24 departamentos del Perú, pero ocupa el decimoprimer puesto en población.
- Objetivo: realizar un estudio de la situación actual de Loreto a nivel socioeconómico y grado de electrificación. Se quiere determinar la cantidad de población susceptible de ser electrificada con sistemas aislados o microrredes, sus potenciales necesidades y consumos y sus capacidades de pago.

El fin es obtener un número aproximado de viviendas sin electrificar en el departamento y aproximadamente dónde se encuentran para facilitar la continuación del proyecto de la FUNDAME.

Planificación del suministro energético:

- Zona geográfica: cuenca del río Napo, en la Ilustración 3 se ve un detalle del departamento de Loreto con sus principales ríos. El Napo es uno de los principales afluentes directos del Amazonas; nace en las montañas ecuatorianas, recorre el norte del país y desemboca en el Amazonas.
- Objetivo: realizar la planificación energética de las viviendas situadas en esta cuenca. Para ello se empleará la herramienta **REM** (*Reference Electrification Model*) desarrollada por el IIT-Comillas junto con el MIT. Esta herramienta permite analizar distintos escenarios de planificación en función de los *inputs* dados al programa dando como resultado para cada caso la solución más viable económicamente. Algunos de estos *inputs* son por ejemplo la localización de demanda o catálogos de características y costes de elementos como paneles y baterías

3. Metodología

3. METODOLOGÍA

En este punto se explica en mayor profundidad la metodología aplicada para cada parte del proyecto:

3.1 ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado seguirá el siguiente orden:

1. Estudio Económico: en esta sección se estudiarán las capacidades de pago de los habitantes de Loreto a través del análisis de sus ingresos y gastos.
2. Necesidades energéticas: se expondrá el interés por electrificarse de los habitantes de Loreto y las formas actuales de electrificación presentes en la región.
3. Estudio demográfico: estudio de la distribución de las localidades, de la población dispersa de Loreto y comprobación de la fiabilidad de las herramientas disponibles (mapas energéticos y sociales del gobierno, informes de proyectos previos, etc.).
4. Análisis de la situación de electrificación actual: se obtendrá el potencial de electrificación de los distritos de Loreto a través del análisis de las fuentes disponibles.

3.2 PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA

Para planificar el suministro eléctrico de toda la cuenca del Napo se empleará la herramienta REM la cual requiere información de entrada que será necesario recopilar (MATE).

Para esta fase se seguirán los siguientes pasos:

1. Localización de la demanda: habrá que ubicar todas las viviendas y edificios comunales de cada comunidad ribereña.
 - 1.1. Localizar comunidades: primero se localizarán todas las comunidades de la cuenca a través de los mapas energéticos del gobierno.
 - 1.2. Localizar edificios: utilizando la versión satélite de los mapas, en la herramienta Google Earth y ArcGis, se pasará a ubicar cada uno de los edificios manualmente para así localizar todos los puntos de demanda. En la Ilustración 5 se muestra un ejemplo de esta tarea.

3. Metodología



Ilustración 5. Detalle de la comunidad de San Felipe con edificios localizados (Visor Loreto - Gobierno Perú)

2. Obtención de otros inputs del programa:
 - 2.1. Perfil de demanda: este se podrá obtener del estudio de mercado. Será necesario un perfil horario de demanda anual.
 - 2.2. Archivo en formato GIS de la red existente y de las zonas ‘prohibidas’ por las que la red no podría ir. Esto son los ríos, selva densa o zonas inundables.
 - 2.3. Análisis de costes: coste del diésel, paneles, baterías, tendido de red en la selva... Estos datos se obtienen tanto de la visita de campo, como de FUNDAME y de la experiencia del equipo de Universal Access Lab¹ (IIT y MIT) en sus proyectos y viajes de planificación de electrificación rural.
 - 2.4. Estándares eléctricos de diseño de red: tensiones de la red, caída de tensión y otros criterios de diseño de los estándares peruanos.
 - 2.5. Perfil de irradiación solar de la zona anual.
3. Ejecución de casos en REM y análisis de sensibilidad: se insertarán los inputs iniciales que se hayan obtenido en la captación de información y una vez calculada la planificación energética más viable económicamente se realizará un análisis de sensibilidad en función de parámetros como el coste del diésel, de las baterías y la demanda.

3.3 RECURSOS A EMPLEAR

Las principales herramientas que se van a emplear en este proyecto son:

¹ <http://universalaccess.mit.edu/#/main>

3. Metodología

- Mapas digitales y páginas oficiales del gobierno peruano y otros.
 - Visor Loreto: mapa del gobierno departamental de Loreto (GORE18).
 - Osinergmin (MINEM): mapa del Ministerio de Energía y Minas (MINE18).
 - Mapa DGER: mapa energético de la Dirección General de Electrificación Rural (DGER18).
 - Google Earth: para la localización de la demanda se empleará esta herramienta por su alta resolución de imágenes satélite.
 - ArcGis: como fuente alternativa de imágenes satélite.²
 - INEI: información del Instituto Nacional de Estadística e Informática de Perú.
- REM: esta herramienta desarrollada por el IIT requiere como variables de entrada las localizaciones de los edificios, la irradiación solar, la topografía, la demanda esperada del consumidor, el coste del combustible y de la infraestructura entre otras. Posteriormente, tras ejecutar el programa en Matlab, se obtendrá el resultado óptimo y más económico del plan de electrificación. Este resultado se podrá modificar para análisis de sensibilidad u otros.
- Página PVWatts para obtener el perfil anual de radiación solar (PVWA18).
- Documentación de proyectos anteriores proporcionada principalmente por FUy su proyecto ‘Luz en Casa Napo 2017’.
- TFM de Raquel de la Orden ‘Estudio sobre el acceso universal a la electricidad y agua potable en la Amazonía’ (ORDE17).
- Visita al terreno de estudio:
 - Reuniones con distintas entidades: MINEM, Gobierno regional de Loreto, distintas municipalidades...
 - Visita a comunidades de las cuencas del río Napo y Tigre: se visitarán comunidades de distinto tamaño y tanto electrificadas como sin electrificar para tener más variedad en el estudio.
- Internet.

² ArcGis Online – cuenta creada para el estudio:
<https://ucomillas.maps.arcgis.com/home/content.html?start=1&view=table&sortOrder=desc&sortField=modified#content>

4. Motivación

4. MOTIVACIÓN

El compromiso global al desarrollo mundial para un planeta más justo, limpio y sostenible pasa por un modelo energético renovable que permita la autosuficiencia de las comunidades. Esta autosuficiencia favorecerá el desarrollo socioeconómico de las poblaciones además de contribuir a la sostenibilidad de la Tierra.

Algunos de los beneficios de la electricidad, que parecen evidentes para nosotros, son que los niños podrán hacer sus deberes cuando anochezca a las seis de la tarde, las comunidades serán más seguras porque estarán iluminadas con un método seguro contra incendios y contra intoxicación por humos como las velas, los alimentos durarán más tiempo al poder ser refrigerados o los adultos podrán trabajar hasta las horas que necesiten sin depender del momento del día.

El reconocimiento que le da la comunidad internacional al acceso a la energía es un gran paso, pero hay que ponerse manos a la obra si este objetivo se quiere conseguir para 2030.

La falta de acceso a la energía va ligada a la pobreza y al subdesarrollo, lo cual hace poco atractiva la entrada de inversores en los proyectos de electrificación de estos lugares por su baja rentabilidad. Por eso es necesaria la participación conjunta de los gobiernos y las organizaciones sociales para sacar estos proyectos a flote.

Este proyecto es para las personas y para el planeta.



Ilustración 6. Niñas en un platanar de la comunidad de Santa Teresa, río Marañón. (fotos propias)

5. Estado del arte

5. ESTADO DEL ARTE

En este apartado se hace una breve introducción de la región de estudio. También se explican las maneras de acceso a esa energía: extensión de red, microrredes y sistemas aislados.

Se va a analizar el acceso a la energía universal partiendo de la situación mundial y concretando después geográficamente estudiando la situación del Perú y posteriormente la de la región de estudio: el departamento de Loreto.

5.1 INTRODUCCIÓN: REGIÓN DE ESTUDIO

En la organización territorial del Perú la mayor división administrativa son los departamentos o regiones, que a su vez se dividen en provincias y estas en distritos:

Departamento → Provincia → Distrito

Perú se divide en 24 departamentos más la provincia constitucional de Callao; divididos en 179 provincias y a su vez en 1.765 distritos. En la Ilustración 7 se muestra el mapa del país organizado en los 24 departamentos y la provincia de Callao.

Como se puede ver el departamento de Loreto es el mayor de todos siendo el siguiente mayor, el departamento de Ucayali, un 27.7% de la superficie total de Loreto.



Ilustración 7. Mapa político del Perú (fuente: viajar a Perú - <https://www.viajaraperu.com/mapa-de-peru/>)

5. Estado del arte

5.1.1 LORETO

Loreto, a pesar de ser el mayor de los departamentos e incluso mayor que todo Ecuador, ocupa el penúltimo puesto en cuanto a densidad de población teniendo una población de cerca de 1 millón de habitantes únicamente.

En la Tabla 1 se recogen datos generales de la población del departamento.

Datos Loreto	
Superficie	368.851 km ²
Población	1.039.372 habitantes
Densidad población	2,9 hab/km ²

Tabla 1. Datos generales Loreto (Instituto Nacional de Estadística e Información)

Dentro del departamento de Loreto se encuentran 8 provincias, mostradas en el mapa de la Ilustración 8 con sus respectivas capitales.

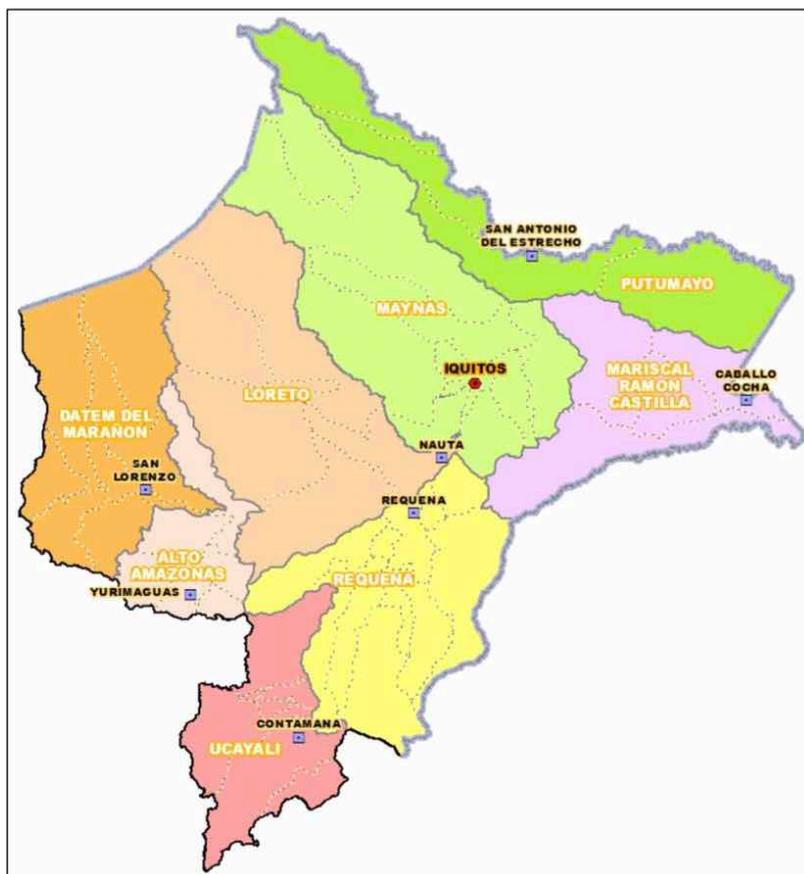


Ilustración 8. Mapa político departamento de Loreto (fuente: Gobierno Regional)

Iquitos, la capital del departamento ubicada en la provincia de Maynas, es la mayor ciudad del mundo a la que no se puede acceder por carretera y cuenta con una población más de medio millón de habitantes que es más de la mitad de la población de todo el departamento.

5. Estado del arte



Ilustración 9. Plaza de Armas en Iquitos, Perú (Vlad Karavaev - Getty Images)

5.1.2 RÍO NAPO

El río Napo nace en los Andes ecuatorianos y fluye a lo largo de la provincia de Maynas por los distritos de Torres Causana (*Alto Napo Peruano*), Napo (*Medio Napo Peruano*) y Mazán (*Bajo Napo Peruano*) hasta que desemboca en el río Amazonas.

Debido a su proximidad a Iquitos, el distrito más desarrollado es Mazán, seguido de Napo y por último Torres Causana, ya que el único medio de transporte es el propio río.

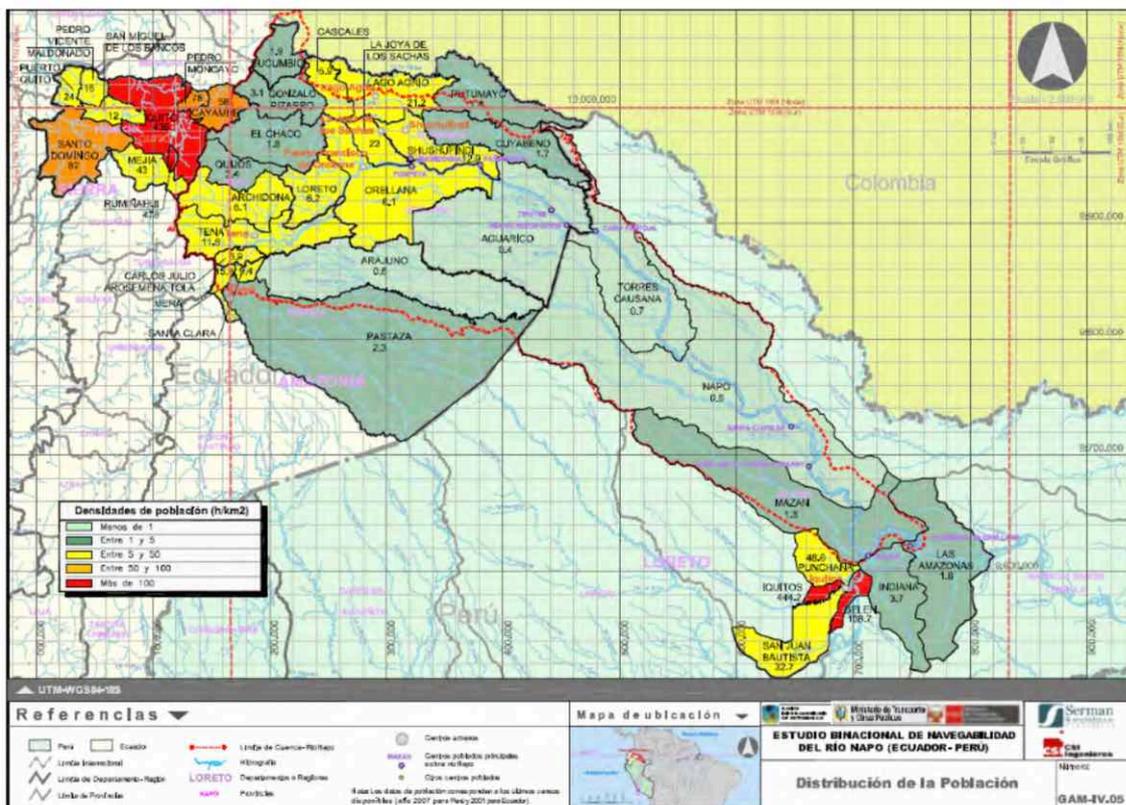


Ilustración 10. Río Napo (Banco Interamericano de Desarrollo 2010)

5. Estado del arte

5.2 FORMAS DE ACCESO A LA ENERGÍA UNIVERSAL

En este punto se explican con más detalle los tres caminos para acceder a la energía:

- Conexión a red: se trata del método tradicional por el que se ha proporcionado electricidad al 97% de la población en los últimos años, desde el año 2000. Normalmente su fuente de energía son plantas centralizadas de carbón, gas... etc; aunque se van sumando fuentes más limpias como hidráulica, solar o eólica.
- Microrredes: son pequeñas redes aisladas, independientes de la red de distribución. Se utilizan en lugares en los que el acceso a la red es imposible o requeriría una gran inversión. Principalmente se encuentran de tres tipos:
 - Diesel: redes alimentadas exclusivamente con un grupo electrógeno de diésel. Se trata de la configuración más común a día de hoy y su principal inconveniente es la dependencia del precio del combustible diésel y su transporte.
 - Fotovoltaicas: son redes cuya fuente es puramente la energía solar. Para asegurar la estabilidad de la red deben equiparse con baterías. Su configuración habitual incluye: generador fotovoltaico, regulador (controla la carga y descarga de la batería), batería de acumuladores y un inversor (alimenta los circuitos en CA). En la Ilustración 11 se muestra un esquema del sistema (ENER14).
 - Sistemas Híbridos: son redes de generación mixta solar-diésel. Generalmente se hibridan las redes diésel existentes añadiendo una instalación fotovoltaica para disminuir el consumo de carburante y depender menos de él.

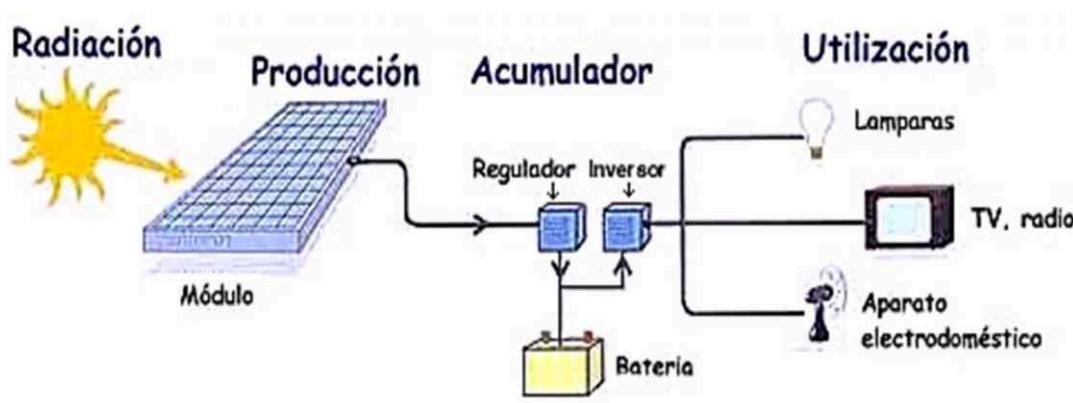


Ilustración 11. Esquema sistema fotovoltaico (Energías sin fronteras)

- Sistemas aislados: se trata de sistemas independientes de la red eléctrica que suelen alimentar una casa según su potencia y la demanda. Se trata de la solución más económica para zonas remotas y escasamente pobladas. Principalmente se encuentran de energías renovables, sobre todo solar; aunque también existen híbridas o de diésel. Siendo los sistemas fotovoltaicos domiciliarios (SFD) los más populares por su sostenibilidad y generalmente la facilidad de acceso al recurso solar, en los últimos

5. Estado del arte

años se ha utilizado principalmente esta solución. Actualmente gracias al avance tecnológico, sobre todo en las baterías, se encuentran SFD de 3ª generación (SFD3G) cuyas características se distinguen a continuación de los anteriores SFD:

- **2ª generación:** se trata de sistemas que o bien no cuentan con la batería por lo tanto únicamente funcionan cuando hay energía (por ejemplo, si es un sistema fotovoltaico, sólo alimentará el consumo durante el día) o tienen una batería de gel.

Son sistemas más robustos y de mayor potencia y por eso requieren de mayor conocimiento para su instalación y reparación. Por otro lado, la batería de gel permite bastante almacenamiento, pero tiene el inconveniente de su tamaño y peso que hace que el conjunto sea difícil de transportar.

Estos sistemas son los que empleó FUNDAME en 2011 en el proyecto de Cajamarca y tienen las siguientes características (FUND):

- 1 Panel fotovoltaico, 80 Wp
- 1 Soporte panel de acero inoxidable
- 1 Batería, GEL 100 Ah 12 V
- 1 Regulador, PWM 10/10 A
- 3 Focos, 12 Vcc, CFL (fluorescente compacto) 11W - LED 5W



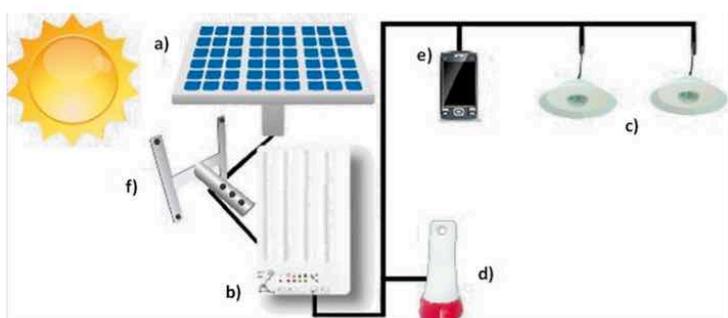
Ilustración 12. Instalación del panel solar de un SFD en Cajamarca (Fundación ACCIONA Microenergía)

5. Estado del arte

- **3ª generación:** estos sistemas más modernos integran batería y generación de manera compacta. Son sistemas de menor capacidad (la mitad), pero mucho más sencillos, de fácil instalación y que permiten cómodamente su transporte al ser más ligeros. Esto supone una gran ventaja ya que en la mayoría de los casos estos sistemas se instalan en regiones de difícil acceso o muy aisladas; al ser portátiles, en caso de avería, puede ser el propio usuario quien tome su sistema y lo lleve a reparar al centro más cercano en lugar de tener que esperar a que el técnico llegue a su comunidad. En la Ilustración 13 se muestra un detalle del panel del sistema donde se ve la simplicidad de la instalación. En la Ilustración 14 se muestra el SFD3G o *Solar Kit* proporcionado por FUNDAME en su proyecto piloto en la Amazonía.



Ilustración 13. Detalle de la instalación del panel de un SFD3G en la comunidad nativa de Juan Pablo II (foto propia)



- a) 01 Panel solar (30-40Wp)
- b) 01 Caja con regulador de carga y batería (en torno a 10Ah)
- c) 02 Lámparas LED fijas (de al menos 200lm por lámpara)
- d) 01 Lámpara LED portátil de hasta 200lm
- e) 01 Cargador de celular
- f) 01 Soporte para panel fotovoltaico

Ilustración 14. Características de los SFD3G (Fundación ACCIONA Microenergía)

5.3 ACCESO A ENERGÍA UNIVERSAL – SITUACIÓN MUNDIAL

Según el informe de La Agencia Internacional de Energía (IEA): *Energy Access Outlook 2017, from Poverty to Prosperity*, el número de personas sin acceso a la electricidad ha caído de 1.7 mil millones en el año 2000 a 1.1 mil millones en 2016. Eso quiere decir que

5. Estado del arte

un 14,66% de la población mundial todavía carece de este recurso, clave para el desarrollo (IEA17).

Para lograr el acceso universal a la energía para el año 2030, numerosos países han expuesto sus objetivos nacionales y planes de inversión como de extensión de la red. Analizando estas políticas nacionales se ha previsto el escenario de electrificación de la Ilustración 15. En él se ve que el acceso a la electricidad se hará:

- 37% a través de conexión a la red
- 34% a través de microrredes
- 29% a través de sistemas aislados

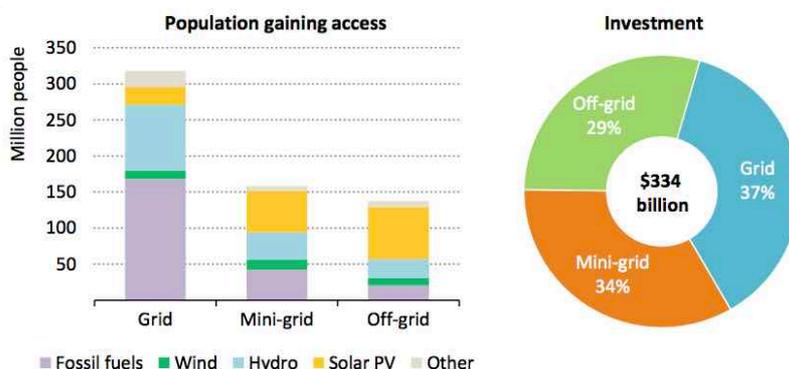


Ilustración 15. Escenario I: Nuevas políticas nacionales. (fuente: IEA)

Este escenario de futuras políticas nacionales supondría que todavía 674 millones de personas continuarían sin electricidad en el año 2030, el 80% de ellas localizadas en las zonas rurales. Debido a la dificultad de proyectar la red en estos lugares rurales más apartados, considerando un escenario de 'Energía para todos en 2030' el porcentaje de electrificación a través de sistemas descentralizados (sistemas aislados y microrredes) aumenta dada su facilidad de aplicación en este tipo de lugares frente a la extensión de la red. Esto se ve en la Ilustración 16 donde aumenta considerablemente el uso de microrredes (48%) frente al caso anterior (34%).

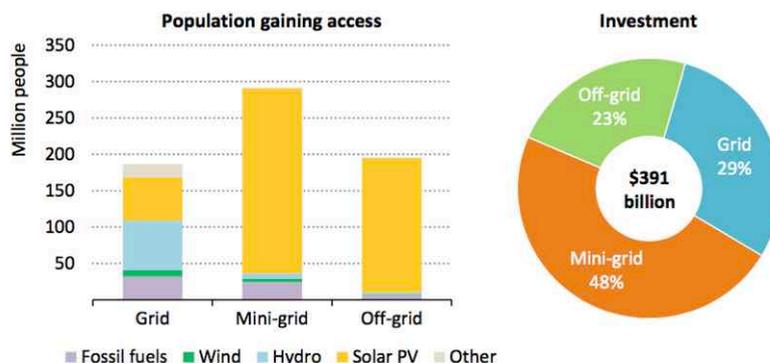


Ilustración 16. Escenario II: Energía para todos en 2030 (IEA)

5. Estado del arte

5.4 SITUACIÓN DE ELECTRIFICACIÓN DEL PERÚ AMAZÓNICO

Perú

Actualmente, según el informe publicado por la IEA, el 95% del Perú está electrificado: un 97% de las zonas urbanas frente a un 89% de las zonas rurales. Concretamente 2,9 millones de peruanos carecen de este recurso hoy en día (1)

En diciembre de 2017 la ministra de energía y minas de Perú, Cayetana Aljovín, confirmó el compromiso del gobierno de electrificar el 100% de las zonas rurales del país para 2021. Se comunicó que para ello se requerirán nuevas líneas de transmisión, sistemas eléctricos rurales (microrredes) y módulos fotovoltaicos (SANC17).

En la Ilustración 17 se muestra la actual red eléctrica del país. Como se puede ver, la red nacional abarca principalmente la costa del pacífico, gran parte de la zona andina y llega a ciertos puntos de la selva amazónica. El resto de regiones (la mayoría de la cuenca del Amazonas) no cuentan con acceso a la red y generalmente se electrifican a través de pequeñas microrredes, sistemas aislados para viviendas muy dispersas o en su defecto con lamparines, linternas o mecheros.

Loreto

Como se puede ver en la Ilustración 17, a día de hoy no existe ninguna línea que conecte el departamento de Loreto con el resto de la red nacional, excepto en la localidad de Yurimaguas, en la frontera del departamento.

En la Ilustración 18 se muestra la red proyectada por el MINEM. La línea discontinua azul muestra una línea proyectada para comunicar la capital del departamento (Iquitos) en un futuro con la red de distribución nacional. Este plan de proyección de red es una quimera prácticamente irrealizable tanto por su coste económico de inversión y de mantenimiento, como por su coste social y medioambiental.

La principal fuente de generación en el departamento de Loreto es mediante centrales térmicas alimentadas por diésel. Existen 12 centrales térmicas consideradas dentro del SEIN³ basándose en la información del MINEM. Estas centrales se pueden ver en el mapa de la Ilustración 17 en la región de Loreto y la información de estas centrales que proporciona MINEM se recoge en la Tabla 2.

³ SEIN: Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (de Perú)

5. Estado del arte

Centrales Térmicas de Loreto dentro del SEIN					
Nombre de la Central	Potencial Instalado(MW)	Potencial Efectivo	Fuente de energía	Provincia	Distrito
IQUITOS	98.18	72.1	RESIDUAL-6	Maynas	Iquitos
REQUENA	3.545	3.04	DIESEL-2	Requena	Requena
NAUTA	2.38	1.9	DIESEL-2	Loreto	Nauta
CONTAMANA	2.135	1.77	DIESEL-2	Ucayali	Contamana
CABALLOCOCHA	2.035	1.66	DIESEL-2	Mariscal Ramón Castilla	Ramón Castilla
INDIANA	1.053	0.9	DIESEL-2	Maynas	Indiana
ORELLANA	1.015	0.75	DIESEL-2	Ucayali	Vargas Guerra
TAMSHIYACU	0.813	0.675	DIESEL-2	Maynas	Fernando Lores
MAYORUNA	0.62	0.58	DIESEL-2	Mariscal Ramón Castilla	San Pablo
EL ESTRECHO	0.5	0.44	-	Putumayo	Putumayo
SAN FRANCISCO DE ASÍS	0.37	0.3	DIESEL-2	Mariscal Ramón Castilla	Pebas
YURIMAGUAS	0	0	-	Alto Amazonas	Yurimaguas

Tabla 2. Centrales Térmicas Loreto dentro del SEIN (fuente: MINEM)

Nota: La información proporcionada por MINEM sirve como una primera aproximación para dar una idea general de la situación de electrificación, pero hay que tener en cuenta que esta información puede estar desactualizada. Por ejemplo, la ciudad de Yurimaguas es uno de los puertos más importantes del departamento y aparece con potencial instalado nulo, de la misma forma es posible que haya algunas centrales nuevas en el SEIN que no aparezcan en esta tabla.

Aparte de las centrales térmicas, a lo largo del territorio se encuentran también grupos electrógenos de menor tamaño que alimentan pequeñas microrredes y dan entre dos y cuatro horas de luz cada día a toda la comunidad.

En Julio de 2017 el gobierno peruano anunció proyectos de suministro a través de fotovoltaica aislada para la región oeste de Loreto. Las nuevas instalaciones beneficiarán a 2.243 familias indígenas de los distritos de Andoas y Morona en la provincia de Datem del Marañón, y Tigre y Trompeteros en la provincia de Loreto-Nauta, al oeste del departamento (SANC17).

5. Estado del arte

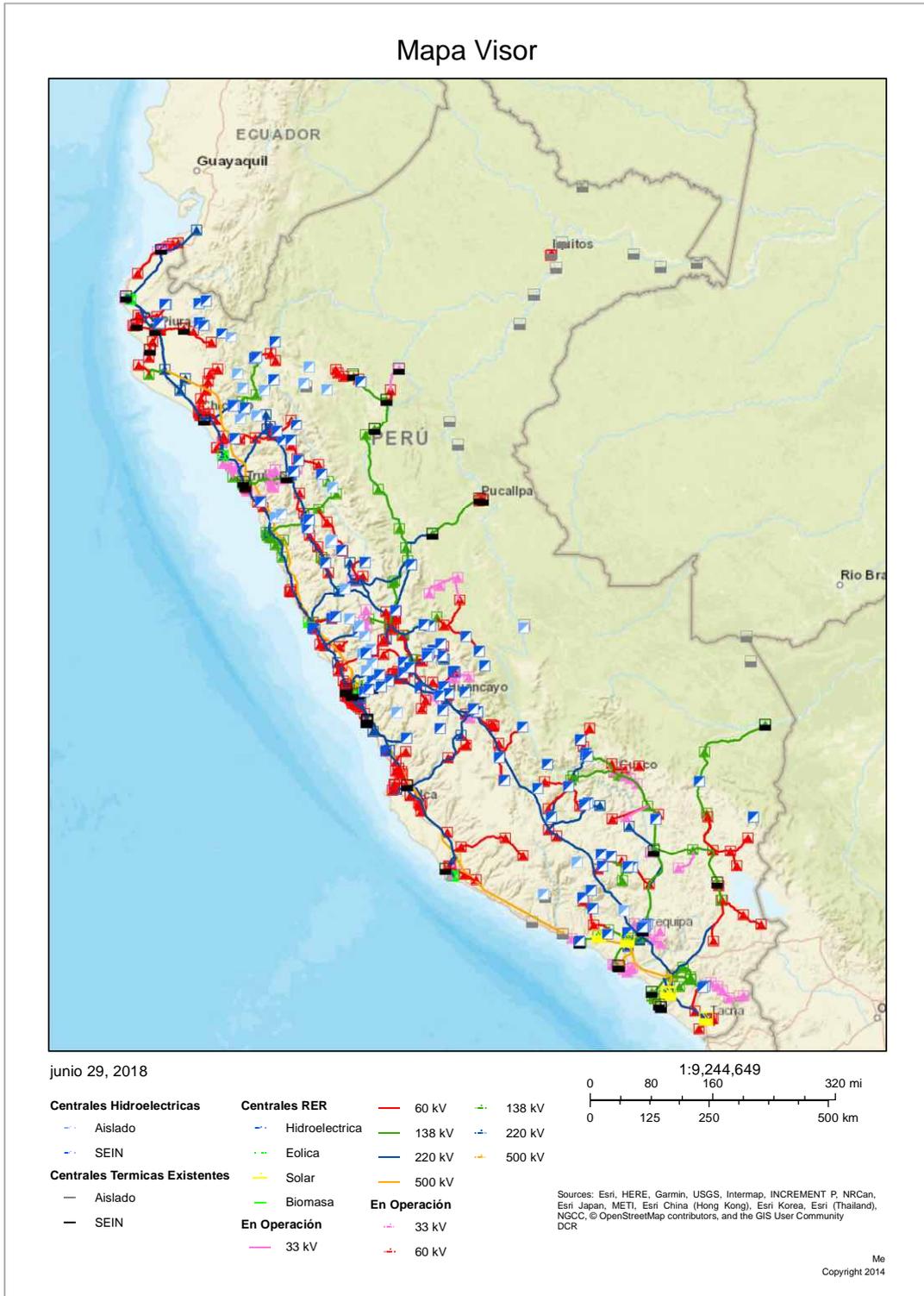


Ilustración 17. Mapa energético actual (fuente: MINEM)

5. Estado del arte



Ilustración 18. Mapa energético proyectado (fuente: MINEM)

Recurso Solar del país

La bajada de precios de los paneles solares hace que la energía fotovoltaica sea la más económica para electrificar las zonas rurales y lidere los proyectos de electrificación rural mundial, así como los del Perú. De hecho, en 2013 el MINEM presentó su *Programa Masivo Fotovoltaico* enfocado a las zonas rurales por el cual propuso instalar cerca de 500.000 paneles en los siguientes tres años (GES13).

5. Estado del arte

En la Ilustración 19 se muestra la radiación solar anual que recibe el país. Loreto tiene una media de radiación solar anual entre 4.5 y 5 kW h/m².

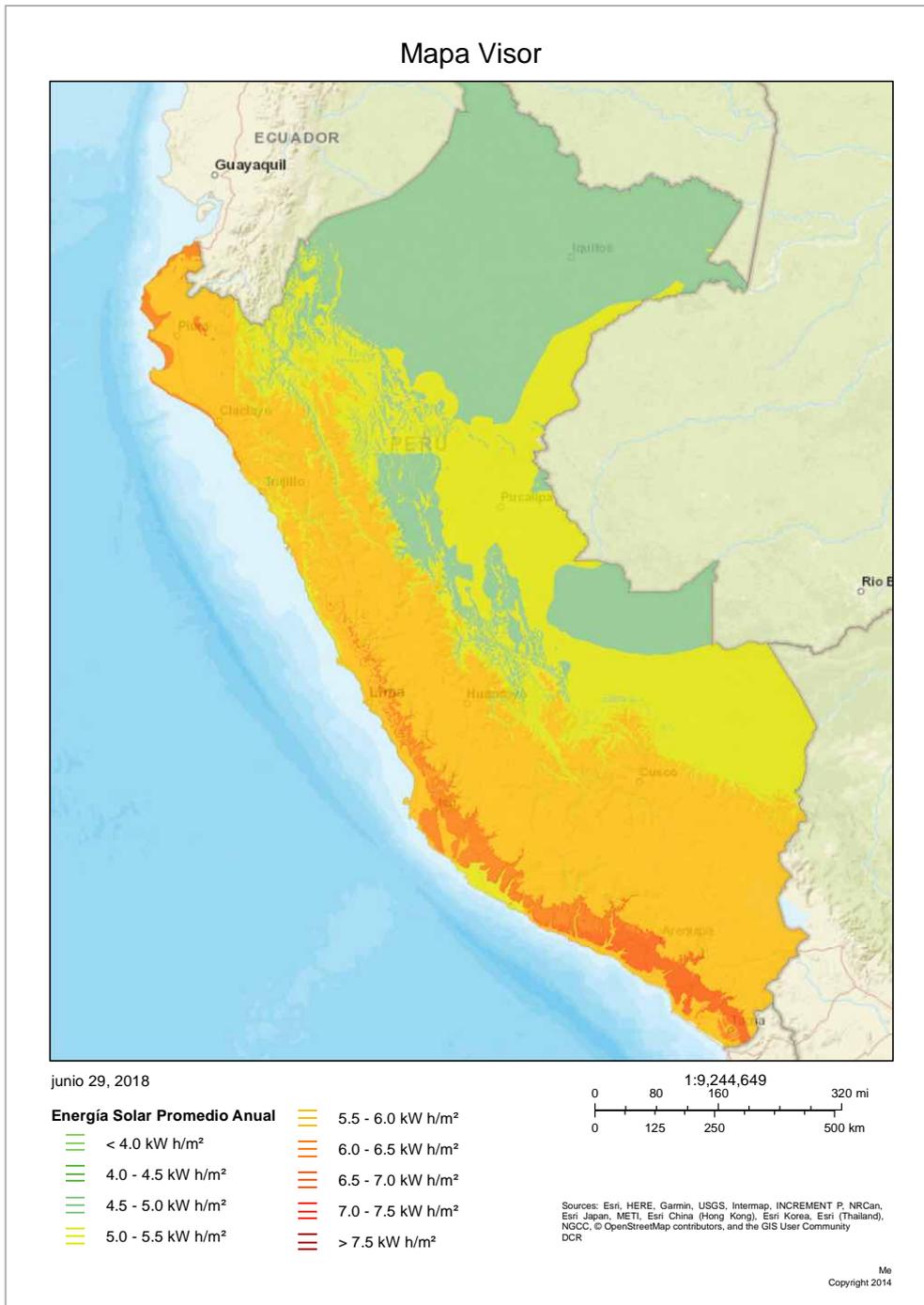


Ilustración 19. Energía Solar anual (fuente: MINEM)

6. Estudio de mercado

6. ESTUDIO DE MERCADO

El principal objetivo de este apartado es conocer la potencialidad del departamento de Loreto de ser electrificado a través de SFD y para ello hacer una estimación del número de viviendas sin acceso a día de hoy a electricidad. Estos datos se estudiarán a nivel distrital para saber qué distritos son los más interesantes para la Fundación ACCIONA Microenergía para continuar con su proyecto *Luz en Casa Amazonía*.

Inicialmente, en los apartados 6.2 y 6.3 se plantea un breve estudio socioeconómico de los habitantes de la Amazonía peruana. Se explican sus actividades económicas y fuentes de ingresos, en qué emplean sus ahorros y sus principales necesidades energéticas. Para este estudio se ha empleado sobre todo información de las visitas de campo de FUNDAME e información de la propia visita de campo realizada por la Fundación de Ingenieros de ICAI para el Desarrollo, introducida en el primer punto, 6.1.

A continuación, en el apartado 6.4, se pasa al estudio de la distribución de la población localizando concretamente la distribución de las poblaciones dispersas. Aquellas comunidades de menos de 150 habitantes que suelen ser las que carecen de electrificación y son las que presentan mayor viabilidad de electrificación a través de SFD por su tamaño reducido y difícil acceso (con lo cual no llegará la extensión de red y probablemente tampoco las microrredes).

Posteriormente, en el apartado 6.5 se realiza el estudio de electrificación actual del departamento a nivel distrital contrastando las fuentes disponibles y un estudio detallado de los distritos de Tigre y Urarinas en la provincia de Loreto-Nauta. También se expone brevemente la influencia de la actividad petrolera en la electrificación de la región.

Por último, el apartado 7 recoge las conclusiones generales del estudio.



Ilustración 20. Mujeres y niños en la comunidad de Copal Urco, río Napo (foto propia)

6. Estudio de mercado

6.1 VISITA AMAZONÍA: TRABAJO DE CAMPO

En marzo de 2018 se realizó una visita a la región de estudio para comprobar la información que se estaba recogiendo remotamente y ver la realidad del lugar.

El propósito del viaje era ver comunidades de varios tamaños, y con distintos tipos de electrificación con el fin de obtener información general de las condiciones de vida y la situación socioeconómica de la población.

Dada la gran extensión del lugar, se visitaron cuatro distritos en dos cuencas diferentes para de ver las similitudes entre ellos y poder hacer una generalización más adecuada para todo el resto del departamento.

Se aprovechó para visitar el avance del proyecto piloto de FUNDAME en la **cuenca del Napo** en la que se visitaron comunidades de los distritos de Napo y Mazán (provincia de Maynas). Algunas de estas comunidades formaban parte del proyecto piloto y otras no.

También se visitó la **cuenca del río Marañón** y en ella comunidades de los distritos de Parinari y Urarinas (provincia de Loreto-Nauta). El mapa de la Ilustración 21 muestra los distritos visitados de cada cuenca.

Se visitaron comunidades:

- Grandes y con microrred: las capitales de los cuatro distritos visitados:
 - Santa Clotilde, capital del distrito de Napo.
 - Mazán, capital del distrito de Mazán
 - Santa Rita de la Castilla, capital del distrito de Parinari
 - Maypuco, capital del distrito de Urarinas
- Medianas y con microrred: como Copal Urco (Napo), San José de Parinari (Parinari) o Cuninico (Urarinas).
- Pequeñas y con SFD de FUNDAME: como Antioquía o Juan Pablo II en Napo.
- Pequeñas y sin electrificar: como Copal Yacu (Napo) o Santa Teresa (Urarinas).

Por otro lado, se tuvieron reuniones con los alcaldes de los distritos de Tigre, Parinari y Urarinas (provincia de Loreto –Nauta), con la Dirección Regional de Energía y Minas (DREM), el GOREL y la empresa eléctrica ElectroOriente. Estas reuniones facilitaron información algo más actualizada que la disponible en la red respecto a la situación de electrificación de la región en general y de los distritos visitados.

6. Estudio de mercado

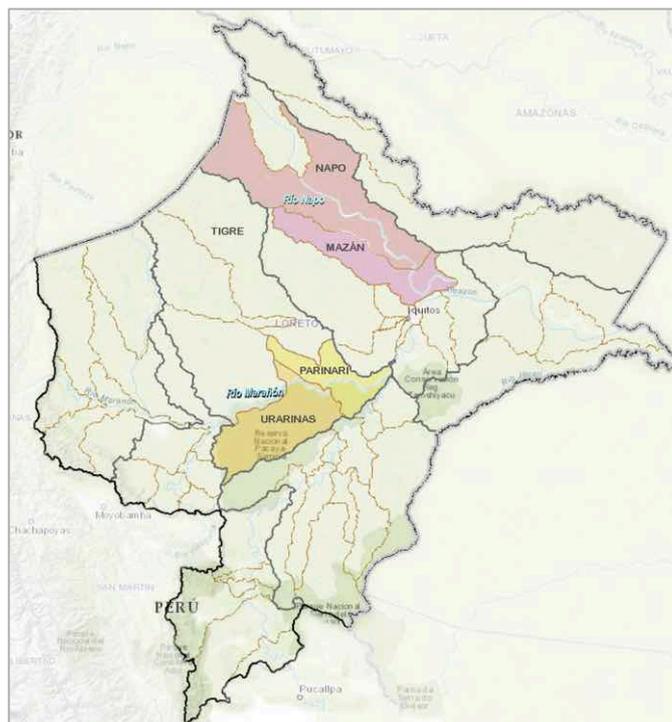


Ilustración 21. Distritos visitados durante el viaje a Loreto

En la Tabla 3 se recoge un listado de las comunidades visitadas de cada distrito con sus respectivas capitales y el número de viviendas de cada una de ellas.

DISTRITO	Nº	COMUNIDADES	Nº DE VIVIENDAS
NAPO	1	Santa Clotilde	446
	2	Nueva Unión	9
	3	Antioquía*	12
	4	Bellavista	37
	5	Copal Urco	70
	6	Copal Yacu	25
	7	Wiririma	33
	8	Juan Pablo II*	15
MAZÁN	9	Mazán	677
	10	Copalillo	14
	11	Nuevo San Juan	37
PARINARI	12	Santa Rita de la Castilla	284
	13	Santa Isabel de Yumbaturo	40
	14	Puerto América	14
	15	6 de septiembre	8
	16	San Miguel	40
	17	Leoncio Prado	30

6. Estudio de mercado

	18	Tangarana	20
	19	San José de Parinari	84
	20	Maypuco	263
URARINAS	21	Nueva Alianza	125
	22	Santa Teresa	18
	23	Cuninico	129
TOTAL (sin capitales)	19	-	760
TOTAL	23	-	2.430

* Comunidades con SFD de FUNDAME

* Comunidades en negrita son capitales de distrito

Tabla 3. Lista de comunidades visitadas en la visita de campo de marzo 2018

Para información más detallada de la visita a la Amazonía en el Anexo B recoge el informe completo del viaje.

6.2 ESTUDIO ECONÓMICO

El estudio de económico se basa principalmente en las siguientes fuentes:

1. **Visita de campo:** Información recogida durante la visita de campo a comunidades de la cuenca del Napo y de la cuenca del río Marañón.
2. **Encuestas FUNDAME:** realizadas en julio de 2016 a 112 habitantes en siete localidades del río Napo: Vencedores del Zapote, Nueva Unión, Nueva Floresta, Nueva Antioquía, Nueva Almendra, Bandeja Isla y Juan Pablo II.

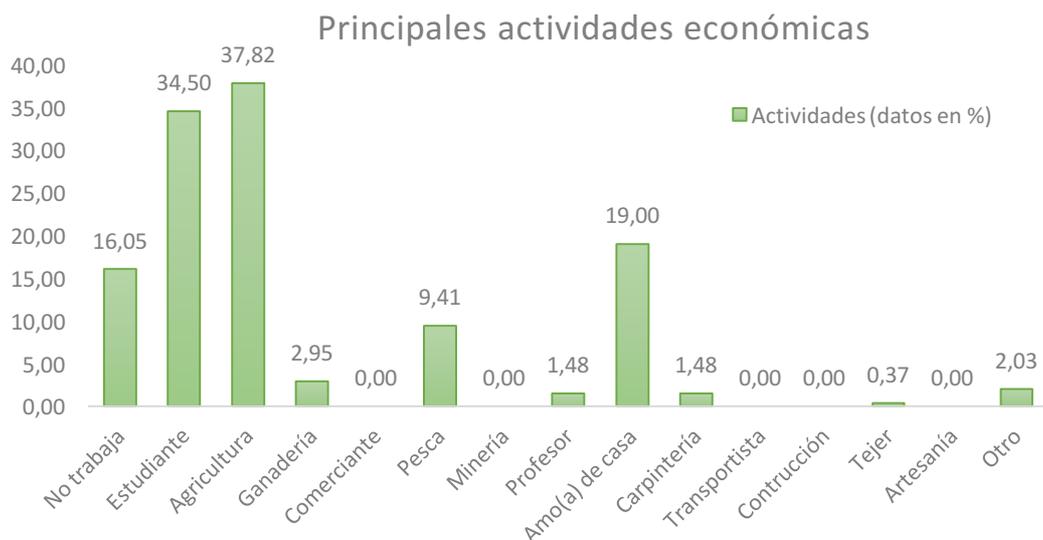
6.2.1 FUENTES DE INGRESOS

Debido al entorno rural y a la gran fertilidad de la tierra de la selva amazónica, la actividad más común es la **agricultura** practicada por aproximadamente el 90% de las familias de Loreto. Los productos típicos de la zona son el plátano, la yuca y el maíz. Generalmente los agricultores recolectan la cosecha dos o tres veces al año y van a venderla al centro urbano más cercano en *peque-peque* (canoa con un pequeño motor), en lanchas públicas o caminando si existe la posibilidad.

Otras actividades fuentes de ingresos menos practicadas son la ganadería, la caza y la pesca. En otros tiempos la pesca se practicaba con mayor frecuencia tanto para venta como para consumo propio, pero el creciente nivel de contaminación en los ríos está provocando que se realice menos. Las causas de contaminación principales son los frecuentes derrames de petróleo y también el tráfico de lanchas que circulan los ríos.

La Gráfica 1 muestra los resultados de las encuestas realizadas por FUNDAME a los habitantes de las comunidades del Napo.

6. Estudio de mercado



Gráfica 1. Principales actividades económicas comunidades del Napo (Fundación ACCIONA Microenergía)

Estos ingresos suelen ser irregulares en la mayoría de los casos al tratarse en su mayoría de agricultores que dependen de numerosos factores como la época de lluvias, disponibilidad de combustible para transportar el producto o las frecuentes inundaciones de sus cultivos.



Ilustración 22. Ganado de la localidad de Juan Pablo II frente al río Napo (foto propia)

6. Estudio de mercado



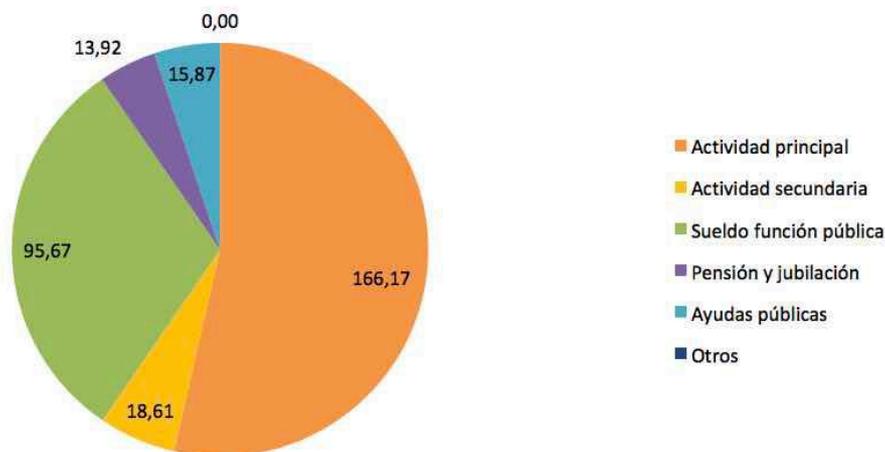
Ilustración 23. Preparación del pescado en Santa Teresa, río Marañón (foto propia)



Ilustración 24. Mujer vendiendo fruta en el mercado de Santa Clotilde, Napo (foto propia)

El promedio de ingresos mensual por familia es de 200 soles, sin considerar a la minoría encuestada que se dedica a funciones públicas o a la enseñanza. En la Gráfica 2 se ve que los ingresos vienen sobre todo de la actividad principal, que en la mayoría de los casos es la agricultura; y en menor medida de la secundaria (pesca, ganadería, carpintería...).

Distribución media de ingresos por familia mensuales

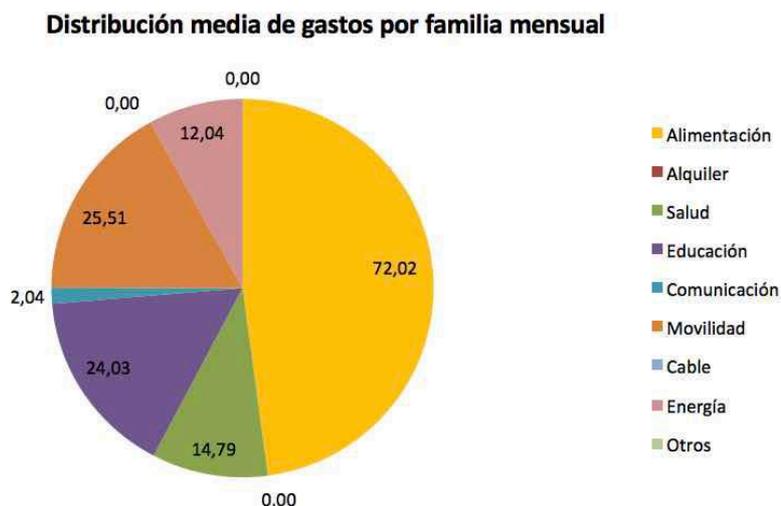


Gráfica 2. Distribución de los ingresos mensuales según la actividad (Fundación ACCIONA Microenergía)

6. Estudio de mercado

6.2.2 GASTOS

En un prototipo de comunidad pequeña no electrificada, **el gasto medio mensual por familia es de 154 soles**, sin considerar a la minoría encuestada que se dedica a funciones públicas o a la enseñanza. En la Gráfica 3 se ve en lo que se emplea el dinero generalmente por familia. El mayor gasto es en alimentación seguido por movilidad (diésel para la *peque-peque*).



Gráfica 3. Distribución de gastos mensuales por familia (fundación ACCIONA Microenergía)

Las comunidades encuestadas por FUNDAME en ese momento no contaban con ningún medio de electrificación, y otro gasto a añadir era el de la energía para alumbrar. Habitualmente se alumbran mediante linternas (56,7% de los encuestados) o mediante mechero de diésel (42,58% de los encuestados). En otras comunidades algunos habitantes cuentan con un pequeño grupo electrógeno personal de entre 1 y 3 MW que encienden de vez en cuando según la disponibilidad del combustible. **El gasto mensual en energía ronda los 12 soles.**



Gráfica 4. Dispositivos más utilizados para alumbrarse (Fundación ACCIONA Microenergía)

6. Estudio de mercado

La propuesta de la Fundación ACCIONA Microenergía supondría un pago mensual del usuario de 10 soles mensuales teniendo a su disposición 2 focos de luz, una linterna y una radio. Esto supondría un ahorro para los usuarios mensual de aproximadamente 2 soles.

6.3 NECESIDADES ENERGÉTICAS

6.3.1 INTERÉS EN ELECTRIFICARSE

Encender la luz cuando oscurece es un acto dado por sentado que se realiza cada día de forma automática y sin darle muchas vueltas a su verdadero valor.

Al contrario de lo que se puede opinar desde el punto de vista de persona con acceso indiscutible a la electricidad, las personas en los lugares más remotos del planeta están preparados si no ansiosos para recibir la luz y lo consideran un verdadero lujo.

En el Amazonas, donde a las 17:00 la noche es oscura como boca de lobo, los habitantes no están listos para irse a la cama y quieren continuar con sus tareas, cocinar la cena, los niños hacer sus deberes o sencillamente escuchar música y socializar con sus vecinos. Por eso en comunidades carentes de luz y en medio de la oscuridad de la selva se pueden observar pequeñas luces provenientes de linternas, lamparines o velas.

Durante la visita de campo se vio que, tanto en comunidades grandes como en las más pequeñas de menos de 10 viviendas, los habitantes encontraban cualquier manera para al menos alumbrarse por las noches e incluso si se lo podían permitir algunos invertían en productos de entretenimiento y comunicación como televisores, equipos de sonido o radios. De hecho, en las encuestas realizadas por FUNDAME más del 80% de los encuestados mostró su interés en comprar un KIT solar estando el 42% de ellos interesados principalmente en la demanda de luz, 29% en radio y 20% en conexión TV.



Ilustración 25. En esta casa de Copal Urco, en plena selva amazónica, los dueños tenían un equipo de sonido digno de un festival (foto propia)

6. Estudio de mercado

6.3.2 FORMAS DE ELECTRIFICACIÓN PRESENTES EN LORETO

6.3.2.1 Conexión a red

La red principal de la Amazonía peruana es la de Iquitos, a la que se conectan las comunidades más próximas. En realidad, se puede considerar como una gran microrred ya que no está conectada a la red nacional, es una isla de generación.

Otras ‘grandes microrredes’ existentes, aunque de mucho menor tamaño, son por ejemplo la de Nauta, Caballococha, Lagunas o Yurimaguas en la frontera del departamento por el sur. Esta última está además conectada a la red nacional mediante una red de transmisión de 33kV (Ilustración 26).

Electrificar mediante extensión de red la Amazonía supone un grave atentado contra el medio ambiente además de ser un método muy caro en cuanto a inversión y mantenimiento; y muy difícil de ejecutar debido a la gran densidad de la selva.

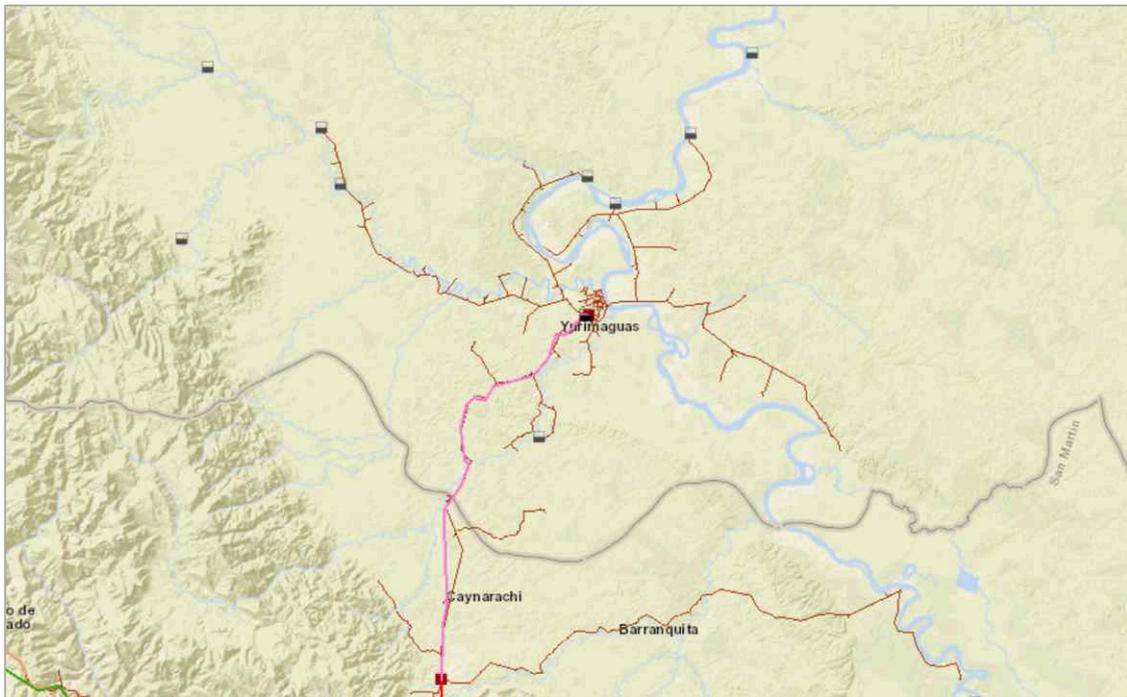


Ilustración 26. Detalle de la red de Yurimaguas, Alto Amazonas (MINEM)

6. Estudio de mercado

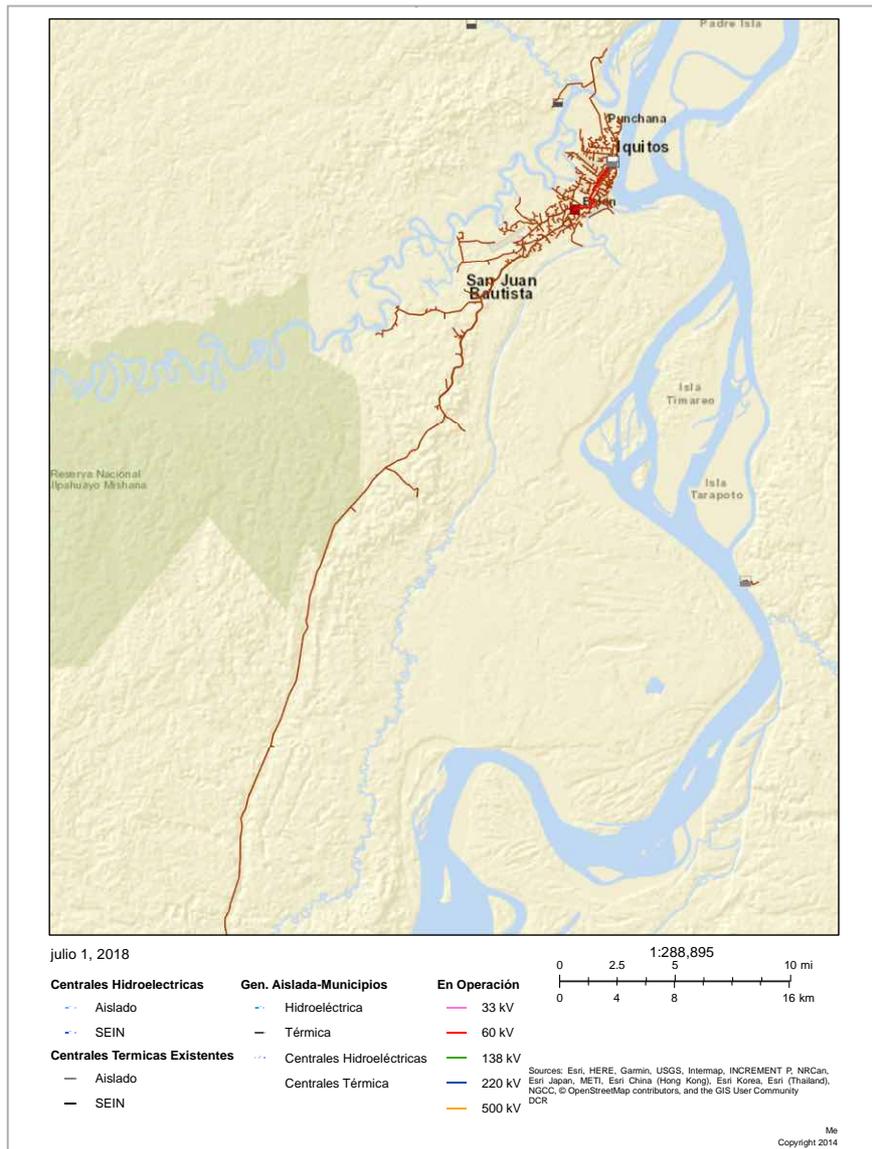


Ilustración 27. Red de Iquitos (MINEM)

El cableado eléctrico en la ciudad de Iquitos es muy similar al mostrado en la Ilustración 28 de la ciudad andina de Huancayo (ALCA16). La falta de formalidad y de planificación de las empresas de cableado telefónico, de internet y de televisión, así como de las eléctricas provoca estas marañas de cables por toda la ciudad que suponen un peligro para los ciudadanos.



Ilustración 28. Telaraña de cables en Huancayo (Herson Alcántara - Diario Correo)

6. Estudio de mercado

6.3.2.2 Microrredes

A lo largo de Loreto se encuentran en ciertas comunidades microrredes que alimentan a toda la comunidad. El rango va entre comunidades de aproximadamente 40 viviendas, hasta capitales de distrito con aproximadamente 600 viviendas.

Algunas características de las microrredes visitadas (excluyendo las de capitales de distritos) son:

1. Fuente: todas las microrredes visitadas son de generador diésel.
2. Potencia: entre 40 y 52 kW.
3. Usuarios: comunidades de entre 40 y 100 viviendas.
4. Unidades financieras y ejecutoras:
 - Generalmente la unidad financiera y ejecutora de los proyectos de microrredes rurales son las municipalidades o el propio gobierno regional.
 - En zonas de influencia petrolera, son las empresas petroleras las que financian la obra de las comunidades vecinas a las instalaciones.
5. Pagos: en ninguna comunidad visitada cuentan con medidor de potencia en la vivienda.
 - Generalmente cada vivienda contribuye con 10 ó 15 soles mensuales para la compra de combustible. Normalmente esto cubre aproximadamente el 50% del combustible necesario y el resto lo pone la municipalidad.
 - En otras microrredes sí hacen divisiones según el consumo y se observó una diferencia de pagos entre 5 y 25 soles por vivienda dependiendo de los aparatos que suelen conectar.
 - En ciertas comunidades, dependiendo del alcalde del momento se ofreció la electricidad como servicio gratuito y la municipalidad se hacía responsable de la compra de combustible. En estos casos se observó que la microrred estaba en desuso por falta de ayuda de la municipalidad.
6. Suministro: el rango de horas de suministro está entre las 2 y las 4 horas y las horas de suministro se dan al atardecer, sobre las 18:00.
7. Estado:
 - Las microrredes en funcionamiento están en buen estado.
 - Algunas microrredes con más de 20 años dan fallos en el motor, pero el tendido está en buen estado. Debido a la dificultad que implica trasladarse por los ríos, en caso de avería a veces los responsables optan por no enviar al equipo de mantenimiento para reparar el fallo.
 - Se observó que algunas de las microrredes con casi 20 años llevaban sin funcionar más de 3 meses por fallos en el motor, por sobrecarga (cada vez conectan más aparatos) o por falta de ayuda económica de la municipalidad. Por ejemplo, la comunidad de San José de Parinari mostrada

6. Estudio de mercado

en la Ilustración 29 tiene una red fiable y en buen estado, pero sobrecargada y lleva 3 meses sin funcionar.



Ilustración 29. Núcleo de la comunidad de San José de Parinari (foto propia)

Debido al gasto que supone comprar combustible para la microrred además de la complejidad que implica obtenerlo, una alternativa que propone FUDAME es la hibridación de las microrredes existentes con paneles solares y teniendo diésel como apoyo.

Esta solución sería óptima por las condiciones del lugar en cuanto a logística y también supondría un ahorro significativo para los habitantes, sobre todo para aquellos que se encuentran en las zonas más altas de los ríos, lejos de las grandes ciudades donde el petróleo es más accesible y más barato.

La comunidad de Copal Urco, en la Ilustración 30, en la cuenca del río Napo es la candidata al estudio de hibridación de su red de la mano de FUNDAME.

6. Estudio de mercado



Ilustración 30. Niños en el puente de la comunidad de Copal Urco (foto propia)

6.3.2.3 Sistemas Fotovoltaicos Domicilarios (SFD)

En el año 2013 se aprobó el Programa Masivo Fotovoltaico por el cual se planteaba que para 2016 se instalasen más de 300.000 paneles para electrificar las zonas rurales del país. A día de hoy se estima que se han instalado unos 60.000 paneles y se continúa invirtiendo en el acceso a la energía en las zonas rurales con SFD (CHAU18).

La electrificación fotovoltaica individual es la solución óptima para las localidades más remotas donde hay muy pocas probabilidades de que llegue la red.

Las características de los SFD observados durante la visita de campo son:

1. Potencia: entre 50W y 85 W.
2. Usuarios: comunidades de entre 10 y 40 viviendas.
3. Unidades financieras y ejecutoras:
 - Generalmente la unidad financiera y ejecutora de los proyectos de microrredes rurales son las municipalidades o el propio gobierno regional.
4. Unidad gestora: Electro Oriente en la mayoría de los casos.
5. Pagos:
 - En la comunidad de Copal Urco en un principio la instalación fue gratuita o con trueque a cambio de madera.
 - Actualmente el coste es de 10 soles mensuales pero las compañías que gestionan la mayoría de los paneles (Electro Oriente o Adinelsa) se encuentran con más de un 70% de morosidad.

6. Estudio de mercado

6. Estado:

- Únicamente se vieron los 23 SFD instalados en Copal Urco en el año 2003 y ninguno de ellos funcionaba. Lo que falló generalmente fueron las baterías y los inversores.

Respecto a los SFD en las reuniones mantenidas con la empresa eléctrica Electro Oriente, con la DREM y el GOREL se obtuvo información que se resume a continuación. Las reuniones completas se encuentran en el informe de la visita en el Anexo B.

Electro Oriente

La empresa eléctrica Electro Oriente gestiona a día de hoy unos 4.000 SFD cedidos por las municipalidades tras su instalación y prevén llegar a los 10.000 sistemas porque se les ha hecho también responsables de la gestión comercial de los SFD de la empresa eléctrica Ergón. Su labor es encargarse tanto del cobro mensual (10 soles) como del mantenimiento anual.

Para la empresa, esta responsabilidad supone un problema al encontrarse con un modelo de gestión que conlleva altos porcentajes de morosidad (más del 70%) y numerosos fallos en los sistemas principalmente en el controlador y la batería. Por otro lado, si los usuarios no cumplen con el pago, Electro Oriente no realiza el mantenimiento anual.

Muestran mucho interés en el sistema de gestión que hace FUNDAME que se explica a continuación junto con su propuesta de SFD3G.

Modelo Fundación ACCIONA Microenergía

En el apartado 5.2 *Formas de acceso a la energía universal* se expone brevemente el KIT solar que facilita FUNDAME en el proyecto *Luz en casa Amazonía* donde se muestra sus características técnicas y los dispositivos que incluye.

Además de ser un sistema de tercera generación ligero y fácil de transportar, el trabajo de campo de la Fundación es clave para el éxito del proyecto.

La fundación realiza un trabajo previo de **sensibilización** de la comunidad. En esta etapa se pregunta a los usuarios por sus necesidades, sus gastos, sus ingresos, lo que invierten en iluminación y también por su interés en el sistema y su voluntad de pago. Se explica quiénes son y sus proyectos y experiencia previa en el campo del acceso universal a la energía.

Una vez seleccionadas las comunidades se crea un **comité dentro de la comunidad** nombrando a presidentes, secretarios y tesoreros. La función es ser portavoces de su comunidad durante las visitas periódicas de los ingenieros de la Fundación y recolectar el dinero de los vecinos para ir a pagar el sistema a los CAU.

6. Estudio de mercado

La fundación instala a un **responsable de FUNDAME llamado CAU (Centro de Atención a Usuarios)** en un lugar estratégico próximo a las comunidades clientes. Este lugar tiene que tener acceso a internet ya que los sistemas se activan remotamente una vez se haya hecho el prepago. El CAU san servicio al área geográfica de influencia y está capacitado para:

- Reparar y sustituir componentes averiados
- Informar y asesorar a los usuarios
- Vender dispositivos compatibles con los SFD3G (licuadoras, radios...etc).

En el caso del proyecto piloto el CAU está en la capital del distrito del Napo, Santa Clotilde, y es allí donde los tesoreros van a pagar o donde cada usuario lleva su sistema si tiene alguna avería para dejarlo reparando.



Ilustración 31. El ingeniero Jorge Ramírez, de FUNDAME, hablando con la Joselinda, tesorera de la comunidad de Antioquía y con el sistema de fondo (foto propia)

6. Estudio de mercado

6.3.2.4 Otros

Mecheros, Linternas, Velas y similares

Es la manera de alumbrarse en la mayoría de las comunidades más lejanas e inaccesibles, precisamente los potenciales clientes del proyecto *Luz en Casa Amazonía*. Esta solución, además de ser la más peligrosa por riesgo de incendios e insalubre por el humo que genera es también la más cara, como se ha visto anteriormente, siendo el gasto medio de energía de una familia de 12 soles al mes.

Grupo electrógeno propio

Algunos miembros de las comunidades tienen su propio grupo electrógeno de entre 1 y 3 KW que utilizan para tener más horas de luz si ya viven en comunidades con luz, para tener luz en general o para conectar sus aparatos como el televisor, la licuadora o recargar su teléfono.

El coste de estos motores está entre los 600 y los 1000 soles según se preguntó en la visita de campo.

Cada usuario se encarga de comprar el combustible y generalmente lo hace de manera irregular, cuando lo necesita o cuando tiene algún sobrante ese mes para pagar el diésel.



Ilustración 32. Grupo electrógeno de un habitante de Copal Urco (foto propia)

Turbina hidráulica

Durante la reunión con la DREM y el GOREL se informó de una comunidad en el río Napo llamada Bellavista donde hay una instalación hidráulica. La información de la visita a esta comunidad se puede ver en el informe de la visita en el Anexo B.

En esta comunidad tienen una microrred alimentada por 8 paneles solares de 250 W (2kW) y dos turbinas hidráulicas de 5kW cada una. Además, cuentan con un grupo de diésel de refuerzo pero que al estar mal dimensionado no han podido conectar.

El problema que se observó de la instalación hidráulica es que en la época de crecida del río este arrastra desechos como árboles enteros que dañan la instalación y durante la época seca no hay suficiente agua para que las turbinas funcionen correctamente.

6. Estudio de mercado

6.4 ESTUDIO DEMOGRÁFICO

Loreto se caracteriza por su escasa densidad de población y por la desigualdad con la que esta se distribuye, concentrándose la mayoría de habitantes en la ciudad de Iquitos y en algunas capitales de provincia.

En este apartado se va a hacer un estudio de cómo se distribuye la población del departamento a nivel provincial y luego dentro de cada provincia cómo se reparte a nivel distrital.



Ilustración 33. Habitantes de San José de Parinari, provincia de Loreto-Nauta, comprando pescado (foto propia)

6.4.1 FUENTES

Para el estudio de la distribución de la población se han empleado los datos poblacionales proporcionados por el Gobierno Regional durante la visita de campo, similares a los disponibles en el Visor Loreto (herramienta del Gobierno Regional) así como datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

A su vez estos datos provienen de fuentes como el Ministerio de Educación (MINEDU) y su unidad de estadística educativa, del Instituto del Bien Común de Perú (IBC) y su Sistema de Información sobre Comunidades Nativas de la Amazonía Peruana (SICNA) y del censo nacional del INEI De 2007 entre otros.

Los datos varían en años y van desde el año 2000 hasta el 2017. Los porcentajes aproximados respecto al total de la información son los siguientes:

6. Estudio de mercado

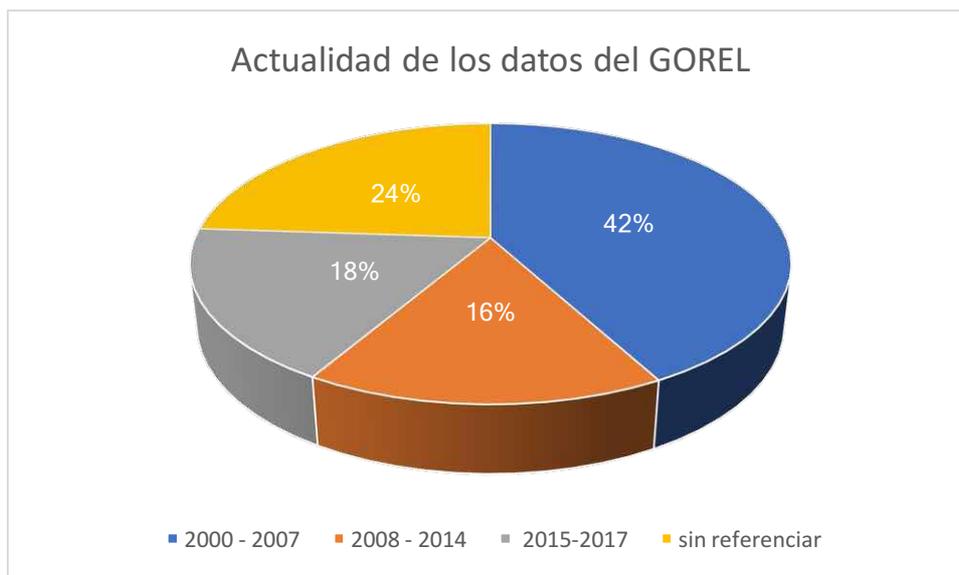


Ilustración 34. Actualidad de los datos del GOREL (elaborado a partir de datos del GOREL)

Los análisis que vienen a continuación se han hecho sin modificar los datos obtenidos, aunque al ser el 66% de los datos anteriores al año 2014, para obtener resultados más próximos a la realidad se tendrá en cuenta el crecimiento poblacional del Perú en las conclusiones finales.

6.4.2 VÍAS DE TRANSPORTE: RÍOS Y CARRETERAS

Las personas se establecen allí donde hay posibilidad de acceder a servicios básicos como agua, alimentos o servicios sanitarios. Si no lo tienen cerca, tendrán que estar instalados en un lugar que les permita acceder a ello de la manera más rápida y cómoda posible y esto es cerca de las vías de transporte.

La distribución de la población en el Amazonas está ligada esencialmente a la hidrografía de la zona porque donde no hay carreteras, los ríos son las únicas vías de transporte además de que son la principal fuente de agua.

Las carreteras en el Amazonas son escasas porque la selva es tan densa que complica su edificación y su rápido crecimiento hace que gane terreno y las haga desaparecer.

En este apartado se van a localizar los ríos principales del departamento, y también las escasas carreteras.

6.4.2.1 Ríos de Loreto

Los ríos más importantes del Amazonas peruano que atraviesan el departamento son los ríos Putumayo, Napo, Tigre, Pastaza, Morona, Marañón, Huallaga y Ucayali (Ilustración 35). En ellos se concentra gran parte de la población de Loreto.

6. Estudio de mercado

El río Amazonas nace precisamente de la unión de los ríos Marañón y Ucayali, cercano a la ciudad de Nauta, en el distrito de Loreto-Nauta.



Ilustración 35. Afluentes del Amazonas (Wikipedia)

En la siguiente ilustración se muestra un detalle de los principales ríos de Loreto, nótese la falta de los ríos Putumayo, en el límite norte del departamento y afluente directo del Amazonas; Morona y Pastaza, afluentes del río Marañón.



Ilustración 36. Principales ríos de Loreto (Edwin Villacorta M. 2003)

6. Estudio de mercado

Aparte de estos ríos principales, existen numerosos afluentes pequeños donde también hay asentamientos, aunque en menor medida. Estos afluentes pequeños, llamados ‘quebradas’ son de difícil acceso y no se puede entrar con grandes embarcaciones sobre todo verano cuando el río está bajo o incluso seco. Suele ser necesario el uso de ‘peque-peque’ para poder navegarlos (Ilustración 37).



Ilustración 37. Lugareños en su peque-peque por el río Napo (foto propia)

6.4.2.2 Carreteras de Loreto

En Loreto, aparte de las vías asfaltadas de la ciudad de Iquitos, hay una única carretera interna: la carretera que comunica Iquitos con Nauta. Existe otra carretera que llega desde el departamento vecino hasta Yurimaguas, donde termina. En las comunidades grandes como capitales de distrito hay carreteras internas dentro de la comunidad como la de Santa Clotilde, capital del distrito del Napo en Maynas.



Ilustración 38. Carretera de Santa Clotilde, río Napo (foto propia)

6. Estudio de mercado

El mapa de la Ilustración 39 muestra las carreteras existentes mencionadas, las carreteras existentes y las proyectadas.

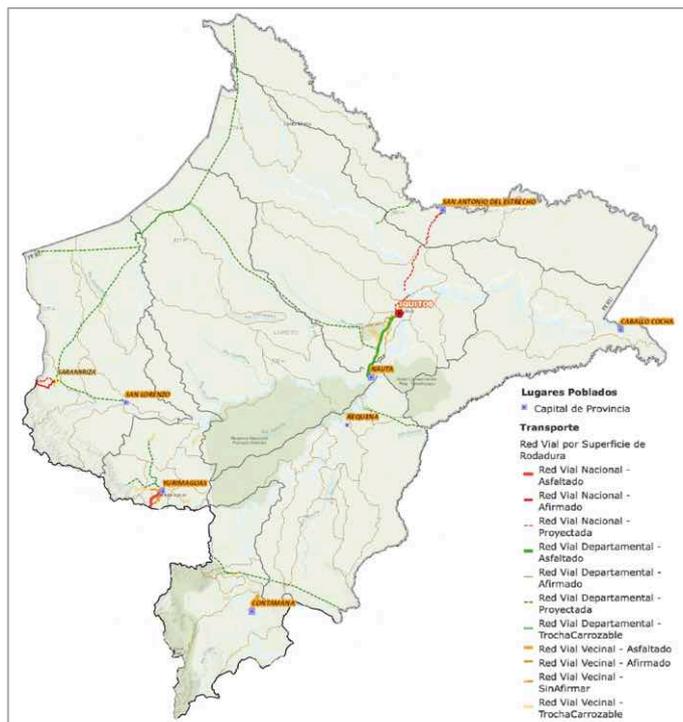


Ilustración 39. Carreteras del departamento de Loreto (Visor Loreto - Gobierno Regional)

6.4.3 CATEGORIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES

Según la información proporcionada por el Gobierno Regional, disponible también en el Visor de Loreto, en Loreto hay un total de 2.769 comunidades. Al tratarse de información que va desde el 2007 hasta el año 2017, considerando la tasa de crecimiento anual de Perú, 1.2% según datos del banco mundial (BANC18), la cifra podría superar las 3.000 comunidades.

El Gobierno Regional ha establecido 6 categorías para agruparlas. Estas son según su condición política o según su población:

- Según su condición política:
 - Capital de hecho distrital
 - Capital legal distrital
 - Capital de provincia
 - Capital de departamento
- Según su población:
 - Centro Poblado: 3 tipos
 - Población dispersa

En el siguiente cuadro (Tabla 4) se recogen el criterio para la categorización de las localidades según su nivel de población:

6. Estudio de mercado

Categorización según población		
Categorización	Color en el mapa VISOR	Condición
Centro poblado	Negro	● > 2000 habitantes
	Azul	● 751 – 2000 habitantes
	Naranja	● 150 – 750 habitantes
Población dispersa	Gris	● < 150 habitantes

Tabla 4. Categorización de localidades según nivel de población (hecha a partir de datos del GOREL)

6.4.4 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN SEGÚN LA CATEGORIZACIÓN

A continuación, en la Tabla 5 se recoge la distribución de la población según la categorización vista anteriormente basándose en datos del GOREL.

Para estimar el número de viviendas se han analizado las fuentes disponibles y se ha establecido una media de **4.35 habitantes por vivienda**. Este número se ha obtenido del estudio detallado de la electrificación de los distritos de Tigre y Urarinas que exponen más adelante en el apartado 6.5.4 *Análisis III: Estudio detallado de los distritos de Tigre y Urarinas*.

Distribución de la población – nº comunidades			
Categorización	Nº localidades	Nº habitantes	Nº viviendas estimadas
Capital de departamento	1	155.029	35.639
Capital de provincia	7	114.404	26.300
Capital legal distrital	43	273.104	62.783
Capital de hecho distrital	7	9.920	2.280
Centro Poblado	770	264.514	60.808
Población dispersa	1.941	111.345	25.597
TOTAL	2.769	928.316	213.407

Tabla 5. Número de comunidades de Loreto por categorías (hecha a partir de datos del GOREL)

El principal objetivo de este estudio es analizar la potencialidad que tiene Loreto para ser electrificada a través de sistemas aislados, por eso los núcleos que interesarán son principalmente las comunidades dispersas. Este tipo de poblaciones son generalmente las que carecen de un sistema de electrificación ya sea por su pequeño tamaño o por su difícil acceso y suelen estar fuera de los planes de electrificación gubernamentales.

Se ve que en Loreto este tipo de asentamientos pequeños, de menos de 150 habitantes, son lo más común en la región llegando a ser comunidades de menos de 10 viviendas.

6. Estudio de mercado

6.4.5 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN A NIVEL PROVINCIAL

En este apartado se va a analizar a grandes rasgos la población de cada provincia y después se verá la distribución de los núcleos de población dispersa en cada una para hacer una primera aproximación de su potencialidad a ser electrificada con SFD. Posteriormente se analizará el grado de electrificación de cada provincia para afinar más el estudio.

6.4.5.1 Distribución total de la población

Para el estudio a nivel provincial se han empleado datos del INEI a fin de ver su similitud a grosso modo con los datos del GOREL utilizados en el apartado previo. Los resultados tienen aproximadamente un 6% de error en comparación con los otros, lo cual se considera un error aceptable.

A continuación, en la Tabla 6 se recoge la información poblacional para cada provincia:

Información poblacional y territorial de las provincias de Loreto						
Provincia	Capital	Nº distritos	Superficie (km ²)	Población (2016)	Viviendas	Densidad (hab/km ²)
Maynas	Iquitos	11	75.069	556.175	109.332	7,40
Alto Amazonas	Yurimaguas	6	18.839	121.304	25.489	6,45
Ucayali	Contamana	6	29.267	74.454	13.187	2,54
Mariscal R. Castilla	Caballococha	4	37.065	73.984	12.405	2,00
Requena	Requena	11	49.680	74.628	13.961	1,50
Datem del Marañón	San Lorenzo	6	46.641	64.944	10.313	1,39
Loreto	Nauta	5	67.073	71.861	13.341	1,07
Putumayo	S. Antonio del E.	4	45.928	11.866	1.203	0,26
TOTAL:		53	369.562	1.049.201	199.231	2,84

Tabla 6. Información poblacional y territorial de cada provincia de Loreto (proyección 2016 del INEI)

En la provincia de **Maynas** se concentra más de la mitad de la población de todo el departamento. Esto se debe a que la ciudad de Iquitos, capital del departamento y en pleno corazón de Loreto, cuenta con más de 500.000 habitantes, más de un 80% de la población total de la provincia. Se trata de la quinta ciudad más poblada de todo el Perú. Si se tiene esto en cuenta, la densidad de población real en habitantes/km² de en el resto de esta provincia es muy inferior.

6. Estudio de mercado

La provincia del **Alto Amazonas**, a pesar de ser la más pequeña, es la segunda provincia más poblada con una alta densidad de población en comparación con el resto. Esto se debe a que Yurimaguas, su capital, es uno de los centros portuarios más importantes del departamento que conectan la Amazonía con el resto del país.

El resto de provincias tiene una densidad de población similar, alrededor de uno o dos habitantes por km², concentrándose la mayoría en las capitales de los distritos.

La provincia de **Putumayo**, en la frontera con Colombia, es la menos poblada de las ocho por mucha diferencia. Esta provincia fue creada hace apenas 4 años, el 5 de mayo de 2014 y todavía no cuenta con muchos asentamientos. Anteriormente perteneció a la provincia de Maynas y probablemente el objetivo de crear esta nueva provincia fue el de incentivar a los habitantes a instalarse en esta zona fronteriza.

La densidad de la población de cada provincia se muestra en el mapa de la Ilustración 40.

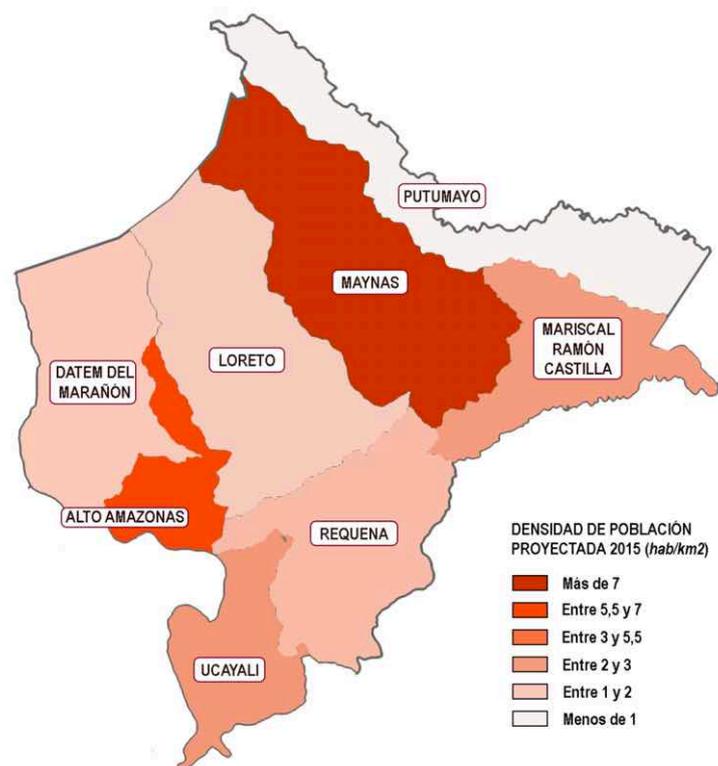


Ilustración 40. Mapa político del departamento de Loreto (elaborado a partir de datos del INEI)

Como se ve en el mapa, las provincias de Maynas y Alto Amazonas son las que tienen mayor densidad de población.

La Gráfica 5 recoge la distribución de la población de Loreto por provincias de una manera más gráfica.

6. Estudio de mercado



Gráfica 5. Distribución de la población por provincias (elaborado a partir de datos del INEI)

6.4.5.2 Distribución de los núcleos dispersos

El número de núcleos población dispersa de cada provincia se recoge en la Tabla 7, junto con la suma de habitantes de cada provincia de estos asentamientos y una estimación del número de viviendas.

CENTROS POBLADOS Y POBLACIÓN DISPERSA PROVINCIAS LORETO			
PROVINCIA	COMUNIDADES DISPERSAS	Nº HABITANTES	Nº VIVIENDAS ESTIMADO
Maynas	529	35.288	8.112
Datem del Marañón	368	18.241	4.193
Alto Amazonas	238	12.688	2.917
Loreto	212	12.933	2.973
Requena	172	9.861	2.267
Mariscal R. Castilla	162	9.639	2.216
Ucayali	160	8.643	1.987
Putumayo	100	4.052	931
TOTAL	1941	111.345	25.597

Tabla 7. Centros poblados y población dispersa departamento de Loreto

La provincia con más núcleos de población dispersa es la provincia de Maynas, también la más poblada de todas.

La provincia de Datem de Marañón, a pesar de ser de las menos pobladas es la que cuenta con más asentamientos dispersos después de Maynas.

A continuación, se recoge la información anterior en el mapa de la Ilustración 41 para ver el potencial de cada distrito a ser electrificado con sistemas aislados según su número de núcleos de población dispersa.

6. Estudio de mercado

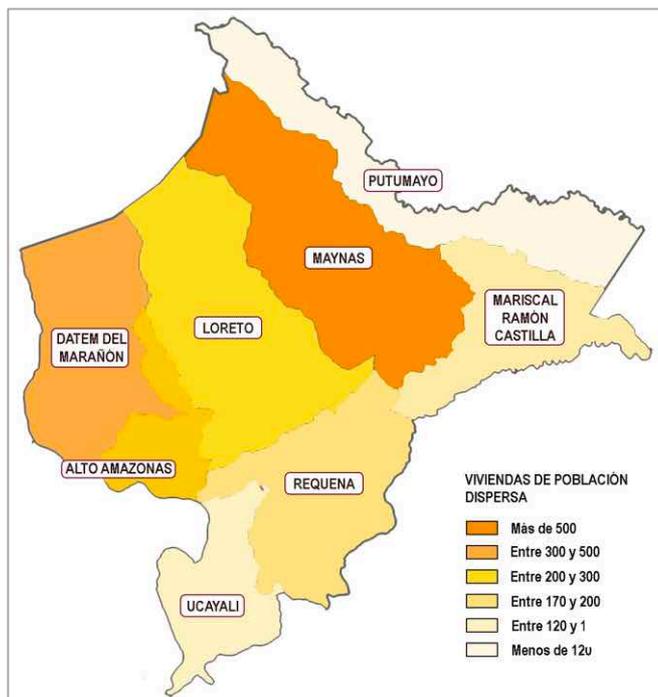


Ilustración 41. Mapa de población dispersa por provincias (elaborado a partir de datos del INEI y la GOREL)

6.4.6 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN A NIVEL DISTRITAL

En este apartado se va a analizar a grandes rasgos la población de los distritos de cada provincia y después se verá la distribución de los núcleos de población dispersa en cada uno para hacer una primera aproximación de su potencialidad a ser electrificada con SFD. Posteriormente se analizará el grado de electrificación de cada distrito para afinar más el estudio.

Se observará cómo la hidrografía influye significativamente en la distribución de la población y sobre todo de los núcleos dispersos.

La Ilustración 42 muestra la división a nivel distrital del departamento de Loreto.

6. Estudio de mercado



Ilustración 42. Mapa distrital del departamento de Loreto con capitales de provincia (elaboración propia)

6.4.6.1 Provincia de Maynas

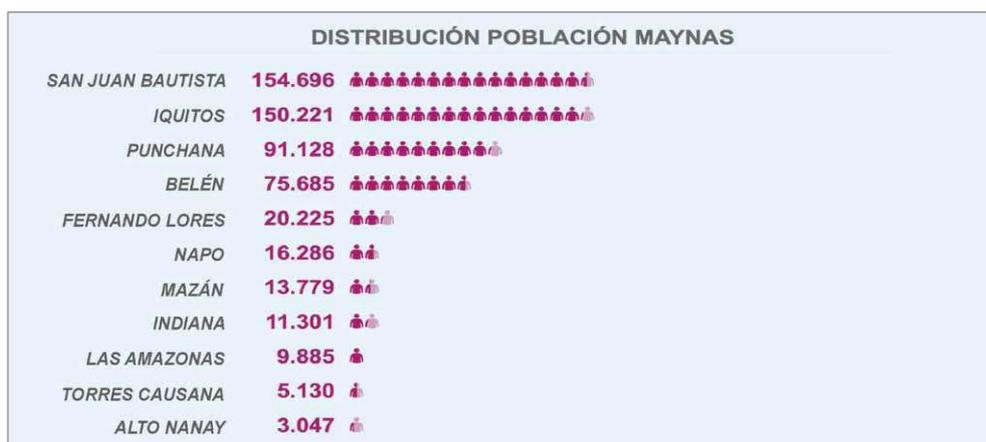
La provincia de Maynas se divide en 11 distritos de los cuales dos de ellos, Torres Causana y Napo, hacen frontera con Ecuador en el noroeste de la provincia. Su capital es Iquitos, también la capital del departamento.

Distribución población total distrital

La Gráfica 6 muestra la población proyectada de los distritos de Maynas en el año 2015. La ciudad de Iquitos se encuentra entre los distritos de San Juan Bautista, Iquitos,

6. Estudio de mercado

Punchana y Belén; de ahí que la población en estos cuatro distritos sea muy superior a la del resto.



Gráfica 6. Distribución de la población Maynas (elaborado a partir de proyecciones del INEI - 2015)

Distribución población dispersa distrital

En la Tabla 8 se muestran los núcleos de población dispersa de cada distrito con la suma de los habitantes de estos asentamientos por distrito y la estimación del número de viviendas.

CENTROS POBLADOS Y POBLACIÓN DISPERSA MAYNAS			
DISTRITO	POBLACION DISPERSA	Nº HABITANTES	Nº VIVIENDAS EST.
FERNANDO LORES	103	7.659	1.761
NAPO	61	4.316	992
LAS AMAZONAS	53	4.187	963
MAZÁN	56	4.152	954
S. JUAN BAUTISTA	67	3.947	907
BELÉN	48	3.655	840
INDIANA	34	2.419	556
PUNCHANA	36	2.397	551
TORRES CAUSANA	13	908	209
ALTO NANAY	49	827	190
IQUITOS	9	821	189
TOTAL	529	35.288	8.112

Tabla 8. Centros poblados y población dispersa Maynas (elaborado a partir de datos del GOREL)

El distrito con mayores comunidades dispersas es Fernando Lores, a pesar de no ser el más poblado. El distrito del Napo es el segundo con mayores núcleos. Esto se explica por

6. Estudio de mercado

la hidrografía del distrito que es recorrido en toda su longitud por el río Napo que es un río caudaloso y fácilmente navegable.

En el mapa de la Ilustración 43 se muestra la potencialidad de cada distrito según el número de habitantes de comunidades dispersas.

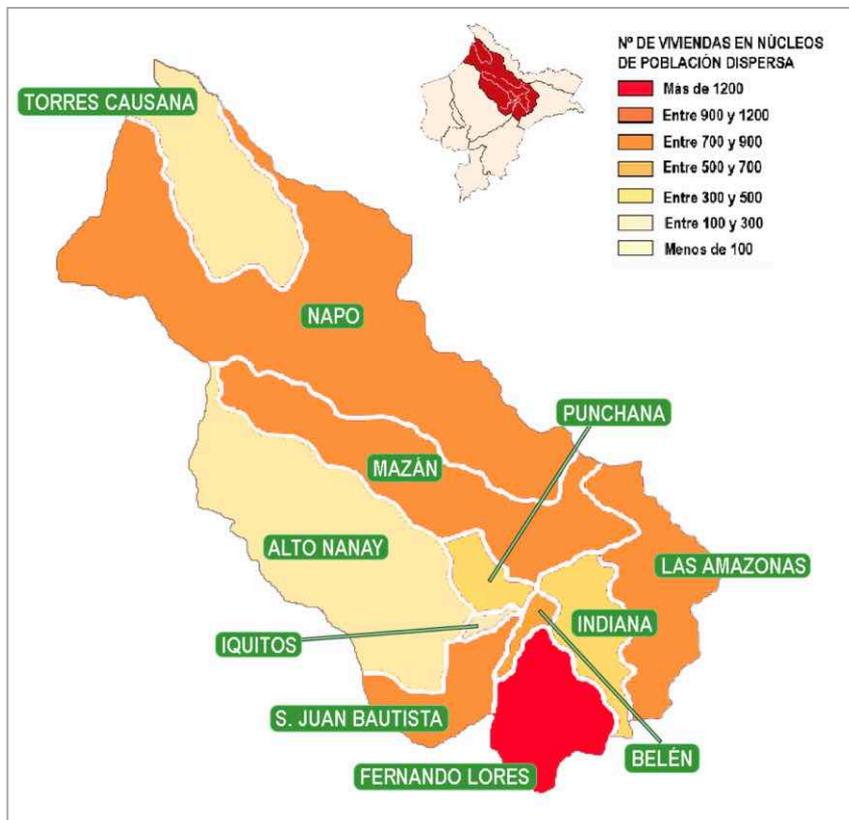


Ilustración 43. Provincia Maynas: mapa población dispersa (elaborado a partir de datos del GOREL)

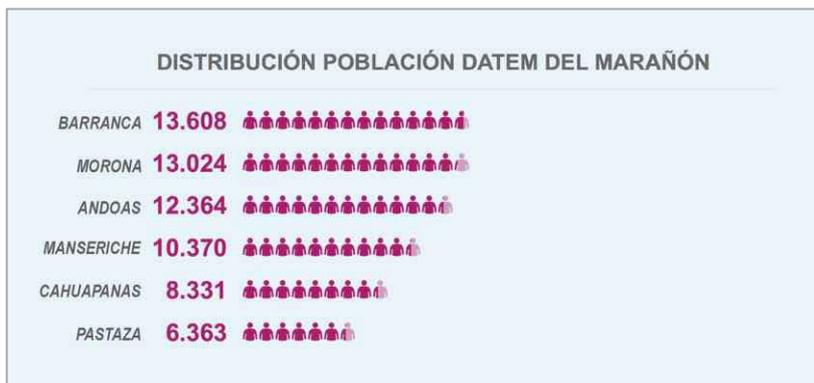
6.4.6.2 Datem del Marañón

La provincia de Datem del Marañón se divide en 6 distritos y su capital es San Lorenzo. Hace frontera con Ecuador en el norte con los distritos de Morona y Andoas.

Distribución población total distrital

La distribución de población en la provincia de Datem del Marañón es similar en los distritos de Barranca, Morona, Andoas y Manseriche y decrece en los distritos de Pastaza y Cahuapanas como se puede ver en la Gráfica 7.

6. Estudio de mercado



Gráfica 7. Distribución de la población Datem del Marañón (elaborado a partir de proyecciones del INEI - 2015)

Distribución población dispersa distrital

En la Tabla 9 se muestran los núcleos de población dispersa de cada distrito con la suma de los habitantes de estos asentamientos por distrito y una estimación del número de viviendas.

CENTROS POBLADOS Y POBLACIÓN DISPERSA DATEM DEL MARAÑÓN			
DISTRITO	POBLACION DISPERSA	Nº HABITANTES	Nº VIVIENDAS
ANDOAS	73	4.604	1.058
MORONA	78	3.861	888
PASTAZA	87	2.612	600
CAHUAPANAS	41	2.610	600
BARRANCA	57	2.434	560
MANSERICHE	32	2.120	487
TOTAL	368	18.241	4.193

Tabla 9. Centros poblados y población dispersa Datem del Marañón (elaborado a partir de datos del GOREL)

Los distritos con mayores núcleos de población dispersa son Andoas y Moronas mientras que Barranca, el más poblado de todos, es de los que menos núcleos de población dispersa. Esto se debe a que la capital

de la provincia, San Lorenzo, se encuentra en este distrito y es donde se concentra gran parte de la población.

El distrito de Pastaza, el menos habitado de la provincia, ocupa el tercer puesto en cuanto habitantes de poblaciones dispersa.

El mapa de la Ilustración 44 muestra el potencial de cada distrito a ser electrificado con SFD según su número de viviendas de comunidades aisladas.

6. Estudio de mercado



Ilustración 44. Provincia de Datem del Marañón: mapa población dispersa (elaborado a partir de datos del GOREL)

6.4.6.3 Provincia de Alto Amazonas

La provincia del Alto Amazonas se divide en 6 distritos y su capital es Yurimaguas, la única ciudad del departamento comunicada por carretera con el resto del país y por ello un puerto importante de la conexión de la Amazonía con el resto del Perú.

Distribución población total distrital

La Gráfica 8 muestra la muestra la población proyectada de los distritos de Alto Amazonas en el año 2015.



Gráfica 8. Distribución de la población Alto Amazonas (elaborado a partir de proyecciones del INEI - 2015)

6. Estudio de mercado

La alta población que hay en el distrito de Yurimaguas frente al resto de distritos es muy significativa y se debe a su importancia como puerto de conexión con la Amazonía.

Distribución población dispersa distrital

En la Tabla 10 se muestran los núcleos de población dispersa de cada distrito con la suma de los habitantes de estos asentamientos por distrito y una estimación del número de viviendas.

CENTROS POBLADOS Y POBLACIÓN DISPERSA ALTO AMAZONAS			
DISTRITO	POBLACIÓN DISPERSA	Nº HABITANTES	Nº VIVIENDAS EST.
BALSAPUERTO	64	3.844	884
LAGUNAS	44	3.043	700
YURIMAGUAS	47	2.349	540
SANTA CRUZ	26	1.443	332
TENIENTE CÉSAR LÓPEZ	18	1.069	246
JEBEROS	39	940	216
TOTAL	238	12.688	2.917

Tabla 10. Centros poblados y población dispersa Alto Amazonas (elaborado a partir de datos del GOREL)

Aquí se ve cómo Yurimaguas es el distrito más poblado únicamente por la ciudad, ocupando el tercer puesto en población dispersa.

El mapa de la Ilustración 45 muestra el potencial de cada distrito a ser electrificado con SFD según su número de viviendas de comunidades aisladas.

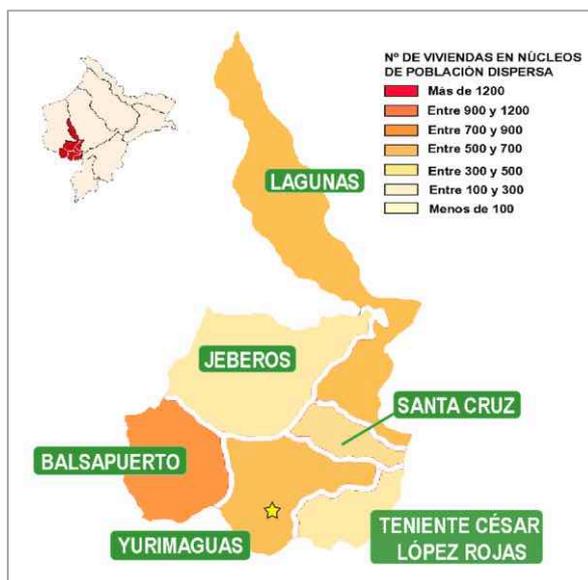


Ilustración 45. Provincia Alto Amazonas: mapa población dispersa (elaborado a partir de datos del GOREL)

6. Estudio de mercado

6.4.6.4 Loreto-Nauta

La provincia de Loreto se divide en 5 distritos y su capital es Nauta, la única ciudad de todo Loreto conectada a Iquitos a través de carretera. Hace frontera en el noroeste son Ecuador con los distritos de Tigre y Trompeteros.

Distribución población total distrital

La Gráfica 9 muestra la muestra la población proyectada de los distritos de Loreto-Nauta en el año 2015.

Gran parte de la población de esta provincia se concentra en el distrito de Nauta, donde se encuentra la capital de la provincia. En la ciudad de Nauta nace el río Amazonas de la unión de los ríos Marañón y Ucayali, por lo tanto, es un punto clave de paso donde se instalaron los primeros pobladores. A día de hoy, Nauta es la única ciudad de todo Loreto conectada mediante carretera a Iquitos, lo cual hace que crezca cada día. En el resto de distritos la cantidad de población es similar.



Gráfica 9. Distribución de la población de Loreto-Nauta (elaborado a partir de proyecciones del INEI - 2015)

Distribución población dispersa distrital

En la Tabla 11 se muestran los núcleos de población dispersa de cada distrito con la suma de los habitantes de estos asentamientos por distrito y una estimación del número de viviendas.

Estos asentamientos se concentran en su mayoría en los distritos de Urarinas y Nauta.

CENTROS POBLADOS Y POBLACIÓN DISPERSA LORETO-NAUTA			
DISTRITO	POBLACION DISPERSA	Nº HABITANTES	Nº VIVIENDAS EST.
URARINAS	78	4.534	1.042
NAUTA	61	3.651	839
TIGRE	38	2.470	568
TROMPETEROS	18	1.286	296

6. Estudio de mercado

PARINARI	17	992	228
TOTAL	212	12.933	2.973

Tabla 11. Centros poblados y población dispersa Loreto-Nauta (elaborado a partir de datos del GOREL)

A continuación, se recoge la información anterior en el mapa de la Ilustración 46 para ver el potencial de cada distrito a ser electrificado con SFD según su número de viviendas de comunidades aisladas.

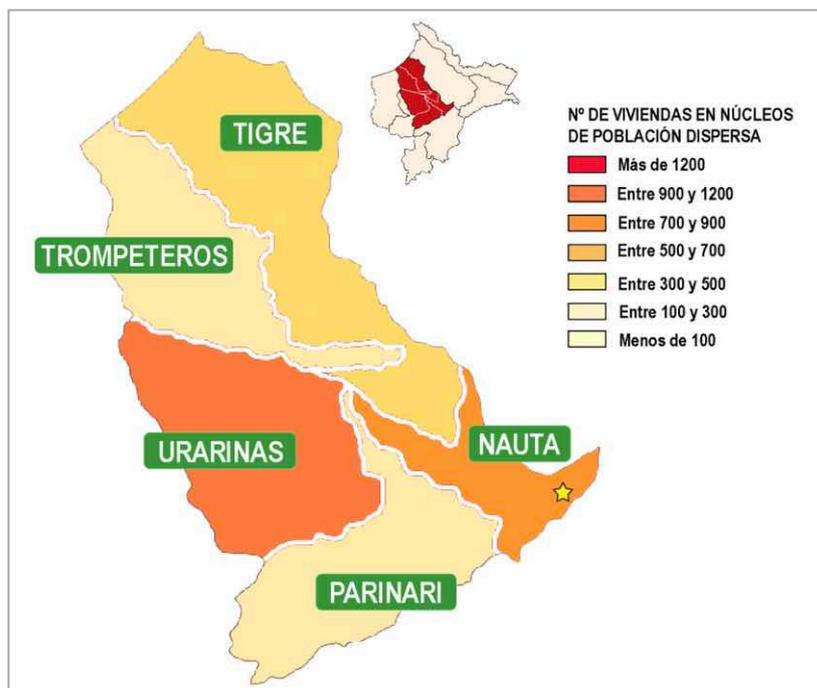


Ilustración 46. Provincia Loreto-Nauta: mapa población dispersa

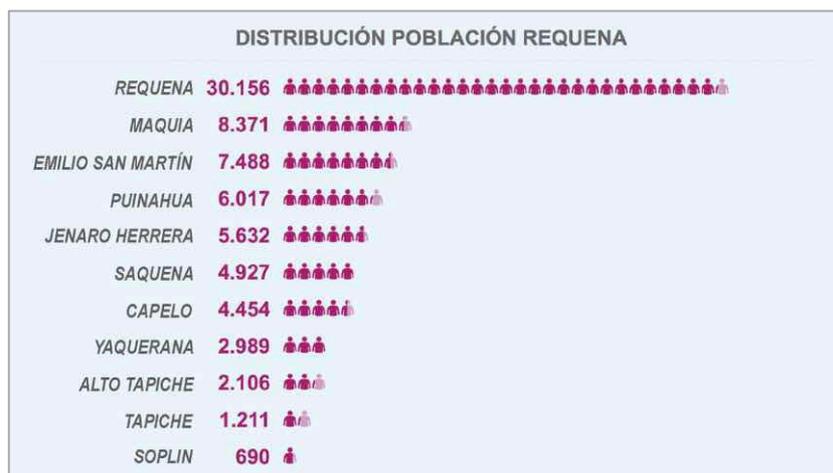
6.4.6.5 Requena

La provincia de Requena se divide en 11 distritos y su capital es Requena. Hace frontera en el este con Brasil con los distritos de Yaquerana y Alto Tapiche.

Distribución población total distrital

Como muestra la Gráfica 10 en el distrito de Requena, donde se encuentra la capital del distrito, se concentra gran parte de la población total de la provincia.

6. Estudio de mercado



Gráfica 10. Distribución de la población Requena (elaborado a partir de proyecciones del INEI - 2015)

Distribución población dispersa distrital

En la Tabla 12 se muestran los núcleos de población dispersa de cada distrito con la suma de los habitantes de estos asentamientos por distrito y una estimación del número de viviendas.

CENTROS POBLADOS Y POBLACIÓN DISPERSA REQUENA			
DISTRITO	POBLACION DISPERSA	N° HABITANTES	N° VIVIENDAS EST.
REQUENA	41	2.272	522
MAQUÍA	26	1.796	413
EMILIO S. MARTÍN	20	1.226	282
YAQUERANA	18	886	204
ALTO TAPICHE	16	811	186
JENARO HERRERA	10	727	167
PUINAHUA	11	640	147
CAPELO	9	615	141
SAQUENA	5	380	87
TAPICHE	10	281	65
SOPLÍN	6	227	52
TOTAL	172	9.861	2.267

Tabla 12. Centros poblados y población dispersa Requena (elaborado a partir de datos del GOREL)

Comparado con distritos de otros departamentos, los distritos de Requena no tienen tantos asentamientos dispersos. Esto se entiende rápidamente si se observa la hidrografía del lugar y se ve que el único río grande que atraviesa la provincia es el río Ucayali. Este río es menos caudaloso y es más serpenteante que otros ríos que bañan el departamento, por

6. Estudio de mercado

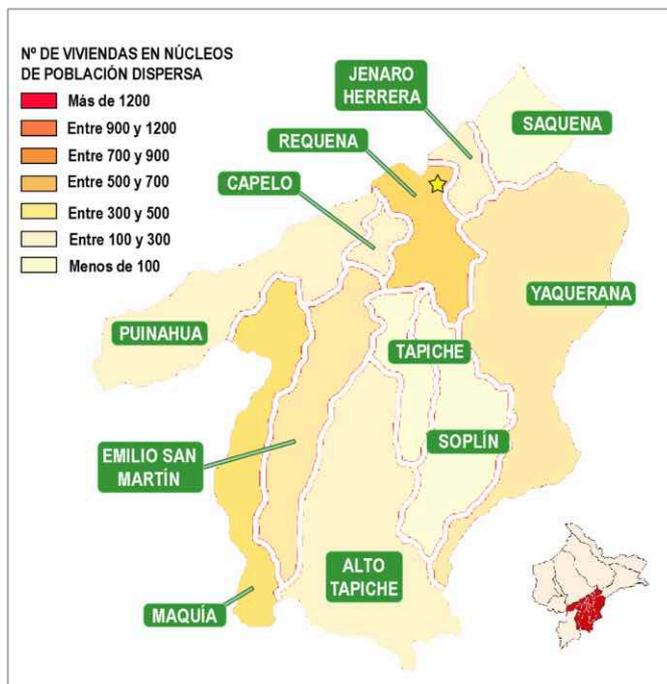


Ilustración 48. Provincia Requena: mapa población dispersa

6.4.6.6 Mariscal Ramón Castilla

La provincia de Mariscal Ramón Castilla se divide en 4 distritos y su capital es Caballo Cocha. Hace frontera en el este con Brasil con los distritos de Yavarí y Ramón Castilla.

Distribución población total distrital

La distribución de la población de los distritos de esta provincia es muy similar, exceptuando el distrito de Ramón Castilla que es donde se encuentra la capital de la provincia.



Gráfica 11. Distribución de la población Mariscal Ramón Castilla (elaborado a partir de proyecciones del INEI - 2015)

El distrito de Yavarí, el mayor de todos, es el menos poblado, por tanto, el que menor densidad de población tiene. Esto se debe de a que es el único de los distritos por el que no pasa un gran río. De hecho, los otros tres distritos son atravesados por el río Amazonas como se ve en la Ilustración 49.

6. Estudio de mercado

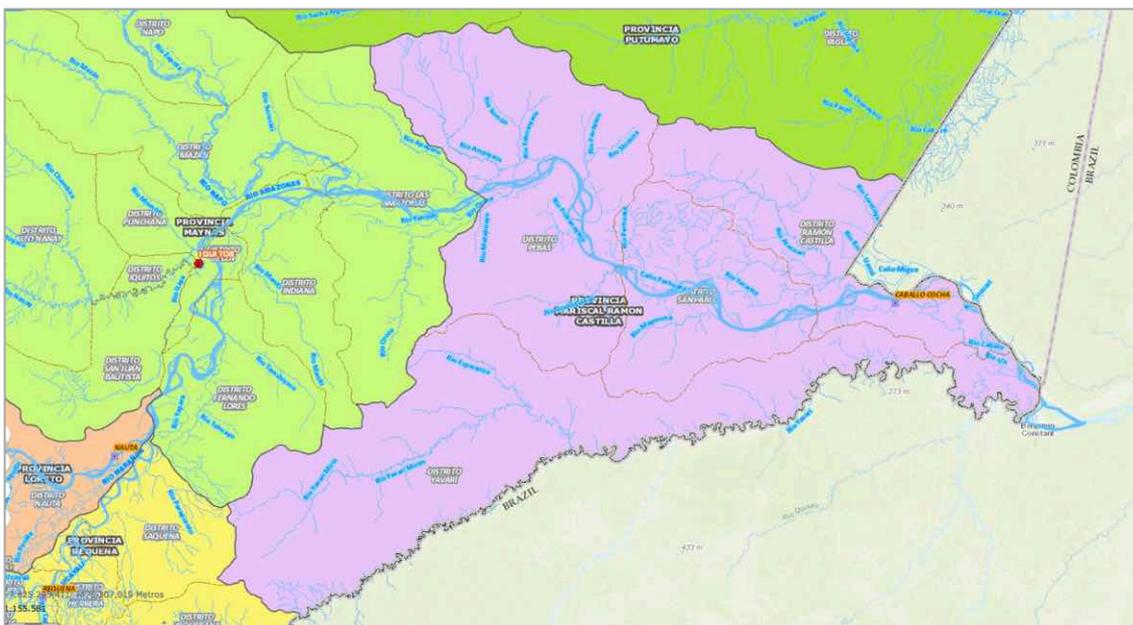


Ilustración 49. Detalle de la hidrografía de la provincia de Mariscal Ramón Castilla (Visor Loreto - GOREL)

Distribución población dispersa distrital

En la Tabla 13 se muestran los núcleos de población dispersa de cada distrito con la suma de los habitantes de estos asentamientos por distrito y una estimación del número de viviendas.

CENTROS POBLADOS Y POBLACIÓN DISPERSA MARISCAL R. CASTILLA			
DISTRITO	POBLACION DISPERSA	Nº HABITANTES	Nº VIVIENDAS EST.
RAMÓN CASTILLA	52	3.317	763
PEBAS	53	2.732	628
SAN PABLO	24	1.860	428
YAVARÍ	33	1.730	398
TOTAL	162	9.639	2.216

Tabla 13. Centros poblados y población dispersa Mariscal R. Castilla (elaborado a partir de datos del GOREL)

El mapa de la Ilustración 50 muestra el potencial de cada distrito a ser electrificado con SFD según su número de viviendas de comunidades aisladas.

6. Estudio de mercado



Ilustración 50. Provincia M. Ramón Castilla: mapa población dispersa

6.4.6.7 Ucayali

La provincia de Ucayali se divide en 6 distritos y su capital es Contamana.

Distribución población total distrital

En la Gráfica 12 se observa que la población del distrito de Contamana es bastante mayor al resto, donde se encuentra la capital de la provincia. En el resto de distritos la población desciende al igual que la superficie de cada uno; excepto en el distrito de Sarayacu, bañado por la cuenca del río Ucayali.



Gráfica 12. Distribución de la población Ucayali (elaborado a partir de proyecciones del INEI - 2015)

Distribución población dispersa distrital

En la Tabla 14 se muestran los núcleos de población dispersa de cada distrito con la suma de los habitantes de estos asentamientos por distrito y una estimación del número de viviendas.

6. Estudio de mercado

CENTROS POBLADOS Y POBLACIÓN DISPERSA UCAYALI			
DISTRITO	POBLACION DISPERSA	Nº HABITANTES	Nº VIVIENDAS EST.
SARAYACU	57	3.031	697
CONTAMANA	60	2.699	620
PADRE MÁRQUEZ	14	1.013	233
PAMPA HERMOSA	12	851	196
VARGAS GUERRA	11	693	159
INAHUAYA	6	356	82
TOTAL	160	8.643	1.987

Tabla 14. Centros poblados y población dispersa Ucayali (elaborado a partir de datos del GOREL)

Los distritos de Sarayacu y Contamana son atravesados por el río Ucayali, pero en el caso de Contamana, la mayoría de la población se concentra en la capital y por eso la población dispersa en ese distrito es menor que en el distrito de Sarayacu.

A continuación, se recoge la información anterior en el mapa de la Ilustración 51 ver el potencial de cada distrito a ser electrificado con sistemas aislados según su número de núcleos de población dispersa.

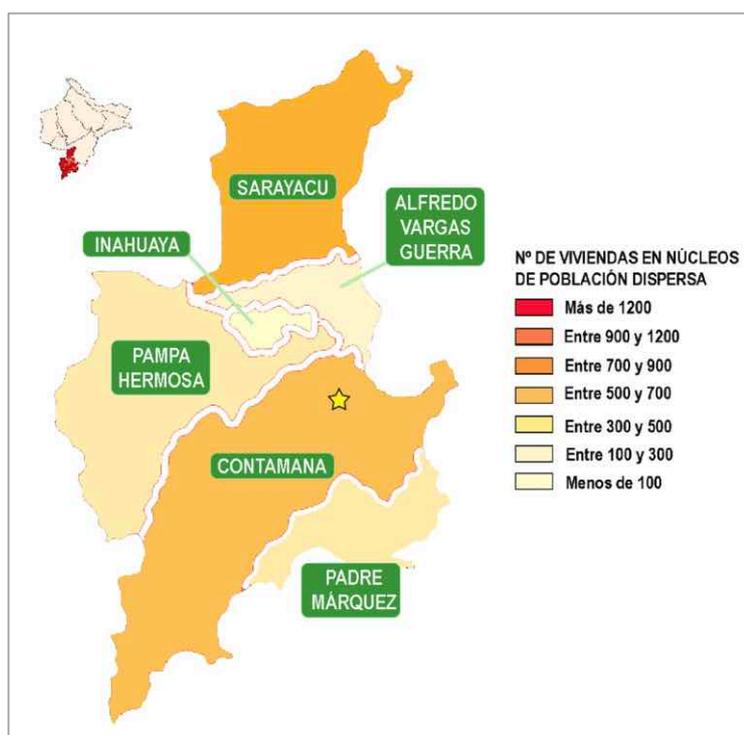


Ilustración 51. Provincia Ucayali: mapa población dispersa (elaborado a partir de datos del GOREL)

6.4.6.8 Putumayo

La provincia de Putumayo se divide en 4 distritos y su capital es San Antonio del Estrecho. Hace frontera en el norte con Colombia con todos sus distritos.

Distribución población total distrital

6. Estudio de mercado

La población de esta provincia como ya se ha visto es mucho menor que la del resto y se concentra principalmente en los distritos de Teniente Manuel Clavero y Putumayo.



Gráfica 13. Distribución de la población Putumayo (elaborado a partir de proyecciones del INEI - 2015)

Al igual que en el resto provincias, la hidrografía del Putumayo influye en su distribución poblacional. En este caso el único gran río que pasa por la provincia es el río Putumayo que marca su límite con Colombia. Se trata de un río muy serpenteante y por lo tanto difícil y lento de navegar.

Distribución población dispersa distrital

En la Tabla 15 se muestran los núcleos de población dispersa de cada distrito con la suma de los habitantes de estos asentamientos por distrito y una estimación del número de viviendas.

CENTROS POBLADOS Y POBLACIÓN DISPERSA PUTUMAYO			
DISTRITO	POBLACION DISPERSA	Nº HABITANTES	Nº VIVIENDAS
TENIENTE M. CLAVERO	39	2.244	516
PUTUMAYO	33	958	220
YAGUAS	12	555	128
ROSA PANDURO	16	295	68
TOTAL	100	4.052	931

Tabla 15. Centros poblados y población dispersa Putumayo (elaborado a partir de datos del GOREL)

El mapa de la Ilustración 52 recoge la información anterior mostrando el potencial de cada distrito de Putumayo a ser electrificado con SFD según su número de viviendas de poblaciones dispersas.

6. Estudio de mercado

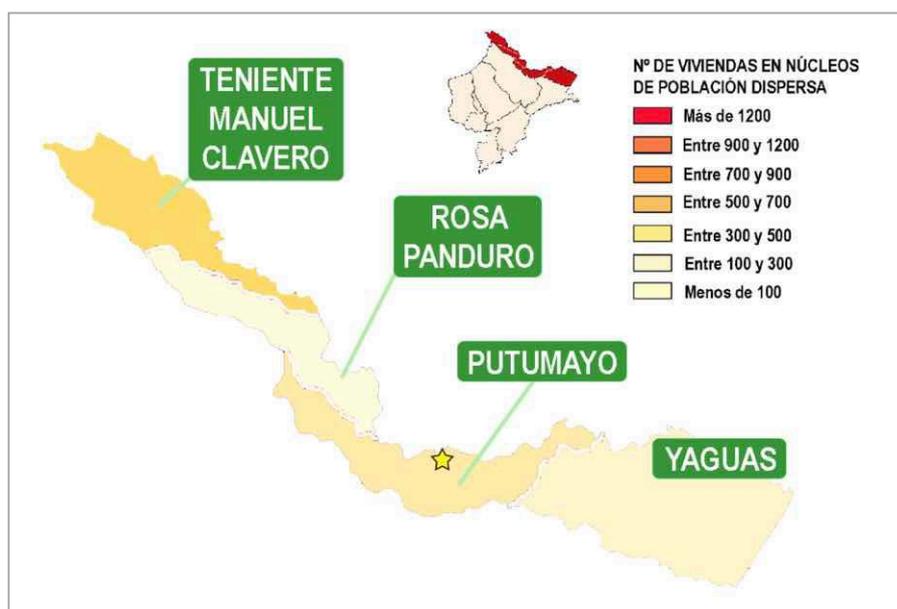


Ilustración 52. Provincia Putumayo: mapa población dispersa

6.4.6.9 Resumen distribución población dispersa

La Tabla 16 muestra el número de comunidades dispersas, sus habitantes y la estimación del número de viviendas para cada distrito y la suma de la provincia que los contiene. Está ordenada en función del distrito con mayor número de viviendas estimadas de este tipo de comunidades.

Según los datos de la GOREL, **en Loreto hay aproximadamente un total de 25.597 viviendas en comunidades aisladas.**

Sabiendo que la información utilizada data desde el año 2000 hasta el 2017, que más del 42% son anteriores al año 2007 y teniendo en cuenta el crecimiento anual de la población de Perú de 1.2 %⁴, este número podría llegar a ser de alrededor de **30.000 viviendas.**

PROVINCIA / DISTRITO	COMUNIDADES	HABITANTES	VIVIENDAS
MAYNAS	529	35.288	8.112
FERNANDO LORES	103	7.659	1.761
NAPO	61	4.316	992
LAS AMAZONAS	53	4.187	963
MAZÁN	56	4.152	954
SAN JUAN BAUTISTA	67	3.947	907
BELÉN	48	3.655	840
INDIANA	34	2.419	556
PUNCHANA	36	2.397	551
TORRES CAUSANA	13	908	209

⁴ Dato del Banco Mundial

6. Estudio de mercado

ALTO NANAY	49	827	190
IQUITOS	9	821	189
DATEM DEL MARAÑÓN	368	18.241	4.193
ANDOAS	73	4.604	1.058
MORONA	78	3.861	888
PASTAZA	87	2.612	600
CAHUAPANAS	41	2.610	600
BARRANCA	57	2.434	560
MANSERICHE	32	2.120	487
LORETO	212	12.933	2.973
URARINAS	78	4.534	1.042
NAUTA	61	3.651	839
TIGRE	38	2.470	568
TROMPETEROS	18	1.286	296
PARINARI	17	992	228
ALTO AMAZONAS	238	12.688	2.917
BALSAPUERTO	64	3.844	884
LAGUNAS	44	3.043	700
YURIMAGUAS	47	2.349	540
SANTA CRUZ	26	1.443	332
TENIENTE CÉSAR LÓPEZ ROJAS	18	1.069	246
JEBEROS	39	940	216
REQUENA	172	9.861	2.267
REQUENA	41	2.272	522
MAQUÍA	26	1.796	413
EMILIO SAN MARTÍN	20	1.226	282
YAQUERANA	18	886	204
ALTO TAPICHE	16	811	186
JENARO HERRERA	10	727	167
PUINAHUA	11	640	147
CAPELO	9	615	141
SAQUENA	5	380	87
TAPICHE	10	281	65
SOPLÍN	6	227	52
MARISCAL RAMÓN CASTILLA	162	9.639	2.216
RAMÓN CASTILLA	52	3.317	763
PEBAS	53	2.732	628
SAN PABLO	24	1.860	428
YAVARÍ	33	1.730	398
UCAYALI	160	8.643	1.987
SARAYACU	57	3.031	697
CONTAMANA	60	2.699	620
PADRE MÁRQUEZ	14	1.013	233

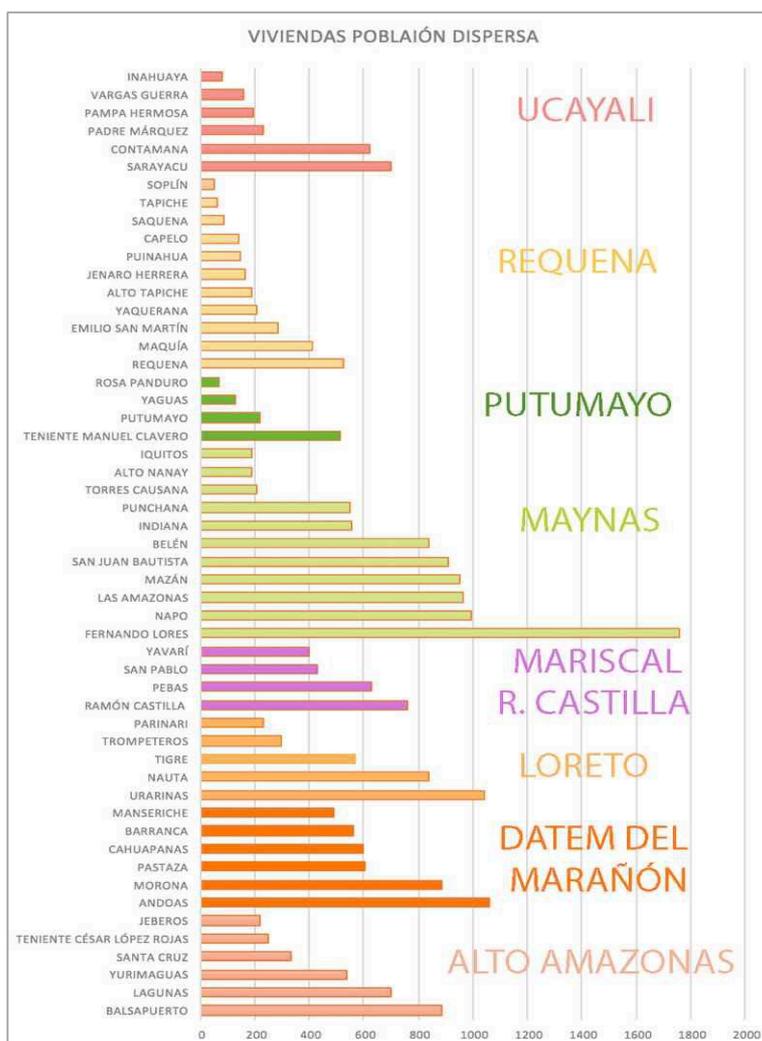
6. Estudio de mercado

PAMPA HERMOSA	12	851	196
VARGAS GUERRA	11	693	159
INAHUAYA	6	356	82
PUTUMAYO	100	4.052	931
TENIENTE MANUEL CLAVERO	39	2.244	516
PUTUMAYO	33	958	220
YAGUAS	12	555	128
ROSA PANDURO	16	295	68
TOTAL	1.941	111.345	25.597

Tabla 16. Población dispersa a nivel distrital de Loreto (elaborado a partir de datos del GOREL)

Según los resultados, recogidos también en la Gráfica 14, se concluye que los distritos con mayor número de viviendas en comunidades dispersas son:

- **MAYNAS:** Fernando Lores, Napo, Mazán, San Juan Bautista y Las Amazonas.
- **LORETO:** Urarinas.
- **DATEM DEL MARAÑÓN:** Andoas y Morona.
- **ALTO AMAZONAS:** Balsapuerto.



Gráfica 14. Población dispersa de Loreto por distritos (elaborado a partir de datos del GOREL)

6. Estudio de mercado

La Ilustración 53 muestra el estudio realizado sobre el mapa político de Loreto con los distritos coloreados según el número de viviendas de población dispersa.

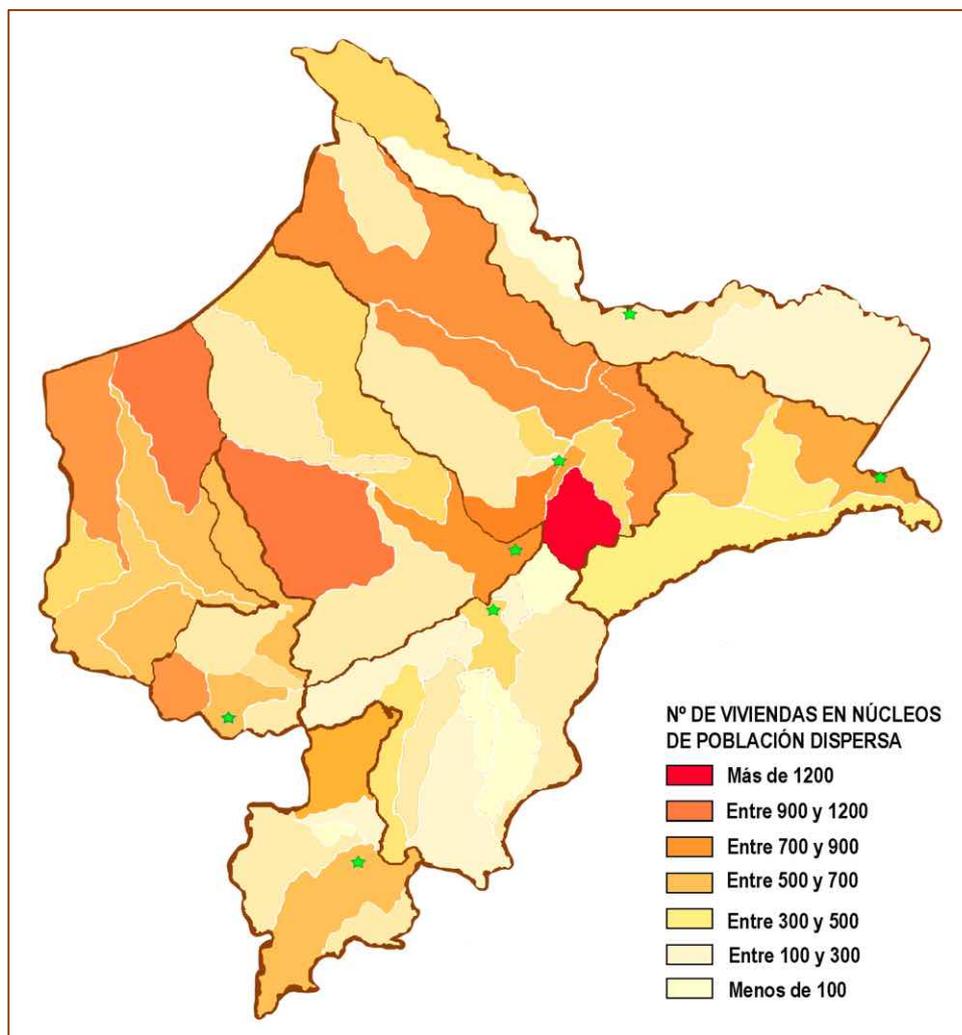


Ilustración 53. Departamento de Loreto: mapa población dispersa (elaboración propia)

6.5 ESTUDIO DE LA SITUACIÓN DE ELECTRIFICACIÓN ACTUAL

Conocer la ubicación de los clientes potenciales de los SFD, los núcleos de población dispersa, es un primer paso para el estudio de mercado y también para ver la fiabilidad y utilidad de las fuentes disponibles.

En este apartado se hace un estudio de la situación de electrificación de estos núcleos ya que en ocasiones o bien ya cuentan con electrificación, están dentro de un plan de electrificación o ninguno de los dos. El objetivo de este estudio más afinado es de nuevo ver la fiabilidad de las fuentes disponibles en cuanto a grado de electrificación y número de habitantes y proporcionar un número filtrado más preciso del número de viviendas sin acceso a la electricidad en este tipo de comunidades.

6. Estudio de mercado

Al final del apartado se añade un pequeño estudio de la influencia que tiene la explotación petrolera de Loreto en la electrificación de sus zonas de actividad.

6.5.1 FUENTES Y ANÁLISIS

Las fuentes utilizadas en este apartado son las mostradas en la Tabla 17.

FUENTES UTILIZADAS PARA EL ESTUDIO DE MERCADO			
Nº	CONTENIDO	CONTABILIZA CON	FUENTE
1	Comunidades y situación de electrificación	Nº viviendas	DGER
2	Centros poblados faltantes de electrificación	Nº viviendas	GOREL en la visita
3	Concesiones eléctricas fotovoltaicas rurales otorgadas a la empresa eléctrica ERGÓN Perú.	Nº viviendas	Fundación ACCIONA Microenergía
4	Mapa de comunidades con información detallada de cada una	Nº habitantes y Nº viviendas	INEI
5	Proyectos Gobiernos Locales (municipalidades) y Gobierno Regional de Loreto (GOREL)	Nº comunidades y Nº habitantes	GOREL en la visita
6	Banco de proyectos	-	MINEM

Tabla 17. Fuentes de datos empleadas para el estudio de electrificación

Se van a hacer tres análisis:

En el primer análisis se contrasta la información de la DGER (1) y del GOREL (2) para ver la similitud entre las fuentes. Mezclando información de las dos fuentes el resultado es el mínimo número de viviendas sin electrificar y sin estar dentro de ningún plan.

En el segundo análisis se contrasta la información de las dos primeras fuentes con las concesiones fotovoltaicas a la empresa eléctrica ERGÓN (3). Esta información en un principio es más reciente y puede no estar considerada en las fuentes anteriores por lo que afinará el estudio reduciendo el número de viviendas resultantes sin electrificar. No obstante, estas concesiones pueden ser discutibles con la empresa o llevarse a cabo en el medio-largo plazo por lo que el número resultante puede ser menor al potencial real, de ahí que se haga el estudio por separado.

Por último, se hace un estudio detallado de dos distritos de la provincia de Loreto-Nauta: distrito de Tigre y distrito de Urarinas. En este estudio se suman a las fuentes anteriores la información del INEI (4) que contiene número de habitantes, de viviendas, situación de electrificación y otros; información de los proyectos de inversión pública tanto del

6. Estudio de mercado

gobierno regional como de los locales (5) y, por último, a través de los códigos SNIP⁵ de cada proyecto se obtiene información detallada de su estado, su alcance y sus plazos en los bancos de proyectos del Ministerio de Energía y Minas (6). El objetivo de este tercer análisis es ver la fiabilidad de los datos obtenidos en los análisis macro del departamento.

6.5.2 ANÁLISIS I: SIN CONSIDERAR CONCESIONES FOTOVOLTAICAS A ERGÓN

Teniendo en cuenta que la información no es del todo fidedigna y que puede estar desactualizada para determinadas comunidades, para obtener un número aproximado de viviendas sin acceso a la electricidad, así como el caso mínimo de viviendas, se han aplicado los siguientes filtros a los datos de la DGER:

1. Comunidades en situación de electrificación como 'PROYECTADO' o '-' (sin información).
2. Comunidades carentes de código SNIP.
3. Comunidades de menos de 100 habitantes (para considerar principalmente las comunidades de población dispersa).

Para ver la fiabilidad de las dos fuentes, se realiza una comparación de los datos filtrados de la DGER con los proporcionados por el GOREL de comunidades faltantes de electrificación a fin de ver si existen similitudes entre ellas.

La cifra total para el departamento de la suma de viviendas sin electrificar es muy parecida en ambos casos (Tabla 18):

RESULTADOS TOTALES DE VIVIENDAS SIN ELECTRIFICAR SEGÚN FUENTE		
FUENTE	SUMA VIVIENDAS	SUMA COMUNIDADES
GOREL	28.905	1.257
DGER	27.431	1.385

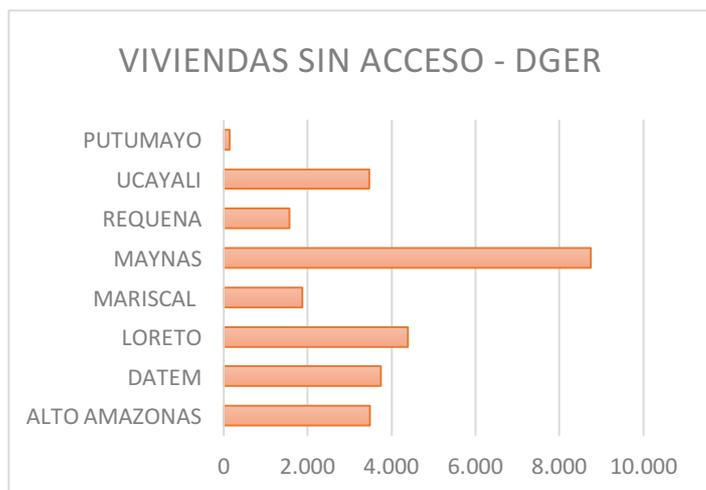
Tabla 18. Suma viviendas sin electrificar según datos de GOREL y DGER

En cambio, las cifras de cada provincia varían según la fuente. El número de viviendas para algunas es menor, igual o mayor. El hecho de que en ocasiones coincidan indica que el filtro aplicado es una aproximación aceptable. Por otro lado, el hecho de que sean menores o mayores para otros casos puede deberse al distinto grado de actualidad de la información.

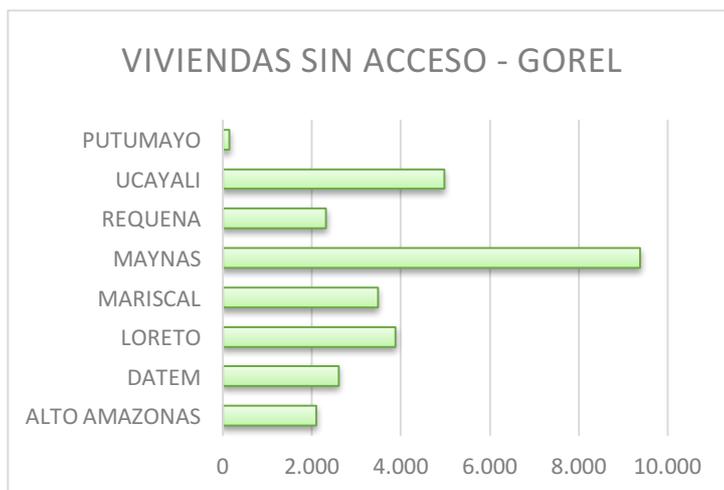
⁵ **SNIP (Sistema Nacional de Inversión Pública)** es el código del proyecto de inversión pública al que hace referencia. Los informes de cada proyecto se pueden buscar con dicho código a través del siguiente enlace: <https://www.mef.gob.pe/es/aplicativos-invierte-pe?id=4279>

6. Estudio de mercado

Los resultados del análisis de ambas fuentes muestran, en las gráficas siguientes (Gráfica 15 y Gráfica 16). La distribución es similar para las provincias, no obstante, existen ciertas diferencias que se comentan a continuación.



Gráfica 15. N° de viviendas sin acceso eléctrico por provincia (DGER)



Gráfica 16. N° de viviendas sin acceso eléctrico por provincia (GOREL)

Basándose en los datos de la GOREL por ser los obtenidos más recientemente durante la visita de marzo 2018 y de la propia institución, se sacan las siguientes conclusiones:

- **Putumayo (=):** los datos coinciden exactamente para los distritos de esta provincia en ambas fuentes.
- **Ucayali (43% ↑):** según la GOREL, el número de viviendas de esta provincia es mayor teniendo 4.981 (GOREL) viviendas frente a 3.473 viviendas (DGER)
- **Requena (47% ↑):** según la GOREL, el número de viviendas de esta provincia es mayor teniendo 2.319 (GOREL) viviendas frente a 1.574 viviendas (DGER)
- **Maynas (7% ↑):** según la GOREL, el número de viviendas de esta provincia es mayor teniendo 9.382 (GOREL) viviendas frente a 8.741 viviendas (DGER)
- **Mariscal Ramón Castilla (85% ↑):** según la GOREL, el número de viviendas de esta provincia es mayor teniendo 3.486 (GOREL) viviendas frente a 1.881 viviendas (DGER). El distrito con la diferencia más significativa es Yavarí.
- **Loreto (13% ↓):** según la GOREL, el número de viviendas de esta provincia es mayor teniendo 3.886 (GOREL) viviendas frente a 4.393 viviendas (DGER)
- **Datem del Marañón (43% ↓):** según la GOREL, el número de viviendas de esta provincia es menor teniendo 2.603 (GOREL) viviendas frente a 3.746 viviendas (DGER). Los datos son muy dispares en todos los distritos lo cual conduce a pensar que ninguna de las fuentes es fiable y que haría falta un estudio más exhaustivo para tener información más actualizada.

6. Estudio de mercado

- **Alto Amazonas (65% ↓)**: según la GOREL, el número de viviendas de esta provincia es menor teniendo 2.104 (GOREL) viviendas frente a 3.479 viviendas (DGER). El distrito con la diferencia más significativa es Lagunas.

Se concluye que los datos no concuerdan entre sí y por lo tanto se toma el caso más desfavorable de potencial de electrificación considerando las menores cifras para ambas fuentes que se expone a continuación.

6.5.2.1 Clientes potenciales cruzando información de DGER y GOREL

En vista de la disparidad de los datos, se muestra el menor número posible, según las dos fuentes, de viviendas sin acceso a la electricidad y sin entrar dentro de un plan de electrificación.

Se trata en verdad del caso más desfavorable de potencialidad de electrificación de teniendo en cuenta que gran parte de estos datos han sido obtenidos de los censos de 2007 y que la población ha aumentado desde entonces. Al ser datos desactualizados puede entrar en juego el que a algunas comunidades haya llegado la electricidad, pero estos errores se compensan al haber muchos proyectos de inversión pública con SNIP que están en estado inactivo desde hace años y han sido eliminados de esta lista o teniendo en cuenta el crecimiento de la población.

PROVINCIA - DISTRITO	N° VIVIENDAS	N° COMUNIDADES
ALTO AMAZONAS	2.104	96
BALSAPUERTO	794	32
JEBEROS	34	1
LAGUNAS	20	2
SANTA CRUZ	573	31
TENIENTE CESAR LOPEZ ROJAS	449	19
YURIMAGUAS	234	11
DATEM DEL MARAÑON	3.164	169
ANDOAS	561	36
BARRANCA	227	10
CAHUAPANAS	983	49
MANSERICHE	872	42
MORONA	469	30
PASTAZA	52	2
LORETO	3.886	159
NAUTA	700	29
PARINARI	544	16
TIGRE	1.021	39

6. Estudio de mercado

TROMPETEROS	744	30
URARINAS	877	45
MARISCAL RAMON CASTILLA	1.881	106
PEBAS	687	40
RAMON CASTILLA	732	35
SAN PABLO	98	6
YAVARI	364	25
MAYNAS	8.741	421
ALTO NANAY	391	47
BELEN	773	32
FERNANDO LORES	2.148	96
INDIANA	706	34
IQUITOS	431	13
LAS AMAZONAS	718	35
MAZAN	1.124	62
NAPO	902	39
PUNCHANA	786	28
SAN JUAN BAUTISTA	621	29
TORRES CAUSANA	141	6
REQUENA	1.574	59
ALTO TAPICHE	27	1
CAPELO	159	7
EMILIO SAN MARTIN	255	4
JENARO HERRERA	69	4
MAQUIA	351	10
PUINAHUA	75	1
REQUENA	293	19
SAQUENA	196	5
SOPLIN	36	2
TAPICHE	64	4
YAQUERANA	49	2
UCAYALI	3.473	146
CONTAMANA	691	38
INAHUAYA	210	6
PADRE MARQUEZ	107	5
PAMPA HERMOSA	412	15
SARAYACU	1.599	62
VARGAS GUERRA	454	20
PUTUMAYO	144	28

6. Estudio de mercado

PUTUMAYO	61	14
TENIENTE MANUEL CLAVERO	83	14
Total general	24.967	1.184

Tabla 19. Número de viviendas y comunidades sin electrificar cruzando información de GOREL y DGER

El número total de viviendas decrece aproximadamente en un 14% en a los datos de la GOREL y en un 9% en referencia a los datos de la DGER.

RESULTADOS TOTALES DE VIVIENDAS SIN ELECTRIFICAR SEGÚN FUENTE		
FUENTE	SUMA VIVIENDAS	SUMA COMUNIDADES
GOREL	28.905	1.257
DGER	27.431	1.385
COMBINACIÓN	24.967	1.184

Tabla 20. Suma viviendas sin electrificar DGER, GOREL y combinación de ambas fuentes

6.5.3 ANÁLISIS II: CONSIDERANDO CONCESIONES FOTOVOLTAICAS A ERGÓN

Según los datos accesibles, ERGÓN tiene concesiones en cuatro de las ocho provincias: Loreto-Nauta, Mariscal Ramón Castilla, Maynas y Ucayali. Dentro de esas provincias tiene concesiones en algunos de sus distritos:

- Loreto- Nauta:
 - Parinari: 20 comunidades
 - Urarinas: 1 comunidad
- Mariscal Ramón Castilla:
 - Yavarí: 13 comunidades
 - Ramón Castilla: 1 comunidad
 - Pebas: 1 comunidad
- Maynas:
 - Fernando Lores: 28 comunidades
 - San Juan Bautista: 39 comunidades
 - Mazán: 24 comunidades
 - Belén: 30 comunidades
 - Las Amazonas: 21 comunidades
 - Iquitos: 11 comunidades
 - Punchana: 25 comunidades
 - Indiana: 30 comunidades
 - Alto Nanay: 8 comunidades
- Ucayali:
 - Contamana: 11 comunidades
 - Inahuaya: 4 comunidades
 - Padre Márquez: 5 comunidades

6. Estudio de mercado

En este análisis se han retirado de los resultados anteriores aquellas comunidades que aparecen dentro de las concesiones para electrificar mediante fotovoltaica de la empresa ERGÓN. Los resultados de nuevo utilizando los números más bajos en cada fuente para cada distrito se muestran en la Tabla 21

PROVINCIA - DISTRITO	Nº VIVIENDAS	Nº COMUNIDADES
ALTO AMAZONAS	1.443	70
BALSAPUERTO	794	32
JEBEROS	34	1
LAGUNAS	20	2
SANTA CRUZ	276	16
TENIENTE CESAR LOPEZ ROJAS	85	8
YURIMAGUAS	234	11
DATEM DEL MARAÑÓN	2.102	117
ANDOAS	561	36
BARRANCA	227	10
CAHUAPANAS	167	9
MANSERICHE	626	30
MORONA	469	30
PASTAZA	52	2
LORETO	3.360	146
NAUTA	700	29
PARINARI	205	8
TIGRE	1.021	39
TROMPETEROS	632	23
URARINAS	802	47
MARISCAL RAMON CASTILLA	1.851	103
PEBAS	687	40
RAMON CASTILLA	732	35
SAN PABLO	98	6
YAVARI	334	22
MAYNAS	6.237	310
ALTO NANAY	157	40
BELEN	422	18
FERNANDO LORES	1.731	76
INDIANA	706	34
IQUITOS	84	2
LAS AMAZONAS	425	23
MAZAN	850	46
NAPO	853	36

6. Estudio de mercado

PUNCHANA	450	13
SAN JUAN BAUTISTA	418	16
TORRES CAUSANA	141	6
PUTUMAYO	144	28
PUTUMAYO	61	14
TENIENTE MANUEL CLAVERO	83	14
REQUENA	1.514	58
ALTO TAPICHE	27	1
CAPELO	99	6
EMILIO SAN MARTIN	255	4
JENARO HERRERA	69	4
MAQUIA	351	10
PUINAHUA	75	1
REQUENA	293	19
SAQUENA	196	5
SOPLIN	36	2
TAPICHE	64	4
YAQUERANA	49	2
UCAYALI	3.227	138
CONTAMANA	637	34
INAHUAYA	29	3
PADRE MARQUEZ	96	4
PAMPA HERMOSA	412	15
SARAYACU	1.599	62
VARGAS GUERRA	454	20
Total general	19.878	970

Tabla 21. Número de viviendas y comunidades sin electrificar cruzando información de GOREL, DGER y ERGÓN

La Tabla 22 compara los resultados de cada fuente teniendo en cuenta las concesiones. Para los casos más desfavorables combinando las dos fuentes principales, el número total de viviendas sin electrificar es un 20% menor considerando las concesiones de ERGÓN.

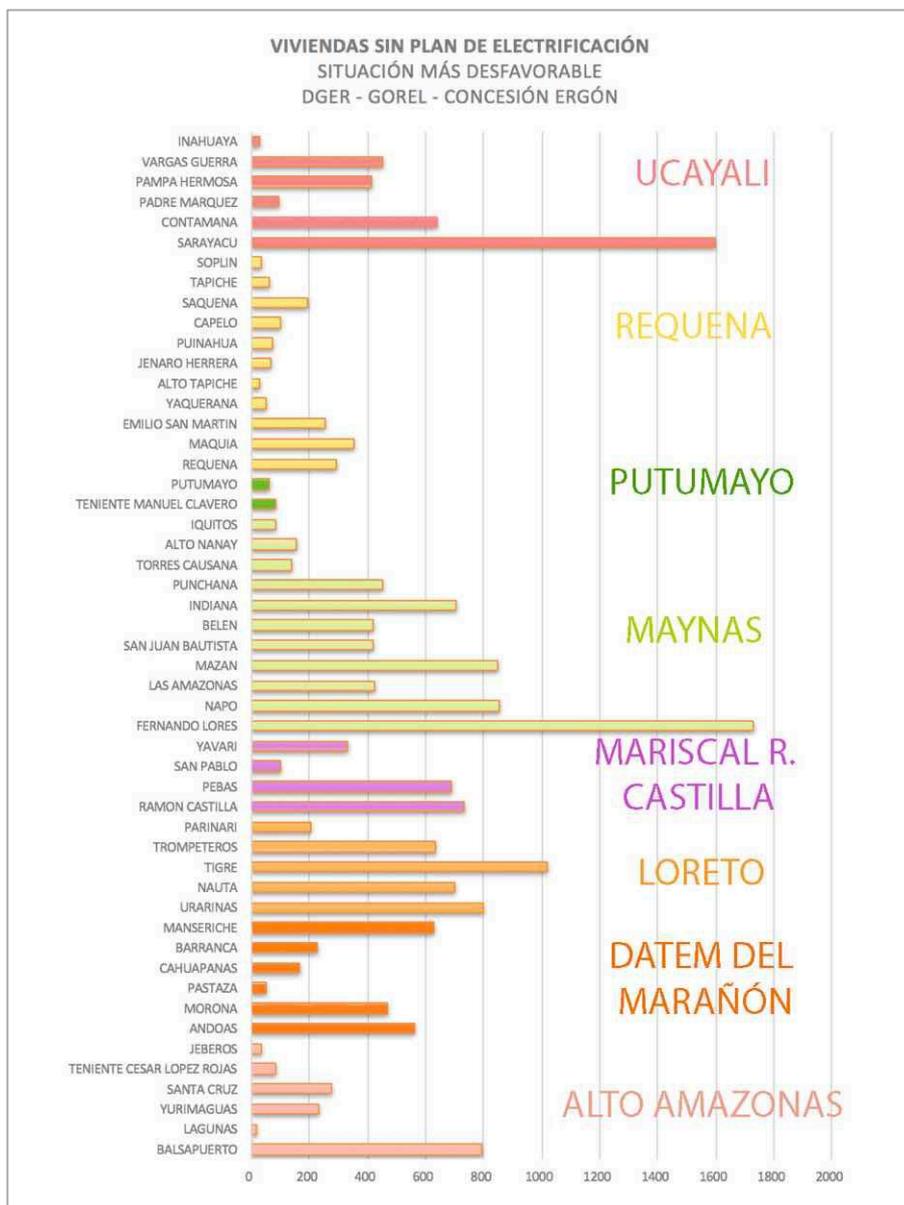
RESULTADOS TOTALES DE VIVIENDAS SIN ELECTRIFICAR SEGÚN FUENTE			
	FUENTE	SUMA VIVIENDAS	SUMA COMUNIDADES
Sin considerar concesiones fotovoltaicas a ERGÓN	GOREL	28.905	1.257
	DGER	27.431	1.385
	COMBINACIÓN	24.967	1.184
	GOREL	24.984	1.103

6. Estudio de mercado

Considerando concesiones fotovoltaicas a ERGÓN	DGER	24.633	1.270
	COMBINACIÓN	19.878	970

Tabla 22. Suma de viviendas y comunidades sin electrificar DGER, GOREL, combinación y concesiones ERGÓN

A continuación, en la Gráfica 17 se muestra la distribución del total de viviendas según los distritos. Los que tienen mayor potencial son los distritos de Fernando Lores en la provincia de Maynas y de Sarayacu en la provincia de Ucayali.



Gráfica 17. Viviendas sin electrificar y sin plan por distrito (elaborado a partir de datos de DGER, GOREL, ERGÓN)

6.5.4 ANÁLISIS III: ESTUDIO DETALLADO DE LOS DISTRITOS DE TIGRE Y URARINAS

Para los distritos de Tigre y Urarinas, ambos en la provincia de Loreto-Nauta, se ha llevado a cabo un estudio más detallado de la situación de electrificación de sus comunidades considerando todas las fuentes disponibles, así como las visitas de campo a

6. Estudio de mercado

algunas de las comunidades de Urarinas en el río Marañón y las reuniones con ambas municipalidades durante la visita.

Una vez reunida toda la información, se han aplicado ciertos filtros para ver el número aproximado de viviendas sin acceso a la electricidad en comunidades dispersas. Los filtros aplicados son los siguientes:

1. Situación de electrificación:
 - a. Fuente (1): ‘; ‘Proyectada’ o ‘-’ (sin información)
 - b. Fuente (4): sin luz en la vivienda y sin alumbrado público
2. Comunidades sin código SNIP (fuentes (1) y (5)):
 - a. **CASO I** (más desfavorable): sin SNIP
 - b. **CASO II**: añadiendo PIP⁶ en estado INACTIVO (esta información se obtiene de los informes de los proyectos de la fuente (6)).
3. Población (filtrado para todas las fuentes que contabilicen habitantes):
 - a. Menos de 100 viviendas
 - b. Menos de 400 habitantes

Como se puede ver, se han hecho dos casos para cada distrito. **El primero** considerando que todas aquellas comunidades con código SNIP van a ser electrificadas en el corto plazo, y **el segundo** añadiendo las comunidades que están en proyectos en estado inactivos. Estos proyectos pueden llevar parados desde el año 2011.

En la Tabla 23 y la Tabla 24 se recogen los resultados para los dos casos de estudio y los números totales sin filtrar que incluyen todas las comunidades registradas de cada distrito.

Se muestran el número de viviendas según cada fuente y el promedio de todas ellas. Las viviendas del GOREL se han calculado utilizando el número de habitantes por vivienda según los datos del INEI de cada distrito. Este valor está también incluido en las tablas de resultados. El **promedio** de este valor de ambos distritos es de **4,35 habitantes por vivienda** y es el que se ha utilizado para los cálculos de población dispersa de los apartados 6.4.5 *Distribución de la población a nivel provincial* y 6.4.6 *Distribución de la población a nivel distrital*.

⁶ PIP: Proyecto de Inversión Pública

6. Estudio de mercado

ANÁLISIS DISTRITO DE TIGRE

DATOS TOTALES TIGRE (sin filtrar)							
COMUNIDADES	VIVIENDAS (DGER)	VIVIENDAS (INEI)	HABITANTES (INEI)	Nº Habitantes por vivienda (INEI)	HABITANTES (GOREL)	VIVIENDAS (GOREL)	VIVIENDAS PROMEDIO
55	1.480	2.607	10.274	3,94	10.344	2.625	2.237,25
CASO I: Más desfavorable							
COMUNIDADES	VIVIENDAS (DGER)	VIVIENDAS (INEI)	HABITANTES (INEI)	Nº Habitantes por vivienda (INEI)	HABITANTES (GOREL)	VIVIENDAS (GOREL)	VIVIENDAS PROMEDIO
9	47	100	350	3,50	315	90	79,00
CASO II: Incluyendo PIP Inactivos							
COMUNIDADES	VIVIENDAS (DGER)	VIVIENDAS (INEI)	HABITANTES (INEI)	Nº Habitantes por vivienda (INEI)	HABITANTES (GOREL)	VIVIENDAS (GOREL)	VIVIENDAS PROMEDIO
19	308	475	1.458	3,07	1.430	466	416,29

Tabla 23. Resultados análisis distrito de Tigre

ANÁLISIS DISTRITO DE URARINAS

DATOS TOTALES URARINAS (sin filtrar)							
COMUNIDADES	VIVIENDAS (DGER)	VIVIENDAS (INEI)	HABITANTES (INEI)	Nº Habitantes por vivienda (INEI)	HABITANTES (GOREL)	VIVIENDAS (GOREL)	VIVIENDAS PROMEDIO
109	2.448	2.653	12.995	4,90	13.607	2.778	2.626,31
CASO I: Más desfavorable							
COMUNIDADES	VIVIENDAS (DGER)	VIVIENDAS (INEI)	HABITANTES (INEI)	Nº Habitantes por vivienda (INEI)	HABITANTES (GOREL)	VIVIENDAS (GOREL)	VIVIENDAS PROMEDIO
30	410	453	2.407	5,31	1.994	375	412,76
CASO II: Incluyendo PIP Inactivos							
COMUNIDADES	VIVIENDAS (DGER)	VIVIENDAS (INEI)	HABITANTES (INEI)	Nº Habitantes por vivienda (INEI)	HABITANTES (GOREL)	VIVIENDAS (GOREL)	VIVIENDAS PROMEDIO
69	1.041	884	4.732	5,35	4.716	881	935,34

Tabla 24. Resultados Análisis distrito de Urarina

6. Estudio de mercado

6.5.4.1 Comparación con otros análisis

A continuación, en la Tabla 25 y la Tabla 26 se comparan los resultados obtenidos para ambos distritos con los resultados sacados de:

- El análisis de población dispersa del apartado 6.4.6.9 *Resumen distribución población dispersa*
- El análisis de electrificación macro del apartado 6.5.2 *Análisis I: sin considerar concesiones fotovoltaicas a ERGÓN*
- El análisis de electrificación macro del apartado 6.5.3 *Análisis II: considerando concesiones fotovoltaicas a ERGÓN*

RESULTADOS DISTRITO TIGRE			
TIPO DE ANÁLISIS		Nº COMUNIDADES	Nº VIVIENDAS
POBLACIÓN DISPERSA		38	568
MACRO	1. Sin concesiones	39	1.021
	2. Con concesiones	39	1.021
FINO	1. CASO I	9	79
	2. CASO II (con PIP inactivos)	19	417

Tabla 25. Potencial distrito Tigre según cada análisis

RESULTADOS DISTRITO URARINAS			
TIPO DE ANÁLISIS		Nº COMUNIDADES	Nº VIVIENDAS
POBLACIÓN DISPERSA		78	1.042
MACRO	1. Sin concesiones	45	877
	2. Con concesiones	47	802
FINO	1. CASO I	30	413
	2. CASO II (con PIP inactivos)	69	936

Tabla 26. Potencial Urarinas según cada análisis

Distrito de Tigre

Como se puede ver, la disparidad de los datos es más significativa en el distrito de Tigre donde en el primer análisis de población dispersa el número de comunidades es el mayor y el número de viviendas es muy inferior al resto. Las poblaciones de este distrito se concentran sobre todo en el río principal que lleva el mismo nombre, el río Tigre. Este río es muy largo y con muchos quiebros y por eso las comunidades son más inaccesibles y se tarda más en llegar a ellas. De hecho, la mayoría de los datos de población de este distrito provienen del censo nacional de 2007 y no de visitas de campo más recientes, de ahí que, en el primer análisis, cuya fuente es el GOREL, la población sea tan inferior al resto de fuentes que utilizan proyecciones con el crecimiento poblacional.

6. Estudio de mercado

Por otro lado, en los análisis macro, donde se comparan más fuentes con información poblacional los datos son más actualizados basándose en proyecciones y al comparar los resultados con el resultado del análisis fino de electrificación, salen la mitad de potenciales clientes. Esto se debe principalmente a cruzar la información macro con los datos del INEI donde aparecen numerosas comunidades ya electrificadas en este distrito.

Distrito de Urarinas

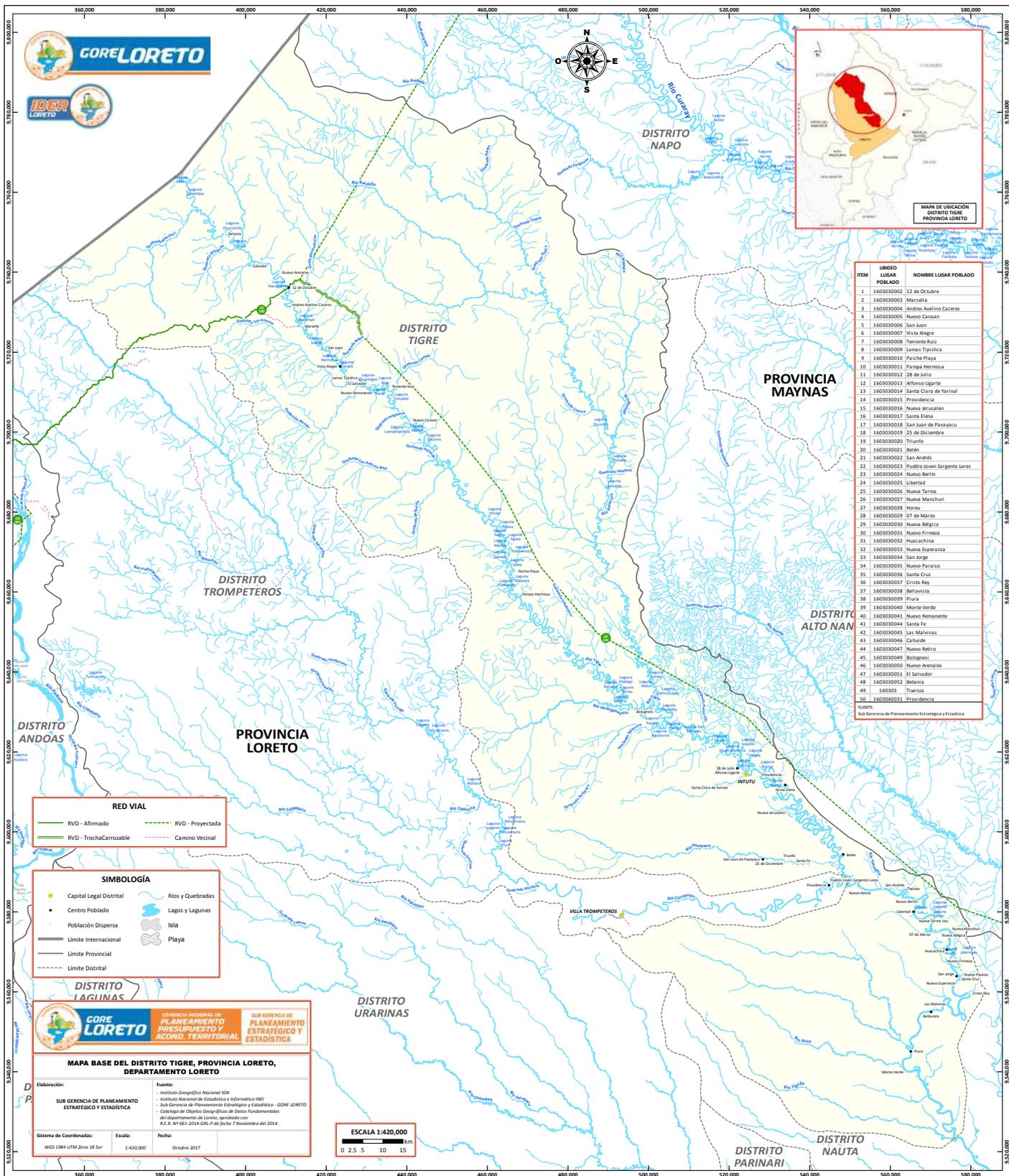
Por el contrario, el distrito de Urarinas presenta resultados más homogéneos en las fuentes. Esto se debe a que la población de este distrito se encuentra repartida a lo largo de varios ríos y quebradas. Son ríos más cortos y algo más accesibles por lo que cuentan con información más actualizada. Esto es una ventaja en cuanto a actualidad de la información, pero al mismo tiempo presenta un inconveniente en el modelo de gestión de los SFD al estar todo más esparcido en los diferentes ríos.

Las 69 comunidades sin electrificación del estudio del CASO II, se reparten en los siguientes ríos (Tabla 27):

RÍOS Y DISTRIBUCIÓN COMUNIDADES SIN ELECTRIFICAR EN URARINAS	
Río / Quebrada	Nº de centro poblados
Chambira	18
Marañón	13
Tigrillo	12
Urituyacu	12
Patayacu	8
Pacayacu	3
Airico	2
Pucuna	1
Total	69

Tabla 27. Distribución de las poblaciones sin electrificar en los ríos del distrito de Urarinas

En los siguientes mapas del Gobierno Regional se detallan de cada distrito su hidrografía, capital y comunidades entre otras cosas. Se puede ver lo que se ha estado comentando previamente: el distrito de Tigre es más alargado y tiene un río principal mientras que el distrito de Urarinas tiene una forma más redonda y varios ríos donde se asienta su población.



ITEM	UBIGEO POBLADO	NOMBRE LUGAR POBLADO
1	1603030002	12 de Octubre
2	1603030003	Maratilla
3	1603030004	Andrés Bello Cáceres
4	1603030005	Nuevo Canaan
5	1603030006	San Juan
6	1603030007	Vista Alegre
7	1603030008	Teniente Ruiz
8	1603030009	Llama Tipiticha
9	1603030010	Pirca Pirca
10	1603030011	Pampa Hermosa
11	1603030012	28 de Julio
12	1603030013	Alfonso Ugarte
13	1603030014	Santa Clara de Gornal
14	1603030015	Providencia
15	1603030016	Nueva Jerusalén
16	1603030017	Santa Elena
17	1603030018	San Juan de Pasayacu
18	1603030019	25 de Diciembre
19	1603030020	Triunfo
20	1603030021	Belén
21	1603030022	San Andrés
22	1603030023	Pueblo Joven Sargento Lores
23	1603030024	Nuevo Berlín
24	1603030025	Libertad
25	1603030026	Nueva Tarma
26	1603030027	Nueva Manchuri
27	1603030028	Belén
28	1603030029	07 de Marzo
29	1603030030	Nuevo Bifigica
30	1603030031	Nuevo Firmesa
31	1603030032	Monta Verde
32	1603030033	Nueva Esperanza
33	1603030034	San Jorge
34	1603030035	Nuevo Porcelo
35	1603030036	Santa Cruz
36	1603030037	Cristo Rey
37	1603030038	Bellavista
38	1603030039	Pirca
39	1603030040	Monta Verde
40	1603030041	Nuevo Ramonete
41	1603030044	Santa Fe
42	1603030045	Las Melindras
43	1603030046	Cahuide
44	1603030047	Nuevo Betiro
45	1603030049	Bolognesi
46	1603030050	Nuevo Anauales
47	1603030051	El Salvador
48	1603030052	Betania
49	1603030053	Pirca
50	1603040011	Providencia

FUENTE:
Sub Gerencia de Planeamiento Estratégico y Estadística

RED VIAL

	RVD - Afirmado		RVD - Proyectada
	RVD - Trocha Carroable		Camino Vecinal

SIMBOLOGÍA

	Capital Legal Distrital		Ríos y Quebradas
	Centro Poblado		Lagos y Lagunas
	Población Dispersa		Isla
	Limite Internacional		Playa
	Limite Provincial		
	Limite Distrital		

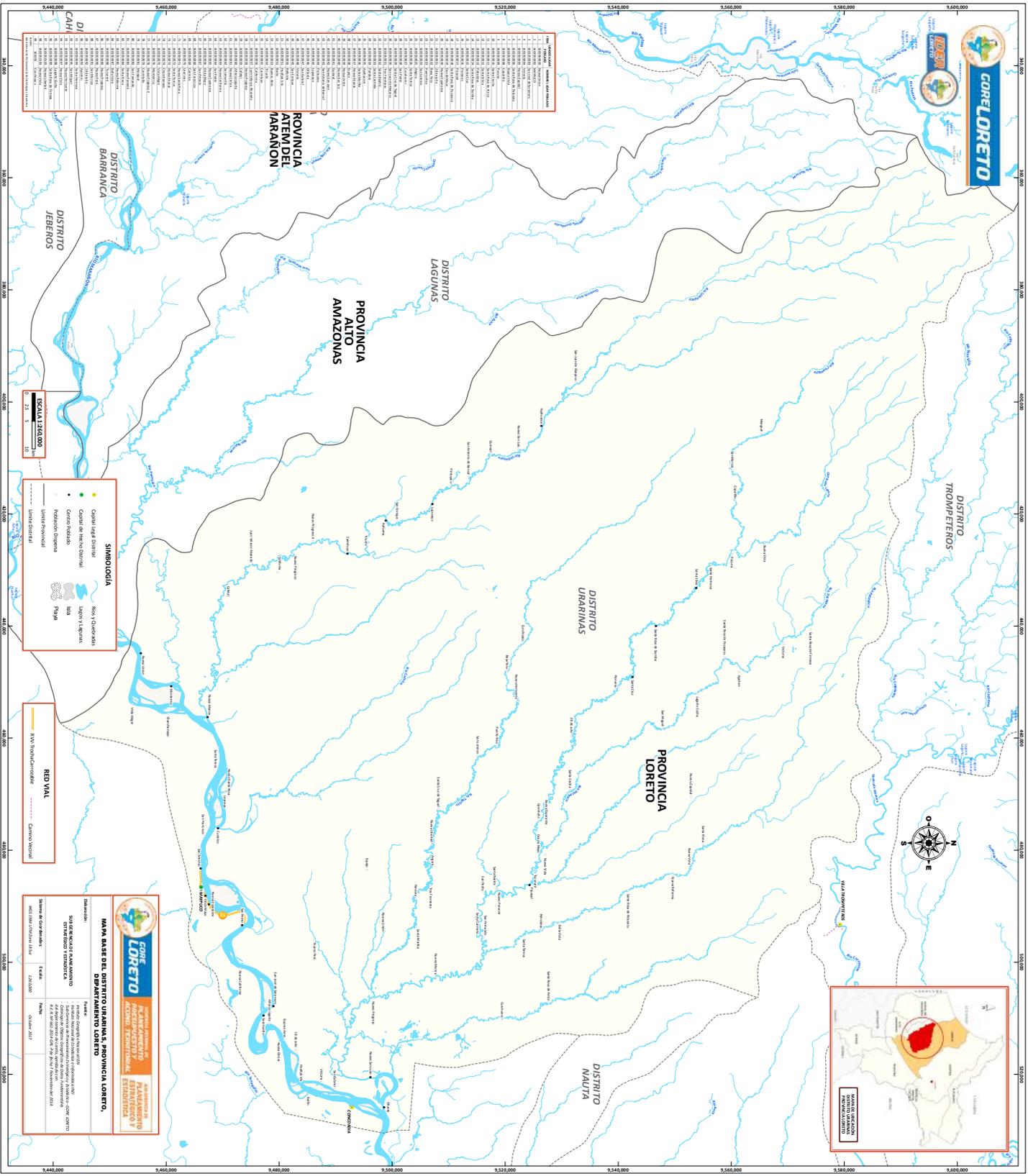
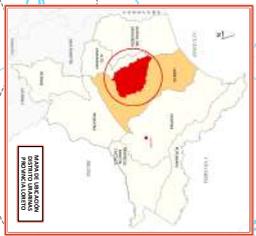
MAPA BASE DEL DISTRITO TIGRE, PROVINCIA LORETO, DEPARTAMENTO LORETO

Elaboración: Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN, Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI, Sub Gerencia de Planeamiento Estratégico y Estadística - CORE LORETO, Catálogo de Objetos Geográficos de Datos Fundamentales del Departamento de Loreto, aprobado con R.E. Nº 062-2014-GR. P de fecha 7 Noviembre del 2014.

SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO Y ESTADISTICA

Sistema de Coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 18 Sur
Escala: 1:420,000
Fecha: Octubre 2017

ESCALA 1:420,000
0 2.5 5 10 15 km



PROVINCIA	DISTRICTO	UBICACION	COORDENADAS	AREA	PERIMETRO	POBLACION	ACTIVIDADES	RECURSOS	OTROS
PROVINCIA ATE DEL MARAÑON	DISTRICTO ATE DEL MARAÑON	...	...	...	...	...	...	...	...
PROVINCIA ALTO AMAZONAS	DISTRICTO ALTO AMAZONAS	...	...	...	...	...	...	...	...
PROVINCIA LORETO	DISTRICTO LORETO	...	...	...	...	...	...	...	...
PROVINCIA LORETO	DISTRICTO URBINIAS	...	...	...	...	...	...	...	...
PROVINCIA LORETO	DISTRICTO NAUTA	...	...	...	...	...	...	...	...
PROVINCIA LORETO	DISTRICTO TROMPETEROS	...	...	...	...	...	...	...	...
PROVINCIA LORETO	DISTRICTO BARANCA	...	...	...	...	...	...	...	...
PROVINCIA LORETO	DISTRICTO JEBEROS	...	...	...	...	...	...	...	...

SIEMPRE LOCALIA

- Capital del distrito
- Capital de medio distrito
- Centro Urbano
- Residencia Distrital
- Límite Provincial
- Límite Distrital
- Río y Cañabada
- Lago y Albufera
- Mar
- Playa

RED VIAL

- Ruta Nacional
- Ruta Provincial
- Carrero Vecinal

MAMA BASE DEL DISTRITO URBINIAS, PROVINCIA LORETO, DEPARTAMENTO LORETO.

INFORMACION GENERAL

Ubicación: Provincia Loreto, Distrito Uribinias

Superficie: 1.230,000 m²

Población: 1.230 personas

Fecha de creación: 2012

Proyecto: MAMA BASE 2012

OBJETIVO GENERAL

Elaborar el MAMA Base del Distrito Uribinias, Provincia Loreto, Departamento Loreto.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Identificar y delimitar el territorio del Distrito Uribinias.

2. Recopilar información sobre el territorio del Distrito Uribinias.

3. Elaborar el MAMA Base del Distrito Uribinias.

4. Actualizar el MAMA Base del Distrito Uribinias.

6. Estudio de mercado

6.5.5 ZONAS DE INFLUENCIA PETROLERA

Las comunidades cercanas a las zonas de actividad petrolera en el departamento de Loreto suelen estar electrificadas. Son las propias empresas las que financian estas instalaciones para tener el apoyo de estos grupos de interés y no recibir quejas por su actividad, a pesar de que se han dado numerosos casos de derrames y desastres naturales en la zona.

La explotación de petróleo en Loreto se inició en 1970, hace 48 años, como respuesta del estado peruano a los hallazgos petroleros que dieron en Ecuador en 1967. En ese mismo año se creó la empresa estatal PetroPerú, con el fin de controlar localmente la extracción de petróleo y no dejarlo en manos de compañías extranjeras como Shell, que ya estaban trabajando en los países vecinos. A día de hoy son muchas las empresas metidas en el negocio petrolero de Loreto: PetroPerú, PlusPetrol, Texaco, Repsol, Getty Oil, Union Oil, Kanay... y más (BARC13).

El oleoducto norperuano en Loreto recorre principalmente la zona este del departamento y el río Marañón. Los tramos que recorren el departamento son sustancialmente el Tramo I y el Ramal Norte.

El Tramo I: comienza en la estación 5, situado en la localidad de Borja, distrito de Manseriche (provincia de Datem del Marañón). De ahí recorre el río Marañón pasando por los distritos de Barranca (provincia de Datem del Marañón), Lagunas (provincia de Alto Amazonas) y finaliza en Urarinas (provincia de Loreto-Nauta), en la estación 1 de San José de Saramuro.

Ramal Norte: comienza en la estación 5 como el anterior y recorre la zona este del departamento pasando por los distritos de Morona (Datem del Marañón), y termina en el norte del distrito del Tigre (Loreto-Nauta).

Las operaciones de extracción se concentran sobre todo en los distritos de Trompeteros, Tigre y Urarinas (de la provincia de Loreto-Nauta) y en Andoas y Morona (provincia de Datem del Marañón). En estas regiones se encuentran el 47% de los pozos de Loreto y por lo tanto es de donde se produce la mayor parte del crudo. En los distritos de Torres Causana (provincia de Maynas) y Morona (Datem del Marañón) hay una intensa actividad de exploración.

6. Estudio de mercado



Ilustración 54. Mapa del Oleoducto NorPeruano (MINEM)

Son numerosos los casos de derrames de crudo, en ocasiones debido a fallas en las instalaciones por corrosión, abrasión u otros y en otras por atentados de los propios vecinos para así tener trabajo de limpieza temporal de las orillas. En cualquier caso, estos derrames suponen un peligro muy alto para el frágil equilibrio del ecosistema amazónico. La contaminación generada por los inevitables vertidos y los desechos tóxicos causan daños irreparables a la salud de los habitantes locales y al hábitat natural (ORD17).

El contexto económico actual plantea un dilema para el desarrollo de los países amazónicos: por una parte, la necesidad de erradicar la pobreza y el hambre, por otra, la necesidad de conservar la Amazonía como un gran ecosistema que contribuye al bienestar de los habitantes de todo el planeta.



Ilustración 55. Trabajadores en un derrame de crudo (El Comercio 29/12/2016)

7. Conclusiones – Estudio de mercado

7. CONCLUSIONES – ESTUDIO DE MERCADO

Utilizando como referencia el caso con el menor potencial de electrificación, el caso del análisis II⁷, en Loreto hay alrededor de 200.000 viviendas repartidas en 2.800 comunidades de las cuales **carecen de luz aproximadamente el 11% de las viviendas** totales y cerca del 35% de las comunidades. Esto son unas 20.000 viviendas repartidas en 1.000 comunidades.

Considerando el crecimiento anual de la población de Perú de 1,2% (Banco Mundial) y estableciendo como año medio de los datos el 2014, siendo generoso ya que la mayoría de los datos son anteriores a 2007, las cifras se incrementan en más del doble: **más de 40.000 viviendas sin acceso a la electricidad** y sin ningún plan de electrificación.

El potencial de los distritos de cada provincia, basado nuevamente en el caso del análisis II en los resultados de la Tabla 21, se muestra en el siguiente mapa de la Ilustración 57.

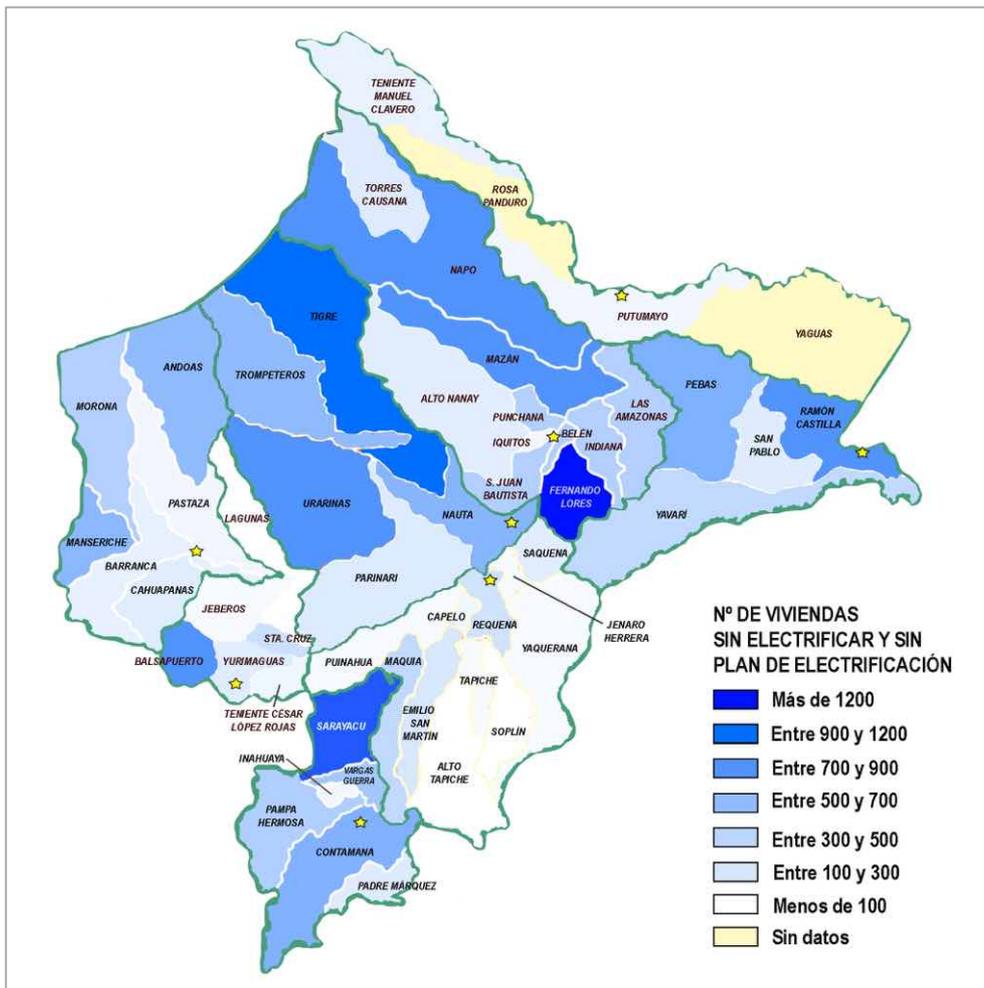


Ilustración 57. Potencial de electrificación a través de SFD por distritos

⁷ Apartado 6.5.3

7. Conclusiones – Estudio de mercado

Los distritos más interesantes para electrificar a través de SFD según esta información serían los de **Fernando Lores, Saraycu, Tigre, Urarinas, Balsapuerto o Ramón Castilla entre otros.**

Se trata de un resultado orientativo que sirve para dar una idea a grandes rasgos del potencial de cada distrito. Una vez elegido el distrito en el que se continuará el proyecto de electrificación, será necesario hacer el análisis detallado como el del Análisis III en el que se contrastan todas las fuentes de información para cada localidad del distrito.

Los resultados obtenidos en el Análisis III para los distritos de Tigre y Urarinas muestran un potencial de **417 viviendas para Tigre** y de **936 viviendas para Urarinas** considerando en ambos resultados los proyectos de inversión pública evaluados como inactivos. El primer resultado queda lejos del obtenido en el análisis macro y eso puede ser por la geografía del lugar, más inaccesible, que supone unos datos generales más desactualizados. En cambio, para el distrito de Urarinas los datos sí son similares a los del análisis global del departamento.

Para ver la aplicación administrativa y logística del proyecto de electrificación mediante SFD se muestra la distribución de las comunidades resultantes para el Análisis III en los ríos de cada distrito considerando los PIP inactivos:

RÍOS Y DISTRIBUCIÓN COMUNIDADES SIN ELECTRIFICAR EN Tigre y Urarinas		
Distrito	Río / Quebrada	Nº de centro poblados
Tigre	Tigre	19
	Chambira	18
	Marañón	13
	Tigrillo	12
Urarinas	Urituyacu	12
	Patayacu	8
	Pacayacu	3
	Airico	2
	Pucuna	1
Total		69

Tabla 28. Distribución de las poblaciones sin electrificar en los ríos de los distritos de Tigre y Urarinas

7. Conclusiones – Estudio de mercado

El acceso a la energía en la Amazonía es una necesidad real de la población que ya se está tratando de satisfacer. Elementos como pilas para linternas, lamparines de petróleo o velas son los utilizados en localidades remotas. Estas alternativas son caras para los usuarios y, además de ser peligrosas, insalubres y contaminantes durante su uso, generan una cantidad de residuos difíciles de procesar por la geografía del lugar. Otros métodos como las microrredes de diésel o los pequeños grupos electrógenos también suponen un gasto muy elevado y son nocivos para el delicado ecosistema amazónico.

La necesidad de encontrar una alternativa limpia es clara y la propuesta de la Fundación ACCIONA Microenergía va más allá al ser no sólo energía limpia, sino un proyecto de concienciación, sensibilización y búsqueda del desarrollo del país hacia un modelo sostenible y autosuficiente de electrificación.

En palabras del APU de la comunidad de Santa Teresa, en el río Marañón, donde hay luz, hay vida.



Ilustración 58. Madre e hija en la comunidad nativa de Wiririma, río Napo (foto propia)

8. Planificación energética

8. PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA

En este apartado se realiza un estudio de las posibilidades en cuanto a la planificación de suministro eléctrico para las localidades de la cuenca del río Napo, en la provincia de Maynas. El objetivo es encontrar la alternativa de menor coste que cubra el mayor número de demanda posible.

El segundo objetivo es que este análisis más detallado de una cuenca concreta de Loreto sirva para después sacar conclusiones generales para la planificación de todo el departamento. Para este análisis se localizará cada punto de demanda manualmente, mientras que para la planificación posterior del resto de Loreto se usarán herramientas de estimación de población por lo que serán necesarias hipótesis de entrada para las que los resultados de este estudio pueden ayudar.

Como se ha introducido previamente, el programa que se utilizará en esta fase es el *Reference Electrification Mode* (REM) el cual se introduce a continuación.



Ilustración 59. Vivienda en la comunidad de Sargento Lores, río Napo (foto propia)

8.1 INTRODUCCIÓN A REM: REFERENCE ELECTRIFICATION MODEL

El *Reference Electrification Model* (REM) es una herramienta desarrollada conjuntamente por el Massachusetts Institute of Technology (MIT) y la el Instituto de de Investigación Tecnológica de la Universidad Pontificia de Comillas (IIT) que sirve como soporte para la toma de decisiones en cuanto a qué tecnología utilizar para electrificar

8. Planificación energética

cualquier región de estudio, ya sea una localidad pequeña o todo un país. La herramienta trabaja a través de modelado tecno-económico para dar la solución menos costosa y más eficiente. Debido a su diseño, la herramienta permite modificar fácilmente las hipótesis iniciales o los datos de entrada para realizar análisis de sensibilidad y calcular las soluciones más viables.

Los resultados proporcionados por REM se basan en una combinación de datos del terreno, hipótesis y decisiones estratégicas y, por ende, la herramienta debe usarse conjuntamente con las agencias líderes y los departamentos de planificación involucrados en el proyecto en cuestión (TATA18).

REM consiste en dos acciones clave: (1) creación de *clusters* o grupos y (2) decisión final del modelo óptimo de electrificación para cada *cluster* o grupo.

A partir de todos los puntos individuales de demanda, REM los organiza en potenciales sub-sistemas eléctricos que después podrán estar conectados (on-grid) o aislados en microrredes o sistemas domiciliarios (off-grid). La Ilustración 60 muestra un ejemplo del proceso de *clustering*.

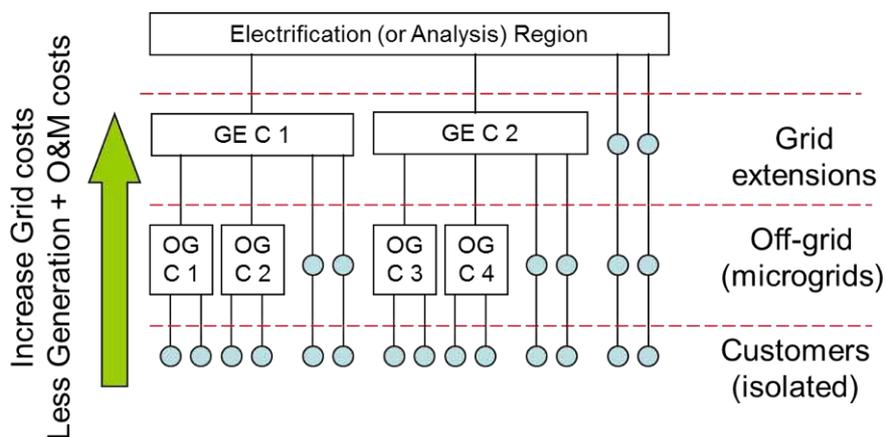


Ilustración 60. Resultados del proceso de clustering (IIT, MIT)

Una vez identificados los *clusters*, REM calcula el coste de electrificación de cada uno de ellos probando las posibilidades: extensión de red, microrred, sistema domiciliario. La última opción dependerá de la máxima carga diferenciando entre pequeños kits solares para demandas tipo domicilios, y sistemas individuales más potentes si se trata de cargas comunales como fábricas u hospitales. El gráfico de la Ilustración 61 muestra esta actividad.

8. Planificación energética

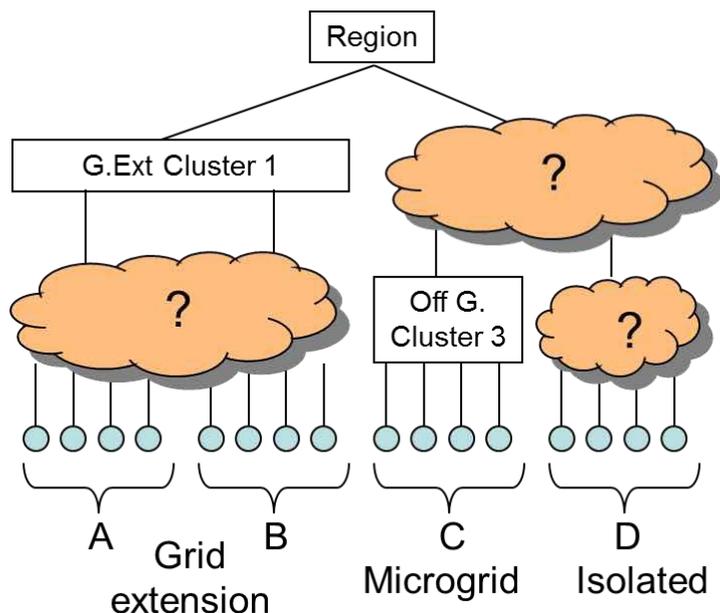


Ilustración 61. Ejemplo de solución de electrificación de menor coste (IIT, MIT)

8.2 INPUTS

Como se ha introducido previamente, los resultados de REM se basan en una combinación de **datos del terreno**, **hipótesis calculadas** y **decisiones estratégicas**. Los inputs utilizados para el caso de estudio de la cuenca del río Napo se clasifican en estos tres grupos de la siguiente manera:

1. Datos del terreno:
 - a. Localización de demanda
 - b. Recursos energéticos: energía solar del país, coste del diésel
 - c. Red existente: este input no se tendrá en cuenta ya que única red existente es la de Iquitos y esta queda demasiado lejos para considerar extender la red a través de la selva para las comunidades del Napo. Para la futura planificación de Loreto sí habrá que tenerla en cuenta.
2. Hipótesis calculadas:
 - a. Caracterización de la demanda
 - b. Catálogo tecno-económico de:
 - i. Componentes de generación de las microrredes (paneles solares, baterías, generadores diésel y equipos de conversión) *
 - ii. Componentes de la red (líneas y transformadores) para microrredes *
3. Decisiones estratégicas:
 - a. Costes administrativos: son los costes generales de la gestión del sistema y dependen de los tipos de electrificación y de las economías de escala. *

8. Planificación energética

- b. Coste de energía no suministrada (CENS) *
- c. Fiabilidad/calidad mínima del suministro energético de la microrred *
- d. Tasa de descuento, necesaria para traducir la inversión inicial en una anualidad. Puede tener distinto valor según el modo de electrificación. *

Los inputs marcados con asterisco* se basan en la experiencia del equipo de UEA Lab en sus proyectos de electrificación rural, sus entrevistas con los miembros implicados en los proyectos y su trabajo de campo, y sus valores se recogen en el ANEXO C. El resto de inputs se explican a continuación.

8.2.1 LOCALIZACIÓN DE DEMANDA

Para localizar cada punto de demanda de la cuenca del río se utilizan imágenes satélite que tengan un grado de definición tal que se puedan ver o intuir las casas de las comunidades y así localizar las cargas.

Para este paso se han utilizado las herramientas de Google Earth y ArcGIS. A través de ellas se marca cada casa con un punto y los edificios mayores con dos o más según su tamaño para. De esta forma, los edificios comunitarios de mayor tamaño, como escuelas o centros de salud, tendrán el efecto de dos o más viviendas a la hora de correr REM.

En la Ilustración 62 se muestra la localización de todas las comunidades de la cuenca del Napo a lo largo de los tres distritos por los que pasa el río: Torres Causana (Napo Alto), Napo (Napo Medio) y Mazán (Napo Bajo). La localización de la demanda se hace marcando cada vivienda como se ve en la Ilustración 63. Posteriormente este archivo se exporta como fichero kml y se importa a REM como input del programa.



Ilustración 62. Localización de las comunidades a lo largo de la cuenca del río Napo en Google Earth

8. Planificación energética



Ilustración 63. Detalle de localización de demanda de la comunidad de Pucabarranca en Google Earth

En algunas imágenes de Google Earth la falta de nitidez o la interposición de nubes en la imagen dificultaron que se localizase la demanda de algunas de las comunidades de la cuenca, especialmente comunidades del distrito de Torres Causana. La herramienta ArcGIS en cambio cuenta con imágenes más detalladas y a través de ella sí se pudieron ver las comunidades restantes por ubicar y consiguientemente localizar su demanda (Ilustración 64).



Ilustración 64. Ejemplo de localización de demanda de la comunidad de Pantoja en ArcGIS

8. Planificación energética

8.2.2 CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA

La caracterización de la demanda consiste en estudiar el perfil diario de demanda del usuario según los equipos eléctricos que vaya a conectar en cada hora del día.

Para este estudio se ha considerado que todos los puntos de carga serán cargas domésticas, por lo que el perfil de demanda será el de un usuario tipo doméstico. Para la caracterización de los perfiles de demanda se han realizado dos escenarios:

Uno de **demanda baja** basado en los perfiles identificados para Karambi (Ruanda) en la tesis doctoral de Javier Santos en la Universidad Pontificia Comillas ICAI-ICADE “*Metodología de Ayuda a la Decisión para la Electrificación Rural Apropriada en Países en Vías de Desarrollo*” (SANT15). Se emplearán estos perfiles de demanda como primera aproximación y con propósito académico, pues definen consumos horarios. Una planificación más precisa requeriría realizar un estudio completo de hábitos de consumo, que excede el ámbito de este proyecto.

El segundo, de **demanda alta**, basado en la demanda de la localidad de Copal Urco (río Napo) según la Memoria Descriptiva General del proyecto “*Instalación de Red eléctrica de distribución secundaria y conexiones domiciliarias de la comunidad de Copal Urco, distrito de Napo, provincia de Maynas, región Loreto*” (NAPO16).

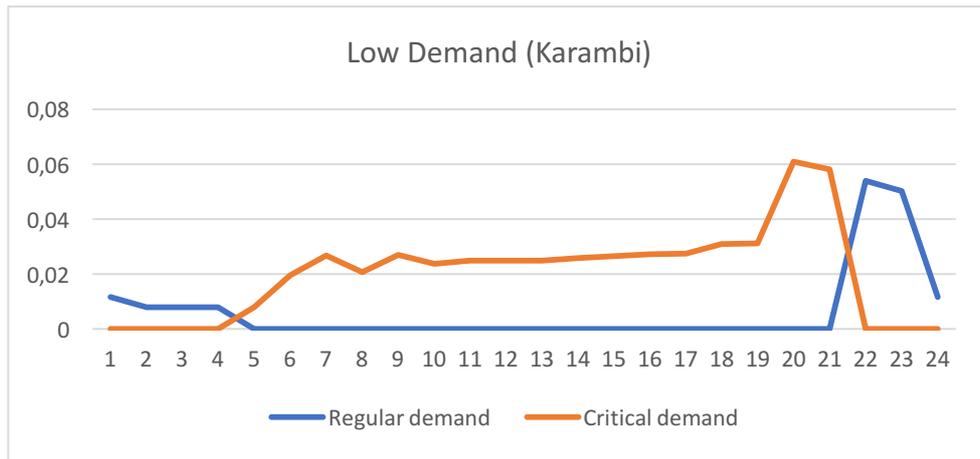
8.2.2.1 Caso I: Demanda Baja

Los estudios realizados por Javier Santos en Karambi junto con el equipo de Universal Energy Access Lab MIT-Comillas y expuestos en la tesis de Vivian Li (LI16) determinaron que los principales usos previstos para una población rural aislada tras recibir acceso eléctrico serían, en orden de importancia (2):

- Iluminación de las casas: noche
- Iluminación de los edificios: día/noche
- Iluminación exterior: noche
- Teléfonos móviles: día
- Radio: día
- TV: día/noche
- Ordenador: día/noche
- Otras aplicaciones con elevados consumos (neveras, planchas, etc.): día

Considerando esto y los resultados de las encuestas de actividades realizadas a lo largo del día, el perfil diario de demanda resultante, para el primer año, es el mostrado en la Gráfica 18. Se distingue entre demanda crítica (por ejemplo, iluminación) y demanda no-crítica o regular (por ejemplo, televisión). El CENS para la demanda crítica será mayor que para la demanda no crítica.

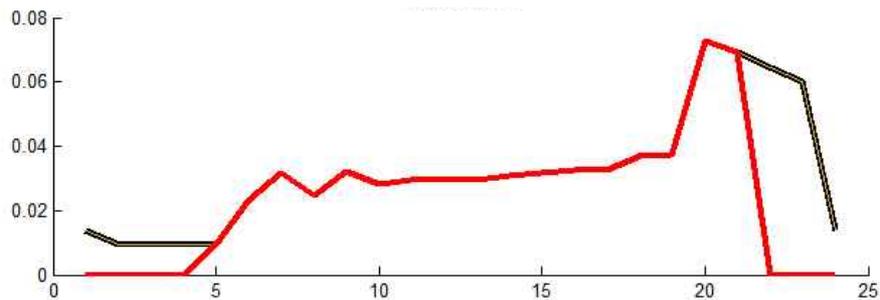
8. Planificación energética



Gráfica 18. Perfil diario de baja demanda año 1 (a partir de datos de Tesis Javier Santos, 2016)

Para tener en cuenta el crecimiento de la población y de la demanda de la misma, se establece una tasa de crecimiento de demanda de 2% durante 10 años. El perfil resultante, mostrado en la

Gráfica 19, como se ve tiene la misma forma y es el que utiliza REM para los cálculos de diseño.



Gráfica 19. Perfil diario de baja demanda año 10. En rojo la demanda crítica; en negro la demanda total (a partir de datos de Tesis Javier Santos, 2016)

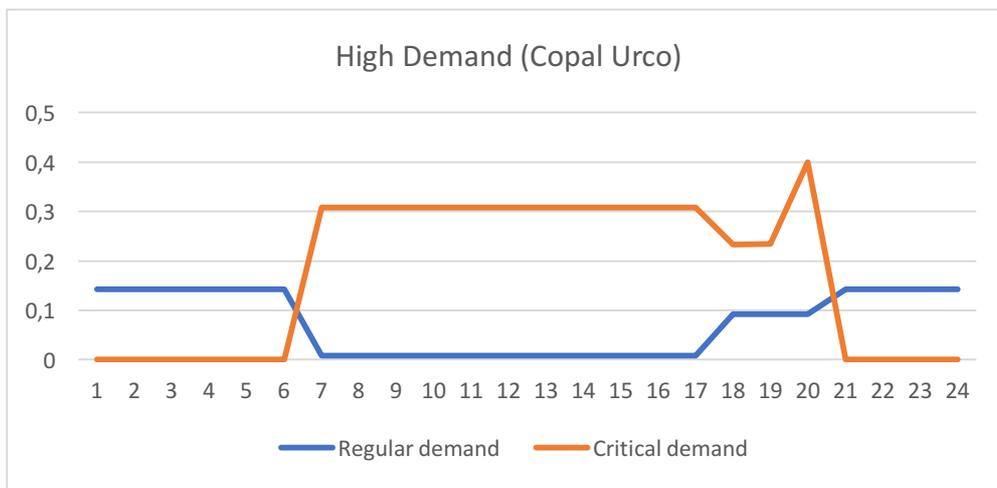
8.2.2.2 Caso II: Demanda Alta

Para el cálculo del perfil de demanda alta se ha utilizado la calificación eléctrica del proyecto de la microrred de Copal Urco (3) que establece una demanda pico de 400 W/domicilio conectado.

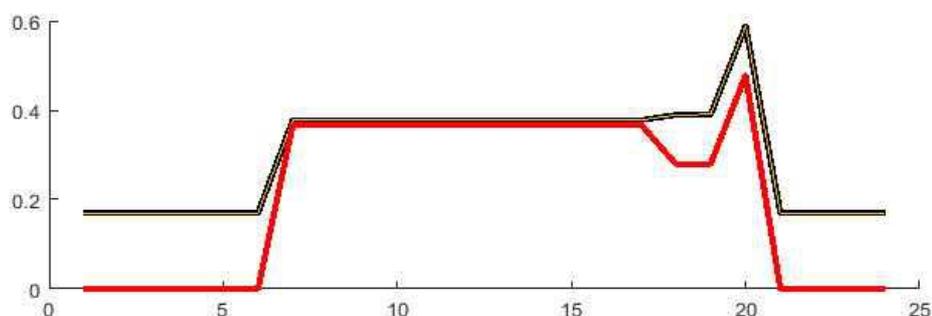
También se ha basado el desarrollo de este perfil en la experiencia recogida durante la visita de campo a la región de estudio. Allí se comprobó que de las tres horas que proporcionaban casi todas las microrredes visitadas, estas se consumían entre las 18:00 y las 21:00. A estas horas se realizan actividades como cocinar, los niños hacer deberes, ver la televisión y conectar equipos de música. Por otro lado, se han añadido cargas críticas durante el día teniendo en cuenta el consumo de lugares públicos como las escuelas o centros de salud. Las escuelas están operativas normalmente hasta las 17:00.

8. Planificación energética

El perfil resultante para el estudio es el de la Gráfica 20 para el primer año, y la Gráfica 21 para el año 10 considerando el crecimiento de demanda de 2% anual.



Gráfica 20. Perfil diario de alta demanda año 1



Gráfica 21. Perfil diario de alta demanda año 10. En rojo la demanda crítica; en negro la demanda total

8.2.3 RECURSOS ENERGÉTICOS

Energía solar

El perfil horario de la radiación solar de la zona se ha extraído de la página PVWatts⁸ basándose en la ubicación de Iquitos que se utiliza como aproximación válida de la zona de estudio.

Coste de diésel

El coste de diésel real de la zona durante la visita de estudio estaba entre 9 y 15 soles/galón según la lejanía a la capital. El galón equivale a 3.785 litros. Estableciendo una media de 12 soles/galón (equivalente a 3.17 soles/litro), en dólares el coste de diésel empleado para el estudio es de **0.97 \$/litro**.

⁸ PVWatts Calculator (National Energy Renewable Laboratory): <https://pvwatts.nrel.gov>

8. Planificación energética

8.2.4 CATÁLOGO TECNO-ECONÓMICO DE LOS SFD DE FUNDAME

Como específico de este estudio se han obtenido las características técnicas y económicas de los SFD de FUNDAME, información proporcionada por FUNDAME, y se recoge en el Anexo C.

8.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD (CASOS)

Para cada perfil de demanda se han estudiado los siguientes escenarios, variando para cada caso determinados inputs de REM:

- **SHS:** Electrificación considerando Solar Home Systems (SHS)

Para este escenario se considera la electrificación a través de microrredes o de SHS. Los paneles y las baterías de estos sistemas son de mayor tamaño que los SFD, pero también suponen una inversión mayor. Se trata de un caso base para el estudio.

- **SK⁹:** Electrificación considerando los Solar Kits (SK) de FUNDAME en lugar de los SHS.

Para este escenario se elimina la posibilidad de usar SHS, sustituyendo sus características tecno-económicas por las de los SFD de FUNDAME, y se verán las similitudes de los resultados con el escenario anterior. En este caso, al tratarse de sistemas de menor capacidad que los SHS y cubrir menos demanda, la solución se verá afectada en el coste social por el CENS.

- **HÍBRIDO:**

Para este escenario se considerará que los generadores diésel de las microrredes que el programa genere ya están instalados, disminuyendo significativamente el coste de instalación de los generadores en el input de REM. En el resultado se verá la viabilidad y rentabilidad de hibridar las redes.

- **SÓLO DIÉSEL:**

Este caso no se estudiará al completo como los anteriores, sino que se analizará la diferencia de costes con las redes híbridas y el ahorro que supone esa hibridación. Para llegar a un escenario de sólo diésel se elevarán considerablemente los costes de paneles y baterías, el CENS y por otro lado se disminuirá el de diésel, hasta obtener un resultado que electrifique únicamente

⁹ Aclaración: SK (Solar Kits) es lo mismo que los SFD (Sistemas Fotovoltaicos Domiciliarios) de FUNDAME

8. Planificación energética

con este combustible. Sólo se calculará el coste del combustible, asumiendo que el generador ya está instalado.

El objetivo de analizar estos escenarios es comparar entre ellos los costes tanto económicos como sociales a nivel de usuario y total del proyecto, el mix de modos de electrificación (porcentaje de microrredes y de sistemas aislados para cada caso), la fiabilidad de la solución óptima para cada caso (porcentaje de demanda satisfecha), y otras peculiaridades que se observen durante en el análisis de cada uno.

8.3.1 DEMANDA BAJA (KARAMBI) – COMPARACIÓN DE CASOS

Según el caso de estudio la **combinación de los modos de electrificación** (a través de microrredes o de sistemas aislados) varía para cada uno como se muestra en la Tabla 29.

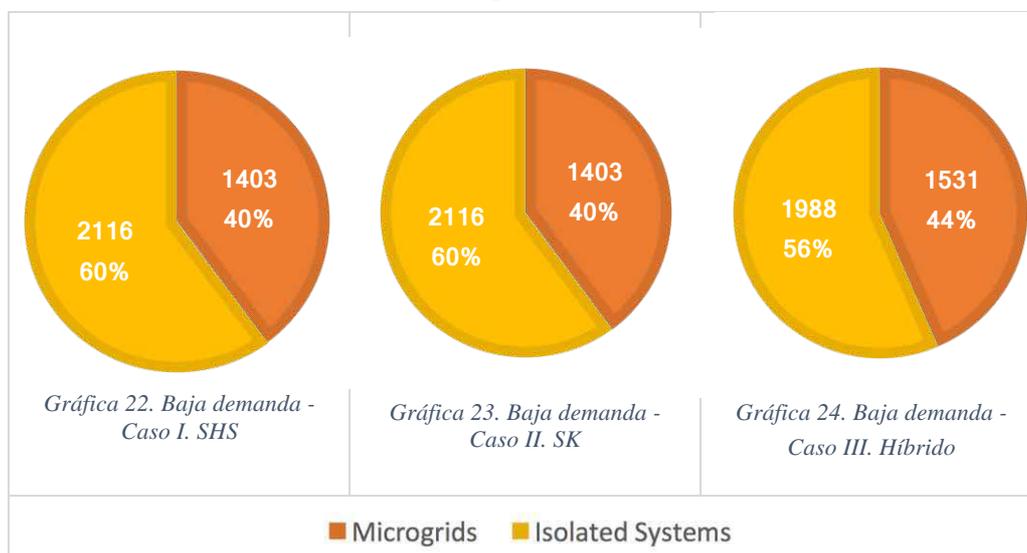


Tabla 29. Baja demanda. Mix de modos de electrificación para cada caso

En los casos I y II donde la única diferencia es la sustitución del catálogo tecnoeconómico de SHS por SK, el número de usuarios de cada modelo de electrificación es el mismo. Hay 17 microrredes, de 44 usuarios la más pequeña a 193 la mayor, con 1.403 usuarios conectados y el resto sistemas aislados. Este mismo resultado se debe a que, aunque el segundo caso sea más castigado en su coste social por la energía no suministrada (como se verá más adelante), la solución sigue siendo más rentable que si se conectan más usuarios a microrredes, porque estas involucran un coste económico.

En cambio, en el caso III, el número de usuarios conectados a la microrred aumenta al ser más barata (el coste de instalación del generador diésel no es significativo). Aquí sí que le sale más rentable evitar el CENS de los sistemas aislados y el resultado es que hay una microrred más (18 microrredes) y se conectan más usuarios a algunas de ellas que antes se dejaban como sistemas aislados. Concretamente la nueva microrred generada es la de Pucabarranca. Las siguientes ilustraciones muestran los resultados de planificación para los casos I y II y para el caso III respectivamente para esta comunidad y su vecina Nina Yacu. Los puntos morados corresponden a los usuarios aislados y las líneas verdes son

8. Planificación energética

las de BT de la microrred con el icono del sol representando al generador, ya sea solar, híbrido o diésel.



Ilustración 65. Baja demanda - casos I y II.

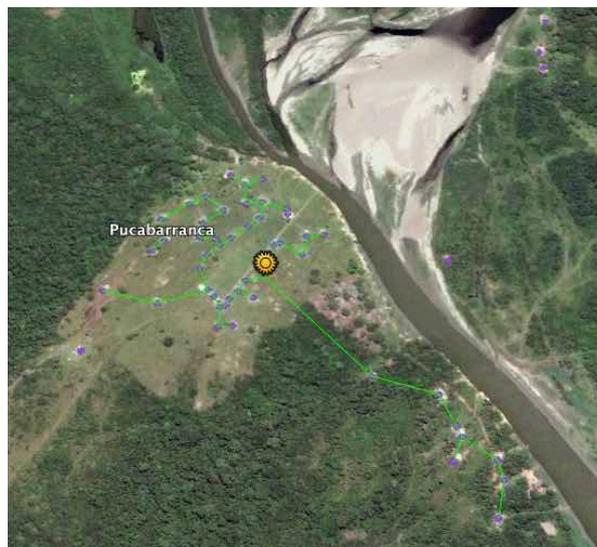


Ilustración 66. Baja demanda – caso III

Las microrredes resultantes de forzar el programa a electrificar únicamente mediante diésel son las mismas que las obtenidas en el caso III de microrredes híbridas. El resto de usuarios (1988 clientes) quedan sin conectar y se asume ese coste social ya que si se electrificase todo mediante red el coste a asumir sería mucho mayor.

En las siguientes ilustraciones se muestra el resultado para cada caso de estudio en la comunidad de **Santa Clotilde**, capital del distrito de Napo. En los casos I y II el resultado es el mismo: tres microrredes y sistemas aislados en las afueras de la comunidad. En cambio, en el caso III, con la hibridación de la red se mantienen tres microrredes a las que se conectan más usuarios que antes estaban aislados. Al forzar el caso a generación diésel (Ilustración 78) el resultado es una microrred que no sigue las líneas naturales de las calles y tiene forma de ``araña``. Esto es porque al ser más caro por no contar con la energía solar, evita la caída de tensión conectándolo de esta forma. Se trata del óptimo eléctrico, pero lógicamente no del óptimo estructural ni a nivel de seguridad. Esto se puede evitar añadiendo cables mayores en el catálogo de inputs del sistema.

8. Planificación energética



Ilustración 67. Demanda baja - Caso I. SHS: detalle electrificación Santa Clotilde



Ilustración 68. Demanda baja - Caso II. SK: detalle electrificación Santa Clotilde



Ilustración 69. Demanda alta - Caso III. Híbrido: detalle electrificación Santa Clotilde

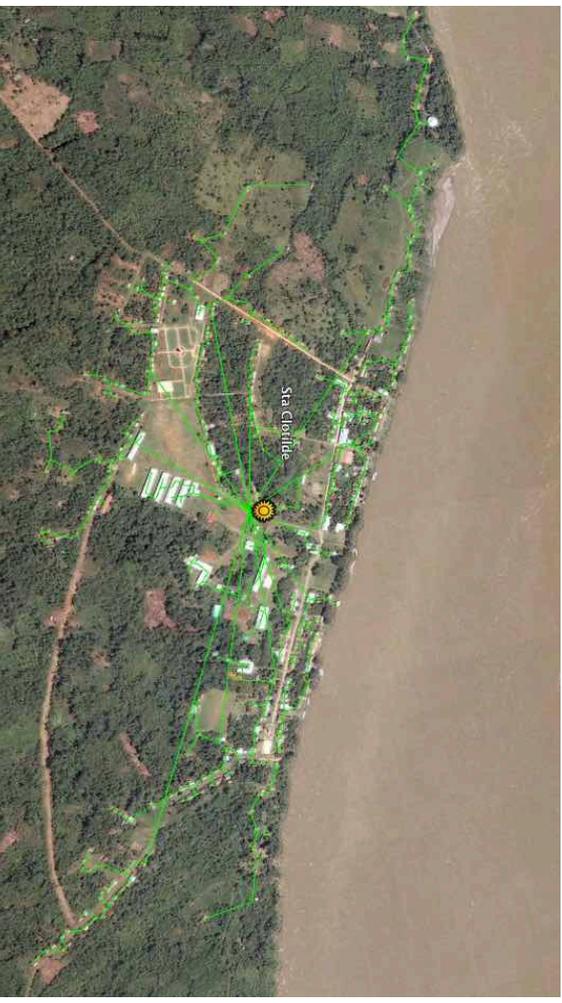


Ilustración 70. Demanda alta - Caso III. Híbrido: detalle electrificación Santa Clotilde

8. Planificación energética

Los **costes anuales totales por usuario** para cada caso se muestran en la Tabla 30.



Tabla 30. Baja demanda. Costes anuales totales por usuario para cada caso

De esta tabla se puede ver, que el coste del sistema o coste económico de los SK es mucho menor que los SHS, aunque el coste social es mucho mayor por la diferencia en el porcentaje de demanda no servida. El coste final del usuario anual es similar y cercano a los 200 \$/año.

En el caso III el coste del sistema es ligeramente menor a los anteriores por las economías de escala: hay una microrred más y a las ya existentes se han conectado más usuarios. Las redes puramente de diésel son más caras para el cliente como se ve en la Gráfica 28 ya que tienen que costear por su cuenta el combustible. En este escenario de demanda baja, **la hibridación supone un ahorro del 34% respecto a las redes de generador diésel.**

Los **costes por kWh de demanda servida** de cada solución recogidos en la Tabla 31 reflejan el alto coste de energía que tiene un SK frente a un SHS y la similitud del coste de energía en las microrredes para todos los casos de estudio. El resultado que da el modelo muestra únicamente un decimal, pero si mostrase más se vería un coste de energía en las microrredes híbridas ligeramente menor, justificado por las economías de escala.

8. Planificación energética

Caso de estudio	Microrredes	Sistemas aislados
Caso I.SHS	0.4	0.47
Caso II. SK	0.4	1.43
Caso III. Híbrido	0.4	1.43

Tabla 31. Baja demanda - Coste por kWh de demanda servida para cada caso

Como se adelantaba arriba y se ve en los costes totales anuales, la energía no suministrada cambia del Caso I al Caso II. Concretamente, en el Caso I el **porcentaje de demanda servida** es de 97% para microrredes y 91% para sistemas aislados, mientras que en el caso II los porcentajes son de 97% y de 13%. Esto genera el elevado coste social que se ve en la Gráfica 26 para el caso II.

En el caso III, el porcentaje permanece igual para los SK y disminuye a 96% para las redes híbridas. La Gráfica 27 muestra la misma penalización de coste social para los SK que en el caso anterior.

Respecto al **despacho energético**, en los dos primeros casos las microrredes utilizan un 100% de generación solar como se muestra en la Ilustración 71 y eso implica momentos en los que no se sirve la energía demandada (como en el mes de enero).

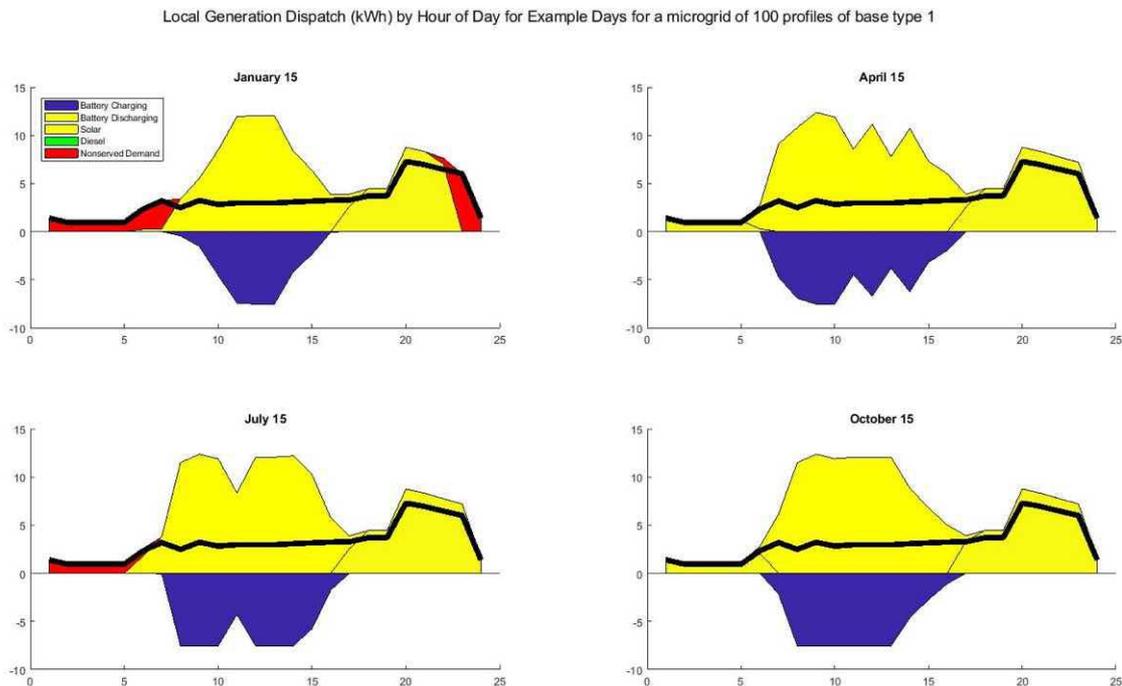


Ilustración 71. Baja demanda - despacho energético del Caso II.SK

En el caso híbrido, a pesar de haber disminuido el coste de instalación de los generadores diésel, el resultado es muy similar empleando únicamente un 2% de diésel. Esa ligera variación se aprecia en la Ilustración 72 en el mes de enero, cuando se recurre al diésel a

8. Planificación energética

primera hora de la mañana al tener descargadas las baterías y también en menor medida en el mes de julio.

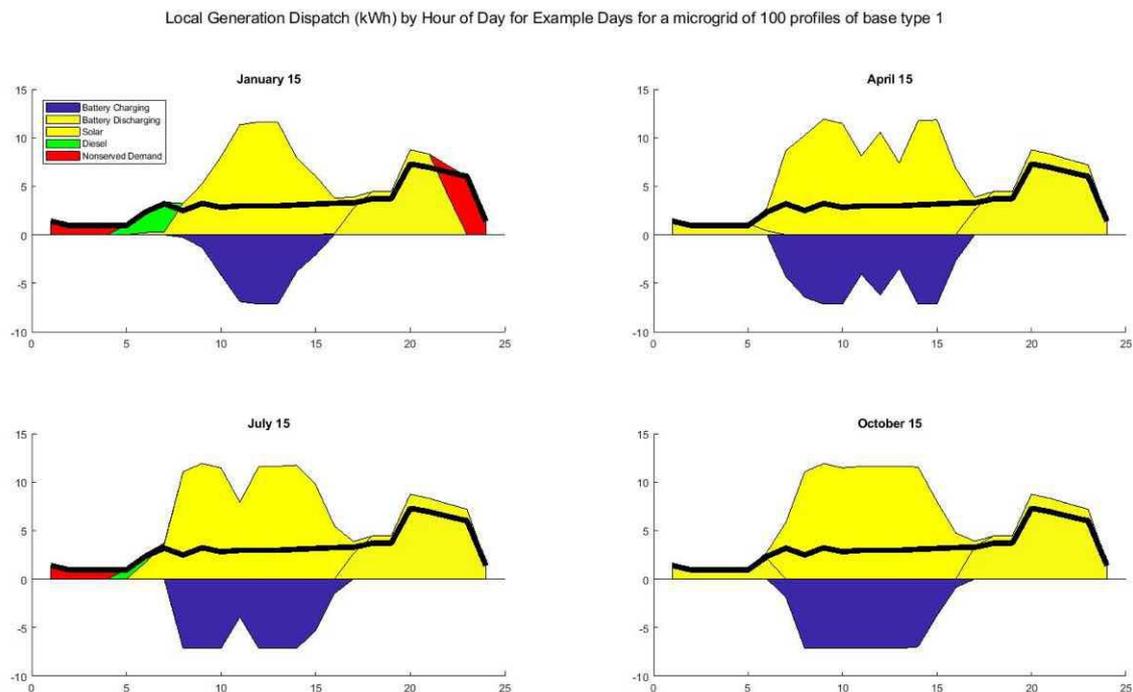


Ilustración 72. Baja demanda - despacho energético del Caso III.Híbrido

8.3.2 DEMANDA ALTA (COPAL URCO) – COMPARACIÓN CASOS

Este escenario de demanda es mucho mayor al anterior, pero las prestaciones de los SFD son las mismas. De hecho, el **porcentaje de demanda cubierto** por las microrredes es el mismo para todos los casos (entre 98% y 97%) mientras que el cubierto por los SHS en el Caso I es de 98%. En cambio, para los siguientes casos empleando los SK de FUNDAME, el porcentaje de demanda cubierto por estos es de 1% en todos los casos. Esto hace que REM tienda a electrificar todo mediante microrredes para ahorrarse el alto coste social por el CENS. La realidad es que la solución obtenida será mucho más cara que la que realmente se podría obtener, ya que el coste social no se paga si no que es el coste de descontento social que se está dispuesto a asumir en el proyecto. Este coste tiene que ser coherente para llegar a una solución viable económicamente.

En el escenario anterior de demanda el CENS para demanda crítica estaba en 0,7 \$/kWh pero para este escenario se ha disminuido su valor para obtener un resultado realista para el Caso II.SK mientras que para el Caso III.Híbrido se utilizará el segundo valor de prueba. Las variaciones del CENS son las siguientes:

Coste social bajo: se ha bajado el CENS a 0,21\$/kWh que es el coste que tendría el kWh de electrificación mediante SHS. Como se verá más adelante, la solución resultante con

8. Planificación energética

este CENS tan bajo es hacer muy poca o incluso ninguna microrred ya que el coste del sistema será mayor que el social y por consiguiente electrificar todo con SK cubriendo así muy poca demanda.

Coste social intermedio: en vista de los resultados obtenidos anteriormente, se eleva el castigo por no servir demanda a 0,3 \$/kWh y los resultados son más favorables para la generación de microrredes. Este valor es el que se emplea para el estudio del caso III.Híbrido.

Los casos estudiados para este escenario de demanda son:

- Caso I. SHS,
- Caso II.a SK con CENS a 0.21\$/kWh
- Caso II.b SK con CENS a 0.3 \$/kWh
- Caso III Híbrido con CENS a 0.3 \$/kWh

Los costes de generación de microrredes alimentadas únicamente por diésel son muy elevados y, en este caso, el modelo proporciona una solución donde todos los consumidores se electrifican mediante SK. Por ello en este escenario de demanda no se comparará el caso diésel con el híbrido.

La Tabla 32 muestra el **mix de modos de electrificación** que se dan en cada caso de estudio.

En el primer caso, prácticamente la mitad de los usuarios se electrifica mediante microrredes y la otra mitad mediante SHS. El porcentaje de demanda satisfecha para los dos tipos es el mismo también, 98%, y esa es una de las razones por la cual sale un resultado tan igualado.

En el caso II.a, el bajo CENS de demanda crítica a 0.21 \$/kWh hace que el coste total de energía no servida sea bajo y por ello que el salga más rentable electrificar mediante SK, que tienen mucho menor coste de sistema que las microrredes. El número de microrredes creadas en este escenario es de 17 microrredes.

En el caso II.b, al elevar el CENS ligeramente a 0.3 \$/kWh el resultado sale equitativo para ambos modos de electrificación con 42 microrredes resultantes.

En el último caso, caso III, el bajo coste de los generadores diésel hace que, debida a la alta demanda, sea más conveniente electrificar a través de microrredes para cubrir la mayor demanda posible y ahorrar el coste social. El resultado es de 44 microrredes.

8. Planificación energética

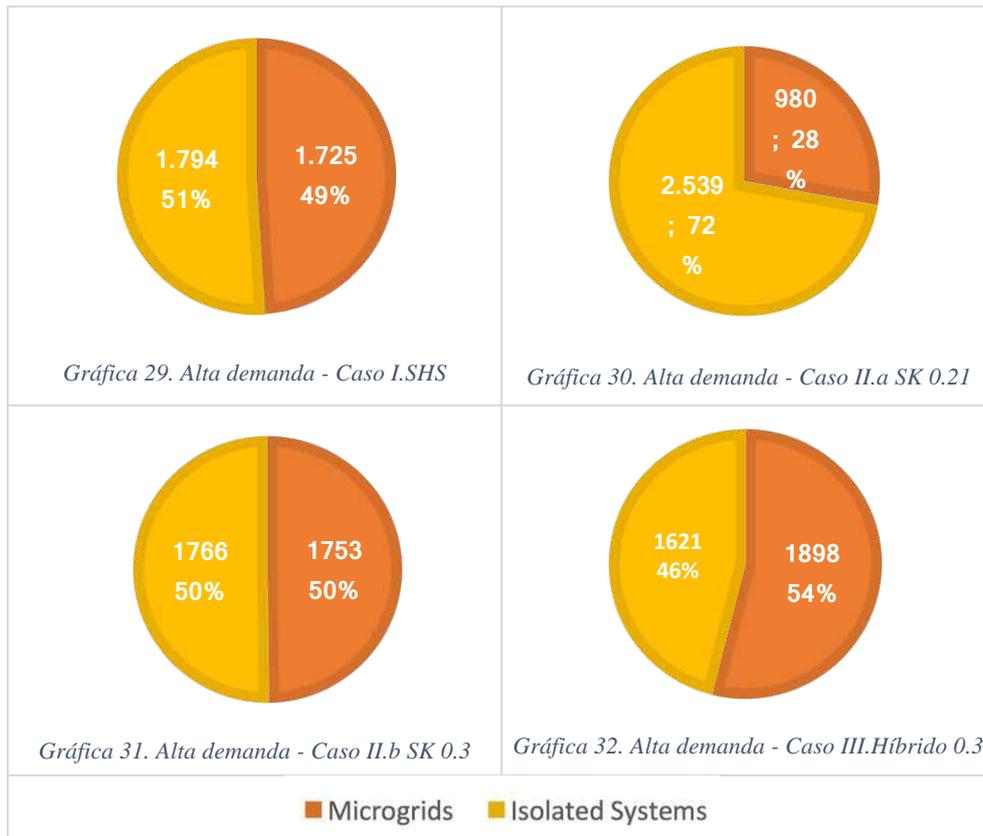


Tabla 32. Alta demanda. Mix de modos de electrificación para cada caso

En la Ilustración 73 y la Ilustración 74 se muestra la planificación de la cuenca para los casos II.a y II.b respectivamente donde se ve el efecto que tiene disminuir el CENS en la generación de microrredes.



Ilustración 73. Demanda alta - Caso II.a: detalle de las microrredes de la cuenca

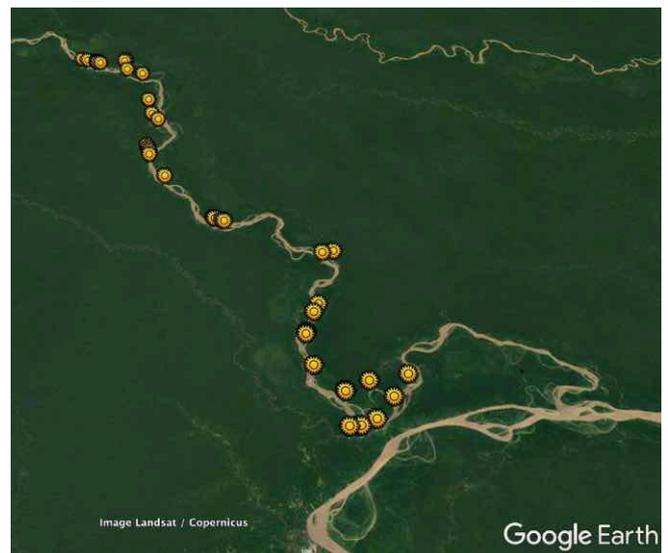


Ilustración 74. Demanda alta - Caso II.b: detalle de las microrredes de la cuenca

8. Planificación energética

Las siguientes ilustraciones muestran el detalle de la planificación eléctrica de la comunidad de **Santa Clotilde** para cada uno de los casos de estudio. Como se puede ver, en todos ellos las microrredes generadas son con forma de ``araña`` al igual que en el estudio de sólo diésel para el escenario anterior de demanda. Para este escenario de demanda lo óptimo, en vista de los resultados, será añadir al catálogo de cables unos cables de mayor resistencia para evitar estos diseños de microrredes.

Para el caso con SHS se generan 7 microrredes. Disminuyendo el CENS a 0,21 €/kWh para el caso con SK se elimina una de las microrredes y se sustituye por SK por el bajo coste social que implica. Al aumentar el CENS, en el caso II.b, se generan 8 microrredes conectando a la nueva microrred usuarios a la izquierda de la comunidad que antes eran aislados. Finalmente, en el caso de hibridación, al disminuir el coste de inversión de generador diésel se genera una microrred menos que para el caso II.b pero abasteciendo al mismo número de usuarios por lo tanto las microrredes son mayores. Esto implica que la generación es más barata y se verá reflejado en el coste anual del sistema y el coste de energía que será menor por las economías de escala.

8. Planificación energética



Ilustración 75. Demanda alta - Caso I. SHS: detalle electrificación Santa Clotilde



Ilustración 76. Demanda alta - Caso II.a SK 0.21: detalle electrificación Santa Clotilde

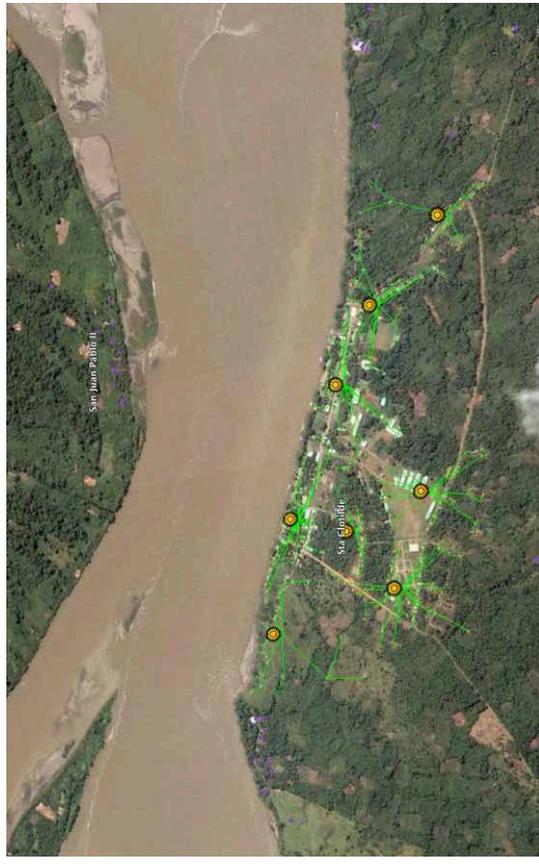


Ilustración 77. Demanda alta - Caso II.b SK 0.3: detalle electrificación Santa Clotilde



Ilustración 78. Demanda alta - Caso III. Híbrido: detalle electrificación Santa Clotilde

8. Planificación energética

Los **costes anuales totales por usuario** para cada caso se muestran en la Tabla 33:

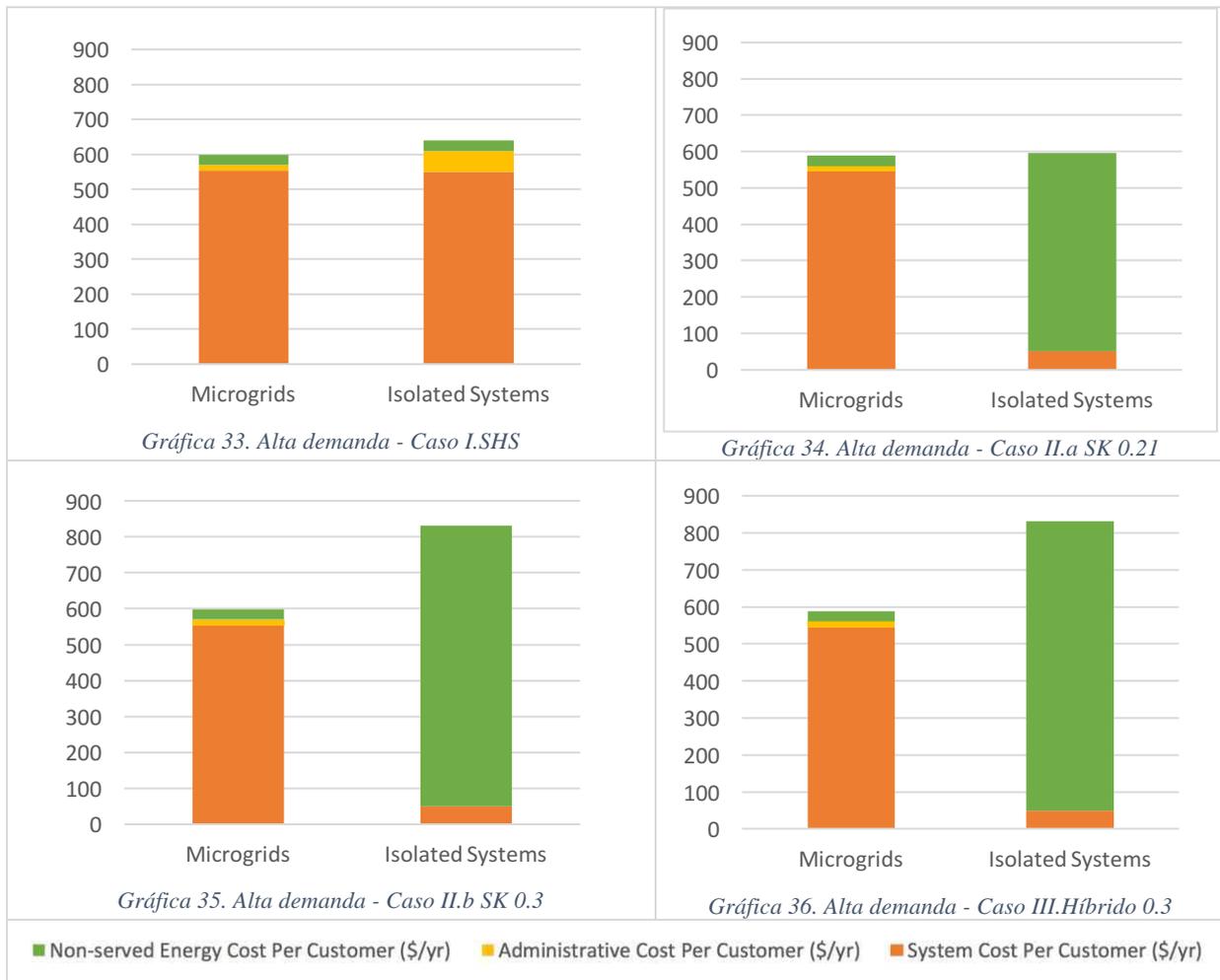


Tabla 33. Alta demanda. Costes anuales totales por usuario para cada caso

Como se puede ver los costes para el usuario conectado a la microrred son muy similares en todos los casos, notándose una ligera disminución en los casos II.a y III. Esto es porque en el caso II.a se generan 17 microrredes para 980 usuarios lo cual da una media de 58 usuarios por microrred que es más elevado comparado con el resto de los casos cuya media está entre 41 y 43 usuarios por microrred. Esas economías de escala justifican la disminución del coste. En cambio, en el caso III es la disminución del coste de la inversión en generación diésel lo que abarata la microrred, aunque también influyen ligeramente las economías de escala al haber microrredes mayores.

Los **costes por kWh de demanda servida** de cada solución recogidos en la Tabla 34 muestran una proporción similar a la obtenida en el escenario de baja demanda donde el coste de energía en los SHS es menor que los SK y el coste de energía de microrredes es el mismo.

8. Planificación energética

Caso de estudio	Microrredes	Sistemas aislados
Caso I.SHS	0.21	0.21
Caso II.a SK – 0,21	0.21	1,43
Caso II.b SK – 0,3	0.21	1,43
Caso III. Híbrido	0.21	1.43

Tabla 34. Alta demanda - Coste por kWh de demanda servida para cada caso

Respecto al **despacho energético**, en los casos I y II.b, hay una microrred que utiliza un 1% de diésel siendo el resto alimentado con solar mientras que en el caso II.a las microrredes son alimentadas con 100% de energía solar.

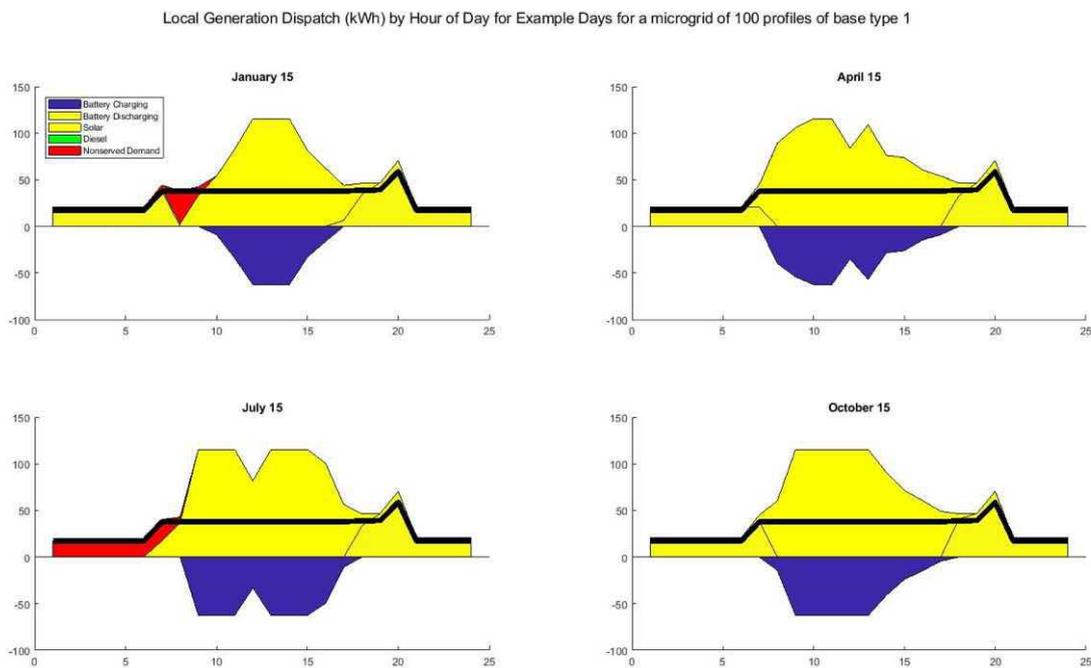


Ilustración 79. Alta demanda - despacho energético del Caso II.b SK - 0.3

En el caso de las redes híbridas, el máximo porcentaje de diésel que llegan a usar es de 3% en las microrredes más grandes de 62 usuarios hasta 136 y su función es cubrir la demanda de primera hora de la mañana cuando las baterías están descargadas.

8. Planificación energética

Local Generation Dispatch (kWh) by Hour of Day for Example Days for a microgrid of 100 profiles of base type 1

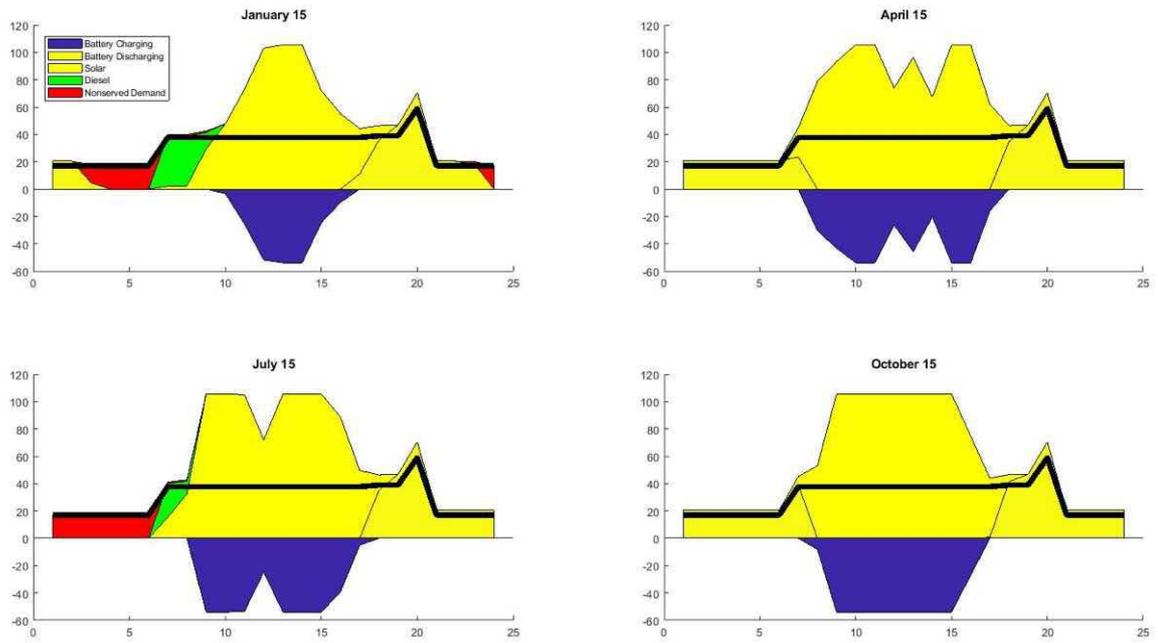


Ilustración 80. Alta demanda - despacho energético del Caso III. Híbrido

9. Conclusiones – Planificación energética

9. CONCLUSIONES – PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA

Tras realizar el análisis de sensibilidad tanto para el escenario de baja demanda como el de alta demanda, evaluando cada caso con el *Reference Electrification Model* se resumen las siguientes conclusiones:

- **Elección entre extensión de red y electrificación fuera de red con microrredes o sistemas aislados.**

En la cuenca del río Napo queda descartada la extensión de la red existente por la inviabilidad que supone desde una perspectiva técnica, económica, social y ambiental. En la mayoría de los casos ejecutados, lo recomendable es la planificación con un mix de sistemas aislados y microrredes desde un punto de vista técnico y económico.

Para el escenario de alta demanda, un escenario más próximo a la realidad de la zona, los resultados reflejan una proporción muy parecida entre los usuarios conectados a microrredes y los usuarios con sistemas aislados.

Respecto al escenario de baja demanda los resultados sostienen más la electrificación mediante sistemas aislados, debido a la dispersión de la población en la zona y la baja demanda considerada.

- **Uso de recursos energéticos renovables frente a generación diésel.**

El elevado coste del diésel por lo innaccesible y remoto de la zona supone un elevado coste para las microrredes que utilizan únicamente este combustible. La comparativa realizada entre las microrredes híbridas y las microrredes de diésel para el escenario de baja demanda muestran un ahorro del 34% al hibridar. El despacho energético de estas redes muestra un consumo de no más de un 3% de combustible.

- **Costes sociales**

La influencia del coste social en la planificación del Napo es muy alta y varía enormemente los resultados del modelo por eso es importante analizar este factor con atención en una futura planificación para todo el departamento de Loreto. Conocer la fiabilidad deseada por los usuarios, la demanda que tienen, por la que están dispuestos a pagar y el coste social que se está dispuesto a asumir son variables importantes para una futura planificación.

- **Alta influencia de los datos de entrada en las soluciones del modelo**

Se ha comprobado en este estudio el impacto que tiene en la solución final la variación de los inputs del modelo. Para un estudio más fino de la planificación se llegará a un resultado más realista y adecuado si se obtienen datos más específicos

9. Conclusiones – Planificación energética

para la región de estudio. Por ejemplo, datos como el coste de las líneas, los distintos perfiles de demanda de los usuarios (comunitario, doméstico, productivo o más), o del catálogo de generación disponible son algunas de las variables que influirán altamente en el resultado final y por ello cuanto más próximas a la realidad sean, más ajustada será la solución.



Ilustración 81. Niños en la comunidad nativa de Wiririma, río Napo (foto propia)

10. Bibliografía

10. BIBLIOGRAFÍA

Unidas, Naciones. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. 2018.

<http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/>.

Microenergía, Fundación Acciona. 2018.

<https://www.acciona.com/es/sostenibilidad/sociedad/fundacion-acciona-microenergia/>.

Domingo, Dr. Carlos Mateo. Instituto de Investigación Tecnológica. *REM: The Reference Electrification Model*. 2017.

<https://www.iit.comillas.edu/technology-offer/rem>.

GOREL, Gobierno Regional de Loreto. Visor Loreto. 2018.

<http://visor.regionloreto.gob.pe>.

MINEM. Mapa Energético Minero (OSINERGMIN). 2018.

<http://gisem.osinergmin.gob.pe/menergetico/>.

DGER, Dirección General de Electrificación Rural. Mapa energético DGER. 2018.

http://mapas.minem.gob.pe/map_dger/.

CALCULATOR, PVWATTS. PVWATTS CALCULATOR. 2018.

<https://pvwatts.nrel.gov>.

Orden, Raquel de la. Estudio sobre el acceso universal a la electricidad y agua potable en la Amazonía. 2017.

Fronteras, Energía Sin. Estudio sobre las microrredes y su aplicación a proyectos de electrificación de zonas rurales. Agosto de 2014.

<https://energiasinfronteras.org/attachments/enlaces/Estudio%20sobre%20las%20Microrredes%20y%20su%20aplicacion%20a%20proyectos%20de%20electrificacion%20de%20zonas%20rurales%20aisladas.pdf>.

Perú, Acciona Microenergía. Proyecto Luz en Casa.

<https://sites.google.com/a/accioname.org/acciona-microenergia-peru/programa-luz-en-casa-sfd/proyecto-lc1700>.

Agency, International Energy. Energy Access Outlook 2017 - From povety to prosperity. 2017.

Molina, Pilar Sánchez. Noticia: "En 2021 todo Perú tendrá electricidad gracias a la solar". *PV Magazine*. Diciembre de 2017.

<https://www.pv-magazine-latam.com/2017/12/05/en-2021-todo-peru-tendra-electricidad-gracias-a-la-solar/>.

10. Bibliografía

- Molina, Pilar Sánchez.** Noticia: El gobierno peruano anuncia proyectos de fotovoltaica aislada para la región Loreto. *PV Magazine*. 2017.
<https://www.pv-magazine-latam.com/2017/07/11/el-gobierno-peruano-anuncia-proyectos-de-fotovoltaica-aislada-para-la-region-loreto/>.
- Gestión, Redacción.** Noticia: MEM prepara un programa masivo de electrificación rural por US\$ 400 millones. *Gestión*. 2013.
<https://gestion.pe/economia/mem-prepara-programa-masivo-electrificacion-rural-us-400-millones-39829>.
- Alcántara, Herson.** Noticia: "Huancayo: 'Telaraña' de cables amenazan la ciudad". *Diario Correo*. 2016. <https://diariocorreo.pe/edicion/huancayo/huancayo-telarana-de-cables-amenazan-la-ciudad-711570/>.
- Chau, Estefanía.** Noticia: "MEM: instalarán 200,000 paneles fotovoltaicos en zonas rurales del Perú para 2019". *Andina - Agencia Peruana de noticias*. 2018.
- Mundial, Banco.** Crecimiento de la población (% anual). *Banco Mundial*. 2018.
https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.GROW?name_desc=false.
- Barclay, Frederica.** 40 años de petróleo en Loreto: en busca de Lecciones. 2013.
- TATA POWER DDL, MIT-COMILLAS UEA Lab & EcoSecure Holding.** Designing of the National Electrification Plan in Rwanda. 2018.
- Pérez, Javier Santos.** Metodología de ayuda a la decisión para la electrificación rural apropiada en países en vías de desarrollo. 2015.
- Napo, Municipalidad Distrital de.** "Instalación de Red eléctrica de distribución secundaria y conexiones domiciliarias de la comunidad de Copal Urco, distrito de Napo, provincia de Maynas, región Loreto". 2016.
- Li, Vivian.** "A Comprehensive Decision-Making Tool for the Design of Rural Microgrids". 2016

11. ANEXO A – Siglas y acrónimos

11. ANEXO A – SIGLAS Y ACRÓNIMOS

En orden alfabético:

- CENS: Coste de Energía No Suministrada
- DGER: Dirección General de Electrificación Rural
- FICAI: Fundación Ingenieros de ICAI para el desarrollo
- FUNDAME: Fundación ACCIONA Microenergía
- GOREL: Gobierno Regional
- IIT: Instituto de Investigación Tecnológica de la Universidad Pontificai de Comillas
- MINEM: Ministerio de Energía y Minas
- MIT: Massachusetts Institute of Technology
- PIP: Proyecto de Inversión Pública
- REM: Reference Electrification Model
- SEIN: Sistema Eléctrico Interconectado Nacional
- SFD: Sistema Fotovoltaico Domiciliario
- SHS: Solar Home Systems

12. ANEXO B – Informe de visita Amazonía marzo 2018

**12.ANEXO B – INFORME DE VISITA AMAZONÍA
MARZO 2018**

INFORME VISITA AMAZONÍA – FUNDACIÓN ICAI

04/03/18 – 14/03/18

Índice

1. OBJETIVO _____	123
2. CONTACTO PREVIO _____	123
3. PROGRAMACIÓN DE FECHAS DE VISITAS _____	123
4. CUADRO COMUNIDADES VISITADAS _____	124
5. RESULTADOS DE LAS REUNIONES MANTENIDAS CON LAS AUTORIDADES DURANTE LA VISITA _____	124
5.1. REUNIÓN CON LA DREM Y LA GOREL _____	124
5.2. REUNIÓN CON ELECTROORIENTE _____	126
5.3. REUNIONES CON LAS MUNICIPALIDADES _____	127
5.3.1. <i>Reunión con la Municipalidad del Tigre</i> _____	128
5.3.2. <i>Reunión con la Municipalidad de Urarinas</i> _____	129
5.3.3. <i>Reunión con la Municipalidad de Parinari</i> _____	130
6. RESULTADOS DE LA TOMA DE DATOS Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE LAS COMUNIDADES DE LOS DISTRITOS DEL NAPO Y MAZÁN, PROVINCIA DE MAYNAS. _____	130
6.1. INTRODUCCIÓN _____	130
6.2. RESULTADOS DE LA VISITA _____	130
7. RESULTADOS DE LA TOMA DE DATOS Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE LAS COMUNIDADES DE LOS DISTRITOS PARINARI Y URARINAS, PROVINCIA DE LORETO-NAUTA _____	134
7.1. RUTA REALIZADA _____	134
7.2. RESULTADOS DE LA VISITA: DISTRITO DE PARINARI, PROVINCIA DE LORETO-NAUTA 136	
7.2.1. <i>Resumen Parinari</i> _____	142
7.3. RESULTADOS DE LA VISITA: DISTRITO DE URARINAS, PROVINCIA DE LORETO-NAUTA 143	
7.3.1. <i>Resumen Urarinas</i> _____	145

1. OBJETIVO

El objetivo del presente documento es informar sobre las actividades realizadas durante la visita al proyecto de Luz en Casa Amazonía en el distrito del Napo y la visita de identificación y verificación de posible intervención para ampliación del proyecto en las comunidades de los distritos de Parinari y Urarinas en la cuenca del río Marañón.

2. CONTACTO PREVIO

Se estableció contacto previo con los alcaldes de los tres distritos para las coordinaciones de la disponibilidad de la movilidad y del motorista para el traslado a las comunidades de ambas cuencas.

3. PROGRAMACIÓN DE FECHAS DE VISITAS

ACTIVIDAD	COMUNIDADES	FECHA PREVISTA	Nº días
Reuniones con las autoridades	Reunión con la DREM y la GOREL	05/03/2018	Día 1
Visita localidades del distrito del Napo	Nueva Unión	06/03/2018	Día 2
	Antioquía	06/03/2018	
	Bellavista	07/03/2018	
	Copal Urco	07/03/2018	
	Copal Yacu	07/03/2018	Día 3
	Wiririma	07/03/2018	
	San Juan Pablo II	07/03/2018	
Reuniones con las autoridades	Copalillo	08/03/2018	Día 4
	Nuevo San Juan	08/03/2018	
	Reunión con ElectroOriente	09/03/2018	Día 5
	Reunión con la Municipalidad del Tigre	09/03/2018	
Reunión con la Municipalidad de Urarinas	09/03/2018		
Reunión con la Municipalidad de Parinari	09/03/2018		
Visita localidades del distrito de Parinari	Santa Isabel de Yumbaturu	10/03/2018	Día 6
	Puerto América	10/03/2018	
	6 de septiembre	10/03/2018	
	San Miguel	10/03/2018	
	Tangarana	10/03/2018	
Visita localidades del distrito de Urarinas	San José de Parinari	10/03/2018	Día 7
	Nueva Alianza	11/03/2018	
	Santa Teresa	11/03/2018	
Reunión con DREM	Cuninico	11/03/2018	Día 9
Reunión con la DREM: Máximo Chávez	13/03/2018		

Tabla 1. Programación de fechas de visitas y actividades

4. CUADRO COMUNIDADES VISITADAS

DISTRITO	Nº	COMUNIDADES	Nº VIVIENDAS
NAPO	1	Santa Clotilde	446
	2	Nueva Unión	9
	3	Antioquía	12
	4	Bellavista	37
	5	Copal Urco	70
	6	Copal Yacu	25
	7	Wiririma	33
	8	San Juan Pablo II	15
MAZÁN	9	Mazán	677
	10	Copalillo	14
	11	Nuevo San Juan	37
PARINARI	12	Santa Rita de la Castilla	284
	13	Santa Isabel de Yumbaturo	40
	14	Puerto América	14
	15	6 de septiembre	8
	16	San Miguel	40
	17	Leoncio Prado	30
	18	Tangarana	20
	19	San José de Parinari	84
URARINAS	20	Maypuco	263
	21	Nueva Alianza	125
	22	Santa Teresa	18
	23	Cuninico	129
TOTAL (sin capitales)	19	-	760
TOTAL	23	-	2.430

Tabla 2. Tabla de las comunidades visitadas con información poblacional

5. RESULTADOS DE LAS REUNIONES MANTENIDAS CON LAS AUTORIDADES DURANTE LA VISITA

5.1. REUNIÓN CON LA DREM Y LA GOREL

- Representante de la DREM: Augusto Grández, director.
- Representante de la GOREL: Máximo Chavez, responsable del área de energías renovables.
- Representante FICAID: Ricardo Navas y Clara Pérez-Andújar Carretié
- Representante FUNDAME: Jorge Ramírez Villacorta

19.00: Reunión con el Sr. Augusto Grández, director de la DREM Loreto y el Sr. Máximo Chávez, responsable del área de energías renovables de la GOREL, en las instalaciones de la

DREM.

El plan 2021 tiene como objetivo conseguir el 100% de electrificación rural con diversos medios. En total hay 3.000 comunidades en Loreto. Ahora mismo tienen electricidad el 100% de las capitales de distrito y en los centros poblados.

Muestran interés por las microredes, lo ven como prioritario, piensan en que pueden aportar energía para actividades productivas. Mencionan esta idea para comunidades grandes de a partir de 300 viviendas. Apostando por la hibridación diésel - fotovoltaica. Las comunidades objeto del proyecto son mucho más pequeñas. De hecho, ellos mencionan que la solución fotovoltaica individual puede ser válida para las localidades más remotas. Lo que encaje en el planteamiento de la Fundación Acciona y Fundación ICAI de trabajar en la última milla (los más alejados). Pero los SFD no dinamizan las comunidades. Aconsejan insistir con el gobierno para conseguir entrar en el FISE con estos sistemas.

La primera experiencia en electrificación con SFD fue en 2003 en Copal Urco en 23 viviendas y tenían asistencia permanentemente, inicialmente era gratuito o con trueque a cambio de madera.

Mencionan dos experiencias de gestión a mediana escala de sistemas fotovoltaicos individuales: Adinelsa (1000) y ElectroOriente (800). Al norte de Iquitos, en la provincia de Maynas, mencionan los distritos de Las Amazonas, Indiana y Fernando Lorens.

Informan de algún proyecto piloto con turbinas de agua fluyente que visitaremos al día siguiente en Bellavista. Instaladas por una empresa alemana SmartHydro. Funciona a partir de 3 m/s con potencia nominal 5 kW.

Sobre una posible extensión de red en el Napo, no lo ven viable. Técnicamente por la distancia, imposible medioambiental y económicamente por la inversión y el mantenimiento.

Hacen comentarios sobre distintas zonas y sus particularidades:

- La cuenca del Pastaza en el Marañón: quieren microrredes con diésel porque es zona petrolera y les garantizan en el suministro.
- Frontera con Brasil (Santa Rosa y Requena) no tiene ningún proyecto previsto y son 50 comunidades.
- Comunidades fronterizas electrificándose en la actualidad, 103 comunidades en la provincia de Datén, 80 en Torres Causana y 70 en Putumayo.
- El INADE electrificó la frontera con Colombia en colaboración con la Universidad Católica de Lima, pero fracasaron por no contemplar la gran cantidad de descargas eléctricas y los altos picos de tensión.
- ERGON, va a electrificar 13.000 viviendas en el entorno cercano de Iquitos por facilidad en la gestión del pago.

Quedaron en entregar dos cosas*:

- Directorio de localidades en formato GIS.
- El listado de proyectos previstos

*Nota: El día 13/03 hubo una reunión con Máximo Chávez, en la que nos facilitó dicha información.

Reunión con la GOREL (13/03):

- Representante de de la GOREL: Máximo Chávez
- Representante de FUNDAME: Jorge Ramírez Villacorta
- Representante de FICAID: Clara Pérez-Andújar Carretié

Mantenida en las instalaciones de la GOREL en Iquitos.

Máximo Chávez facilitó los siguientes documentos:

1. Comunidades Loreto a 2018
 - a. Comunidades nativas tituladas y reconocidas a julio de 2017
 - b. Listado completo de localidades: algunas de las fuentes de esta información son los censos de 2007 del INEI y la georreferenciación en campo de 2015 de MINEDU-ESCALE.
2. Proyectos energéticos a octubre de 2017
 - a. Centros poblados faltantes de electrificación por provincia
 - b. Programación de ERGÓN en Loreto: contiene el registro referencial de potenciales usuarios remitidos por Ergón. Consideran un total de 10.333 viviendas, 230 centros educativos y 48 puestos de salud en los siguientes distritos:
 - LORETO:
 - Nauta
 - Parinari
 - MARISCAL RAMÓN CASTILLA:
 - Ramón Castilla
 - Yavarí
 - MAYNAS
 - Alto Nanay
 - Belén
 - Fernando Lores
 - Indiana
 - Iquitos
 - Las Amazonas
 - Mazán
 - Punchana
 - San Juan Bautista
 - UCAYALI:
 - Contamana
 - Inahuaya
 - Padre Marquez
 - c. Proyectos del Gobierno Regional y los Gobiernos Locales (Municipalidades)
 - d. PAFE (Programa de Ampliación de la Frontera Eléctrica)
3. GEODATOS: Gis de las localidades, no de la red. Lo que nos ha compartido funciona con arcGIS (10.5) no se abre con QGIS.

5.2. REUNIÓN CON ELECTROORIENTE

Mantenida con Abner Gonzales (Gerente Comercial) y Walter Hualparuca (Responsable de fotovoltaica)

Gestionan 4.000 sistemas fotovoltaicos individuales. Son sistemas instaladas por el ministerio y que luego se los traspasaron a ElectroOriente para su gestión comercial. Suministran 12 V en continua y cuentan con 3 focos de 11W, cargador para el celular, 1 enchufe, un enchufe tipo mechero y el panel es de 85 W.

Actualmente solo están pagando el 30% de los 4.000 el resto está en situación de morosidad.

Llevan gestionando los paneles 4 años, están fundamentalmente en los Distritos de Mazan, Amazonas y Requena. Cobran 10 soles a los usuarios y 40 del FOSE.

Estos sistemas los recibieron después de que estuviesen 3 años funcionando y por tanto con cierto deterioro.

Su plan ahora mismo es cumplir con el mantenimiento anual y a partir de este momento según dejen de pagar dejar de hacer el mantenimiento. No se puede sacar el panel si dejan de pagar así que asumen que se quedarán en las comunidades, aunque inoperativos.

El fallo más habitual es el controlador y también el mal uso de las baterías, las quitan del sistema y las usan para las lanchas u otras aplicaciones.

No lo ven sostenible en el futuro. Se muestran muy interesado por el modelo de Fundación Acciona Microenergía Perú y les gustaría poder visitar Cajamarca y ver cómo están funcionando.

También son responsables de la gestión comercial de los sistemas de ERGON. Tienen previsto llegar a los 10.000 clientes en la zona. Entregan el recibo y tiene que ir a pagar al centro de Iquitos, se quejan de que el coste reconocido por el ministerio para ElectroOriente es de 3 soles por recibo y que no cubre costes. Ellos lo van a sacar a concurso para subcontratarlo, pero temen que quede desierto. Tienen el ejemplo de Distriluz (en la costa) que no ha conseguido encontrar subcontrata porque los términos no son realistas. ERGON usa los centros de pago de ElectroOriente. Pasados 15 años todos los sistemas pasaran a ElectroOriente.

Se están produciendo solapamientos porque ERGON está entrando donde ya estaba presente Adinelsa.

En teoría el Ministerio tiene el listado de comunidades donde va a entrar ERGON, pero tienen permiso para entrar en comunidades no listadas e informar a posteriori.

ERGON son conscientes de que va a haber morosidad. En teoría después de 9 meses de impago ya no se emite recibo y se dejaría de cobrar del FOSE.

Respecto al mantenimiento, también reciben los avisos de fallo de los sistemas de ERGON y pasan el aviso a ERGON que es el que interviene.

Como reflexión personal y general sobre acceso a la electricidad, descartan la extensión de redes pues ha habido experiencias como la del río Italla que está conectado a la red, pero la selva gana terreno y se pasan días sin electricidad. Apuestan por la energía distribuida con centrales aisladas híbridas.

5.3. REUNIONES CON LAS MUNICIPALIDADES

Se mantuvieron reuniones con tres municipalidades de la provincia de Loreto Nauta: Tigre, Urarinas y Parinari.

En la Figura 1 se muestra un mapa de Loreto con sus principales ríos y en la Figura 2 se muestra un mapa político de la provincia de Loreto-Nauta con sus distritos. El río tigre atraviesa el distrito homónimo y el río Marañón atraviesa los distritos de Nauta, Parinari y Urarinas.



Figura 1. Principales ríos del departamento de Loreto



Figura 2. Mapa de la provincia de Loreto-Nauta con sus distritos

5.3.1. Reunión con la Municipalidad del Tigre

Mantenida con la alcaldesa Betty Vergara Arimuya

Actualmente tienen un motor de petróleo que ilumina a cuatro comunidades: **Ituto** (la capital), 28 de Julio, Alfonso Carte y Santa María de la Providencia. Este motor proporciona 4 horas de luz y consume 60 galones cada día. Cada usuario paga 10 soles como tarifa mínima por iluminación.

Por otro lado, nos comentó que el resto de gente suele tener su motor que conectan una hora al día aproximadamente para la televisión.

En este distrito las comunidades están muy dispersas, comentó que en ocasiones a un día en deslizador desde la capital.

La municipalidad apoyaría con su movilidad a Acciona y dispone de una de motor de 85 y otra de 150.

Desde Ituto hasta Nauta se tardan 10 horas en deslizador (posibilidad de situar el CAU).

Algunas comunidades que sugirió son Santa Cruz (25 casas), Cristo Rey (15 casas) y San Jorge.

Se comentó que actualmente ninguna comunidad ha sido electrificada a través de paneles solares, si no que en caso de tener electricidad esta es con motor y ha sido donado por la municipalidad. También se dijo que el gobierno regional no interviene en este distrito con ningún proyecto.

La principal cuenca es el río Tigre y su afluente es el Pabayacu.

El distrito cuenta con un total de 49 comunidades de las cuales tienen grupo 22, proporcionado por la municipalidad.

5.3.2. Reunión con la Municipalidad de Urarinas

Mantenida con el ingeniero David y otra persona

- Primera parte de la reunión: mantenida con una señora porque el alcalde tuvo que ir a atender un derrame en el río Marañón.

Se trata de una zona de alta influencia petrolera y con problemas debidos a derrames. El alcalde no pudo atendernos por un derrame que acababa de producirse esa misma mañana en el Marañón.

Sólo hay una comunidad que cuenta con 24 horas de energía que ha sido proporcionada por Petro Perú: San José de Saramuro.

En Maypuco (capital efectiva del distrito) cuentan con grupo que da 3 horas de energía de 7:00 a 10:00. Este grupo abastece a otras 4 comunidades cercanas. El servicio es gratuito, lo cubre a municipalidad que gasta 35.000 soles al mes.

Concordia (capital oficial) tiene grupo y red conectada, pero se enciende sólo cuando hay presupuesto para comprar combustible.

Las tres cuencas principales son las del río Chambira, el Urito Yacu y el Marañón. Sugirió las dos primeras cuencas para proyectos de electrificación debido a lo aisladas que están y su difícil acceso.

El distrito cuenta con un total de 94 comunidades.

Se dijo que ninguna de las comunidades cuenta con paneles solares y que no están en ningún plan de electrificación (aunque eso durante la visita se puso en duda).

Los habitantes en su mayoría son agricultores y pescadores y suelen comercializar su producto en **Maypuco** y **Saramuro**, ambos con internet. Opinó que los habitantes estarían contentos con el servicio y dispuestos a pagar 10 soles y mencionó que el galón está entre los 13 y los 15 soles.

La municipalidad apoya con su motor de 40 para movernos por Maypuco.

- Segunda parte de la reunión: mantenida con el ingeniero David

Manifestó su preocupación debido al reciente derrame que entendimos que era de la empresa canadiense CANAY. El derrame fue en la comunidad de San Pedro y mencionó también a Puch Petrol.

Aclaró la situación de la red de Maypuco y el que sea gratuita. Manifestó que, de las 5 comunidades, todas quieren pagar excepto Maypuco. Quieren pagar para tener más de 3 horas diarias y además asegurar el servicio ya que este sólo se da cuando hay dinero para comprar combustible. Para los 35.000 soles al mes que paga la municipalidad para el combustible de Maypuco, no reciben el FOSE. El motor es Caterpillar y costó 200.000 soles. Comentó que los usuarios están dispuestos a pagar entre 10 y 15 soles según su consumo.

Comentó que en la comunidad de Moyomamba hay un proyecto del gobierno en el que queda por hacer el tendido de la red. Al parecer muchos pueblos tienen el tendido eléctrico, pero no energía.

El mayor problema con la red en estas comunidades es la erosión del río que produce desbarrancamientos y conlleva la pérdida de los tendidos e instalaciones.

5.3.3. Reunión con la Municipalidad de Parinari

Mantenida con una persona porque el alcalde tuvo que ir a atender un derrame en el río Marañón.

Comentó que a día de hoy hay 13 comunidades donde se va a hacer un plan de electrificación.

Ninguna comunidad cuenta con paneles solares.

La capital, Santa Rita de la Castilla cuenta con 3 horas de luz; de 18:00 a 21:00. Pagan mensualmente, la administración es de la municipalidad (no de Electro Oriente) y actualmente no tienen medidores, pero se quieren poner. Tienen entre un 5 y un 10% de morosidad en el pago.

Santa Rita de la Castilla y Leoncio Prado son proyectos de ampliación de red que se van a hacer este año con fondos del Ministerio de vivienda. Se invertirán 9.000.000 y 6.000.000 respectivamente.

6. RESULTADOS DE LA TOMA DE DATOS Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE LAS COMUNIDADES DE LOS DISTRITOS DEL NAPO Y MAZÁN, PROVINCIA DE MAYNAS.

6.1. INTRODUCCIÓN

Salida de Iquitos hacia Mazán a las 06:00 en lancha. Salida de Mazán a hacia las 09:00 con la movilidad de la municipalidad del Napo llevada por el motorista Teddy. Presentes Jorge Ramírez Villacorta de FUNDAME, Ricardo Navas y Clara Pérez-Andújar de FICAID.

Debido a lo bajo que estaba el río no se pudo visitar Vencedores del Zapote como estaba programado y en su lugar se visitaron las comunidades de Nueva Unión y Antioquía.

6.2. RESULTADOS DE LA VISITA

Visita a Nueva Unión (Napo, Maynas)

11 viviendas, 11 con paneles.

Tienen colegio de primaria (sin luz).

Ganadería, agricultura y si no caza.

En una venta pueden sacar unos 300-400 soles (venden en Mazán que está a 7h en peque peque)

Gastan 5 soles por persona de diesel para pagar el combustible para ir a pagar (12 horas para ir y gastan 7 galones) y pagan trimestralmente.

Casas bastante separadas siguiendo el curso del río (100 metro entre casa y casa).

En una buena venta en el mercado sacaba 400 soles.

3 soles el coste de 2 pilas. Las siguen usando para radio y linterna.

Centro médico en Negro Urco

Están contentos con el servicio, sólo se quejan de la dificultad del pago (aunque justo a Carlos Picón con quien hablamos no le funcionaba). A pesar de eso son

puntuales con el pago.

Visita a Antioquía (Napo, Maynas)

16 viviendas

Colegio de primaria

Agricultura y ganadería (bueyes comunales), pesca y caza.

También tiene pago trimestral, pero preferirían pagar semestralmente.

Usan la luz hasta las 20:00 o 21:00 dicen que leyendo

Había 4 sistemas estropeados y uno robado.

Casas muy separadas, algunas al otro lado del río.

En una casa tenían un equipo de música grande, pero que no funciona.

En una buena venta pueden obtener hasta 1.000 soles (cada 15 o 30 días van a vender).5 soles 1 kg de pescado.

La tesorera se queja de que algunos miembros de la comunidad van a pagar directamente a Santa Clotilde y hace que el coste de ir a pagar el del resto se incremente.

Visita a Bellavista (Napo, Maynas)

37 viviendas.

Tienen red con paneles, turbina hidrocínética y grupo (pero el grupo no lo conectan porque estaba mal dimensionado).

Ahora mismo aparentemente sólo da energía los paneles. 8 de 250 (2KW). Las turbinas de 5kW cada una, ahora no daban porque el río llevaba poca agua. Las turbinas llevan instaladas 3 años. Dudan de su viabilidad por todo lo que arrastra el río (troncos, etc.) que ya han rota la boya que indica donde estaba y algún refuerzo. Tienen un sistema que avisa cuando hay que limpiarla. La limpian ellos y tardan 2 horas.

Se quejan de la capacidad de las baterías Ahora mismo sólo tienen 30 minutos de luz al día.

Las turbinas son de SmartHydro, pero está gestionada por la consultora peruana ECI. Pagan 5 soles por iluminación. 10 soles si además tienen TV o equipo de música y 15 si tienen refrigerador (unos 6 en la comunidad). El diseño se ha quedado pequeño porque al poner la red los habitantes compraron más equipos. El dinero lo guarda la comunidad. Están invirtiendo en sembrar caña para aguardiente y azúcar rubia.

Tienen colegio y bomba de agua.

Visita a Copal Urco (Napo, Maynas)

52 viviendas conectadas a la red y 25 sin conectar.

Grupo de 45 KW. Pagan todos 10 soles da igual lo que tengan. EL grupo consume 4 galones al día para iluminar de 6 a 9 pm. Unos 100 galones al mes, 50 los paga la municipalidad y el resto se paga de los cobros.

A parte algunas viviendas tienen su propio grupo. El coste del grupo era de 600 soles el de 1KW

y gastaba 1/2 galón para 3 horas. El coste no es proporcional pero el 2kW costaba 1000 soles y gastaba 1 galón para 3 horas. No lo usan todos los días. Gastan entre 2-3 galones extras al mes para su uso personal.

La planta es de Orbisa y el cableado de la municipalidad.

La red tiene 3 km de cableado en media tensión (20KV) y 3 transformadores uno junto al grupo y otros dos de distribución. Coste de la instalación 580.000 soles (166.000 euros).

Tienen protectores y tomas de tierra.

En cada casa la instalación es muy sencilla dos puntos de luz y un enchufe y un diferencial de protección y que permite cortar. No hay contador ni limitador de potencia.

Los paneles de 50 W que mencionaron en la reunión con el gobierno regional ya no funcionan ninguno, han desaparecido componentes. Lo que falló principalmente fueron baterías e inversores (suministraban en alterna).

Mencionaron la existencia de otras 11 redes de la municipalidad en la zona, algunos nombres: Santa María, Soledad, Tepisca, Diamante Azul, Buena vista, Urbina y San Rafael. San Carlos empieza en mayo junio.

Les han puesto cocinas económicas para cocinar en el comedor de la escuela (los alimentos los pone el gobierno y las madres cocinan de forma rotativa cada día una).

También tiene cocina mejorada algunas casas.

Visita a Copal Yacu (Napo, Maynas)

21 viviendas.

No hay red ni paneles. Hay algunas viviendas con grupo 2 días a la semana.

Se planteó extender la red de Copal Urco, pero no querían pagar dinero a una comunidad distinta a la suya porque no se fían.

La mayoría tenían grupo de distintos tamaños.

Tienen un proyecto abandonado de escuela de artes marciales (monje Shaolin) y de turismo.

Tienen una máquina de trabajar la madera (corte y limpiar) que funciona con gasolina y que ya no usan.

Esperan expectantes los paneles.

Visita a Wiririma (Napo, Maynas)

31 viviendas.

Ahora mismo para iluminar utilizan lámparas de petróleo. 1 botella cuesta 2,5 soles. Un galón son 6 botellas y la familia con la que hablamos gastaba 18 al mes.

En esta comunidad también cultivan maíz y arroz (20 soles el ciento de maíz). Tienen máquina para tratar el arroz, pero se ha estropeado y no funciona (motor de 20KW), se ha estropeado la batería de arranque. Se usaba todos los días. Pagan en la comunidad de al lado el doble de lo que pagaban cuando el equipo funcionaba.

Tienen escuela primaria en la comunidad. La secundaria en Santa Clotilde cuesta 60 soles y 30

soles al mes la pensión completa.

De los posibles equipos a conectar les interesa la licuadora.

10 soles al mes les parece bien.

Visita a San Juan Pablo II (Napo, Maynas)

17 viviendas, x con sistemas.

Ya están funcionando. Un sistema abandonado porque un comunero se ha ido a vivir a otro sitio y otro que es retirado porque no puede pagar los 10 soles.

Visita a Copalillo (Mazán, Maynas)

18 viviendas.

Visita con la regidora, que nos explica que hay 72 comunidades en Mazán de las cuales 60 están electrificadas. La mayoría con SFDs algunos de Electroriente, otros Adinelsa y otras entidades. La tarifa son 10 al mes. En San Juan un comunero de Nuevo Triunfo nos ha dicho que son 12,30 al mes (lo recoge un encargado de Electroriente una vez al trimestre). Otros gestores no hacen ese servicio y hay que ir a pagar a Iquitos individualmente.

Proyectos de baños ecológicos de UNICEF (5 comunidades)

En Copalillo hay tanque elevado con agua tratada y elevada con una bomba de gasolina.

Lo que más despierta el interés es refrigerador y televisor. Si eso no es posible también interesa la licuadora.

Preguntan plazos. 10 soles al mes les parece bien. Preguntan si se pueden adelantar pagos de varios meses.

Tienen preinstalación de electricidad en la escuela, cuando tienen reunión o fiesta piden el grupo a la municipalidad.

Visita a Nuevo San Juan (Mazán, Maynas)

28 viviendas.

La casa que visitamos tenía grupo que gastaba 5 galones que se racionaba a lo largo del mes. El equipo es de 1,5 KW y un galón da para 5 horas y media.

Alquila el motor a la comunidad para las fiestas.

Usan por lo general lámparas de petróleo y gastan 4 botellas al mes como mucho (1 botella les dura 8 días).

Hay teléfono público que funciona con un panel.

Venden en Mazán y una buena venta puede ser de 1.000 soles.

Agua del río y la hierven antes de tomarla. Puesto de salud en Buen Paso.

7. RESULTADOS DE LA TOMA DE DATOS Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE LAS COMUNIDADES DE LOS DISTRITOS PARINARI Y URARINAS, PROVINCIA DE LORETO-NAUTA

7.1. RUTA REALIZADA

En la siguiente figura que puede ver el mapa con las localidades visitadas en esta segunda etapa. En amarillo la capital del departamento, en verde las capitales de los distritos, en rojo las localidades visitadas.



Figura 3. Mapa con las localidades visitadas en la segunda parte del viaje

En el distrito de Parinari, provincia de Loreto-Nauta, se visitaron las siguientes comunidades, mostradas en detalle en la Figura 2:

- *Santa Isabel de Yumbaturo*
- *Puerto América*
- *6 de septiembre*
- *San Miguel*
- *Tangarana*
- *San José de Parinari*



Figura 4. Mapa con detalle del distrito de Parinari

En el distrito de Urarinas, provincia de Loreto-Nauta, se visitaron las siguientes comunidades, mostradas en la Figura 3:

- Nueva Alianza
- Santa Teresa
- Cuninico

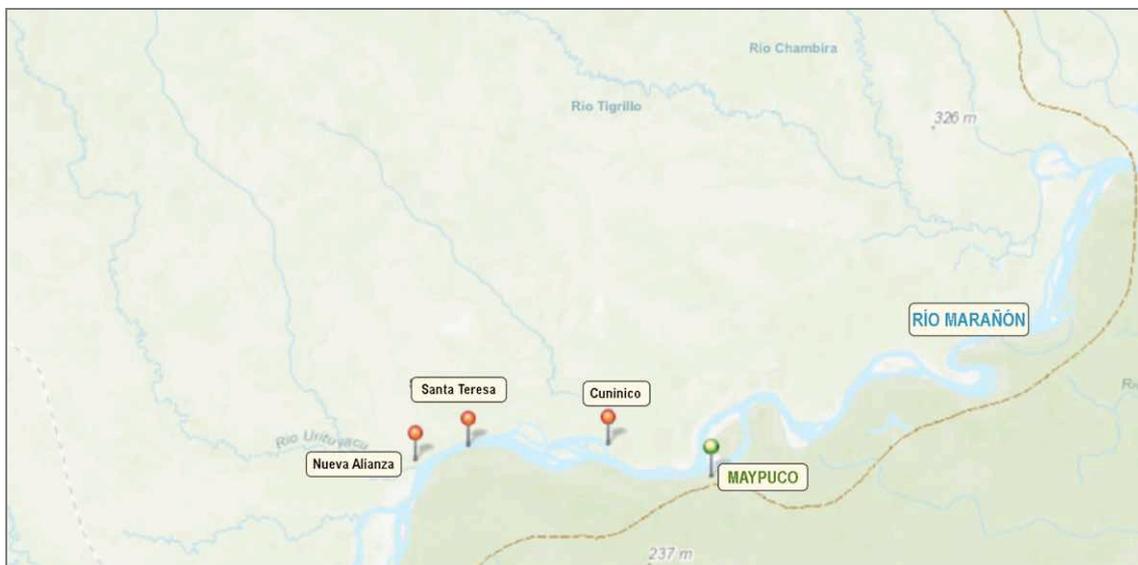


Figura 5. Mapa con detalle del distrito de Urarinas

7.2. RESULTADOS DE LA VISITA: DISTRITO DE PARINARI, PROVINCIA DE LORETO-NAUTA

Visita a Santa Isabel de Yumbaturo (Parinari, Loreto-Nauta)

Viviendas: 40

Habitantes: 220

APU: Fausto Ramirez Morayari

SITUACIÓN DE ELECTRIFICACIÓN

La comunidad tiene instalada una microrred con alumbrado público y un motor de 44 kW, 220 V DC, que tiene poco menos de 20 años. Solían encenderlo 3 horas al día de 18:00 a 21:00 y consumía 1 galón/h. Actualmente no lo encienden por falta de ayuda de la municipalidad. Comentaron que al principio les daba 55 galones al mes, después 3 latas (x litros) y hoy nada. También añadieron que el motor tiene estropeada la polea y el filtro de aceite.

Cuando funcionaba a veces pagaban cada uno 10-15 soles extra para abastecer más horas en caso de haber algún evento.

- En esta comunidad, como en otras que vimos posteriormente, nos dijeron que ya se habían presentado otras empresas a ofrecer paneles recientemente. Concretamente una de ellas había georreferenciado cada casa y les había dicho que en 10 días les traerían los paneles desde Nauta (de esto hacía un mes).

Esta empresa ofrece 3 focos, hasta 5 si tienes cocina; paneles SFD de 12 V y les dijo que con ello no podrían conectar equipos o congeladora. El cobro sería de 8 soles mensuales cobrados por Electro Oriente.



Figura 6. Planta eléctrica de Sta Isabel de Yumbaturo

CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD

Se dedican a la agricultura (arroz, maíz, yuca y plátano). Venden su producto en Nauta que queda a 5h de bajada y 10h de subida en peque peque. Santa Rita queda a 3h en peque peque.

En la comunidad se acuestan sobre las 6 pm y se levantan sobre las 3 am.

La zona es inundable.

Hay colegio de secundaria, primaria, inicial y puesto de salud.

Manifestaron mucho interés en el sistema ya que ahora no tienen luz.

Observación: una comunidad con bastante obra civil (pavimento, tendido eléctrico, alumbrado público, baños en cada casa...). Una comunidad grande y con las casas situadas cercanas y en un claro entre la selva. Está situada en una quebrada del río Marañón y muy cerca del agua.

AGUA

Toman agua de río y el ministerio de vivienda les ha dado unos Kits de tratamiento de agua con cloro. Cada casa tiene su propio baño externo a la vivienda que fue una instalación de la municipalidad de hace 10 años (similares a los de la Figura 10).

Visita a Puerto América (Parinari, Loreto-Nauta)

Viviendas: 14

Habitantes: 70

Nos atendió Jorge Panaicho Tanchina.

SITUACIÓN DE ELECTRIFICACIÓN

Es una comunidad nativa. No está electrificada. Actualmente se alumbran con mecheros y linternas con pilas. Un par de pilas les dura 3 meses y cuesta unos 3 soles. Al mes gastan unos 7 soles al mes para mecheros y lo compran en los barcos que van a vender por el río a las comunidades llamados *Posta*.

- En esta comunidad también se había presentado una empresa hace 3 años para poner paneles e hizo hace 3 meses la georreferenciación de cada vivienda. Informó que tenía todos los paneles en Nauta y que llegarían en 10 días (hace 1 mes).

CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD

Se dedican a la agricultura (plátano, yuca, maíz) y a la pesca. Venden en Nauta y en una venta pueden recaudar entre 500 – 1000 soles. Esta venta suele ser cada 6 meses o anual.

La zona es inundable.

Hay colegio de primaria.

Les parece bien 10 soles mensuales, pero quieren contrastar con el resto de los habitantes de la población.

Observación: comunidad muy rural, aunque con pavimento. Las casas estaban situadas a lo largo del pavimento y cercanas unas a otras.

AGUA: Agua de lluvia clorada.

Visita a 6 de septiembre (Parinari, Loreto-Nauta)

Viviendas: 8

Habitantes: 45

APU: Rafael

SITUACIÓN DE ELECTRIFICACIÓN

No está electrificada. Se alumbran con linternas y mecheros → 1 galón al mes de petróleo → 20 soles al mes aproximadamente de gasto en luz.

Dos viviendas cuentan con generador propio.

CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD

Se dedican a la agricultura (maíz, arroz, yuca...) y a la cría (cerdo y gallina). Venden en Nauta y recaudan unos 1200 soles cada 6 meses.

En esta comunidad se acuestan sobre las 7/8 pm y se levantan a las 2 am.

Hay colegio de primaria y de inicial.

Compran lo que necesitan en la *Posta* de Santa Isabel de Yumbaturo.

Observación: comunidad muy rural, sin obra civil de pavimentación. Las casas de la comunidad estaban cercanas unas a otras alrededor de un claro en el centro.

AGUA: agua de río hervida y clorada.

Visita a San Miguel (Parinari, Loreto-Nauta)

Viviendas: 40

Habitantes: 762

APU: Damián Goroche Apahuena ----- Teléfono de la comunidad: 813731

SITUACIÓN DE ELECTRIFICACIÓN

La comunidad tiene instalada una microrred con alumbrado público y un motor que parecía de 44 kW, no pudimos entrar a verlo, pero desde fuera se veía un grupo igual al de Santa Isabel de Yumbaturo.

Alumbraba 4 horas (6 pm – 10pm) tres días a la semana y consumía un cilindro al mes (el equivalente a 55 galones) y les costaba 400 soles. Pagaban 10 soles mensuales cada vivienda.

Hace 3 años que no funciona, no supieron decirnos por qué.

- En esta comunidad también se presentó la empresa de los paneles, georreferenciaron y dijeron que los paneles estaban listos en Nauta.



Figura 7. Alumbrado público y pavimento de San Miguel

Actualmente se alumbran con linterna y lamparín.

CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD

Se dedican a la agricultura. Venden su producto en Nauta dos veces al año. Van en lancha común cuyo pasaje cuesta 203 soles.

La zona es inundable.

Hay colegio de secundaria y primaria.

Manifestaron mucho interés en el sistema ya que ahora no tienen luz. No tienen fe en que el motor se arregle.

Observación: Comunidad con bastante obra civil (pavimento, tendido eléctrico, alumbrado público, sistema de bombeo y potabilización de agua...).

AGUA

Tienen un sistema que bombea agua del río y la potabiliza con tanques y una estructura de grifos. Es suficiente para toda la comunidad y todos toman agua de allí. Ver Figura 8 y Figura 9.



Figura 8. Grifería de la comunidad de San Miguel, detrás se encuentran la instalación y el depósito

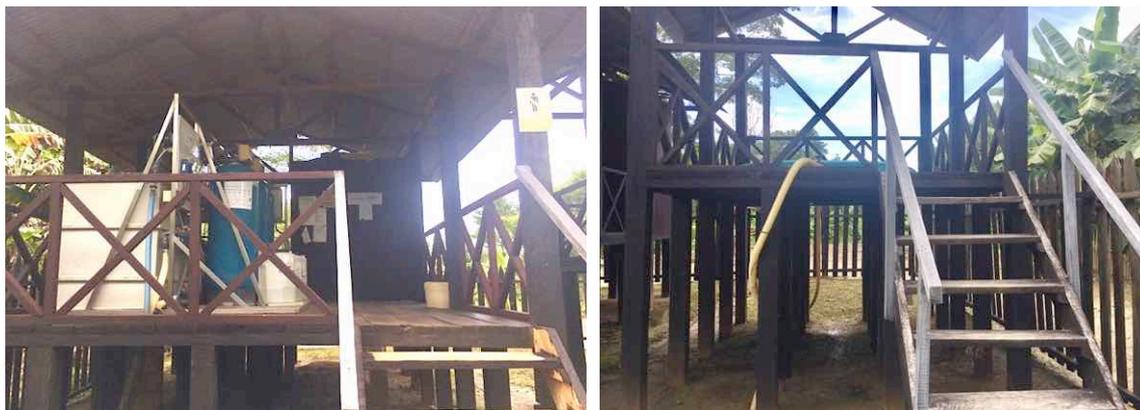


Figura 9. Planta potabilizadora y depósito respectivamente

Visita a Tangarana (Parinari, Loreto-Nauta)

Viviendas: 20

Habitantes: 70

APU:

SITUACIÓN DE ELECTRIFICACIÓN

No está electrificada. Se alumbran con linternas y mecheros → 1 galón al mes de petróleo (8 soles) y 4 pares de pilas al mes (3 soles/par) → 20 soles al mes ¿por familia o vivienda? aproximadamente de gasto en luz.

Tres viviendas cuentan con generador propio.

- En esta comunidad también se había presentado una empresa hace 3 años para poner paneles e hizo hace 3 meses la georreferenciación de cada vivienda. Informó que tenía todos los paneles en Nauta y que llegarían en 10 días (hace 1 mes).

CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD

Se dedican a la agricultura y a la crianza de aves. Venden su producto en Nauta e Iquitos. Las distancias en tiempo a los núcleos cercanos son las siguientes: Nauta (1 día), Iquitos (2 días), Sta. Rita de la Castilla (15 minutos).

En la comunidad se acuestan sobre las 8 pm y se levantan sobre las 4 pm.

La zona es inundable.

Hay colegio de primaria.

Observación: Comunidad con cierta obra civil (pavimento, gradas para mirar hacia el campo de fútbol, baños en cada casa...). Una comunidad pequeña y con las casas situadas cercanas alrededor del campo. Alguna casa



Figura 10. Baños individuales de la comunidad de Tangarana, donación de la municipalidad.

estaba más alejada del núcleo.

AGUA

Toman agua de lluvia hervida y clorada y si se termina van al río. Cada casa tiene su propio baño externo a la vivienda que fue una instalación de la municipalidad de hace 1 año. (Figura 10).

Visita a San José de Parinari (Parinari, Loreto -Nauta)

Viviendas: 84

Habitantes: 405 (106 familias)

APU: Nos atendió Carlos Noriega Yuimachi, promotor y responsable de salud de la comunidad.

SITUACIÓN DE ELECTRIFICACIÓN

La comunidad tiene instalada una microrred con alumbrado público y un motor de 40 kW, 220 V DC, que tiene poco menos de 20 años. Hace 3 meses que se estropeó. Comentan que ya hay demasiados aparatos conectados como refrigeradoras y que no cubría el consumo. Pagaban 10 soles cada vivienda y lo encendían 3 horas al día, de 18:00 a 21:00 y consumía 1,5 galón/h.

Actualmente se alumbran con lamparín.

La red está en buen estado y es fiable.

- En esta comunidad también se presentó la empresa de los paneles, georreferenciaron y dijeron que los paneles estaban listos en Nauta. Dijeron que venían del municipio y que creían que la empresa era Adinelsa.

CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD

Se dedican a la agricultura. Venden en Nauta que les queda a 1 día en peque-peque y sacan unos 1000 soles al año. El combustible para ir les sale a unos 150 soles mientras que si van en lancha con su producto les cuesta 20 soles el pasaje.

La zona es inundable.

Hay colegio de secundaria y primaria.

Observación: una comunidad más desarrollada que el resto. Cuenta con alumbrado público, pavimento, baños individuales, antena de internet y antena de Movistar. La distribución de las viviendas es muy organizada; todas cercanas, accesibles fácilmente y con un centro claro de la localidad donde se hayan los edificios claves (colegio, centro de reuniones) y el campo de fútbol.



Figura 11. Antenas de internet y de telefonía



Figura 12. Núcleo de la comunidad de San José de Parinari

AGUA

Toman agua de río y el ministerio de vivienda les ha dado unos Kits de tratamiento de agua con cloro. Cada casa tiene su propio baño externo a la vivienda que fue una instalación de la municipalidad de hace 10 años (similares a los de la Figura 10).

7.2.1. Resumen Parinari

En la visita al distrito de Parinari se observó que numerosas comunidades contaban con una instalación de electrificación. Estas en su mayoría habían sido financiadas por la municipalidad y en menor medida se hallaban las financiadas por compañías petroleras o por el gobierno regional.

Sin embargo, en más de una ocasión se encontró con que la instalación en cuestión llevaba tiempo parada debido a su deterioro generalmente y falta de mantenimiento.

A continuación, en la Tabla 3 se ha recogido un resumen de la situación de electrificación de cada una de las comunidades visitadas en el distrito de Parinari donde se muestran aquellas electrificadas y funcionando, las electrificadas no operativas y por último las comunidades sin

electrificación alguna:

Nº	Comunidad	Situación de electrificación	
1	Santa Isabel de Yumbaturo	Electrificada, no operativa	
2	Puerto América	Sin electrificar	
3	6 de Septiembre	Sin electrificar	
4	San Miguel	Electrificada, no operativa	
5	Leoncio Prado	Electrificada, en buen estado	
6	Tangarana	Sin electrificar	
7	San José de Parinari	Electrificada, en buen estado	

Tabla 3. Situación de electrificación de las comunidades visitadas (PARINARI)

7.3. RESULTADOS DE LA VISITA: DISTRITO DE URARINAS, PROVINCIA DE LORETO-NAUTA

Visita a Nueva Alianza (Urarinas, Loreto-Nauta)

Viviendas: 125

Habitantes: 700

APU: Eliazar Velázquez Cachay, también es regidor del distrito.

SITUACIÓN DE ELECTRIFICACIÓN:

La comunidad tiene instalada una microrred con alumbrado público. Tienen luz de 18:00 a 22:00. Pagan 81 soles mensuales cada vivienda ¿Cada familia?; el mínimo pago es de 25 soles para el que sólo use luz. Ese pago cubre el personal de mantenimiento y el combustible. El motor consume 125 galones al mes y para ello necesitan 3600 soles.

Además, algunas casas cuentan con su propio grupo que encienden por ejemplo para música a las 14:00.

La empresa canadiense CANAY donó el motor y cuentan con una obra de ampliación del tendido por parte de la misma empresa.

Tienen un comité para organizar las cobranzas, emitir recibos...etc.

CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD:

Comunidad muy desarrollada de influencia petrolera.

COMENTARIOS:

El APU comentó cuencas donde el proyecto podría funcionar:

- **Urito Yacu**
 - No tiene influencia petrolera.
 - Total de 16 comunidades de las cuales 5 están electrificadas (3 por el

municipio y 2 por el MEM).

- **Chambira**

- Cuenca muy marginada no apoyada en absoluto por los municipios.
- La mayoría son indígenas.
- Comunidades de aproximadamente 10 casas.
- Cuenta con 6 quebradas y alguna tiene influencia petrolera: Patuyacu, Airico, Espejo, Cucayacu, Tigrillo, Chambira.

Visita a Santa Teresa (Urarinas, Loreto-Nauta)

Viviendas: 18

Habitantes: 76

APU: Uber Gamarra Valles

SITUACIÓN DE ELECTRIFICACIÓN:

No está electrificada. Actualmente se alumbran con mecheros y linternas. Un par de pilas les dura 2 meses y utilizan medio galón de petróleo al mes. Además, 6 viviendas tienen grupo que se costearon con trabajos puntuales en limpieza del río por derrames petroleros. Visitamos el del teniente: 3 KW y le costó 800 soles. Con él alimenta 3 focos, televisor y carga el móvil, pero no lo usa siempre.

CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD:

Se dedican a la pesca, cría y agricultura. Venden su producto en Iquitos un máximo de dos veces al año.

La zona es inundable.

Hay colegio de primaria.

No hay teléfono público, cargan su móvil en Alianza o Maypuco.

Observación: Una comunidad más humilde que el resto de las visitadas en la cuenca del río.

AGUA: -

Visita a Cuninico (Urarinas, Loreto-Nauta)

Viviendas: 129

Habitantes: 710

APU: Watson Trujillo Costa

SITUACIÓN DE ELECTRIFICACIÓN:

La comunidad tiene instalada una microrred con alumbrado público y un motor de 52 kW, 220 V DC, que tiene poco menos de 20 años. Lo utilizan de 18:30 a 22:00 y pagan 15 soles mensuales y un extra de 10 soles si tienen equipo de música o similar. Consumen 220 galones al mes.

Actualmente están en un proyecto de ampliación de su red favorecido por el gobierno regional

solicitado hace 4 años.

CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD:

Se dedican a la agricultura y a la crianza.

Cuentan con apoyo del vicariato que les ha permitido su gran desarrollo en comparación a otras comunidades. Quieren empezar con artesanía ya que la contaminación del río y las inundaciones dificultan la pesca y el cultivo respectivamente.

Zona inundable.

Colegio

Han demandado a Petroperú: ‘‘Petroperú es el estado, pero nosotros somos valientes y les demandamos’’.

AGUA:

Se está instalando una planta potabilizadora de bombeo de río. Ahora toman agua de lluvia clorada y hervida y si se acaba de río. Ven peligrosa su situación de agua dados los numerosos derrames y demás factores contaminantes.

7.3.1. Resumen Urarinas

En la visita al distrito de Urarinas únicamente se pudieron visitar 3 localidades aparte de la capital por falta de tiempo. A pesar de esto se pudieron ver comunidades tanto electrificadas como sin electrificar.

Se comprobó la influencia petrolera en la zona siendo la empresa CANAY la más mencionada, que por ejemplo es la responsable de la electrificación de la comunidad de Nueva Alianza.

A continuación, en la Tabla 4 se ha recogido un resumen de la situación de electrificación de cada una de las comunidades visitadas en el distrito de Urarinas donde se muestran aquellas electrificadas y funcionando y las comunidades sin electrificación alguna:

Nº	Comunidad	Situación de electrificación	
1	Nueva Alianza	Electrificada, en buen estado	
2	Santa Teresa	Sin electrificar	
3	Cuninico	Electrificada, en buen estado	

Tabla 4. Situación de electrificación de las comunidades visitadas (URARINAS)

Por otro lado, en este distrito se mencionó la falta de electrificación de la cuenca de los ríos Chambira y Urito Yacu. El segundo cuenta con influencia petrolera mientras que el primero es un río de difícil acceso y por lo tanto con muy escasa (si no nula) electrificación.

13. ANEXO C – Catálogo de inputs REM

13.ANEXO C – CATÁLOGO DE INPUTS REM

CATÁLOGO DE RED

Name	Resistance [ohm/km]	Reactance [ohm/km]	Rated current [A]	Avg. failure rate [failures/(km*yr)]	Investment cost [\$/km]	Preventive maintenance cost [\$/year*km]	Corrective maintenance cost [\$/failure]
Twistedcable 3x35+54.6	0.87	0.24	135.00	0.133	15000	2.8	427
Twistedcable 3x70+54.6	0.43	0.19	250.00	0.133	17931	2.8	427

Tabla 35. Líneas de Baja Tensión (BT)

Name	Resistance [ohm/km]	Reactance [ohm/km]	Rated current [A]	Avg. failure rate [failures/(km*yr)]	Investment cost [\$/km]	Preventive maintenance cost [\$/year*km]	Corrective maintenance cost [\$/failure]
ACSRSteel 70	0.58	0.24	276	0.133	23510.26	700	900
ACSRSteel 120	0.39	0.23	357	0.133	24900.69	700	900

Tabla 36. Líneas de Media Tensión (MT)

13. ANEXO C – Catálogo de inputs REM

Name	Installed power capacity [kVA]	MV Voltage [kV]	No-load lossess [kW]	Short-circuit resistance on the low-voltage side [ohms]	Avg. Failure rate [failures/year]	Investment cost [\$]	Preventive maintenance cost [\$/yr]	Corrective maintenance cost [\$/failure]
CT10_VUG	15	30	0.070	0.040	0.70	3600.0	80.20	25.80
CT11_VUG	25	30	0.090	0.060	1.27	5653.9	80.20	25.80
CT12_VUG	50	30	0.135	0.034	1.87	6876.5	80.20	25.80
CT13_VUG	100	30	0.295	0.020	2.13	10442.3	80.20	25.80
CT14_VUG	160	30	0.375	0.014	2.45	12012.2	80.20	25.80
CT15_VUG	250	30	0.625	0.012	3.50	18555.0	80.20	25.80
CT16_VUG	315	30	0.725	0.011	4.10	23222.0	80.20	25.80
CT17_VUG	400	30	0.840	0.010	4.80	28455.0	80.20	25.80

Tabla 37. Transformadores de Media a Baja Tensión (MT/BT)

Additional parameters:

- Cost of distribution energy RCS:0.12 \$/kWh
- Discount rate: 8%
- Years of useful life for distribution network: 25 years
- Years of useful life for microgrids network: 25 years
- Maximum voltage drop at MV network: 4%
- Maximum voltage drop at end LV customer: 4%

CATÁLOGO DE GENERACIÓN

Size [kW]	Cost [\$]	Lifetime [years]	Installation costs, as a fraction of panel cost	Annual O&M, as a fraction of panel cost	Annual O&M man-hours	Annual capacity loss [p.u.]
0.02	20	25	0.1	0.01	5	0.007
0.25	125	25	0.1	0.01	5	0.007

Tabla 38. Paneles fotovoltaicos

13. ANEXO C – Catálogo de inputs REM

Battery Name	Cost [\$]	Energy [kWh]	Lifetime throughput [kWh]	SOC (min)	Capacity at end of life (fraction of nameplate energy capacity)	Installation costs as a fraction of battery cost	Annual O&M as a fraction of battery cost	Annual O&M man-hours
TROJ_T105	150	1.38	1656	0.5	0.8	0.1	0.01	5
VIS_CP12240D	60	0.2844	426	0.4	0.8	0.1	0.01	5

Tabla 39. Baterías

CARACTERÍSTICAS DE SFD FUNDACIÓN ACCIONA MICROENERGÍA			
Tamaño panel [W]	Batería [Ah]	Tensión del sistema [V]	Coste inicial [\$]
40	10	12	350

Tabla 40. SFD (FUNDAME)

Diesel generators:

- Not required for the NEP of Rwanda
- Sensitivities run as backup (max 15% total energy)
- Features:
 - 30 generator options (*listed in the external “gencatalog” file*) are included in the catalog
 - They range in size from 5 – 2,250 kW at a cost of \$3,200 – 450,000, respectively
 - Assumptions used for each generator:
 - Installation cost as a fraction of generator cost: 0.8
 - Annual O&M as a fraction of generator cost: 0.05
 - Annual O&M man-hours: 25

Charge controllers:

- Lifetime [years]: 15
- Efficiency [p.u.]: 0.95
- Installation costs as a fraction of charge controller cost: 0.1
- Annual O&M as a fraction of charge controller cost: 0.01
- Annual O&M man-hours: 2

13. ANEXO C – Catálogo de inputs REM

Costs [\$/kW]	481	375	283	215	133
Sizes [kW]	0.054	0.12	0.24	1.44	3.84

Tabla 41. Regulador de carga

Inverters:

- Lifetime [years]: 15
- Inverter efficiency [p.u.]: 0.95
- Rectifier efficiency [p.u.]: 0.9
- Installation costs as a fraction of charge controller cost: 0.1
- Annual O&M as a fraction of charge controller cost: 0.01
- Annual O&M man-hours: 2

Costs [\$/kW]	927	740	600	543	364	319	260	220	190	190
Sizes [kW]	0.15	0.2	0.25	0.3	1	1.5	5	6	10	11.4

Tabla 42. Inversores