



Development of rural schools and communities with solar energy in Ecuador
Desarrollo de escuelas y comunidades rurales con energía solar en Ecuador

Diagnóstico

Desarrollo de escuelas y comunidades rurales con energía solar en Ecuador

Informe Final

Elaborado por: Hugo Carrión G.
Fecha: Enero de 2010

Tabla de contenidos

Resumen Ejecutivo	3
Antecedentes.....	4
Capítulo 1: Electrificación en el Ecuador.....	6
Capítulo 2: Metodología.....	8
Capítulo 3: Hallazgos y resultados.....	10
Capítulo 4: Conclusiones y Recomendaciones	20

Resumen Ejecutivo

Este estudio presentó varios retos y desafíos. El objetivo inicial tuvo que ser reformulado por cuanto no era posible identificar 100 escuelas sin provisión de energía eléctrica en las provincias de Tungurahua, Chimborazo y Bolívar como se planteaba en la fase inicial. Gracias a la información secundaria provista por las direcciones provinciales de educación bilingüe y las empresas eléctricas se cambió este objetivo.

Se identificó una sola escuela sin electricidad y 56 escuelas con problemas de cortes eléctricos frecuentes y prolongados en dos de las tres provincias: Bolívar y Chimborazo. Por esta razón el objetivo reformulado fue identificar al menos 100 escuelas y centros comunitarios.

Las dificultades de acceso y las condiciones geográficas, permitieron encuestar 44 comunidades. El estudio calcula el consumo actual y las necesidades de electricidad de 140 puntos, entre escuelas y centros comunitarios (casas comunales, guarderías, iglesias, emprendimientos y otros). Estos puntos se localizaron en 44 comunidades que fueron visitadas. Un total de 402 unidades de edificación fueron censadas para realizar los cálculos necesarios.

Se empleó una matriz unificada de consumo estándar para el equipamiento eléctrico. A partir de allí se determinó que en las 44 comunidades tienen un consumo actual de 123 KWh diario, es decir en promedio unos 2.800 Wh por día en cada comunidad. El 80% de este consumo corresponde a la carga eléctrica instalada en las escuelas.

Para el cálculo de las necesidades futuras se plantearon tres escenarios, dependiendo de la carga instalada. Así el escenario medio sumó una carga total de 280 KWh para todas las comunidades, es decir un promedio de 6.374 Wh por comunidad. El escenario optimista considera un consumo promedio de 9.210 Wh y el pesimista 4.403 Wh diario por comunidad.

En el caso de decidir implementar el proyecto, un aspecto habilitador fundamental que debe ser resuelto es la revisión y cambio integral de las instalaciones eléctricas de la mayoría de escuelas, pues las condiciones actuales no permitirían contar con conexiones seguras.

Los hallazgos y resultados de este estudio muestran que un proyecto de dotación de paneles solares a escuelas rurales sería de gran utilidad siempre y cuando pudiera ir acompañado de la dotación de computadoras y conectividad a internet, pues la conexión con la realidad nacional y mundial es la mayor necesidad de estas comunidades alejadas.

El interés y apoyo de los actores clave de las comunidades, el potencial de participación y la cohesión social son recursos que favorecerían la implementación exitosa de un proyecto de las características que se plantean.

Finalmente el impulso del gobierno a proyectos que utilicen energías alternativas, podría convertir a esta iniciativa como un referente del uso de la energía solar en escuelas y comunidades rurales en Ecuador.

Antecedentes

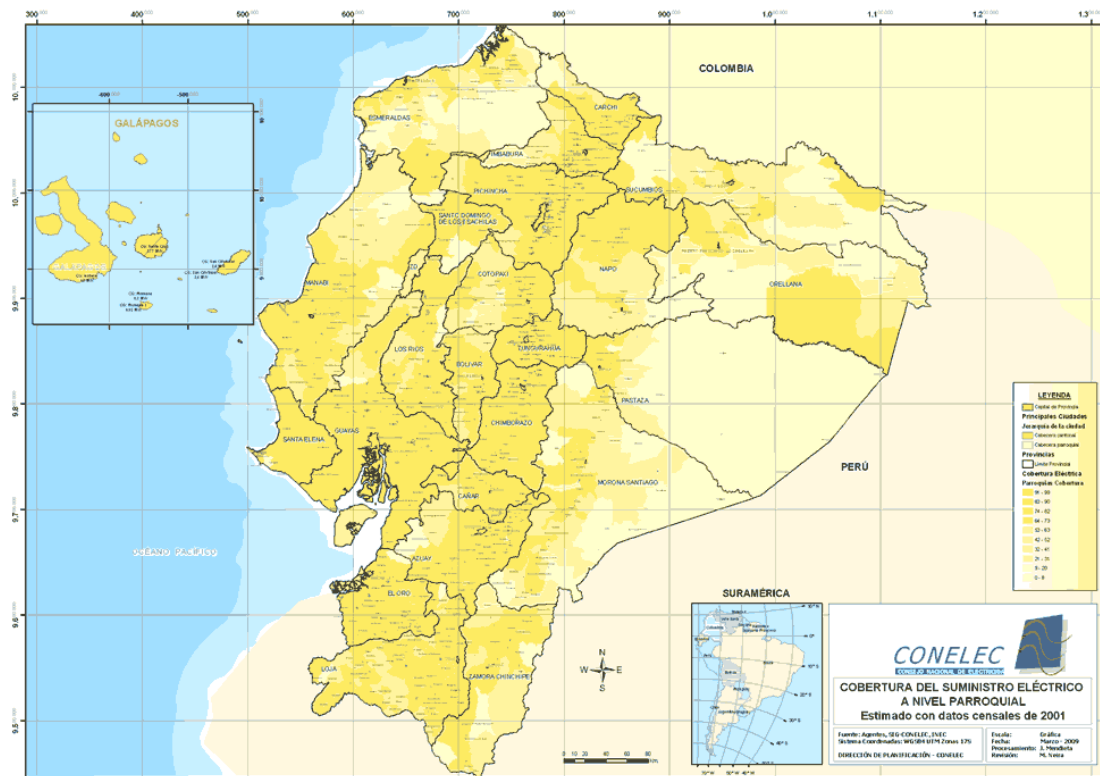
Fundación Esquel solicitó a IMAGINAR realizar un estudio para identificar 200 escuelas en tres provincias: Tungurahua, Chimborazo y Bolívar, para levantar una línea base a través de encuestas en 100 de ellas. Antes de iniciar con el estudio se recurrió a fuentes secundarias a fin de confirmar la situación de cobertura eléctrica en las provincias objeto de estudio.

Se realizaron las siguientes acciones:

- Se recopiló información sobre la cobertura a nivel nacional, del CONELEC (Consejo Nacional de Electrificación) que es el ente rector del sector eléctrico en el Ecuador.
- Se llevaron a cabo reuniones presenciales con supervisores de las Direcciones Provinciales de Educación Intercultural Bilingüe de las tres provincias. Se pudo recabar información sobre el número de escuelas y su situación de suministro eléctrico.
- Se visitó a las empresas eléctricas de Ambato, Riobamba y Guaranda, encargadas de la comercialización de electricidad en las referidas provincias, a fin de solicitar información sobre el número de escuelas con suministro eléctrico.

En base a la información obtenida en esta fase inicial se halló que:

- Como se muestra en el gráfico la cobertura eléctrica en las provincias seleccionadas es muy alto: Tungurahua 95-99%, Chimborazo 95-99%, Bolívar 90-95%.



- De las reuniones en las direcciones provinciales de educación, se determinó que el número de escuelas que no tienen energía eléctrica es prácticamente nulo, como se detalla en el cuadro.

Indicador	Tungurahua	Chimborazo	Bolívar
Número de escuelas rurales bilingües	63	371	92
Escuelas sin energía eléctrica	0	0	1
Escuelas con cortes de energía	0	29	28

- Como se puede ver, sólo hay una escuela sin energía eléctrica en las tres provincias, además se identificaron 57 escuelas que a criterio de los supervisores tienen cortes continuos de energía. Por lo tanto no fue posible identificar 200 escuelas sin electricidad como fue el objetivo inicial.
- En el **anexo 1**, se incluye la lista de los establecimientos inicialmente seleccionados. Con esta información se reformuló el alcance del estudio, que identificaría 100 escuelas o centros comunitarios (casas comunales, bibliotecas, centros de salud, emprendimientos comunitarios, etc.) para caracterizar sus necesidades de electricidad.

El desarrollo del estudio tuvo las siguientes fases:

- Fase de planificación
- Aplicación de la encuesta
- Procesamiento de la información

En los siguientes capítulos se describe la metodología del estudio y los principales resultados y hallazgos. La información que se anexo, da soporte a todos los datos que se mencionan.

Capítulo 1: Electrificación en el Ecuador

La energía eléctrica para el Ecuador al igual que para otros países constituye un recurso indispensable para el desarrollo del país, por tal razón es indispensable disponer de un sistema de generación moderno, confiable y seguro, para optimizar los beneficios, minimizar los impactos que se pudieran producir al ambiente y garantizar el abastecimiento de la población la que depende casi totalmente para el desarrollo de sus actividades.

Factores como el crecimiento económico y poblacional, el desarrollo tecnológico e industrial y por consecuente el cambio de estilo de vida nos ha hecho dependientes de la generación de eléctrica. Adicionalmente el incremento en la demanda de energía eléctrica, ha superado la oferta que la planta de generación puede producir, la misma que es altamente vulnerable a fenómenos naturales y climáticos.

Ecuador cuenta con una planta de generación eléctrica altamente sensible y vulnerable a cambios que pueden producirse por diferentes causas, las mismas que han motivado racionamientos programados en dos ocasiones en los últimos 20 años.

Ecuador se ve afectado de manera dramática su competitividad y desarrollo al no poder generar y abastecer su consumo interno de electricidad por causas como la no inversión en nuevos proyectos de generación, no contar con una planificación a corto, mediano y largo plazo del sector, instituciones con poca articulación entre sus funciones lo que provocó el deterioro paulatino del sector.

En el año 2007 se elabora una Matriz Energética del Ecuador 2020¹, la que busca definir la situación del país en materia de electricidad. En el estudio compuesto por una serie de estadísticas sobre la realidad del sistema energético define las tendencias futuras y formula las políticas nacionales del sector y la gestión de proyectos. Como prioridad se busca pasar de un 43% de generación hidroeléctrica a un 80% y completar la oferta con la generación de energías renovables como la solar, eólica, adicionalmente estas energías deben ser ambientalmente sostenibles².

En la matriz se busca recuperar para el estado la planificación al modificar la matriz energética, incrementar la cobertura, fortalecer y transformar las instituciones estatales de energía, asegurar la confiabilidad y calidad del suministro, autosuficiencia en el 2012 y promover el uso eficiente y racional de la energía fomentando la integración energética regional.

La generación de energía eléctrica actualmente está distribuida con un 43% de hidráulica, 34% térmica, 12% gas, 1% biomasa y un 10% de importaciones, lo que hace necesario priorizar los recursos energéticos nacionales mejorando tecnológicamente la producción y transformación de la energía. Lo que hace urgente la construcción de proyectos hidroeléctricos y el impulso a nuevas formas de generación para cumplir con los ejes de la estrategia energética nacional los que buscan la universalidad del servicio, seguridad y confiabilidad, bajo costo, y sustentabilidad ambiental.

¹ Elaboración del Equipo de trabajo del Ministerio de Electricidad y Energías Renovables MEER. Ministro Aleksey Mosquera. Gobierno Rafael Correa.

² Políticas y Estrategias para el cambio de la Matriz Energética

En el año 2009 el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables MEER establece las siguientes políticas³:

- a) Recuperar para el Estado la rectoría y la planificación del sector energético;
- b) Fortalecer las relaciones entre el Estado y las comunidades;
- c) Impulsar un modelo de desarrollo energético con tecnologías ambientalmente amigables;
- d) Formular y llevar adelante un Plan Energético Nacional, que defina la expansión optimizada del sector en el marco de un desarrollo sostenible;
- e) Promover alianzas estratégicas entre los sectores público y privado nacional y extranjero, para el desarrollo de proyectos energéticos en un ambiente de seguridad jurídica;
- f) Promover el desarrollo sustentable de los recursos energéticos e impulsar proyectos con fuentes de generación renovable (hidroeléctrica, geotérmica, solar, eólica) y de nueva generación eléctrica eficiente, incluyendo la nuclear, excluyendo la generación con base en el uso del diesel;
- g) Otorgar por parte del estado las garantías requeridas para el pago de la energía generada y la recibida por las empresas eléctricas de distribución o buscar los mejores mecanismos de pago.

Adicionalmente a finales del año pasado se elabora el Plan Maestro de Electrificación 2009 – 2020⁴. El plan involucra los proyectos y las acciones que deben emprenderse para superar la crisis de oferta energética, también se fundamenta en el uso de energías renovables como principal alternativa sostenible a largo plazo, en el mediano plazo se ve la necesidad de incorporar algunos proyectos termoeléctricos con combustibles de producción nacional de preferencia, para garantizar el abastecimiento del país.

Además da gran impulso a la construcción de grandes proyectos hidroeléctricos establecidos en el Plan de Expansión de la Generación. En el plan se refuerza el Sistema Nacional de Transmisión a nivel de 138 y 230 KV, así como la incorporación de un sistema de 500KV que enlace los principales centros de carga con los nuevos grandes proyectos de generación. La infraestructura hará posible que el país mantenga y refuerce la integración eléctrica con los demás países de la Comunidad Andina y con otros países de Latinoamérica.

Se pone principal interés en el Plan de Control y Reducción de Pérdidas que busca la disminución significativa de pérdidas de energía, situación que beneficiará la situación financiera del sector, lo que ha generado constantes pérdidas que han sido casi irre recuperables para las instituciones encargadas del sector.

³ Sitio web del MEER www.meer.gov.ec

⁴ Sitio web del CONELEC www.conelec.gov.ec

Capítulo 2: Metodología

Fases del estudio

Planificación

En esta fase se definieron todos los aspectos logísticos y metodológicos necesarios para el desarrollo del estudio. Con el fin de afinar los temas logísticos y dimensionar los recursos necesarios se realizaron reuniones presenciales con los supervisores en las Direcciones Provinciales, en estas reuniones se pudo comprobar que varios de los puntos seleccionados eran de muy difícil acceso, por lo tanto se descartaron aquellos en el cual el esfuerzo de movilización era muy grande. Específicamente se retiró de la lista el cantón Achupallas, de la provincia de Chimborazo, en el cual la visita a una sola comunidad podía tomar hasta 4 días. Con esta revisión la lista de potenciales sitios se redujo a 48 comunidades. En el **anexo 2** se encuentra la lista de escuelas accesibles.

Respecto a los temas relacionados con la metodología para la recolección de datos primarios, se diseñó una boleta que permita recopilar datos que caractericen el lugar, datos demográficos de la comunidad, datos específicos de la escuela, estado de las instalaciones eléctricas y por supuesto la situación actual y necesidades futuras respecto al consumo eléctrico.

Aplicación de la encuesta

Para la aplicación de la encuesta se contó con dos técnicos de campo, se alquiló un vehículo de doble transmisión, pues se conocía que el acceso a las comunidades contaba con caminos en mal estado.

Esta fase inició el 12 de noviembre y concluyó la segunda semana de diciembre. Para la provincia de Bolívar, las 28 escuelas seleccionadas fueron visitadas, no así para el caso de Chimborazo varios inconvenientes relacionados con la accesibilidad ocasionaron que solamente se visiten 16 de un total de 20 planificados. La lista final de las comunidades encuestas se incluye en el **anexo 3**. La ubicación geográfica de las comunidades visitadas se encuentra en el **anexo 4**.

Durante la aplicación de la encuesta en las 5 primeras comunidades, se comprobó que el formulario diseñado no era fácil de utilizar, por ello se lo rediseñó mejorando aspectos de forma que faciliten su aplicación. En el **anexo 5** se incluye la versión inicial de la boleta y en el **anexo 6** la versión reformulada.

Procesamiento de información

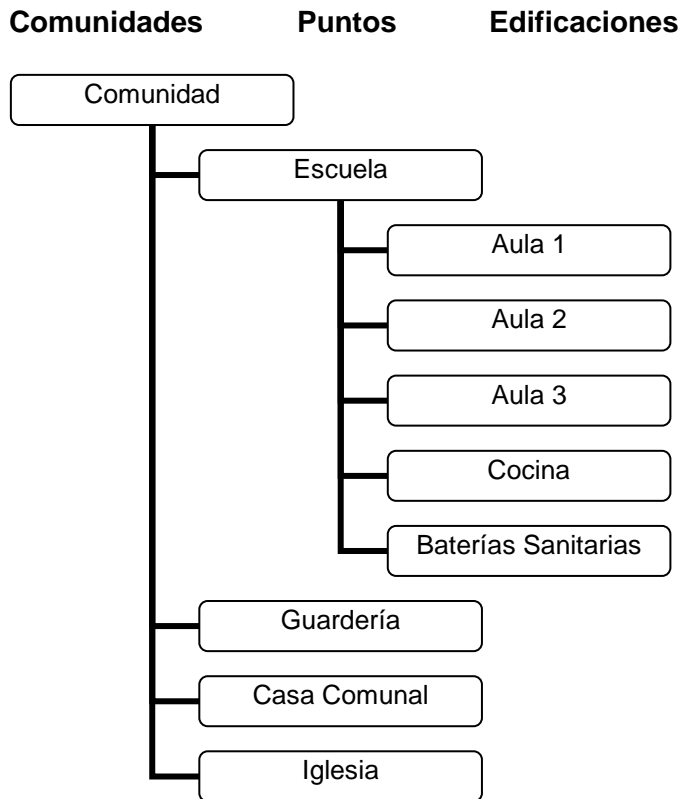
Una vez concluida la fase de aplicación de las encuestas se procedió con el procesamiento de la información, para ello se contó con dos bases de datos: una que recopiló la información geográfica y fotográfica que caracteriza a las 44 comunidades y la otra mediante una hoja electrónica resume las comunidades, puntos y edificaciones objeto del análisis.

Cabe mencionar que por la gran cantidad de información disponible, se adjunta a este informe la base de datos en formato digital, para que mediante un análisis dinámico se puedan generar los indicadores y reportes personalizados más convenientes. No obstante en la sección de resultados se resumen los principales.

Codificación

En cada comunidad encuestada se identificaron varios puntos y cada punto podía tener varias edificaciones. El estudio toma en cuenta cada una de las edificaciones para el cálculo del consumo eléctrico.

El siguiente diagrama ilustra el esquema descrito anteriormente:



Con el fin de facilitar el procesamiento de la información, se empleó la siguiente codificación

- Codificación de provincias:
 - o BL para la provincia de Bolívar
 - o CH para la provincia de Chimborazo
- Codificación de comunidades:
 - o Numérico secuencial del 001 al 004
- Codificación de puntos:
 - o E para escuelas
 - o C para casas comunales
 - o G para guarderías
 - o I para iglesias
 - o O para otro tipo de punto (Centro de salud, quesera, etc)

Por lo tanto, una guardería de la comunidad "N", de la provincia de Bolívar estará identificada en la base de datos con el código **BL-00NG**

Capítulo 3: Hallazgos y resultados

Hallazgos

A continuación se describen las principales constataciones que pudieran afectar la implementación del proyecto.

Dificultades de acceso

El primer inconveniente detectado es el acceso vial. En general las carreteras que unen las capitales de provincia e incluso algunos cantones están en buen estado, en la mayoría de casos son asfaltadas o de concreto. Sin embargo la mayoría de accesos a las comunidades son lastrados, muchos de ellos en mal estado. Además existe un grupo de las comunidades más alejadas cuyo acceso a través de caminos de tierra y piedra en condiciones deplorables.

Los principales problemas que ocasiona esta realidad son:

- Movilización lenta: en los caminos en mal estado un carro de doble transmisión no puede movilizarse a más de 10 Km/hora, lo que hace que distancias relativamente cortas tomen demasiado tiempo.
- Daños vehiculares: la situación de mal estado de las vías produce que daños frecuentes en las llantas. Ya que las vías son muy estrechas si un vehículo se avería, interrumpe la circulación hasta que sea reparado.

Otro problema relacionado con el acceso es el ocasionado por la geografía de la zona. Los derrumbes son frecuentes lo que produce la interrupción total de la circulación, hasta que maquinaria pesada habilite el paso. En sectores más altos la presencia de arenales hace imposible el acceso, sobre todo en época de verano, pues la contextura del terreno no puede ser sorteado por ningún tipo de vehículo. Finalmente la presencia de neblina en varias zonas, dificulta el tránsito normal.

Fotografías que registran los problemas descritos anteriormente se adjuntan en el **anexo 7**.

Estado de las instalaciones eléctricas

Al realizar la constatación visual de la infraestructura física de las escuelas y otras edificaciones, se encontró que la mayoría cuenta con instalaciones eléctricas en muy mal estado, entre los principales problemas hallados se están:

- Medidor con conexiones improvisadas
- Ausencia de elementos protección como disyuntores o fusibles
- Tendido de conductores sin tubería
- Mal dimensionamiento de circuitos

Todos estos problemas son causas potenciales de corto circuitos, sobre carga de conductores que podrían devenir en accidentes que pondrían en riesgo a las personas y los bienes materiales.

Una muestra del registro fotográfico de esta situación se adjunta en el **anexo 8**.

Causas para los cortes de energía eléctrica

Todas las comunidades encuestadas presentan problemas de cortes prolongados del suministro eléctrico. Se constató que la mayoría de comunidades sufría de cortes que podrían durar desde una semana e incluso prolongarse por meses, esto se debe a que el reporte y reparación de los daños tardan mucho tiempo debido a que las comunidades son alejadas y de difícil acceso.

Las principales razones por las cuales se produce esta situación son:

- Rompimiento de conductores: a causa de los fuertes vientos, sobre todo en las zonas de páramo, los postes de suministro eléctrico no resisten la fuerza de los vientos, causando su caída y por consecuencia la ruptura de los conductores. Ocurre también que la caída de árboles sobre el tendido eléctrico produce el mismo daño.
- Daño en transformadores: en otras zonas la caída frecuente de rayos quema los transformadores interrumpiendo la energía eléctrica hasta su sustitución. Otro problema común es el mal dimensionamiento de los transformadores, pues el continuo crecimiento de las comunidades y las conexiones clandestinas contribuyen a sobrepasar el dimensionamiento inicial de los transformadores, si bien esto no produce cortes, no obstante el nivel de voltaje se ve afectado directamente, con lo cual es imposible la utilización de la mayoría de equipos.
- Falta de pago: debido a una mala clasificación de categoría o simplemente por falta de recursos económicos, la planilla eléctrica en varias comunidades ha llegado a valores impagables, lo que produce un corte del suministro por parte de la empresa comercializadora.

En el anexo 9, se presentan algunas fotografías que ilustran algunas de las razones que causan los cortes de energía.

Reacción de la comunidad

Las escuelas visitadas pertenecen al sistema intercultural bilingüe, que a diferencia de los escuelas hispanas están muy integradas a la comunidad. Por ello la escuela está muy integrada a la comunidad, es el espacio de encuentro, de trabajo y de educación. Por esta razón es común que el salón comunal sirva de aula de clases y viceversa o, que la iglesia se utilizada como guardería.

La energía eléctrica es compartida por la comunidad, normalmente existe un solo medidor eléctrico, que está en la escuela. Es muy importante para la escuela y la comunidad disponer de luz permanente pues les permitiría desarrollar actividades que ahora no pueden realizarlas, por ejemplo elaboración de artesanías, alfabetización, reuniones al final de la tarde y noche, producción de quesos, etc. Con suministro eléctrico podrían ampliar el uso de los establecimientos educativos de manera más eficiente.

Por ejemplo, es muy importante la energía eléctrica, en el caso de las guarderías pues podría utilizar refrigeradora o licuadora y dar un uso más eficiente a los alimentos que reciben del gobierno, lo cual incide directamente en el desarrollo nutricional de los niños menores de 5 años, quienes asisten a las guarderías.

Carga eléctrica

Con el fin de realizar el cálculo de consumo eléctrico se definió una lista estandarizada de equipos eléctricos en base a la constatación física realizada. En el **anexo 10**, se muestran algunos ejemplos del equipamiento más utilizado.

La siguiente lista detalla la potencia de los equipos, que se utilizó para el cálculo:

Artefactos eléctricos	Potencia (W)
Lámparas	20,0
Computadoras	200,0
Impresora	100,0
Televisor	70,0
VCR	25,0
Radio	15,0
Amplificador	300,0
Refrigeradora	400,0
Licuada	350,0
Maquinaria	500,0

Resultados

En esta sección se presentan los resultados más relevantes del estudio realizado. La información detallada se adjunta en los anexos correspondientes.

Caracterización general

El estudio identificó 140 puntos en las 44 comunidades. El **anexo 11** presenta la caracterización de cada comunidad, se incluyen aspectos relacionados con el acceso terrestre, distribución de los edificios en la comunidad y parte del registro fotográfico.

A continuación el siguiente cuadro resume el número y el tipo de puntos encuestados.

Tipo de punto	Número
Escuela	44
Casa comunal	27
Guardería	26
Iglesia	15
Otros	28
Total general	140

El detalle del tipo de punto por provincia se presenta en el siguiente cuadro.

Tipo	Bolívar	Chimborazo	Total general
Escuela	28	16	44
Casa comunal	19	8	27
Guardería	15	11	26
Iglesia	12	3	15
Quesera comunitaria	8		8
Tienda Comunitaria	1	3	4

Tipo	Bolívar	Chimborazo	Total general
Centro de Salud		3	3
Centro de acopio	2	1	3
Organización de Mujeres	1	1	2
Molino Comunitario		1	1
Lavandería de lana	1		1
Centro de desarrollo humano	1		1
Centro de artesanía	1		1
Cooperativa	1		1
Casa del turista		1	1
Turroneira comunitaria	1		1
Biblioteca	1		1
Total general	92	48	140

Características de las escuelas

Los datos respecto a número de alumnos, número de profesores y aulas de las 44 escuelas encuestadas son los siguientes:

Provincia	CODIGO	Comunidad	Alumnos	Profesores	Aulas
Bolívar	BL-001E	El Recreo	9	1	1
	BL-002E	El Porvenir	33	2	2
	BL-003E	Santa Teresita	36	2	1
	BL-004E	Nuevo Facundo	91	2	2
	BL-005E	La Florida	36	2	2
	BL-006E	Chaupi	35	2	2
	BL-007E	Lanza Urcu	60	6	5
	BL-008E	Monoloma	28	2	3
	BL-009E	Cocha Colorada	166	6	6
	BL-010E	El Tingo	87	3	3
	BL-011E	Gerrana	51	3	2
	BL-012E	Laihua	150	6	5
	BL-013E	Boliche	30	2	2
	BL-014E	Pímbalo	100	6	8
	BL-015E	Yacubiana	15	1	2
	BL-016E	Verdepamba	34	2	2
	BL-017E	Natahua	22	3	1
	BL-018E	Yurac Ucsha	28	3	2
	BL-019E	Pachancho	31	2	2
	BL-020E	El Corazón	106	7	6
	BL-021E	Pucarapamba	63	4	4
	BL-022E	Quindigua Bajo	146	11	8
	BL-023E	Quindigua Alto	57	4	4
	BL-024E	Pangua	49	3	5
	BL-025E	Suropogios	165	12	10
	BL-026E	Casaichi	183	14	12
	BL-027E	Queseras	158	9	9
	BL-028E	Gradas Central	140	10	7
Total Bolívar			2.109	130	118
Chimborazo	CH-029E	Guarguallá Grande	60	3	3
	CH-030E	Guarguallá Chico	34	1	3

Provincia	CODIGO	Comunidad	Alumnos	Profesores	Aulas
	CH-031E	Tranca Shulpuj	30	2	3
	CH-032E	Tranca Pucará	25	1	1
	CH-033E	Tranca San Luis	70	2	3
	CH-034E	Cebadas Centro	152	10	4
	CH-035E	Gualiñac	78	6	5
	CH-036E	Retén Macalete	40	2	3
	CH-037E	Pancún Ichubamba	64	2	3
	CH-038E	Guacona La Merced	50	3	3
	CH-039E	Guazán - Santa Clarita	54	2	2
	CH-040E	Gramapamba	75	4	2
	CH-041E	Chismaute	252	11	8
	CH-042E	Ambrosio Lazo	24	1	2
	CH-043E	Tepeyac - Gatazo	115	15	7
	CH-044E	San José de Pinipala	31	3	3
Total Chimborazo			1.154	68	55
Total general			3.263	198	173

Características de las edificaciones

En total se realizó el cálculo para 402 edificaciones en las 44 comunidades visitadas. El detalle para cada provincia se presente en el cuadro siguiente:

Provincia	Comunidades	Puntos	Edificaciones
Bolívar	28	92	285
Chimborazo	16	48	117
Total	44	140	402

Las características de estas edificaciones es el siguiente:

Provincia	Material	Cubierta	Número de edificaciones	Promedio de Área (m2)	
Bolívar	Adobe	Paja	1	30,0	
		Concreto	Concreto	105	54,8
			Fibrocemento	34	64,9
			Madera	1	74,0
			Metálica	130	46,9
			Plástico	4	42,5
	Hormigón prefabricado	Metálica	1	30,0	
Madera	Metálica	6	37,2		
	Paja	3	21,0		
Total Bolívar			285	51,4	
Chimborazo	Concreto	Concreto	17	27,6	
		Fibrocemento	85	32,3	
		Metálica	8	39,5	
		Paja	4	41,5	
	Madera	Fibrocemento	1	12,0	
		Metálica	1	16,0	
		Paja	1	15,0	
Total Chimborazo			117	31,9	
Total general			402	45,7	

Consideraciones para el cálculo de potencia

Para realizar el cálculo del consumo se empleó las siguientes consideraciones:

Carga	Bolívar	Chimborazo	Total
Boquillas	783	248	1031
Lámparas	253	141	394
Tomacorrientes	596	192	788
Computadoras	134	60	194
Computadoras que funcionan	102	58	160
Impresora	30	11	41
Televisor	12	8	20
DVD Player	5	6	11
Radio	16	7	23
Amplificador	5	4	9
Refrigeradora	8	1	9
Duchas Eléctricas	2	0	2
Licuadora	2	1	3
Maquinaria	1	14	15

Consumo de energía por carga

Carga	Potencia (W)	Uso Diario (horas)	Consumo diario (Wh)
Lámparas	20	2,0	40
Computadoras	200		400
Impresora	100	2,0	100
Televisor	70		140
VCR	25	1,0	50
Radio	15	2,0	60
Amplificador	300	2,0	60
Refrigeradora	400	4,0	1.600
Duchas Eléctricas	2.000	0,2	1.000
Licuadora	350	4,0	87,5
Maquinaria	500	0,5	250

Situación de consumo eléctrico actual por comunidad

Tomando en cuenta la carga instalada y el consumo por carga, el cálculo de consumo diario de energía por comunidad es:

Provincia	COD	Comunidad	Consumo diario (Wh)
Bolívar	001	El Recreo	-
	002	El Porvenir	3.000
	003	Santa Teresita	2.300
	004	Nuevo Facundo	3.200
	005	La Florida	2.040
	006	Chaupi	748
	007	Lanza Urcu	6.020
	008	Monoloma	5.798
	009	Cocha Colorada	2.200

Provincia	COD	Comunidad	Consumo diario (Wh)
	010	El Tingo	1.180
	011	Gerrana	400
	012	Laihua	3.850
	013	Boliche	840
	014	Pímbalo	11.920
	015	Yacubiana	1.600
	016	Verdepamba	3.600
	017	Natahua	800
	018	Yurac Ucsha	2.260
	019	Pachancho	2.200
	020	El Corazón	460
	021	Pucarapamba	2.410
	022	Quindigua Bajo	4.180
	023	Quindigua Alto	2.080
	024	Pangua	500
	025	Suropogios	7.200
	026	Casaichi	3.180
	027	Queseras	5.200
	028	Gradas Central	3.970
Total Bolivar			83.135
Chimborazo	029	Guarguallá Grande	620
	030	Guarguallá Chico	3.250
	031	Tranca Shulpuj	1.140
	032	Tranca Pucará	248
	033	Tranca San Luis	660
	034	Cebadas Centro	2.120
	035	Gualiñac	3.140
	036	Retén Macalete	5.220
	037	Pancún Ichubamba	2.060
	038	Guacona La Merced	3.330
	039	Huazán - Santa Clarita	880
	040	Gramapamba	1.130
	041	Chismaute	3.650
	042	Ambrosio Lazo	1.130
	043	Tepeyac - Gatazo	6.640
	044	San José de Pinipala	2.790
	Total Chimborazo		
Total general			121.143

Un reporte detallado del consumo actual está disponible en el **anexo 12**.

Necesidades de consumo eléctrico futuro por comunidad

Para el cálculo de las necesidades de consumo eléctrico para el futuro, se tomaron en cuenta 3 escenarios con las siguientes características:

Edificación	Carga	Cantidad Optimista	Cantidad Media	Cantidad Pesimista
Escuela	Lámparas	300 luxes	300 luxes	300 luxes
	Computadoras	10 alumnos por PC	15 alumnos por PC	20 alumnos por PC
	Impresora	1	1	1
	Televisor	1	0	0
	DVD player	1	0	0
	Radio	1	1	1
	Amplificador	1	1	0
Cocina	Licuada	1	1	0
	Refrigerador	1	0	0
Vivienda Profesor	Ducha eléctrica	1	1	0
Casa comunal	Lámparas	150 luxes	150 luxes	150 luxes
Iglesia	Lámparas	150 luxes	150 luxes	150 luxes
Otros centros	Lámparas	150 luxes	150 luxes	150 luxes

Con esta información las necesidades de energía eléctrica por comunidad es:

Provincia	LUGAR	Comunidad	Optimista (Wh)	Medio (Wh)	Pesimista (Wh)
Bolívar	001	El Recreo	2.698	908	760
	002	El Porvenir	3.870	3.280	1.820
	003	Santa Teresita	7.398	5.208	2.660
	004	Nuevo Facundo	8.978	5.988	4.040
	005	La Florida	6.698	4.508	1.960
	006	Chaupi	8.165	5.975	3.340
	007	Lanza Urcu	9.810	7.220	4.760
	008	Monoloma	9.288	8.418	6.270
	009	Cocha Colorada	11.738	7.948	5.600
	010	El Tingo	8.778	5.788	4.240
	011	Gerrana	7.538	4.948	3.400
	012	Laihua	11.668	7.688	6.740
	013	Boliche	4.530	3.660	2.600
	014	Pímbalo	14.498	9.908	6.960
	015	Yacubiana	8.985	5.195	2.960
	016	Verdepamba	7.858	4.068	3.520
	017	Natahua	10.585	6.795	4.560
	018	Yurac Ucsha	8.458	6.268	4.120
	019	Pachancho	8.198	6.008	2.460
	020	El Corazón	12.878	9.888	5.940
	021	Pucarapamba	10.628	7.848	4.240
	022	Quindigua Bajo	14.458	10.668	8.720
	023	Quindigua Alto	7.698	4.728	3.180

Provincia	LUGAR	Comunidad	Optimista (Wh)	Medio (Wh)	Pesimista (Wh)
	024	Pangua	6.798	4.608	3.060
	025	Suropogios	16.818	10.888	7.940
	026	Casaichi	27.048	20.268	15.660
	027	Queseras	13.970	10.040	7.720
	028	Gradas Central	17.315	12.135	7.640
Total Bolivar			287.340	200.840	136.870
Chimborazo	029	Guarguallá Grande	6.170	5.180	2.720
	030	Guarguallá Chico	5.070	4.480	2.020
	031	Tranca Shulpuj	2.750	2.160	2.100
	032	Tranca Pucará	3.905	1.715	1.480
	033	Tranca San Luis	5.838	3.248	2.700
	034	Cebadas Centro	9.058	5.268	3.920
	035	Gualiñac	7.918	5.328	4.380
	036	Retén Macalete	7.050	6.720	5.660
	037	Pancún Ichubamba	6.998	4.408	2.860
	038	Guacona La Merced	7.188	4.808	3.200
	039	Huazán - Santa Clarita	5.690	4.700	2.240
	040	Gramapamba	10.875	6.095	4.400
	041	Chismaute	17.228	11.698	8.950
	042	Ambrosio Lazo	3.780	3.000	1.880
	043	Tepeyac - Gatazo	10.978	7.398	6.450
044	San José de Pinipala	7.408	3.428	1.880	
Total Chimborazo			117.900	79.630	56.840
Total general			405.240	280.470	193.710

Un reporte detallado de las necesidades futuras se encuentra en el **anexo 13**.

Reporte por comunidad

La base de datos con la información procesada permite generar el reporte personalizado que se requiera, así por ejemplo, para la comunidad Guazán-Santa Clarita tenemos el siguiente reporte de consumo de energía:

Provincia	Chimborazo
Cantón	Guamote
Parroquia	Matriz
Comunidad	Guazán - Santa Clarita

CODIGO	Tipo	Datos	Consumo actual (wh)
CH-039C	Casa comunal	Lámparas Computadoras Impresora Televisor VCR Radio Total Consumo	40 - - - - - - 40
CH-039E	Escuela	Lámparas Computadoras Impresora Televisor VCR Radio Total Consumo	240 400 100 - - 60 - 800
CH-039G	Guardería	Lámparas Computadoras Impresora Televisor VCR Radio Total Consumo	40 - - - - - - 40
CH-039O	Centro de acopio	Lámparas Computadoras Impresora Televisor VCR Radio Total Consumo	- - - - - - - -
Total Lámparas			320
Total Computadoras			400
Total Impresora			100
Total Televisor			-
Total VCR			-
Total Radio			60
Total Total Consumo			880

Capítulo 4: Conclusiones y Recomendaciones

Una vez finalizado el estudio, podemos concluir que:

- Se cumplió con el objetivo reformulado de identificar al menos 100 escuelas y centros comunitarios con problemas de cortes de electricidad frecuentes y prolongados.
- Se logró identificar 140 puntos entre escuelas y centros comunitarios (casas comunales, guarderías, iglesias, emprendimientos, etc.) en las 44 comunidades visitadas en las provincias de Bolívar y Chimborazo.
- Se caracterizó el consumo actual y necesidades futuras de energía eléctrica de 402 edificaciones en los 140 puntos identificados.
- Se pudo constatar que la energía eléctrica es fundamental para el desarrollo de las actividades escolares. Su suspensión prolongada afecta directamente en el cumplimiento del programa educativo e imposibilita el uso de recursos didácticos audiovisuales e informáticos.
- De igual forma los cortes eléctricos interrumpen actividades comunitarias y emprendimientos productivos esenciales para la comunidad.
- Las instalaciones eléctricas de las escuelas, no cumplen con normas técnicas eléctricas, en la mayoría de casos están en pésimo estado.
- En general las escuelas y comunidades visitadas cuentan con una carga instalada muy baja. Se limita a pocas luminarias y equipamiento básico.
- La demanda futura de energía eléctrica está supeditada al equipamiento que podrían tener las escuelas y comunidades en el futuro, las necesidades al respecto son muchas.
- Las necesidades de equipamiento se centran especialmente en la dotación de luminarias y computadoras. De igual manera la necesidad de conectividad a través de internet es fundamental, pues ninguna de las escuelas cuenta con la infraestructura para ello.
- Las dificultades de acceso vial a las comunidades visitadas como: la distancia, mal estado de las vías y condiciones geográficas las mantienen aisladas, lo que repercute en la solución ágil de los problemas eléctricos de la zona.
- Todas las comunidades mostraron una total apertura y aceptación a la introducción de fuentes de energía alternativa, como solución a los problemas de cortes eléctricos. Se constató que una característica generalizada de las comunidades era su alto grado de cohesión social y participación comunitaria.
- Todas las personas entrevistadas manifestaron el interés comunitario de beneficiarse de la implementación de un proyecto de energía solar para mejorar las condiciones en las escuelas y en la comunidad. (la lista de las personas entrevistadas se encuentra en el anexo 14)
- Tomando en cuenta que dentro del plan de electrificación se impulsa el uso de energía alternativa, la implementación de un proyecto que emplee energía solar sería altamente factible.
- Las condiciones para la importación de equipamiento de paneles solares fotovoltaicos son favorables, pues en las últimas reformas arancelarias se eliminó el impuesto de 5% que estaba vigente. (ver anexo15)
- De igual forma, la situación eléctrica por la que actualmente atraviesa el Ecuador permite que las condiciones políticas para el desarrollo de un proyecto de las características planteadas, no solamente sean favorables, sino que permitiría erigirse como modelo de referencia para su aplicación en otras zonas a nivel nacional y ser insumo para la formulación de políticas públicas de apoyo a la educación.

Por lo tanto se recomienda que:

- Para la implementación del proyecto es fundamental tomar en cuenta los desafíos relacionados con el acceso vial, pues tienen repercusión directa en el tiempo y en el presupuesto.
- Es necesario tomar en consideración las condiciones geográficas de la región, pues los fuertes vientos especialmente demandarían tomar medidas especiales, por ejemplo: para la instalación y anclaje de los paneles solares.
- La dotación de fuentes alternativas de energía eléctrica debería tener como primer requisito la readecuación y mejoramiento de las instalaciones eléctricas. En las condiciones actuales no sería responsable la implementación del proyecto.
- La iniciativa de un sistema de energía eléctrico solar deber ir de la mano con la actualización y ampliación de la infraestructura informática y fundamentalmente la provisión de acceso a internet.
- Para el mejor aprovechamiento de una potencial infraestructura informática y de conectividad, sería de vital importancia la adopción de una estrategia de desarrollo de capacidades de los maestros y maestras. Solamente el conocimiento de las potencialidades que proveen estas tecnologías permitirían su mayor y mejor uso.
- La estrategia de capacitación a maestros debería estar acompañada por el impulso para desarrollar contenidos locales relevantes para los niños y niñas de las escuelas, así como demás miembros de la comunidad.
- La implementación del proyecto tome en cuenta la participación de la comunidad para el uso y apropiación de estas tecnologías (solar e informática). Este factor sería clave para garantizar la sostenibilidad del proyecto.
- Podría resultar interesante aprovechar la decisión política de impulso a las energías alternativas para posicionar este proyecto como un referente del uso de energía solar en escuelas y comunidades rurales en el Ecuador.