



**Ministerio de Educación Superior
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
Dr. Antonio Núñez Jiménez
Facultad Metalurgia-Electromecánica
Departamento de Eléctrica**

Trabajo de Diploma
en opción al Título
de
Ingeniero Electricista

*Título: Modelo para la toma de
decisiones en la electrificación de
comunidades rurales.*

Autor: Juan Carlos Jorba Poll.

Tutor: Dr.C. Reynaldo Laborde Brown.

Moa 2009

Declaración de Autoridad.

Yo: Juan Carlos Jorba Poll.

Autor de este Trabajo de Diploma titulado “Modelo para la toma de decisiones en la electrificación de comunidades rurales” junto con el Dr.C. Reynaldo Laborde Brown certifico su propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”, el cual podrá hacer uso del mismo para fines docentes y educativos.

Juan Calos Jorba Poll
(Diplomante)

Dr.C. Reynaldo Laborde Brown
(Tutor)

Autor: Juan Carlos Jorba Poll
Título: Modelo para la toma de decisiones en la electrificación de comunidades rurales

Pensamiento

Frente a cualquier dificultad objetiva, los hombres deben crecerse. La vida presenta innumerables alternativas y acciones posibles frente a cada problema concreto. Lo que no debe nunca aceptarse, ninguna excusa para dejar de cumplir la tarea, ni permitir que las dificultades se conviertan en pretextos justificativos y conformistas

Fidel Castro Ruz

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi padre Juan Carlos Jorba Elcea y a mi madre Balbina Poll Batista que se han esforzado al máximo de sus vidas para apoyarme y suplir mis necesidades en todo el transcurso de mi formación en los veintisiete años que tengo, a mi hermano, hermana, abuela y demás familiares.

Agradecimientos

Primeramente quiero dar gracias a Dios el cual me a dado la vida y capacitado para poder asimilar los conocimientos adquiridos en el transcurso de la universidad que culmina con este resultado, agradecer a mi papá, mamá, hermano, hermana, abuela; demás familiares, hermanos en la Fe Cristiana, profesores, compañeros de aula y en general a tos aquellos que de una manera u otra han contribuido al desarrollo de mi vida como estudiante.

Resumen

En este trabajo que consta de 3 capítulos hemos recopilado información sobre el modelo SURE el cual permite definir los recursos de la comunidad y mostrar una representación grafica del estado actual del la misma por medio de un pentágono donde se visualizan los recursos y se comparan con uno ideal predefinido, las formulas generales aplicadas, una guía de usuario para comprender mas fácil el trabajo con él.

Un resumen de los datos recogidos por medio de la encuesta participativa para el llenado del modelo que es aplicada a los habitantes de la comunidad que contribuirán la toma de decisión como los datos técnicos del equipamiento para la red diseñada considerando un resultado a priori determinado por nosotros.

Summary

In this work we have captured 3 chapters and we have found information about the model "SURE" which permits to capitalise and determine the community and to demonstrate a representation of an graphic of the actual state of the same through an pentagon where they visualize the capitals and they compare it with an ideal determination, the application of general formulas, an users guide to absorb his work in an better way. A summary with the following information which formulates the participation in filling the model which applies the habitants of the community to contribute the making of the decision like the technical information of the system for the designing operation to be considered an result of prior determination to us in the relation of this project.

Índice

Declaración de Autoridad.....	2
Pensamiento.....	I
Dedicatoria.....	II
Agradecimientos.....	III
Resumen.....	IV
Summary.....	V
Índice.....	VI
Introducción.....	VII
Introducción del trabajo.....	VII
Planteamiento del problema.....	VII
Objetivo del trabajo.....	VII
Objetivos específicos:.....	VII
Objeto de estudio:.....	VIII
Campo de acción:.....	VIII
Hipótesis:.....	VIII
Tareas de la investigación:.....	VIII
Resultados esperados:.....	VIII
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Reseña histórica.....	1
1.2. Tipos de los modelos.....	7
1.2.1. HOMER.....	7
1.2.2. RETScreen.....	8
1.2.3. HYBRID2.....	9
1.2.4. RESURL.....	10
CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
2.1. Diseño.....	13
2.2. Modelo SURE.....	13
2.3. Procedimiento para la proyección de la red.....	19
2.4. GUIA DEL USUARIO <i>SURE</i> V 1.6.....	21
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DESCRIPCIÓN.....	78
3.1. Características del sistema.....	78
3.2. Cálculos obtenidos.....	79
3.3. Cálculo de la caída de tensión en los conductores.....	79
3.4. Esquema de la red de la zona.....	80
3.5. Análisis económico del costo de los materiales.....	80
3.6. Impacto medio ambiental.....	81
3.7. Conclusiones.....	81
Conclusiones generales.....	82
Recomendaciones.....	83
Bibliografía.....	84

Autor: Juan Carlos Jorba Poll

Título: Modelo para la toma de decisiones en la electrificación de comunidades rurales

Introducción

Introducción del trabajo

A nivel internacional la situación de energización rural revela un ejemplo evidente del deterioro sostenido en que se sumergen las comunidades rurales. Según el Informe del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) hay 2000 millones de personas en el mundo sin electricidad y principalmente en América Latina donde la no existencia de energía limita las oportunidades, intereses, capacidades y autonomía de estos espacios.

Cuba, aunque no clasifica dentro de los países que por este motivo, han incrementado la pobreza y el resquebrajamiento de la calidad de vida, no se encuentra al margen de esta problemática e independientemente de que se han realizado esfuerzos en este sentido todavía existen alrededor de 150 000 a 200 000 personas (aproximadamente 100 000 viviendas) que viven en comunidades rurales aisladas no electrificadas.

Planteamiento del problema

Insuficiencia sobre la aplicación de modelos para la toma de decisiones en la electrificación de comunidades rurales no electrificadas o parcialmente electrificada.

Objetivo del trabajo

Recopilar información sobre el modelo SURE de toma de decisiones para la electrificación de comunidades no electrificadas o parcialmente electrificada y proponer una variante de red de electrificación a partir del SEN.

Objetivos específicos:

Recopilar información sobre el modelo SURE.

Caracterizar una comunidad no electrificada para la aplicación del modelo.

Proponer una solución de red de electrificación para la comunidad seleccionada considerando una respuesta anticipada del modelo.

Objeto de estudio:

Comunidad “Los Indios” municipio Sagua de Tanamo.

Campo de acción:

Aplicación del modelo SURE a una comunidad de 50 viviendas.

Hipótesis:

El estudio de un conjunto de variables que caracterizan desde el punto de vista técnico, económico, social y ecológico de una comunidad rural no electrificada permitirá disponer de los elementos necesarios para la aplicación de un modelo dirigido a la toma de decisiones para la electrificación de dicha comunidad.

Tareas de la investigación:

Agrupar la información del modelo SURE en los capítulos a que corresponde.

Visitar la comunidad seleccionada y aplicar encuesta participativa

Realizar cálculos pertinentes con relación a la proyección de la red

Resultados esperados:

Tener agrupada la información sobre el modelo.

Presentar resumen de los datos de la comunidad que son requeridos por el modelo.

Presentar el Proyecto de una red eléctrica para la Zona.

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1.1. Reseña histórica

El proyecto “Renewable Energy for Sustainable Rural Livelihoods”, en lo adelante RESURL, baso su fundamento teórico en la Teoría del Bienestar, teoría económica que nació a inicios del siglo XX y la teoría de los modos de vida sostenible desarrollada por los científicos:

Alfred Marshall (1842-1924), economista británico, filósofo, tomó lecciones de ética.

Su concepto “economías y deseconomías a escala externa” desarrollado por **Alfred Pigou**, distinguió costes privados y costes sociales, lo que sentó las bases para la formulación de la teoría del bienestar: una nueva rama dentro de la economía, la que plantea de que modo la sociedad podría asignar recursos de forma más eficaz.

Vilfredo Pareto: economista y sociólogo Italiano, doctrina del utilitarismo.

John Rawls: filósofo estadounidense, “teoría de la justicia” o “equidad”, (1971).

John Richard Hicks: economista británico, contribuciones a la “teoría del equilibrio general y del bienestar”, premio Nobel 1972.

Kenneth Joseph Arrow: economista estadounidense, “teorema de la imposibilidad” y contribuciones a la “teoría del equilibrio general y del bienestar”, premio Nobel 1972.

Amartya Sen: economista filósofo hindú, crea el “concepto de capacidad social”: la desigualdad no debe medirse sólo según el acceso a bienes materiales y sociales; es fundamental que los individuos tengan la capacidad de utilizarlos eficazmente, “el conjunto de facultades” que les permita ser libres para procurarse su bienestar, (Sen, 1999), premio Nobel 1998.

Chambers y Conway: creadores de la teoría de medios de vida sostenibles “MVS” (1991), El concepto de medios de vida sostenibles

mejora nuestra comprensión de las vías de subsistencia en particular de los pobres y del papel de la sostenibilidad para mejorar la resistencia de las comunidades a eventos negativos externos.

La Teoría del Bienestar, como teoría económica se basa en la búsqueda de una óptima asignación de los recursos (partiendo de que todo recurso tiene diversos usos alternativos) por lo que se deben evaluar los beneficios o ventajas y los costos o desventajas de cualquier proyecto buscando conocer su viabilidad en términos del bienestar económico que produzcan.

En esta búsqueda del "óptimo" necesariamente debemos remitirnos al pensamiento neoclásico cuyos principales exponentes de la optimalidad ya han sido mencionados anteriormente. El lenguaje de Vilfredo Pareto sociólogo y economista italiano y (Céligny, 2005), una mejora social se producirá cuando una reorganización de la economía mejora el ingreso de un individuo sin perjudicar al resto de los miembros de la comunidad. El cambio neto en la utilidad total, o bienestar social, es entonces una suma ponderada de los cambios en el ingreso de los individuos; la ponderación en cada caso estará dada por la respectiva utilidad marginal en el ingreso, dado que un incremento en una misma cantidad de dinero significa una utilidad marginal mucho mayor para un individuo con bajos ingresos, cuanto más bajo sea el ingreso promedio de determinado núcleo social, mayor será su coeficiente de distribución. De esta forma establece que un programa X conduce al bienestar en la sociedad si esto hace bien a una persona y no hace mal a ninguna otra, tal visión sintetiza las bases de esta lógica de pensamiento. Este principio se ha desarrollado en la teoría y en las políticas económicas de los países capitalistas según las cuales los beneficiados con un programa están dispuestos a compensar a los desfavorecidos con dicho programa hasta el punto en que éstos se consideren satisfechos. Como crítica a este pensamiento se le señala que reúne varios problemas prácticos y teóricos en relación con la viabilidad de

esta línea como son: la medición agregada del bienestar (pérdida) en que incurren los beneficiarios (perjudicados) por la aplicación de un proyecto; la cuestión distributiva resulta crítica, sobre todo si no se plantea cambiar la forma en que la sociedad tiene distribuidos los medios para producir ni las relaciones sociales de producción consustanciales; y, por último, la valoración justa y socialmente deseable de un beneficio o perjuicio por miembros de la sociedad sin tener la suficiente información de las ventajas de consumir determinado producto respecto a no hacerlo.

Posteriormente y asumiendo el momento histórico concreto esta teoría fue objeto de mira de diversos sociólogos y economistas, pero no fue hasta el año de 1972 que se ubica en su justa importancia al otorgársele el premio a Hicks-Kaldor por sus contribuciones a la teoría económica de equilibrio general y teoría del Bienestar. Según esta filosofía un programa X tiene un beneficio neto positivo si los ganadores pueden compensar a los perdedores y hacerlos callar para que se sientan mejor. Obviamente esta regla se sustenta, como su original paretiana, en la hipótesis de la “racionalidad” de los consumidores y la “inevitabilidad de las leyes del mercado”, y como si todo el bienestar, incluso el espiritual, fuesen monetario.

En términos cuantitativos, de cumplirse la regla de Kaldor-Hicks también se cumple la de Pareto. Si, en lugar de ocurrir un pago equilibrado entre ganador y perdedor, el ganador logra ganar más que lo perdido por el perjudicado, existirá un beneficio neto positivo para toda la sociedad en su conjunto; y, cuando esto no ocurre para todas las personas en la sociedad o no se está gustoso o satisfecho con la comparación interpersonal de utilidades, no se puede asegurar que aquel “programa X” implique un bienestar para la sociedad. Aquí subyace un problema que la teoría subjetivista del valor no resolvió definitivamente. ¿Cómo asegurarse de que la apreciación del valor transaccionado en un mercado es exacto para todos los agentes implicados en el acto de cambio?

Fue el célebre economista y filósofo Amartya Sen de origen hindú quien recibió de la Real Academia Sueca de las Ciencias, el Premio nobel de Economía 1998, por sus contribuciones a la Teoría Economía del Bienestar. Sen¹ desarrolló un modelo alternativo para la teoría del bienestar donde se separa del utilitarismo y por consiguiente del "Óptimo de Pareto", fundamentos esenciales de la teoría neoclásica-ortodoxa, puesto que obtiene valores no neutrales que afectan el espacio interpersonal. Resultado de sus estudios logró establecer un índice que pretende medir de manera agregada la pobreza de un país ("Índice Sen"), tomando como indicadores la distribución del ingreso, la participación de la población pobre y el grado de pobreza, dando por tanto un índice sensible a la redistribución del ingreso en estos sectores de la población. El principal logro fue identificar a los pobres (en base a necesidades mínimas o básicas), ver sus condiciones actuales en un agregado (escala relativa de privaciones), proponer una línea de pobreza y por tanto identificar los niveles de ingresos, enmarcar a los pobres en relación con los no pobres, ampliando así el marco para analizar la pobreza. Asimismo, Sen cuestiona también el concepto de libertad individual incompleto que prevalecía hasta ese momento en la teoría económica, proponiendo incorporar también a la libertad para elegir una forma valorada de vida, el desarrollo de las capacidades y habilidades humanas como esencia del desarrollo humano y base del bienestar social. Así, sus enfoques teóricos y generales se asientan sólidamente en el estudio del bienestar social, en términos de capacidades y habilidades humanas, y de una racionalidad y motivación humana congruente con principios culturales, de carácter moral y político. De manera global se puede resumir en tres los postulados esenciales que rigen la teoría de la economía del bienestar de modo que:

- Los consumidores, en condiciones de competencia, expresan su disposición a pagar, a través del beneficio marginal privado (función de demanda).
- Los productores, en condiciones de competencia, expresan su disposición a producir en función de su costo marginal privado (Función de oferta).

El óptimo social, en condiciones de competencia, se alcanza donde el ingreso marginal se iguala al costo marginal, de este modo el excedente neto social es el resultado del saldo entre excedente de consumidores y productores respectivamente.

Por otra parte la tradición de la "Public Choice" se mueve del campo de las ideas normativas a las ideas positivas de "cómo decidir" con "criterio de democracia". Más que la búsqueda de un nivel óptimo de gastos incurridos, esta 'tradición' intenta encontrar, cómo las "democracias" trabajan en la práctica y cómo fijan los niveles de actividad de diferentes procesos de decisión. En otras palabras esta corriente de pensamiento refleja la necesidad de que cuando se tome una decisión de inversión se contemple la opinión de la mayor cantidad de agentes involucrados en la afectación o disfrute de los efectos de la inversión. En esta dirección las ventajas de la propiedad social socialista son incuestionables. Obviamente que esta fundamentación neoclásica al estilo de la 'Public Choice' se enmarca en la lógica del modo de producción capitalista presentado de forma natural y reformista, sin cambios transformadores de la esencia de un sistema al cual le es implícito la permanente inequidad en la distribución de los ingresos y por ende la profundización de las desigualdades sociales. En todo caso es rescatable de esta tradición de pensamiento la necesidad de contemplar el criterio de la mayoría a la hora de decidir en materia de inversiones lo que implica el sacrificio de una parte del consumo presente con vistas a un disfrute futuro con cierto grado de incertidumbre.

No obstante estas teorías han sido muy polemizadas desde varios puntos de vista, dado que realmente, resulta muy engorroso definir una función objetivo en las evaluaciones públicas o sociales que supere a todos los demás análisis de cualquier índole. El famoso Teorema de la imposibilidad de Kenneth Arrow (Premio nobel de Economía 1951) mostró cómo no existía ningún método para derivar una función de bienestar social a partir de las preferencias individuales que cumpliera con un mínimo de propiedades lógicas, y que, por lo tanto, fuese éticamente aceptable. Posteriormente, algunos autores se decantaron por abandonar la búsqueda de la función de bienestar social a cambio de lo que se denominaba una función de decisión social. La función de decisión no permite ordenar las distintas alternativas o proyectos, pero sí permitiría seleccionar el mejor, lo cual podría ser suficiente en la evaluación. Sin embargo, Gibbard (1973) y Satterhwaite (1975) formularon también un teorema de imposibilidad para las funciones de decisión social. Dicho teorema asegura que es imposible encontrar una regla de votación aceptable para seleccionar entre un conjunto de alternativas la preferida desde el punto de vista social. Aceptable querría decir en este caso, que ninguna alternativa quedase excluida automáticamente de la elección, que no proporcionase a los individuos incentivos para no revelar sus verdaderas preferencias, que funcionase siempre y que, por supuesto, no fuese dictatorial.

De cualquier forma lo que si resulta innegable es el hecho de la necesidad, mucho mas creciente en nuestros días de evaluar económicamente y socialmente los proyectos de inversión, buscando que la elección, dentro de las posibles, sea la mas adecuada, oportuna y eficiente desde la arista social porque en definitiva lo que se pretende es mejorar la sociedad en su conjunto y no a un grupo de individuos.

Según el concepto que referencia el Departamento de Fondos para la Inversión y el Desarrollo del Gobierno de Inglaterra en lo adelante DFID,

acerca de los “Modos de Vida Sostenibles, MVS” (fundamento teórico retomado por RESURL), se dice que básicamente lo que representa es una manera de concebir los objetivos, el alcance y las prioridades del desarrollo en los pueblos. Esta teoría cuenta con un marco conceptual y objetivos a través de los cuales, se pretende contribuir a la reducción de la pobreza y a aumentar el desarrollo de los pueblos, en el caso de este trabajo, vía la energización rural (DFID, 1999a, 1999b, 2000).

Un modo de vida comprende las posibilidades, activos (que incluyen recursos tanto materiales como sociales) y actividades necesarias que los pueblos deben aprovechar para ganarse la vida. Un modo de vida llega a ser sostenible, sólo cuando puede soportar tensiones, choques y puede recuperarse de los mismos, a la vez que mantiene y mejora sus posibilidades y activos tanto en el presente, como en el futuro, y sin degradar los recursos naturales existentes.

De forma general la Teoría de los Modos de Vida Sostenible presta especial atención a la asistencia a los países para analizar y profundizar en los elementos fundamentales que favorecen la sostenibilidad de los modos de subsistencia: la dinámica de la base de los recursos naturales; las estrategias para la reducción de la pobreza, la promoción del bienestar y la adaptación positiva a los cambios.

1.2. Tipos de los modelos

1.2.1. HOMER

HOMER Modelo de Optimización para Sistemas Híbridos Eléctricos con Base en Energías Renovables (*Hybrid Optimization Model for Electric Renewables*) desarrollado por NREL (*National Renewable Energies Laboratory, Estados Unidos*).

Como una de las características principales de HOMER, éste se identifica como una herramienta útil para determinar el menor costo de la energía generada a las comunidades remotas (\$/kWh). Esto es realizado mediante simulaciones de cada hora de funcionamiento de miles de sistemas

potenciales analizando los costos del ciclo de vida útil. También realiza análisis de sensibilidad para evaluar el impacto de un cambio en cualquiera de los parámetros de entrada y proporciona resultados anuales, de cada hora, y en forma tabular y gráfica.

Entre las características principales del paquete se destacan las siguientes:

- Optimizar el diseño, llegando a la configuración del sistema con el costo mínimo de energía nivelado.
- Considerar generación hidráulica, biomasa e hidrógeno.
- Comparar sistemas híbridos a extensión de red convencional.
- Considerar mezclas de cargas en corriente alterna y corriente directa.
- Realizar análisis de sensibilidad.

Entre los datos proporcionados por HOMER, las principales variables indicativas de cada configuración son: Valor presente neto del sistema (\$) y costo nivelado de energía generada (\$/kWh), en la que la configuración óptima resulta la de menor costo nivelado.

1.2.2. RETScreen

RETScreen. Este programa está diseñado en hojas de cálculo interactivas de Microsoft-Excel®. Provee una plataforma común, tanto para toma y soporte de decisiones como para propuestas de incremento de capacidad de generación ante sistemas ya construidos. Evalúa y analiza la producción de energía, costos en el ciclo de vida útil y emisiones evitadas de gases de efecto invernadero; todo para las distintas tecnologías de generación eléctrica disponibles con base en energías renovables: solar (fotovoltaico y térmico), eólica, biomasa e hidráulica; cada una con su propia hoja de cálculo y por separado.

Entre las características principales del paquete resaltan:

- Algunos costos de equipos ya cargados por definición.
- Análisis de emisiones evitadas de gases de efecto invernadero por utilizar fuentes renovables

de energía.

- Flujos de caja (ingresos y egresos en el tiempo).
- Tipos de cambio monetario para varias divisas de trabajo.
- Acceso a su propia base de datos climatológicos mundiales, en línea.
- Acceso a la base de datos climatológicos mundiales de la NASA, en línea.

Es importante resaltar que cada uno de los módulos de RETScreen está diseñado para analizar una tecnología de energía renovable por separado; es decir, si se analiza un proyecto híbrido, tendrán que ingresarse las características de la componente fotovoltaica en el módulo correspondiente, las componentes eólicas en otro módulo, y así con las otras fuentes de energía, para finalmente obtener como resultado la suma de todos los efectos.

1.2.3. HYBRID2

HYBRID2. Este paquete de cómputo emplea un análisis estadístico para hacer más preciso su cálculo durante el intervalo de tiempo de registro de los datos, y puede modelar sistemas con series de tiempo de cualquier tamaño (días, horas, minutos, etc.). HYBRID2 también fue desarrollado por NREL.

Entre las características principales del paquete se destacan las siguientes:

- Simular sistemas con más de un generador diesel.
- Realizar simulaciones con tiempos de análisis menores a una hora.
- Considerar variabilidad del recurso y valores de carga dentro de un solo intervalo de tiempo.
- Simular mezclas de cargas en corriente alterna y corriente directa.
- Simular más estrategias de suministro.

Con la utilización de este programa se pretende disminuir los costos inherentes al diseño y desarrollo (proyecto de ingeniería) de los sistemas híbridos, dado que no es necesario implementar físicamente un prototipo

para validar un diseño; y una sola persona puede manejar en la computadora el paquete de cómputo.

1.2.4. RESURL

RESURL tiene por objetivo evaluar y medir los factores que contribuyen o dificultan los desarrollos de energías eficientes, viables y apropiadas en áreas rurales remotas, también trata de lograr una comprensión precisa y realista de los puntos fuertes de los pueblos (activos o capitales disponibles para el uso en la producción de bienes o recursos) y de su lucha por convertir esos activos en logros positivos.

Estos capitales o recursos de la comunidad que se tienen en cuenta son: Capital Natural, Humano, Social, Físico y Financiero.

1.2.4.1. Definición de los capitales

El capital natural se refiere a la disponibilidad de recursos, unidad de contaminación atmosférica a causa de la energía, impacto visual, nivel de ruido, contaminación del agua, aprovechamiento de energéticos renovables, auto-sostenimiento alimenticio.

El capital humano se refiere al número de personas con acceso a la energía, cobertura en educación, cobertura en salud, capacidad de apropiación de la tecnología.

El capital social se refiere al potencial de creación de empresa que genera la energía, Actividad recreativa en la región generada por la energía, Cobertura en educación, tiempo libre disponible.

El capital físico comprende las infraestructuras entre la energía y edificaciones, suministro de agua, información y eficiencia de la tecnología, dependencia de combustibles fósiles, vida útil de la tecnología.

El capital financiero es el costo unitario de generación de energía, número de nuevos empleos directos, número de nuevos empleos indirectos, aumento de la actividad económica en la región.

1.2.4.2. Objetivo de los capitales

Estos capitales permiten visualizar gráficamente el estado de desarrollo y de calidad de vida de una población, ya sea actual o futura (luego de implementar algún proyecto de desarrollo). La forma de representación gráfica de los capitales se hace por medio de un pentágono (Figura 1).

1.2.4.3. Función del pentágono de activos

El pentágono de activos se creó dentro de la teoría del los MVS para facilitar la presentación visual de la información sobre los activos de los pueblos, poniendo de presente algunas interrelaciones entre los distintos activos. La forma del pentágono puede utilizarse para mostrar de forma esquemática las variaciones en el acceso de los pueblos a los activos. La idea es que el punto central del pentágono, donde se encuentran las distintas líneas, representa el acceso cero a los activos, mientras que el perímetro externo representa el acceso máximo a los mismos. Partiendo de esta base, pueden diseñarse pentágonos con formas diferentes para las distintas comunidades o grupos sociales dentro de las comunidades (DFID, 1999b).

Partiendo del hecho que no existe ninguna comunidad rural que sea totalmente sostenible, es decir, sostenible ambiental, social, económica e institucionalmente al mismo tiempo. Es de esperarse que su pentágono asociado este deformado, en el sentido de su simetría (que no sea simétrico) y de la longitud de sus aristas (no todas estén en su longitud máxima).

Con el propósito de tener un parámetro de comparación entre pentágonos de comunidades reales, se crea un pentágono ideal, el cual pertenecerá a una comunidad óptima ficticia (o idealmente sostenible), en donde el acceso a los activos por parte de la comunidad será máximo (Figura 1, pentágono negro). Esto permitirá, como se dijo anteriormente, ver diferentes grados de distorsión en los pentágonos de las comunidades reales, y dará una idea de sus debilidades y fortalezas en términos de sus

activos disponibles, y más aún del impacto que la energización tendrá sobre la comunidad (Figura 1, pentágono rojo).

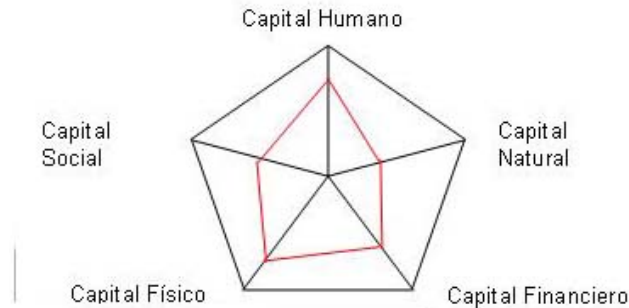


Figura 1. Pentágono de los capitales de la comunidad. Pentágono ideal en negro y ejemplo de un pentágono real o distorsionado en rojo.

“Los pentágonos pueden resultar útiles como foco del debate sobre cuáles son los puntos de partida adecuados, sobre cómo éstos responderán a las necesidades de los distintos grupos sociales y sobre las posibles incompatibilidades entre los distintos activos. No obstante, el uso de esta dimensión del pentágono es necesariamente representativo. A nivel más genérico no existe nada que sugiera que se puede (o se debe) cuantificar todos los activos, y mucho menos establecer algún tipo de moneda común que permita la comparación directa entre activos. Esto no descarta en modo alguno el desarrollo de indicadores cuantificables y específicos que ofrezcan información sobre los activos cuando esto se considere útil.

CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS

Introducción

En este capítulo determinamos la metodología de cálculo usada los procedimientos seguidos por el modelo así como una guía de usuario que para detallar el trabajo con el software.

2.1. Diseño

Para la realización de este proyecto investigativo comenzamos primeramente estableciendo un contacto con el gobierno donde le explicamos en que consistiría el desarrollo práctico de nuestro trabajo, al cual le solicitamos una comunidad para la realización del mismo, luego que se nos dio la comunidad procedimos a contactar al delegado de la zona e informarle ya de nuestro contacto con la dirección del municipio y lo que habríamos de realizar en la comunidad.

2.2. Modelo SURE

SURE, permiten identificar el estado actual de los activos o capitales de la comunidad (pentágono inicial de la comunidad) con la ayuda de una serie de reglas lógicas (sistema experto) que relaciona información proveniente de un cuestionario “Encuesta participativa complementaria para el modelo SURE” que se le hace a cada vivienda de la comunidad antes de comenzar a definir el tipo de proyecto de energización. Esto permitirá determinar las características más relevantes que las alternativas de energización deberán tener, en aras de suplir las necesidades energéticas más urgentes de la comunidad, y de fortalecer los activos de la misma. Lo que se pretende con esta primera fase, es convertir las potencialidades y necesidades particulares de la población, en la base o el punto de partida de la toma de la decisión.

Como resultado de esta caracterización, se le presenta a los decisores: primero, las características más relevantes que debe tener el conjunto de alternativas de energización; segundo, un conjunto de alternativas

genéricas de energización a evaluar, en una primera fase de prefactibilidad; y tercero, el pentágono actual, o situación inicial de los capitales de la comunidad.

2.2.1. Predicción de impactos en cada recurso de la comunidad

Luego de analizarse los recursos y necesidades reales de la comunidad, mediante SURE se define finalmente un conjunto de posibles alternativas de energización a implementar. Estas alternativas estarán definidas por aspectos técnicos como su capacidad, fuente de energización (aspecto relevante debido a la disponibilidad de recursos en la zona), y por el propósito que desempeñará dentro de la comunidad. Este último aspecto se refiere a conocer la finalidad con que será implementada la alternativa, y los sectores específicos que beneficiará (salud, educación, agricultura, iluminación, etc.).

Luego de definir el conjunto de alternativas dentro de las cuales se seleccionará una sola de ellas para ser implementada, estas deberán ser evaluadas con respecto a indicadores que representan, o ilustran, el impacto de las mismas sobre los cinco capitales o recursos de la comunidad, en una matriz de alternativas entre indicadores de capital. Seguidamente, con ayuda de las técnicas de análisis multiobjetivo, se podrá definir cuál de ellas será la mejor para implementar, en términos del mejoramiento del pentágono inicial de la comunidad. La idea siempre es acercarse lo más posible al pentágono ideal.

En la Figura 2 se ilustran a manera de ejemplo 4 pentágonos: el ideal en negro, el inicial de la comunidad en rojo, y el de dos alternativas de energización en azul y verde.

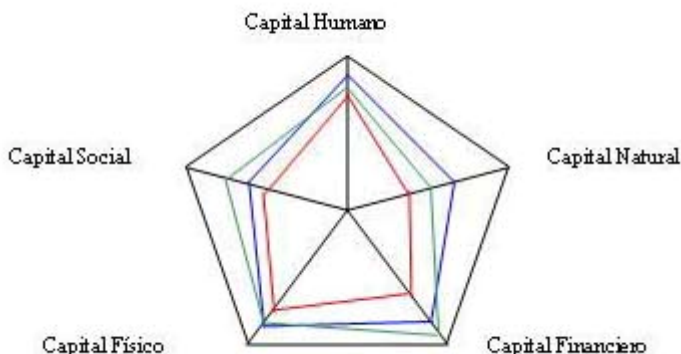


Figura 2. Pentágono de los capitales de la comunidad luego de implementar dos alternativas de energización (pentágonos azul y verde).

2.2.2. Ecuaciones utilizadas por el modelo

En SURE se implementa una ecuación que define estructuralmente los cinco recursos de la comunidad con relación a las opciones tecnológicas energéticas y que forma parte del algoritmo del modelo SURE 1.6. El cual tiene como meta minimizar el vacío o espacio entre el posible valor máximo del recurso de cada comunidad y el valor que podría obtener a través de la aplicación de una tecnología energética lo cual se ilustra mediante la ecuación #1.

$$\min \left[\sum_{i=1}^5 w_i^p f^p (1 - \text{Recurso}_i) \right]^{1/p}$$

(1)

Donde: $\text{Recurso}_i = g_j$ (alternativa energética j); $i = 1, \dots, 5$; $j = 1, \dots, n$ y la función $f(1 - \text{Recurso}_i)$ representa la diferencia entre cada recurso por cada posible alternativa energética j , y sus máximos posibles valores "1"; W_i son los pesos de ponderación que deciden los que toman la decisión y g_j es la función que describe la influencia de las diferentes alternativas j en cada uno de los 5 recursos de la comunidad. Por lo que la formula (1) captura dinámicamente la relación entre los recursos que la población posee cuando la energía llega a la comunidad.

SURE, procesa la información con el método de análisis de multicriterio llamado “programación por compromiso”. El método fue creado por Yu, (Yu P. L. 1973), y Zeleny, (Zeleny M. 1973) y asume que las preferencias de la decisión pueden expresarse como la medida de una distancia métrica entre dos alternativas en el espacio de dos objetivos: uno ideal que es el valor máximo asequible por cada uno de los recursos de la comunidad, y un segundo que es el resultado de la actuación de la alternativa energética en los recursos de la comunidad.

Como es lógico se estructura una función para los cinco recursos relacionada con cada opción tecnológica (C_j , $j= 1, \dots, 5$), y que da la posibilidad de utilizar la ecuación anteriormente mostrada:

$$C_j(A_i) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha_j X_j(A_i)}}$$

Donde:

$j= (1, \dots, 5)$

$i= (1, \dots, n)$

Donde $C_j(A_i)$ representa la evaluación de determinada alternativa energética (A_j , $i= 1, \dots, n$), contra el recurso o capital C_j .

$j= 1, 2, \dots, 5$, donde 1 indica recurso físico, 2 social, 3 financiero, etc.

$X_j(A_i)$ representa el efecto de determinada alternativa energética en correspondencia con el recurso o capital comunitario j .

Y α_j es un parámetro de escala asociado al número de factores que componen a cada recurso o capital.

2.2.3. Secuencia lógica para el análisis y solución del problema

Se proponen los siguientes pasos para enfrentar el problema de decisiones en energización rural relacionado con la selección de alternativas de suministro energético a comunidades por fuera del sistema electo energético nacional:

1. Definición de grupos de decisores. En este punto, se deben

escoger representantes o expertos de los diferentes sectores que componen el proceso de toma de decisión. Por ejemplo, ambientalistas para evaluar el capital natural, técnicos para evaluar el capital físico, políticos, etc. Al igual que se deben considerar los pobladores y futuros usuarios de los resultados del proyecto.

2. Caracterización de los recursos de la comunidad. Se deben identificar y analizar los diferentes recursos de la comunidad y los recursos energéticos iniciales con que cuenta la zona. Con base en esto se construye el pentágono inicial de la comunidad (situación inicial). Para esto se requiere efectuar la encuesta participativa complementaria para el modelo SURE en la comunidad, con el fin de considerar los diferentes puntos de vista de sus pobladores con respecto a sus necesidades, preferencias y expectativas acerca de una posible solución energética a implementar. Esto es lo que constituye la fase 1 del proceso de decisión.
3. Definición del grupo de alternativas. Con base en la caracterización de las necesidades y recursos de la comunidad, se debe definir un conjunto de posibles soluciones o tecnologías de energización a implementar.
4. Definición de los criterios u objetivos de decisión, los cuales corresponden a los Indicadores de recursos o capital.
5. Evaluación de las alternativas. Se debe evaluar cada una de las alternativas de energización, con respecto a cada uno de los indicadores de capital, en una matriz de alternativas entre criterios. Cada valor de la matriz indica la nueva posición que ocupará uno de los vértices del pentágono original (el correspondiente a cada capital), gracias a la alternativa de energización que se este evaluando en el momento.
6. Aplicación de métodos de análisis multiobjetivo y ordenamiento de las alternativas.

7. Análisis de sensibilidad, selección de la tecnología y aceptación del proyecto. El análisis de sensibilidad, básicamente se refiere a ver los cambios que ocurren en el pentágono de los activos de la comunidad, si se varia en un pequeño rango la estructura de preferencias de decisión de la comunidad en determinados recursos.

En la figura 3 se muestra el esquema parcial de decisión de SURE para el problema de selección de alternativas de suministro energético a comunidades rurales.

Este esquema es a manera de ejemplo donde se muestra un resultado hipotético en el que sólo se analizan algunos de los factores relacionados con el índice de capital natural y se suponen sólo 3 alternativas de energización posibles a valorar.

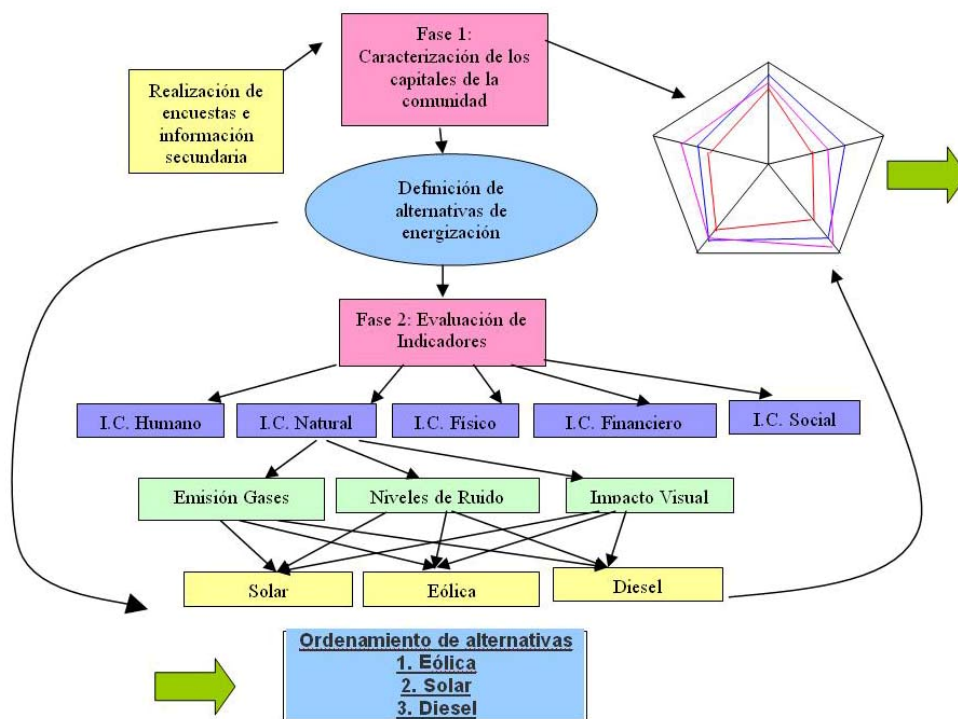


Figura 3. Esquema parcial de decisión.

2.3. Procedimiento para la proyección de la red

1. Para la selección de la potencia del sistema asumiremos los valores siguientes mostrado en la tabla:

Por medio de los cuales procedemos a determinar la demanda máxima que tendrá el sistema despejándola de la fórmula del coeficiente de llenado que relaciona la misma con la demanda promedio donde quedara de la forma siguiente $P_M = \frac{P_m}{K_{ll}}$ ahora

con este valor seleccionamos el transformador determinando la potencia aparente de cálculo obtenida por la siguiente relación

$S_{cal} = \frac{P_M}{F_p}$ la cual comparamos con los valores estandarizados en

los catálogos.

2. Seleccionamos los conductores considerando que tendremos tres circuitos con las cargas que mostraremos en la siguiente tabla:

Con la que determinamos la corriente que circulara por cada

conductor aplicando la fórmula $I = \frac{S_c}{V}$ donde

S_c es la potencia de la carga de cada ramal

V tensión secundaria del transformador

La selección del conductor primario será determinada por la

ecuación $I = \frac{S}{V/\sqrt{3}}$ donde

S potencia del transformador

$V/\sqrt{3}$ tensión de fase

3. Determinación de la caída de tensión en los conductores.

La caída de voltaje en un elemento serie determinado: cable, transformador, etc., se define como la diferencia entre los valores modulares de fase a neutro del voltaje en el lado de la fuente V_s y en el lado de la carga V_r .

$$\Delta V = V_s - V_r$$

En los sistemas de potencia la caída de voltaje en las líneas la podemos determinar por medio de la relación siguiente

$$\Delta V = \frac{P * r + Q * x}{V_n} * L \text{ donde}$$

P_ potencia activa

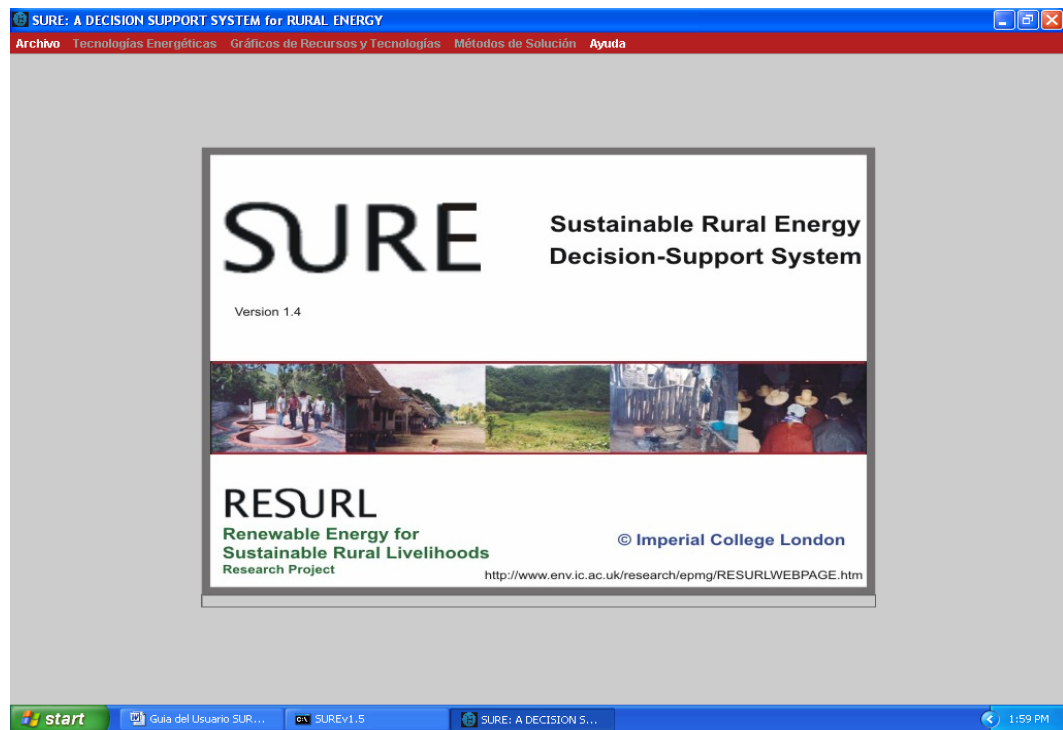
Q_ potencia reactiva

R_ resistencia de la línea

X_ reactancia de la línea

Vn_ tensión nominal del sistema

2.4. GUIA DEL USUARIO SURE V 1.6



2.4.1. Introducción

Gracias por utilizar el sistema computacional **SURE** creado con el objetivo de facilitar la toma de decisiones en proyectos de energización rural. Otra de las facilidades que brinda es que permite establecer el estado inicial de la comunidad sin la llegada de la energía, evaluar el impacto de la opción energética existente en la comunidad sobre los diferentes recursos de esta y determinar los recursos susceptibles a mejorar en función de las opciones tecnológicas ganadoras.

Este sistema está dirigido específicamente a ser aplicado en comunidades rurales aisladas no electrificadas o parcialmente electrificadas.

2.4.1.1. Requerimientos técnicos:

Pentium III o superior

64 MB RAM

Espacio de disco duro requerido: 100 MBytes

Sistema OS Windows 98 o superior.

2.4.1.2. Consideraciones especiales:

Al utilizar **SURE** v 1.6 con el objetivo de analizar las posibles opciones energéticas a ser introducidas en una comunidad, usted deberá tener en cuenta lo siguiente:

1. La instalación de **SURE** v 1.6 es posible a través del CD instalador el cual, a través de una ambientación muy sencilla brinda la información pertinente a este proceso, se recomienda ver el menú de “Ayuda” de **SURE**.
2. Debe haberse familiarizado antes con la ambientación del sistema. Será necesario remitirse a la ayuda interactiva (en proceso de revisión) del mismo que está presente en el menú superior y principal del sistema y por defecto puede remitirse igualmente a esta **guía de usuario** que le facilitará una mayor comprensión, así como los pasos que deben ejecutarse para cada uno de los menús que se presentan en **SURE**.
3. Deberá poseer los resultados de la encuesta participativa, (actualización 30/05/2009) que ha de ser aplicada en cada una de las viviendas de la comunidad rural y de forma paralela un grupo de expertos en tecnologías energéticas “observan” la comunidad para evaluar la disponibilidad de los recursos naturales, por ejemplo, la existencia o no del recurso “agua”, lo que posibilitará o invalidará desde un inicio la alternativa de hidroenergía o micro, minihidráulica.
4. Debe notar que muchas de las interrogantes a completar y que son requeridas al usuario en la ambientación del sistema computarizado **SURE**, dependen de los resultados alcanzados en cada una de las preguntas abiertas o cerradas que se dirigen al jefe familiar o cabeza de familia, por lo que el valor a adjudicarse a cada una de estos menús es precisamente el análisis promedio total de cada respuesta llevada a una escala del 0 al 100, rango el cual facilitará

el uso de porcentos relativos en dependencia del número de viviendas encuestadas. Debido a esto y antes de utilizar **SURE**, es necesario realizar un análisis de los resultados obtenidos en cada encuesta aplicada (codificarlas) y preparar los valores cuantificados en dependencia de la escala que se reclama por parte del algoritmo o modelo programado en SURE. Se adjunta como parte del paquete de SURE el “Libro General codificación de encuestas”, diseñado en Microsoft Office Excel 2003, adaptable al número de casas de la comunidad que sea estudiada.

5. El uso de este sistema está dirigido a expertos energéticos y a personal que tome decisiones inversionistas o financieras a cualquier nivel de dirección gubernamental o institucional.
6. Por constituir un programa en fase de prueba la ayuda interactiva del mismo se encuentra en fase de reelaboración, por lo que le sugerimos utilizar para cualquier consulta esta **GUIA DEL USUARIO**, les rogamos disculpen las molestias que esto les pueda ocasionar.

2.4.2 Secuencia lógica del sistema computacional SURE.

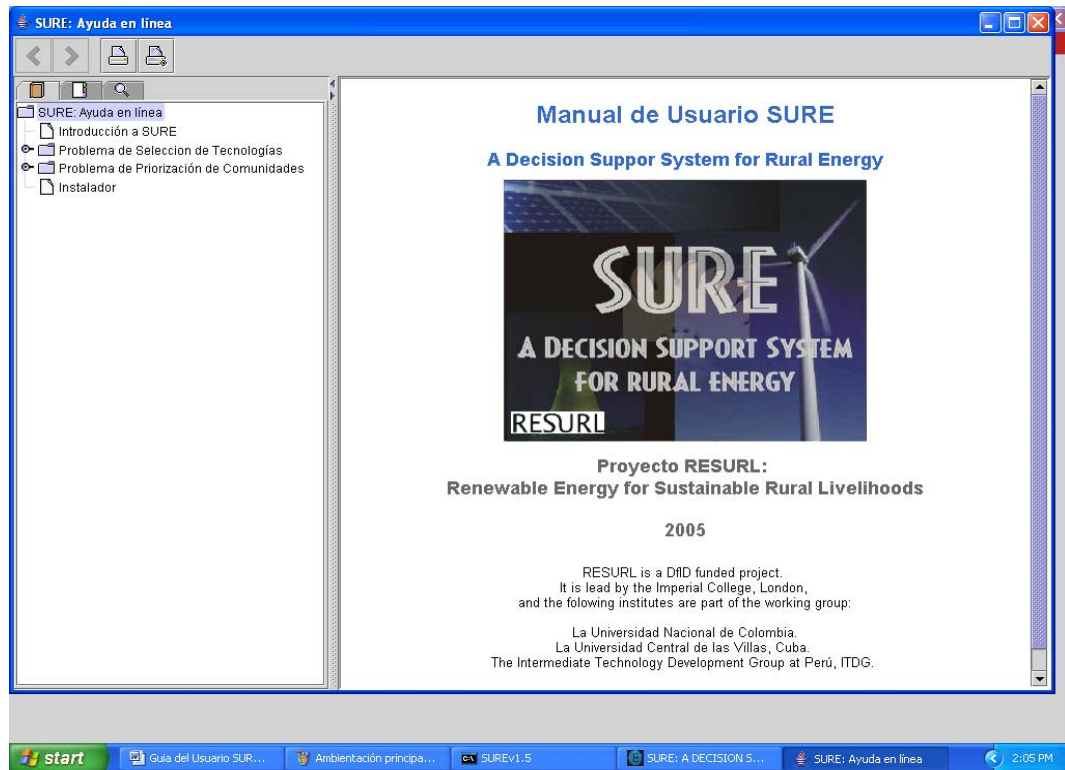
1. **SURE**, posee en su ambientación principal un diseño formado por cinco menús superiores, entre ellos:

Un menú titulado “**Archivo**” (el cual se explicará a continuación en el acápite #2 de esta sección), a su derecha otro menú titulado “**Tecnologías Energéticas**”, este básicamente constituye una opción de acceso informativo donde se brinda una “**Matriz tecnológica**” (o matriz energética informativa), de ayuda al experto o usuario permitiendo además un enlace con el menú inferior titulado “**Definir Tecnologías**” y posee un tercer submenú titulado “**Parámetros Técnicos**” donde se brindan algunas magnitudes físicas, como lo es el “horizonte de planeación”, factor de densidad poblacional y otras de relevante importancia para el usuario, como por ejemplo:

El capital o recurso **Físico** y **Financiero** que requiere de parámetros de referencia. El programa propone algunos valores por defecto, sin embargo, se sugiere que estos valores sean revisados por cada decisor ya que pueden varían dependiendo de cada problema en particular y de cada tecnología en algunos casos. Los valores de referencia para el Capital Físico son: el horizonte de planeación del proyecto en años, factor de densidad poblacional [0 - 1] que comprende la relación entre numero de habitantes y el área de la comunidad en m², y factor de distancia a la infraestructura vial [0 - 1]. Estos factores se utilizan para el cálculo del costo unitario de generación de la alternativa de interconexión o RED. Finalmente para el Capital Financiero, el parámetro de referencia es un costo unitario de generación en unidades monetarias por kWh. Este costo de referencia **se debe definir con base en el valor de la alternativa más costosa disponible en la región**, es decir, dentro de las opciones que se proponen el experto debe seleccionar con ayuda de la matriz tecnológica informativa el valor mayor que alguna de ellas posean, por defecto SURE propone el mayor valor.

Se ilustra igualmente el menú superior principal **“Gráficos de Recursos y Tecnologías”, “Métodos de Solución”** y **“Ayuda”** (en proceso de actualización), los cuales se explicarán a medida que se profundice en la explicación del uso el programa de computación **SURE v 1.6**.

Tal y como se mencionó con anterioridad, aun no se recomienda hacer uso del menú superior derecho **“Ayuda”**, este permitirá (en versiones superiores), en su submenú **Tutorial** el acceso al acápite **“SURE: Ayuda en línea”** un enlace virtual con la página WEB del modelo que será habilitada en breve, por el momento solo posibilita conocer los nombres de las instituciones creadoras del sistema.

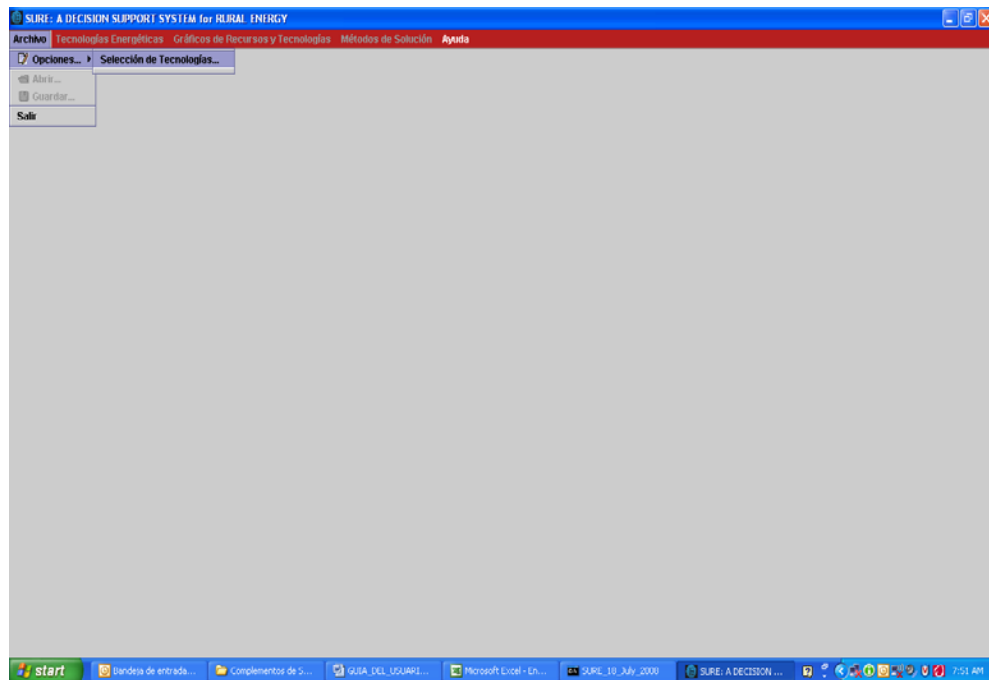


Tal y como puede observarse en el gráfico, esta ayuda se estructura igualmente en otros cuatro acápites, a saber: **“Introducción a SURE”**, **“Problema de Selección de Tecnologías”**, **“Problema de Priorización de Comunidades”** y finalmente un acápite titulado **“Instalador”**, donde se esboza una explicación muy detallada del instalador SURE v 1.6. Cada uno de estos acápites se desglosará en diferentes ítems que explican las diferentes etapas fundamentales de SURE

2. Solo después de familiarizarse el usuario con **SURE**, puede dirigirse al menú **“Archivo”** el cual le permitirá mediante el submenú **“Opciones”** (y a su vez accionando el submenú **“Selección de Tecnologías”**) entrar en la ventana principal de diálogo **“Información de la localidad”**.

En el momento de pulsar el submenú de **“Selección de Tecnologías”** este se inhabilitará hasta tanto no se complete toda la secuencia de la 1ra fase del modelo **SURE** que termina con la definición del conjunto de tecnologías a evaluar por

parte de los expertos y/o decidores en el menú inferior titulado **“Definir Tecnologías”**.



2.1. Información Básica

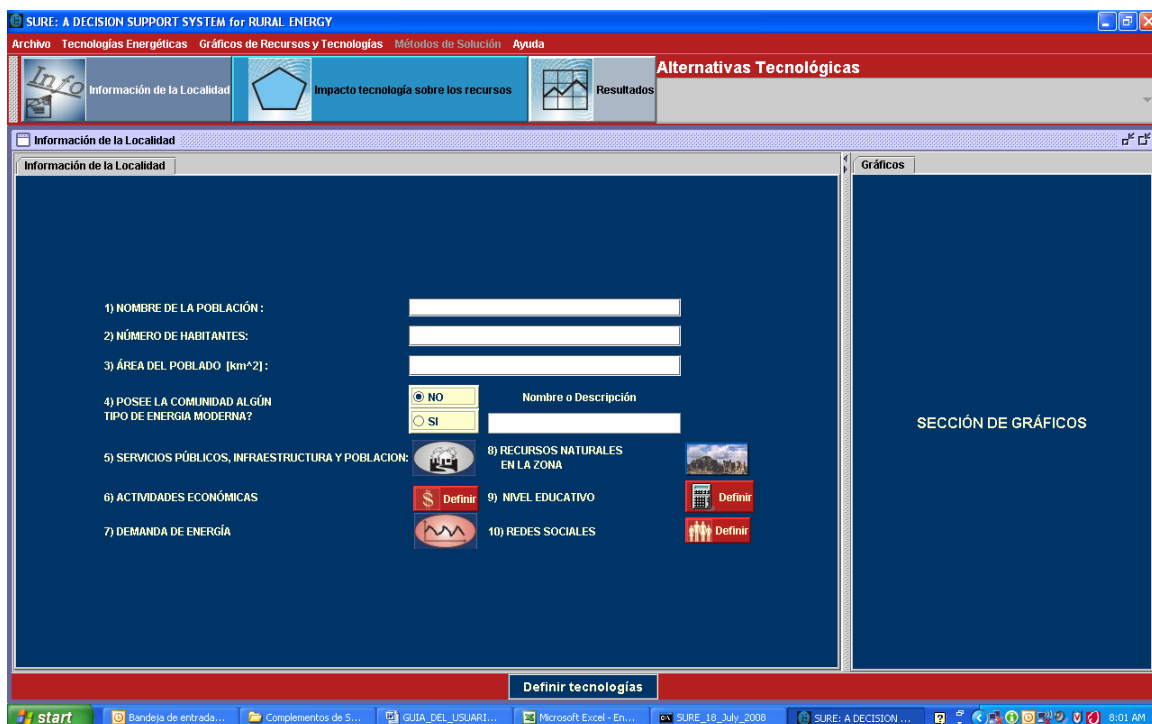
En **SURE** se prevé que se complete una 1ra fase dirigida a determinar el estado inicial de los recursos de la comunidad antes de la llegada de la energía con respecto a un estado ideal de los recursos de la comunidad. La explicación acerca de cómo lograr la visualización de esta comparación gráfica entre el pentágono ideal y el real se dará con posterioridad en esta guía del usuario. Los primeros 4 ítems incluidos en la ventana principal de diálogo **“Información de la localidad”** son de fácil entendimiento, provienen sus respuestas del cuestionario (ver preguntas de la 9 a la 12 de la encuesta participativa) las cuales se deben llenar con el líder comunitario y no necesariamente en cada una de las encuestas, esta recomendación se extiende desde la pregunta 5 a la 17. El ítem número 4, relacionado con la pregunta 12 que refiere en el modelo: **“¿Posee la comunidad algún tipo de energía moderna?”**, **“Si”** o **“No”** y solicita su **“Nombre o Descripción”**. Esta descripción se toma en cuenta por el algoritmo del sistema solo para la representación gráfica del estado

26

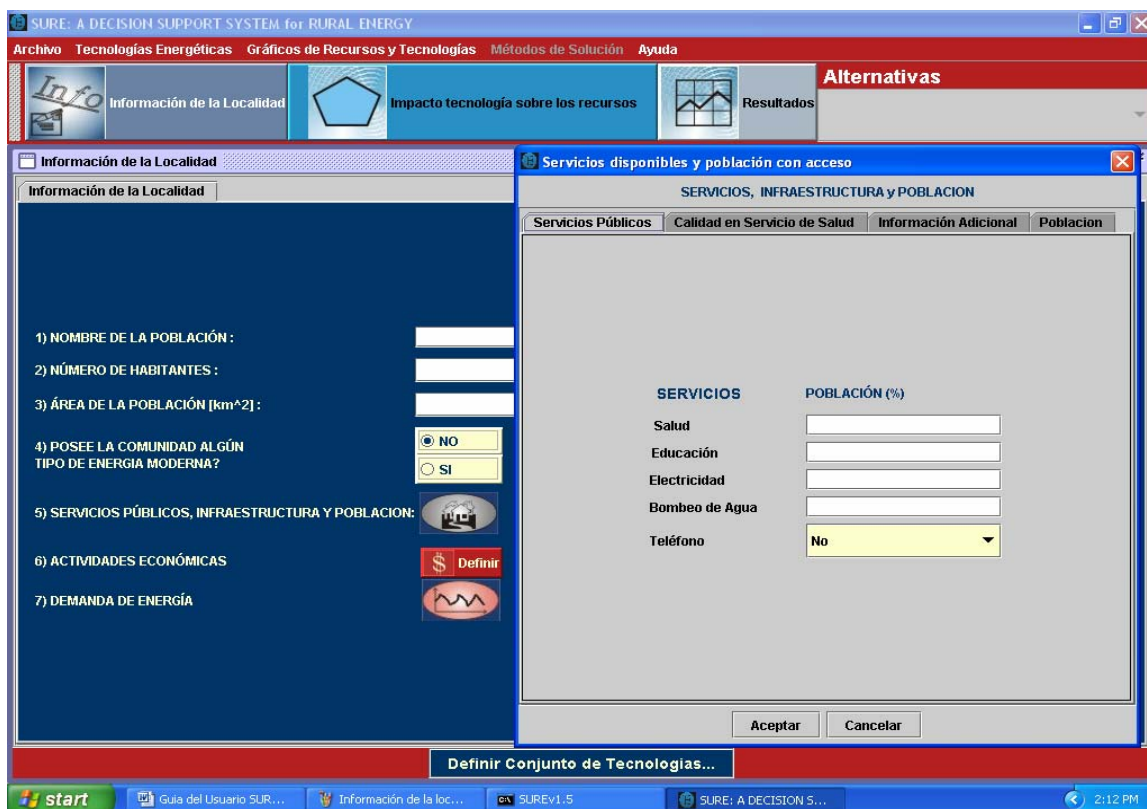
Autor: Juan Carlos Jorba Poll

Título: Modelo para la toma de decisiones en la electrificación de comunidades rurales

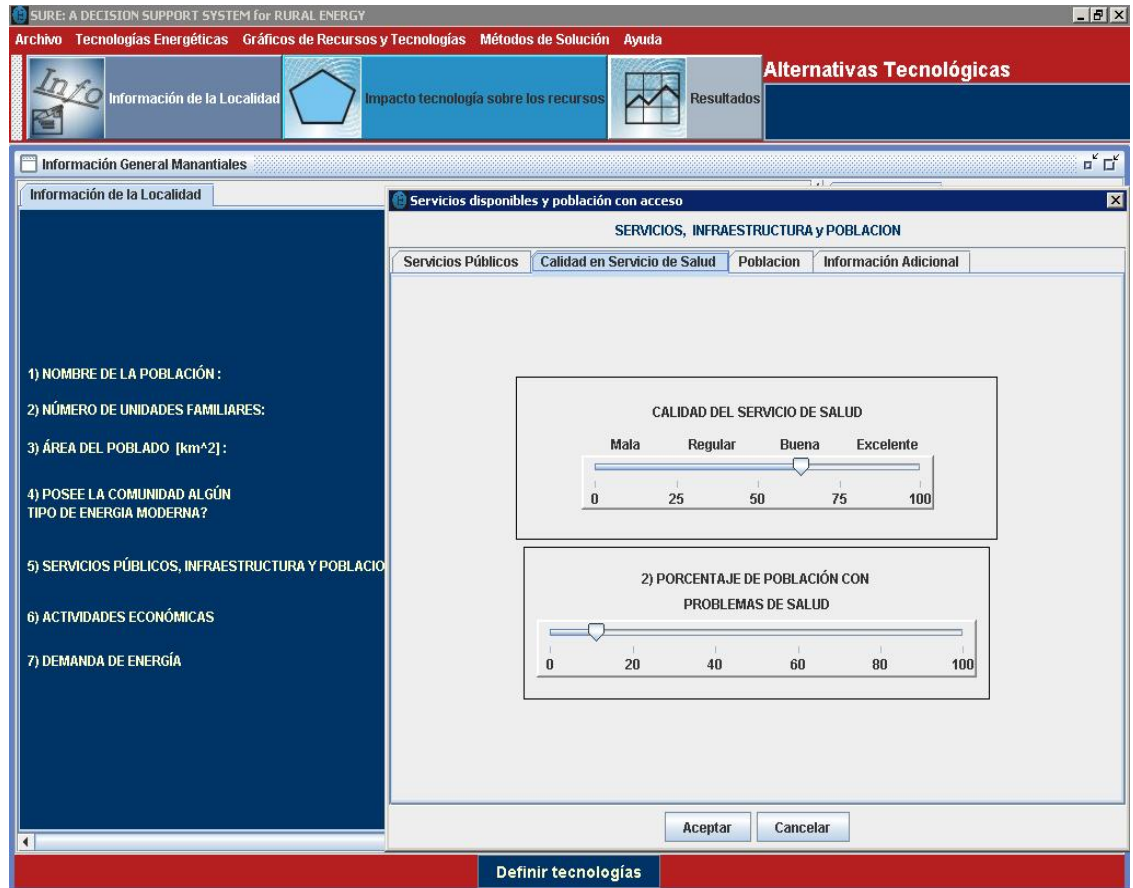
inicial de la comunidad (fase 1), los valores representados son el resultado de la evaluación que realiza el modelo en su primera etapa, que depende tanto del resultado de la aplicación del cuestionario así como del trabajo de experto. De la misma manera, durante la fase 2 del modelo SURE, los valores de cada recurso de la comunidad se evalúan en función del punto 4 “de forma automática” sin la intervención del usuario, basándose en toda la información recopilada en esta primera fase del modelo.



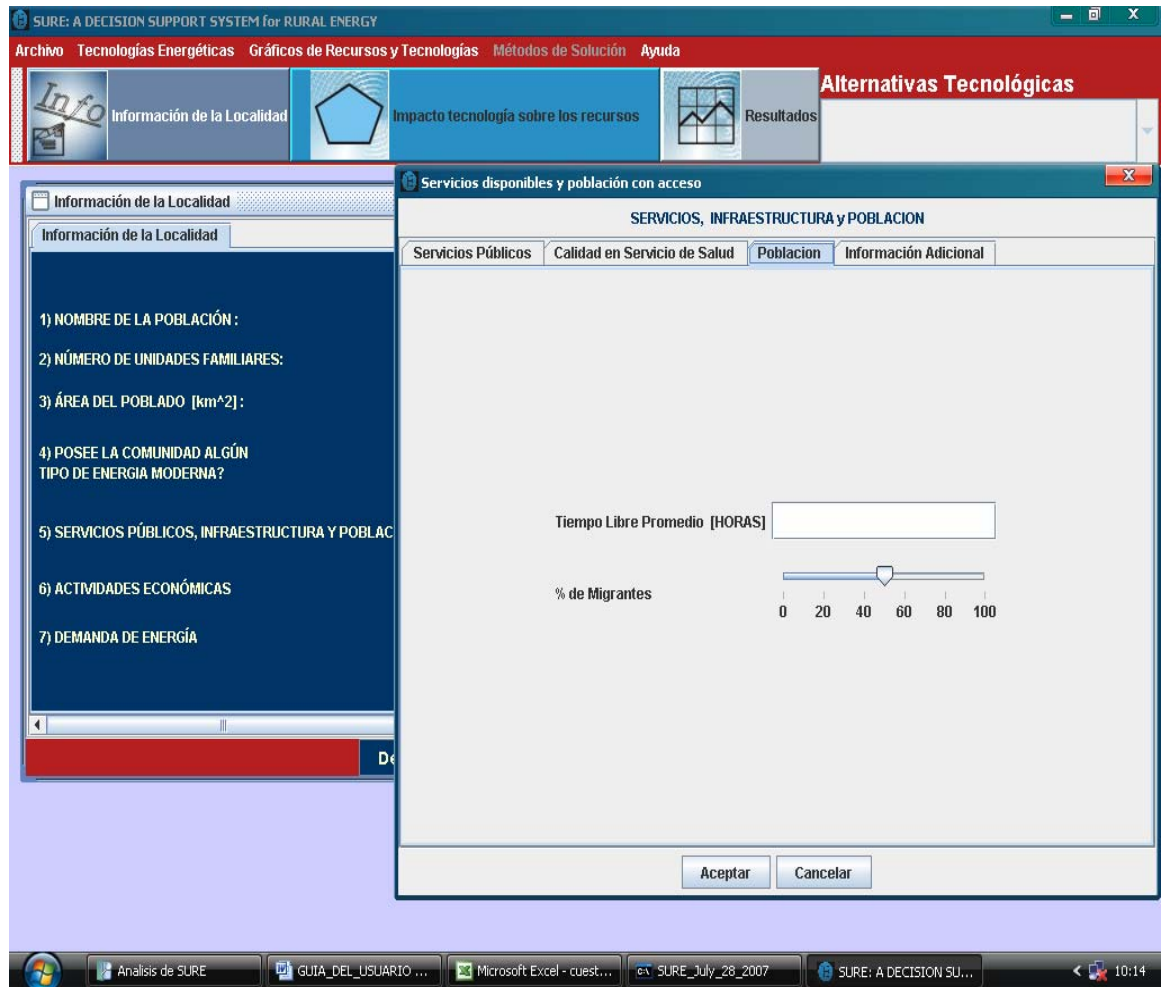
El ítem 5 “**Servicios públicos, Infraestructura y Población**” se inicializa con el diálogo “**Servicios Públicos**”, en el cual se debe introducir toda la información que se requiere, basada en porcentajes relativos y que proviene de los datos recopilados del cuestionario en la pregunta 5. Es importante señalar que la activación o no de algunas de las opciones de servicios repercute en el punto 4 del “**Recurso Físico**”, pues existe una relación directa con los factores que en este se miden.



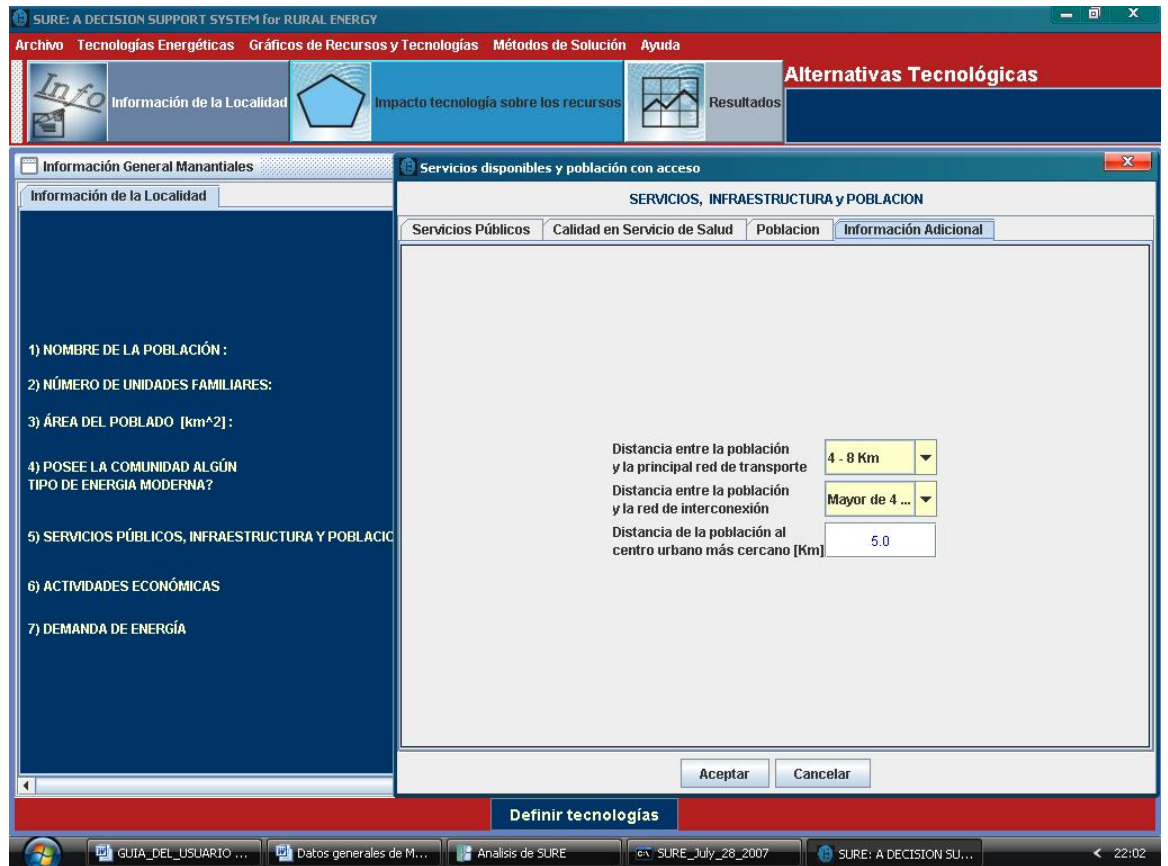
En el diálogo **“Calidad en Servicio de Salud”**, se debe introducir en su primer aspecto la pregunta 16 del cuestionario II, específicamente el ítem “calidad del servicio de salud”. No se requiere del cálculo de porcentajes y la posición exacta del marcador depende de la valoración “in situ” que obtenga el entrevistador con respecto al tipo del servicio medico existente; es importante señalar que debe posicionarse el “indicador de barra” por unos segundos sobre las palabras en la barra para que se visualice la ayuda interactiva (“winpopup”) sobre los tipos de servicio asociados a la calidad del mismo. En su segundo punto, pregunta 20, toda la información que se requiere, basada en porcentajes relativos y que proviene de los datos recopilados del cuestionario II en porcentajes relativos (porcentaje de población con problemas de salud).



En el diálogo **“Población”**, se solicita una información relacionada con el número de horas libres que posee la población para su descanso. Se refiere al tiempo libre total en cada casa después de realizar las actividades de la jornada diaria y se utiliza el tiempo promedio (ver pregunta 19). En el segundo ítem **“% de Emigrantes”**, la información a brindar es en porcentajes relativos, y proviene, al igual que el anterior, de los datos recopilados del cuestionario en la pregunta 23. Este elemento conocido como **“Factor de Emigración”** representa la cantidad de población en relación a la total de la comunidad que migra hacia otras localidades en un período del último año en que se realiza la encuesta.



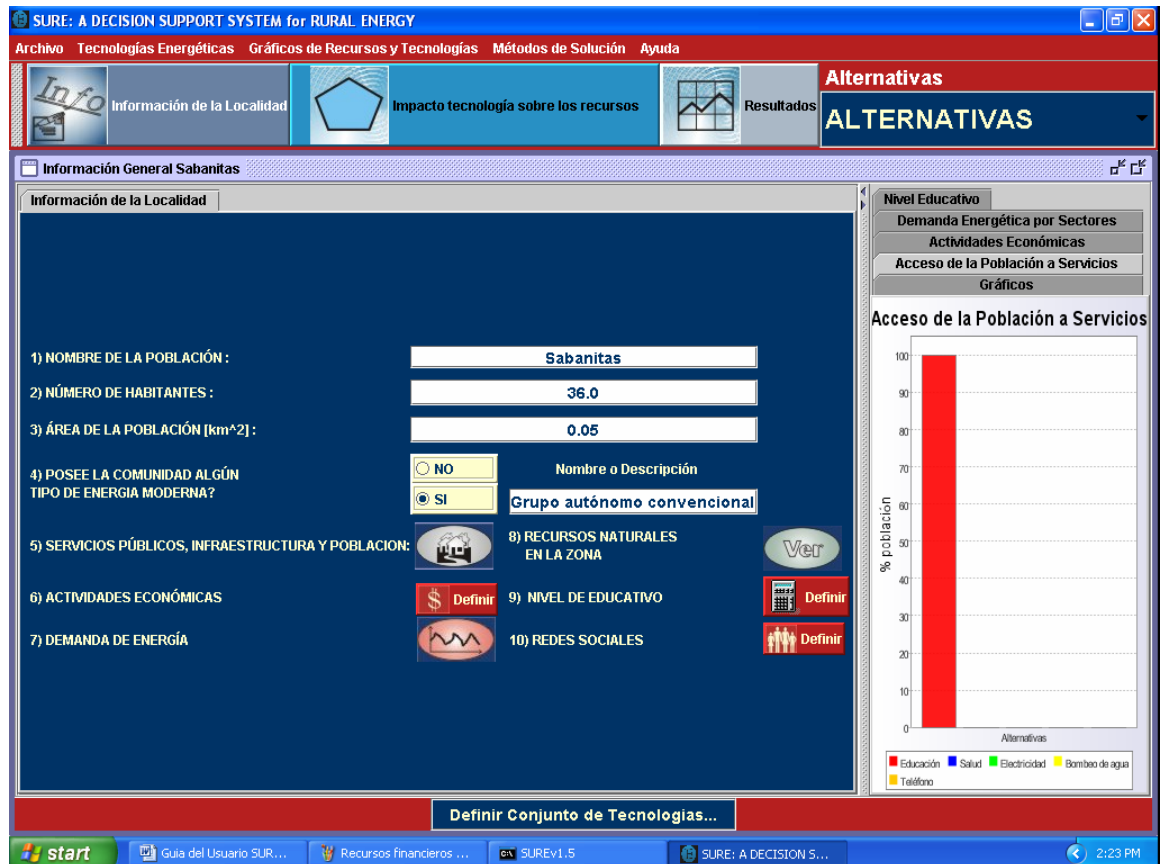
En el diálogo **“Información Adicional”**, el programa brinda la posibilidad de seleccionar los valores a través de un menú de barra selectivo a excepción del último ítem donde es necesario introducir el valor por parte del usuario. La información necesaria proviene de los datos recopilados del cuestionario de la pregunta 13 a la 15, información que debe ser comprobada por parte del experto en la visita a la localidad en estudio.



La ventana o diálogo principal **“Servicios Públicos, Infraestructura y Población”** posee en su diseño un sistema de botones titulados “Aceptar” y “Cancelar” los cuales deberán ser accionados al concluir el llenado de toda la base de datos para que **SURE** capture los valores adicionados.

En este momento se inicializará (en la ambientación principal y a la derecha la sección titulada: **“Gráfico”**), la ilustración correspondiente a este diálogo.

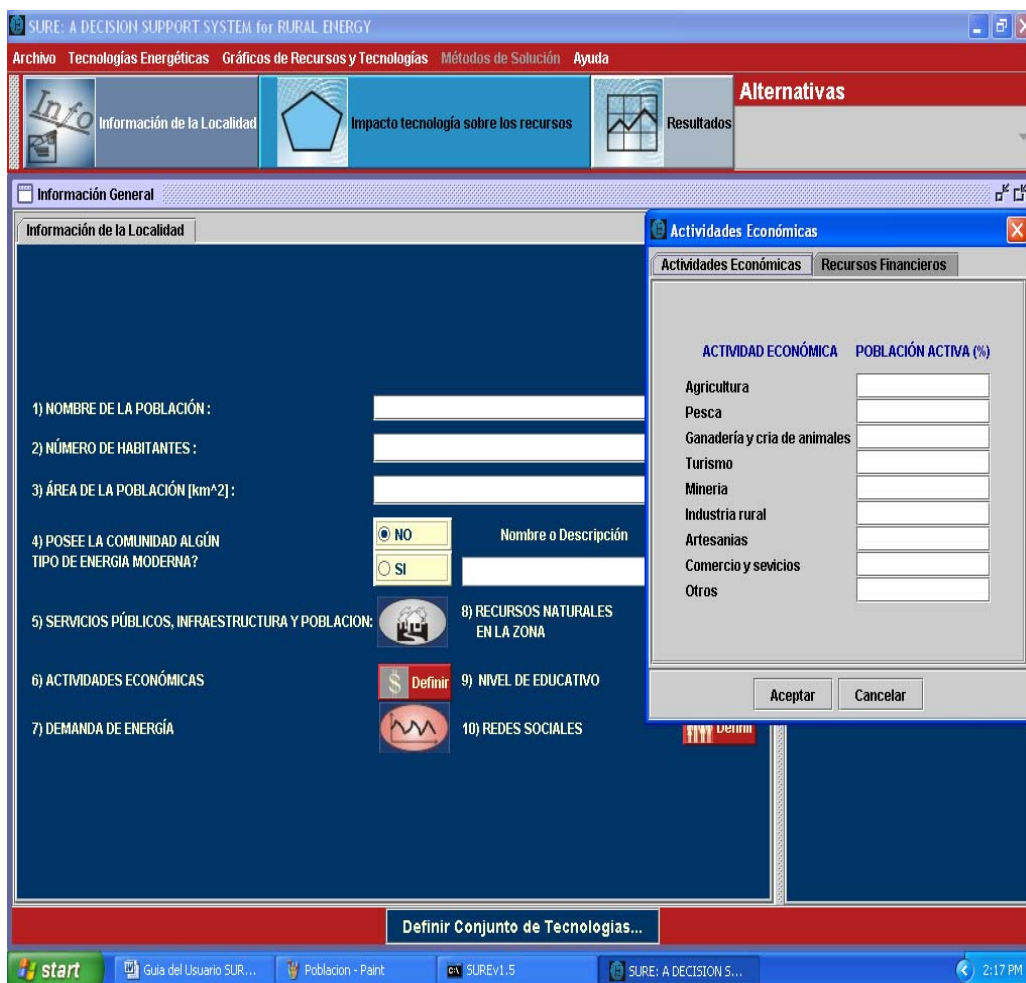
Si no se llenan correctamente todas las ventanas o sino se acciona el botón de **“Aceptar”** el sistema mostrará una ventana con el mensaje **“No se pudo inicializar el gráfico d...”**.

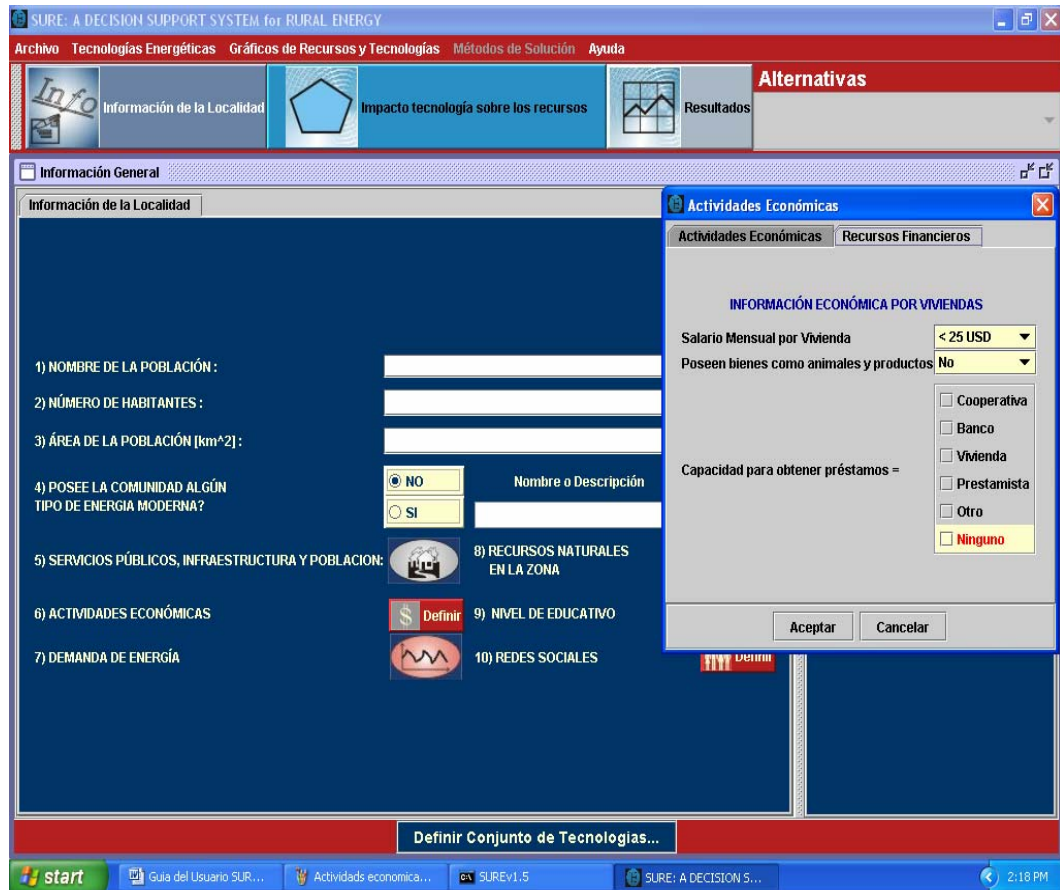


La ventana 6 “**Actividades Económicas**” se inicializa con el diálogo “**Actividades Económicas**”. En éste se debe introducir toda la información que se requiere, basada en porcentajes relativos para cada una de las actividades y que proviene de los datos recopilados del cuestionario en la pregunta 28. Es importante señalar que la activación o no de algunas de las opciones repercute en el punto 4 del “**Recurso Físico**” (2da fase del modelo), pues existe una relación directa con los factores que en este recurso se miden,

A su lado se visualiza otro menú superior titulado: “**Recursos Financieros**” donde se debe brindar la información que se requiere y que proviene igualmente de los datos recopilados del cuestionario de la pregunta 29 a la 31. Con respecto a la pregunta 29 basta con que el 50% de las viviendas encuestadas posean animales para seleccionar la opción de “Si” en el ítem “Poseen bienes como animales y productos”.

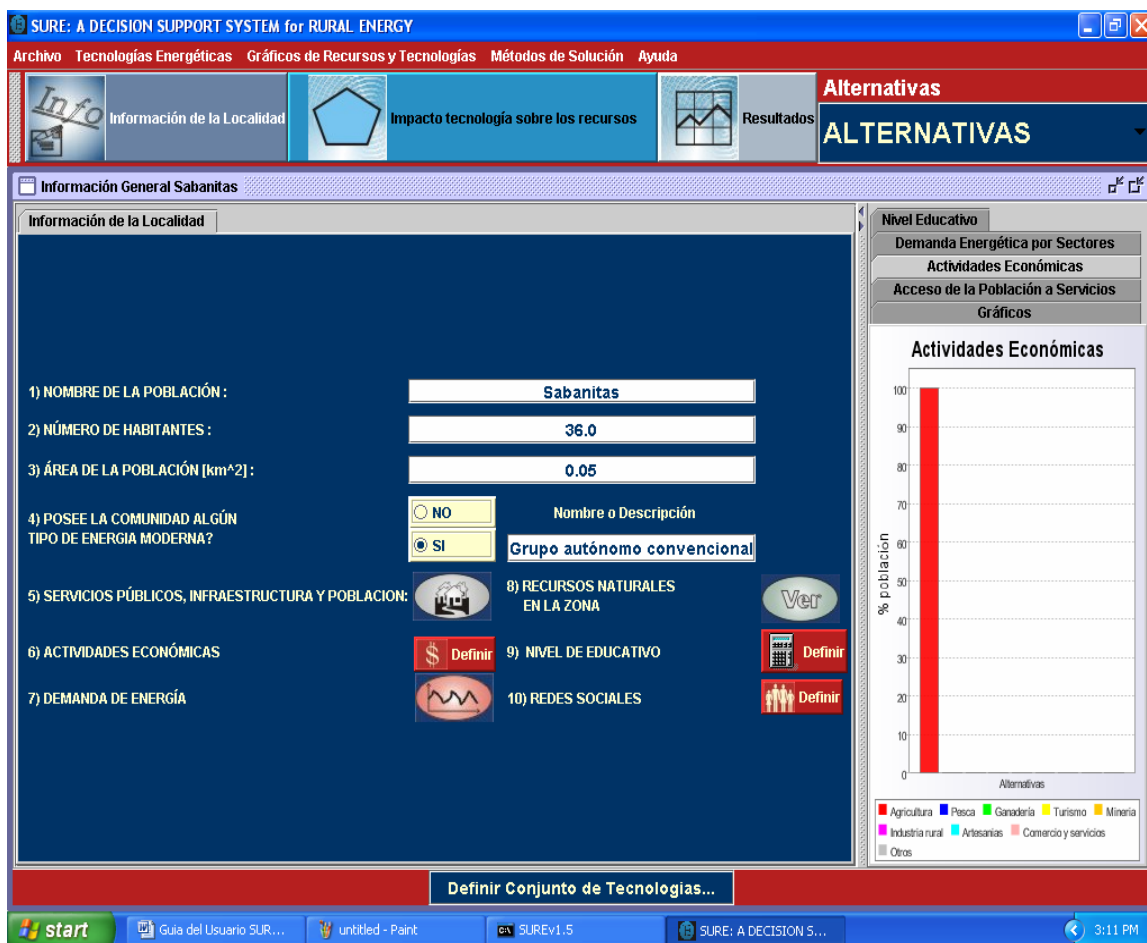
Con respecto al ítem “Salario mensual por vivienda”, (donde se plasmará el salario promedio “mensual” de las viviendas) bastará con que el usuario accione sobre la ventana que se ilustra y aparecerán una serie de opciones que facilitarán plasmar los resultados del cuestionario, en un tercero, relacionado con la “capacidad para obtener préstamos”, bastará con seleccionar uno a varios de los tipos de préstamos posibles que existan en la comunidad, no importa si no está presente en todas las casas por igual.



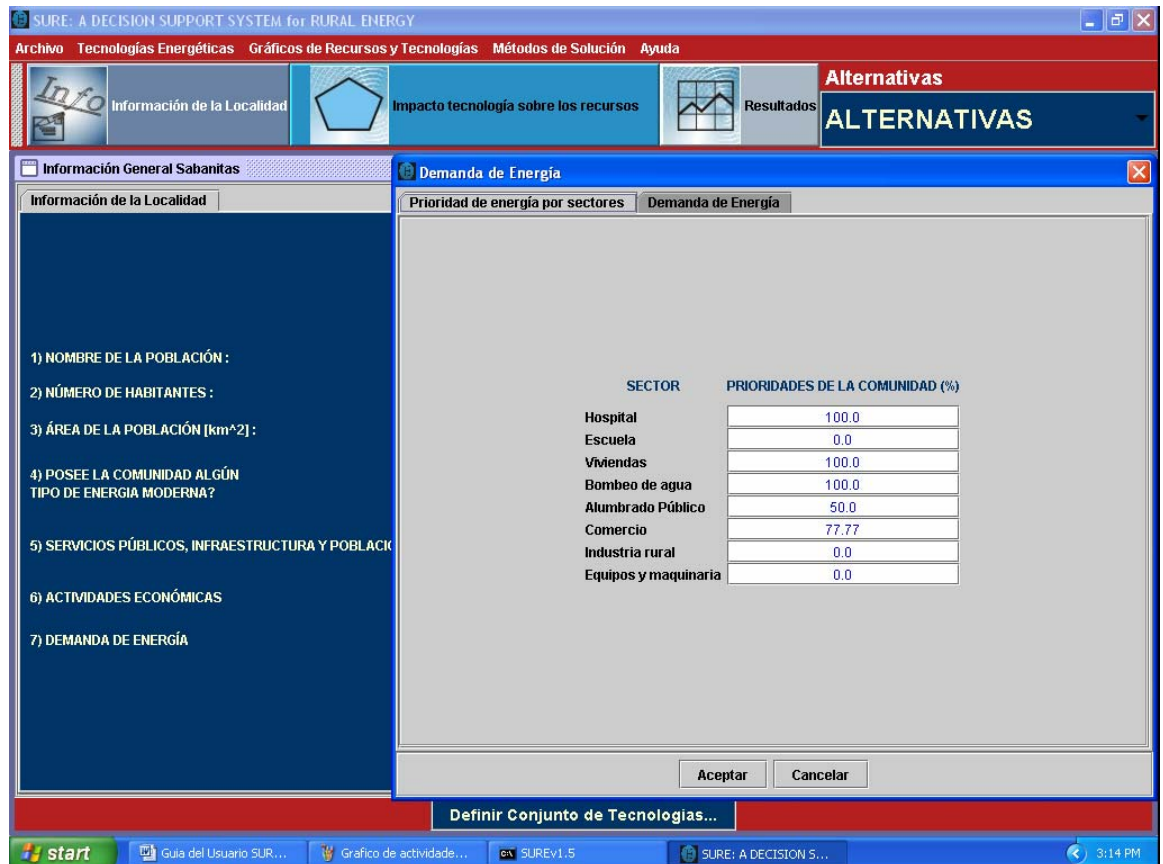


La ventana o diálogo principal **“Actividades Económicas”** posee en su diseño un sistema de botones titulado “Aceptar” y “Cancelar” los cuales deberán ser accionados al concluir el llenado de toda la base de datos para que **SURE** capture los valores adicionados.

En este momento se inicializará, en el menú ubicado a la derecha y que se titula **“Gráfico”**, la ilustración gráfica correspondiente a este diálogo. Si no se llenan correctamente todas las ventanas o sino se acciona el botón de **“Aceptar”** el sistema mostrará una ventana con el mensaje **“No se pudo inicializar el gráfico de...”**.



La ventana 7 “***Demanda de Energía***” no podrá visualizarse si antes no se llenan correctamente y previamente los seis puntos anteriormente tratados y en especial se debe prestar atención a los punto 5 y 6, pues esta depende de algunos valores que anteriormente se definen en la base de datos. Esta ventana se inicializa con el diálogo o menú superior “***Prioridad de energía por sectores***”, en este se debe introducir toda la información que se requiere, basada en porcentajes relativos con respecto al total de viviendas y que proviene de los datos recopilados de la encuesta participativa en la pregunta 18. Es importante señalar que la activación o no de algunas de las opciones igualmente repercute en el punto 4 del “***Recurso Físico***”, pues existe una relación directa con los factores que en este recurso se miden,



A su lado se visualiza otro menú titulado: **“Demanda de Energía”** donde el modelo brinda las demandas energéticas anuales para cada uno de los sectores en función de la necesidad de la población comunitaria, la cual puede ser modificada si se desea por otro valor. Al lado de cada sector se puede precisar o modificar, en caso necesario por parte del experto, cuanta de la demanda calculada se encuentra cubierta con alguna forma de energía. Debe observarse que en este caso la demanda general en SURE se calcula según recomendaciones del Ministerio de Energía de Colombia, donde se comprende el análisis empírico de tres casos o formas de cálculo basados en el número de habitantes de cada comunidad, a saber, el primer caso comprende a comunidades con población menor de 200 habitantes, un segundo caso entre 201 y 499 y un último caso mayor de 500 habitantes, todos multiplicados por un coeficiente de consumo dado y por el número de habitantes exacto de la

comunidad que es objeto de estudio, y en el caso del cálculo del consumo para las actividades prioritarias se aplicó un determinado % con respecto a la demanda general. En concreto se resuelve de la siguiente manera:

Las unidades de demanda son (kWh/AÑO)

Si Numero Habitantes > 500
 $demanda=2*1232*(\text{Numero Habitantes})$

Si Numero Habitantes > 200 y Numero Habitantes < 500
 $demanda=2*389*(\text{Numero Habitantes})$

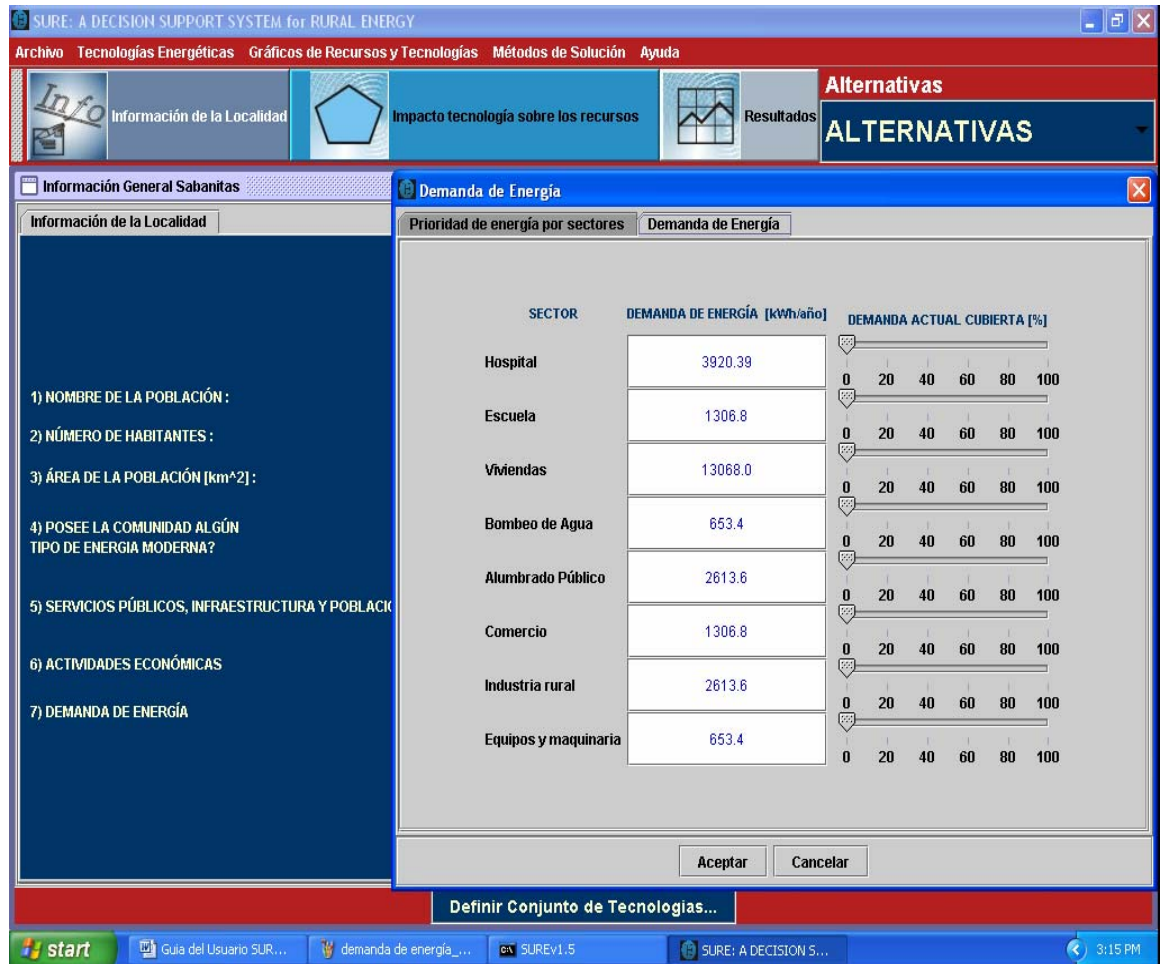
Si Numero Habitantes <200
 $demanda=2*363*(\text{Numero Habitantes})$

Nota: Esto son criterios que se tomaron del trabajo de la UPME en energización rural, y esto aparece en los informes anteriores que se hicieron para RESURL y en mi tesis.

2) Este valor de demanda total se distribuye a través de los 8 sectores propuestos ahora (elimine agricultura y transporte como me lo pidieron) así:

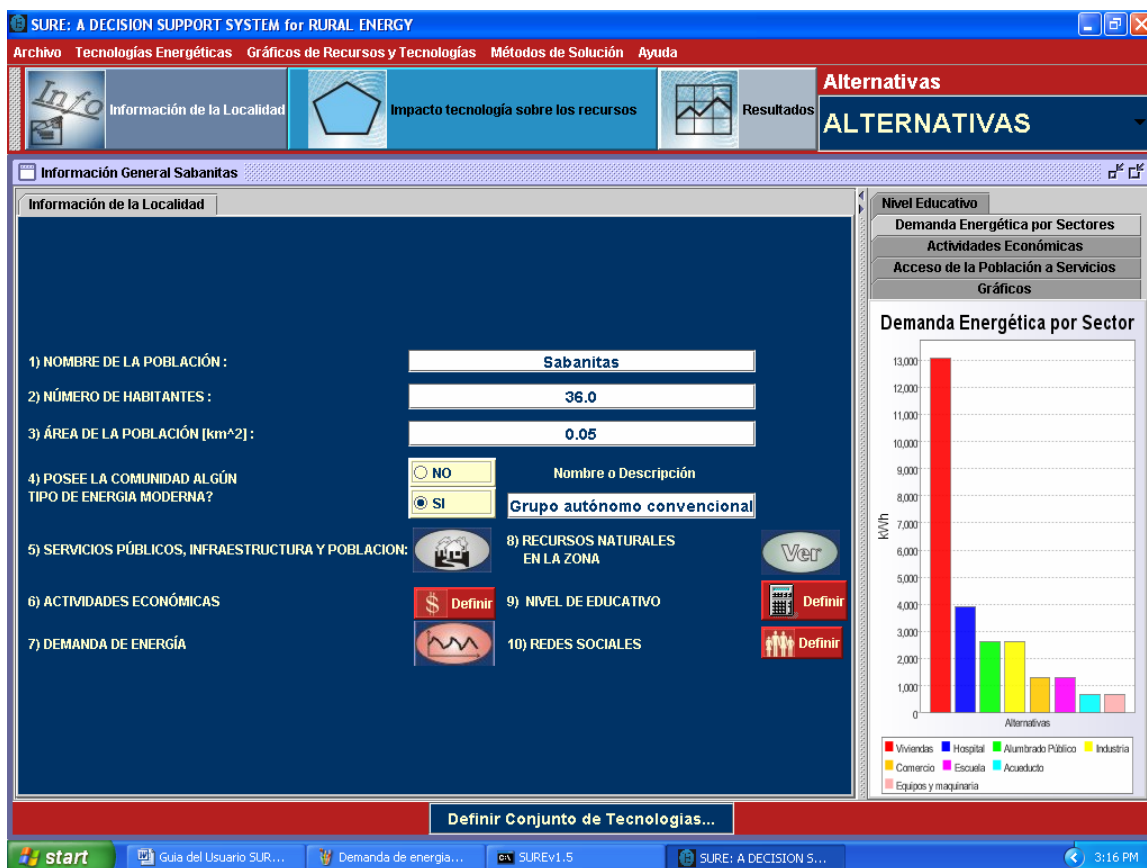
15% de demanda = Hospital
5% de demanda = Escuela
50% de demanda = Viviendas
2.5% de demanda = Bombeo de agua
10% de demanda = Alumbrado público
5% de demanda = comercio
10% de demanda = Industria rural
2.5% de demanda = Equipos y maquinaria

Igualmente se debe tener en cuenta por parte del experto si se señaló en el punto #4 la existencia de algún tipo de energía moderna y hacia que sector impactaba la misma. Existen otras experiencias en que se toma un indicador básico el número por familias (por ejemplo 200 watts por vivienda, ref. OLADE), en este caso no se prevé este concepto aunque los resultados son muy próximos.



La ventana o diálogo principal **“Demanda de Energía”** posee en su diseño un sistema de botones titulado **“Aceptar”** y **“Cancelar”** los cuales deberán ser accionados al concluir el llenado de toda la base de datos para que **SURE** capture los valores adicionados.

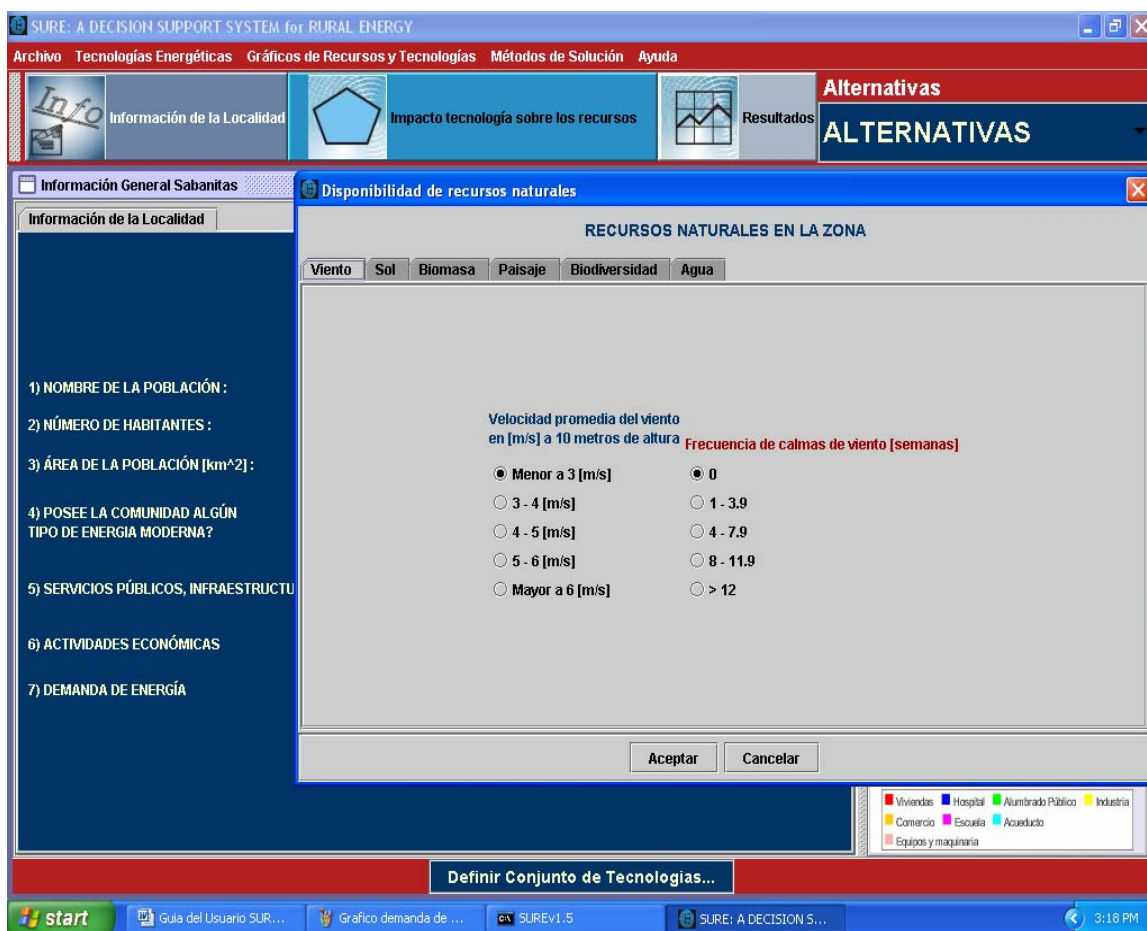
En este momento se inicializará, en el menú ubicado a la derecha y que se titula **“Gráfico”**, el gráfico correspondiente a este diálogo. Si no se llenan correctamente todas las ventanas o sino se acciona el botón de **“Aceptar”** el sistema mostrará una ventana con el mensaje **“No se pudo inicializar el gráfico de...”**.



La ventana 8 “**Recursos Naturales en la zona**” se refiere a los recursos que pueden ser utilizados para producción de energía o que pueden ser afectados por la introducción de un sistema energético. Es importante señalar que el modelo utiliza datos cuantitativos de fácil medición por parte de los expertos y un mínimo de datos cualitativos que se obtienen de la encuesta participativa que se aplica en cada vivienda. La información que aporta la población a través de la encuesta participativa sobre la existencia de algún tipo de recurso proviene de la pregunta 32, esta información será preliminar, sirve para constatar el conocimiento de la zona por parte de sus habitantes y **siempre se someterá a un análisis o dictamen final por parte de los expertos** en cada tecnología. En todos los casos el experto deberá adicionar los valores de acuerdo a las siguientes indicaciones.

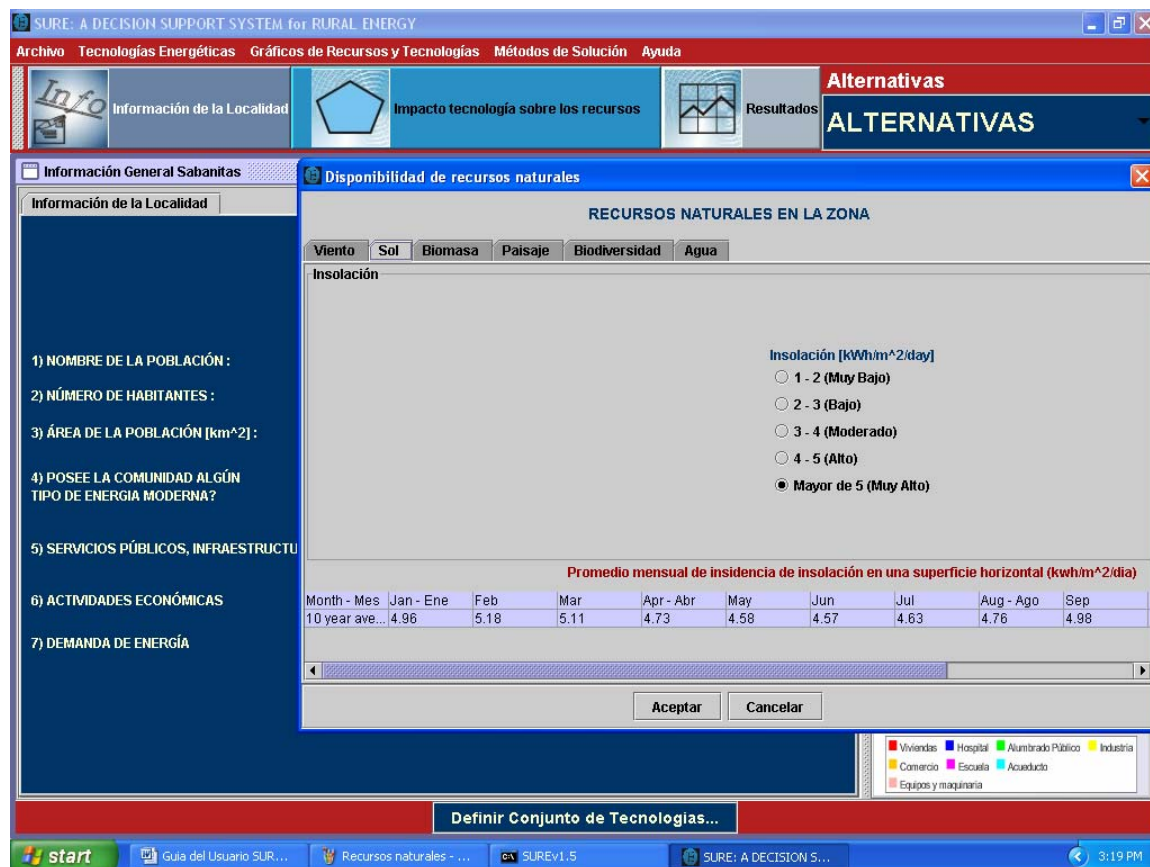
La ventana se inicializa con el diálogo “**Viento**”. En este se debe

introducir toda la información respecto a la velocidad promedio de vientos y la frecuencia de calmas. Estos datos se tomarán de información secundaria de mapas eólicos o estaciones meteorológicas cercanas, torres de medición eólica y en un último caso por métodos de observación y/o medición por parte de los expertos lo cual encarecería la toma de decisiones.



La ventana designada como “Sol” sirve para introducir datos que servirán para determinar la posible introducción de tecnología con paneles fotovoltaicos o con finalidad térmica. Esta considera el factor “Insolación” que es el total de energía solar recibida por unidad de superficie al día, (kWh/m²/día). Existen otros factores como localización geográfica, nubosidad, horas de insolación al día que usualmente se prevén pero que el modelo SURE no se toma en cuenta. En este caso los expertos

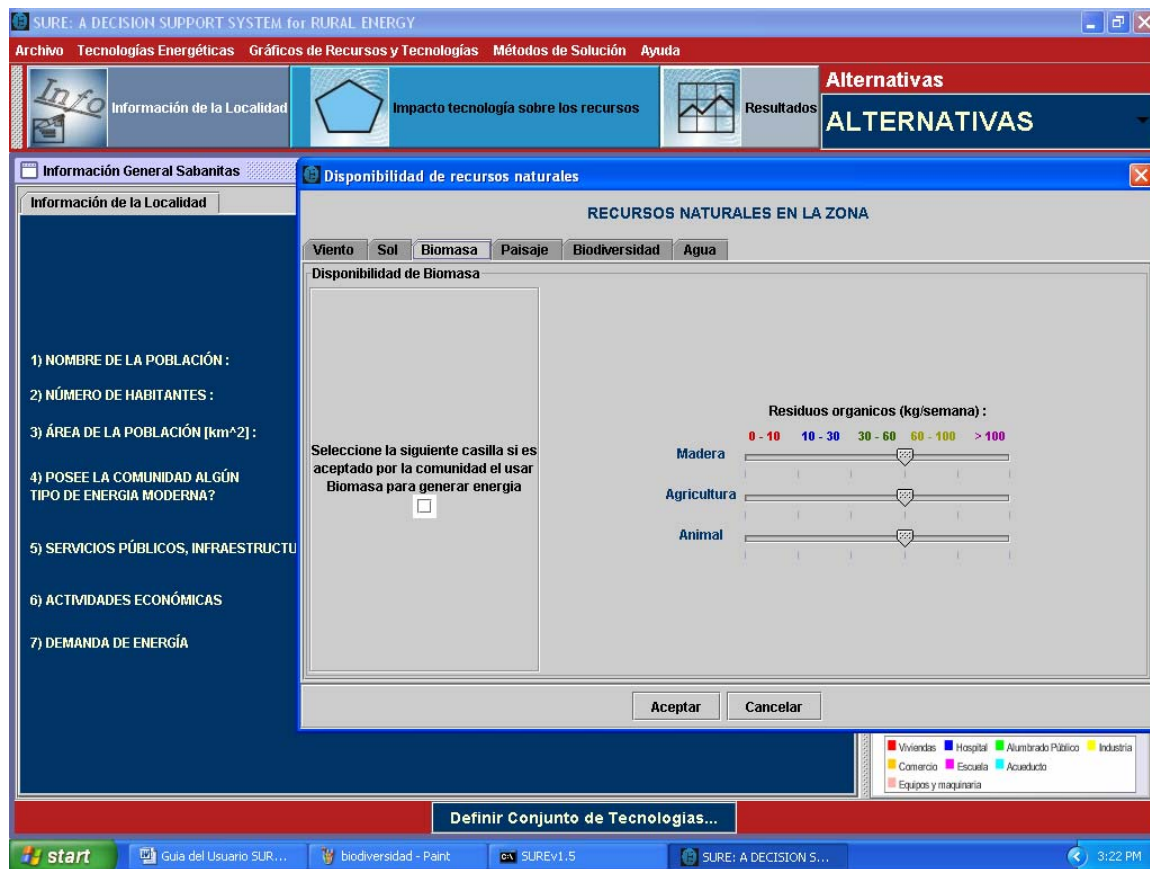
deben referirse al indicador “Promedio mensual de la Incidencia de Insolación en una superficie horizontal”.



En el ítem relacionado con la “**Biomasa**”, los expertos deben indicar la producción promedio de residuos orgánicos en kg/semana. Estos pueden constituir residuos de madera (si existe producción forestal o recolección de leña), subproductos de la agricultura y/o heces de animales (particularmente ganado). En este caso no se considera la tala de bosque como un recurso a utilizar para producción de energía por ser insustentable.

Adicionalmente se requiere de los resultados de la encuesta participativa donde debe precisarse si la comunidad por consenso, en caso de que exista aunque sea “solo una casa” en desacuerdo con algún tipo de recurso posible a utilizar, permite usar la biomasa con fines energéticos (consultar pregunta 24). La habilitación mediante un marcaje de esa casilla

ubicada en el lado derecho del menú o ventana de diálogo elimina la posibilidad de que aparezca la biomasa como una posible alternativa energética a utilizar en el diálogo del menú inferior titulado **“Definir Tecnologías”**.

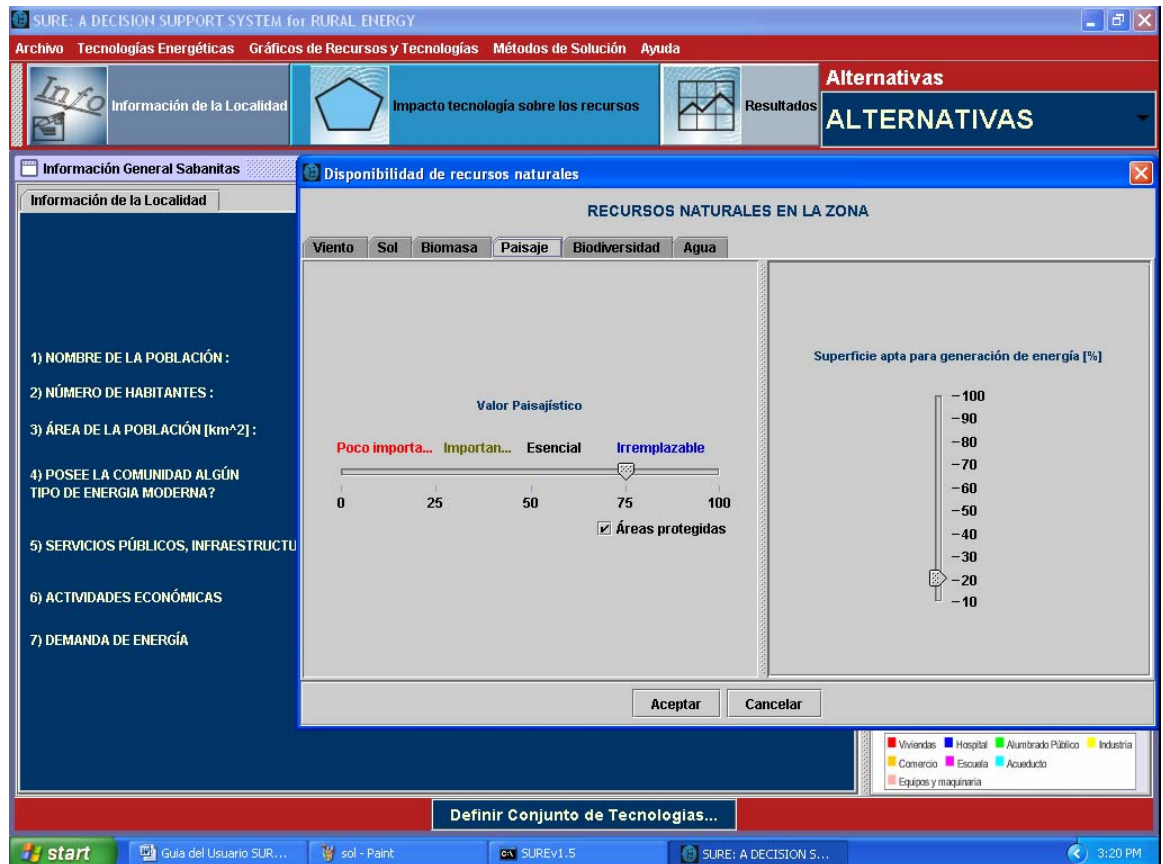


La siguiente ventana corresponde al **“Paisaje”**. Este puede definirse como la interrelación de elementos ambientales (como agua, suelo, vegetación) y como resultado de esto el valor estético percibido por el observador. En este caso, al ser este un indicador subjetivo, la información proviene de la encuesta aplicada en la comunidad (pregunta 25), donde cada casa expresa si existen unidades de paisaje de valor estético. La escala utilizada es cualitativa y corresponde a poco importante, importante, esencial, e irremplazable. En cuanto al aspecto participativo debe haber una coincidencia superior al 75% en uno de las evaluaciones dadas por las viviendas para que al codificar las respuestas de este sea la

evaluación representativa de la comunidad, en caso contrario de que ninguna supere ese porcentaje, entonces queda del experto en medio ambiente la decisión evaluadora.

Adicionalmente, se presenta una casilla para marcar si la localidad se ubica en un “Área protegida” (de acuerdo con la legislación local pertinente), consultar pregunta 17 de la encuesta participativa. Esta pregunta la define el experto encargado de verificar esa condición con el organismo o institución que rige esa actividad. Si resulta ser una “Área protegida” es “irreemplazable” la condición del paisaje.

Una segunda ventana indica el porcentaje de la superficie de suelo apta para la generación de energía con respecto a la superficie total que ocupa la comunidad. Este aspecto tiene como finalidad tratar de no modificar indiscriminadamente el uso de suelo existente en la zona para introducir energía ya que esto es insustentable. Este dato está relacionado con los factores negativos que el modelo analiza en la segunda fase con la implantación de nuevas tecnologías y esta información debe ser suministrada por los expertos.

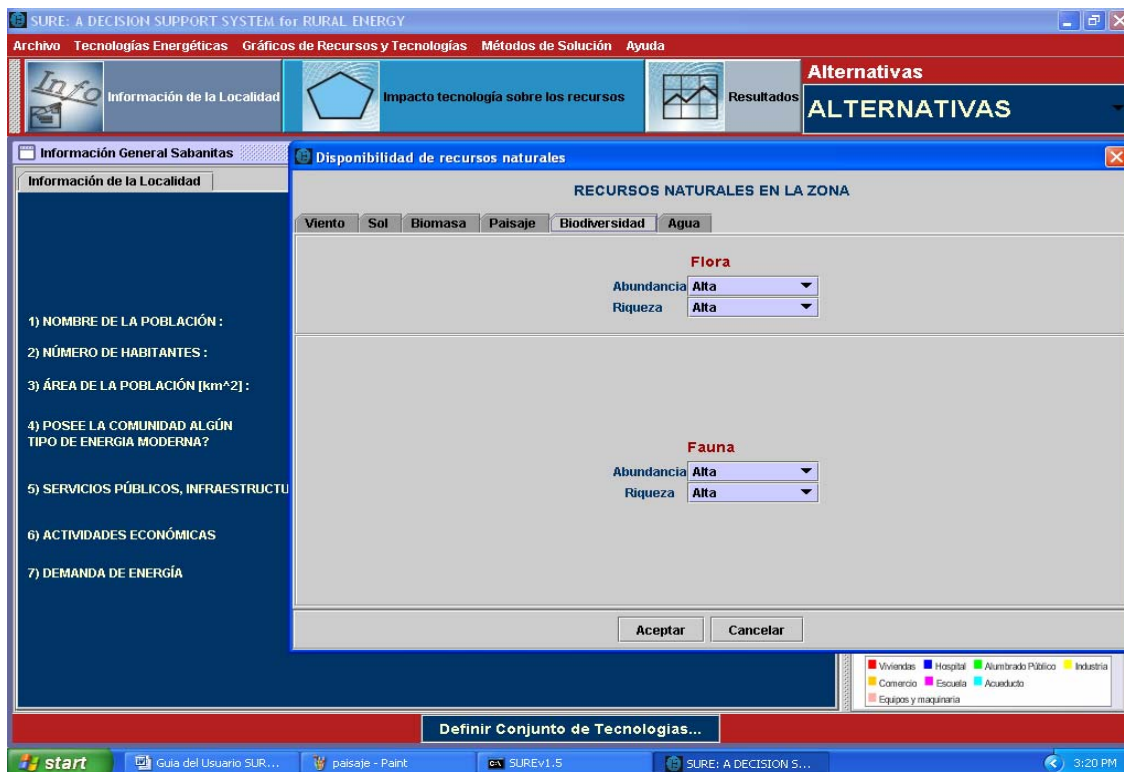


La ventana con factores de “**Biodiversidad**” también representa valores cualitativos. Biodiversidad se define como el total (irreducible) de organismos vivos, no solo en variedad sino que también considera las interacciones y comportamiento entre los diferentes organismos. Por lo tanto, no es posible encontrar una sola forma de medir biodiversidad.

Para tener información general sobre la biodiversidad encontrada en la región esta es estimada por el modelo como la fauna y flora presentes. Dado que el factor es estimativo se consideran unidades de vegetación fácilmente identificables (bosque, selva, árido, semiárido, bosque seco, etc.) de acuerdo a la región geográfica y fauna pequeña, mediana y grande de los principales grupos de vertebrados. Para ambos casos (flora y fauna) se consideran dos de los indicadores más comunes que son abundancia y riqueza.

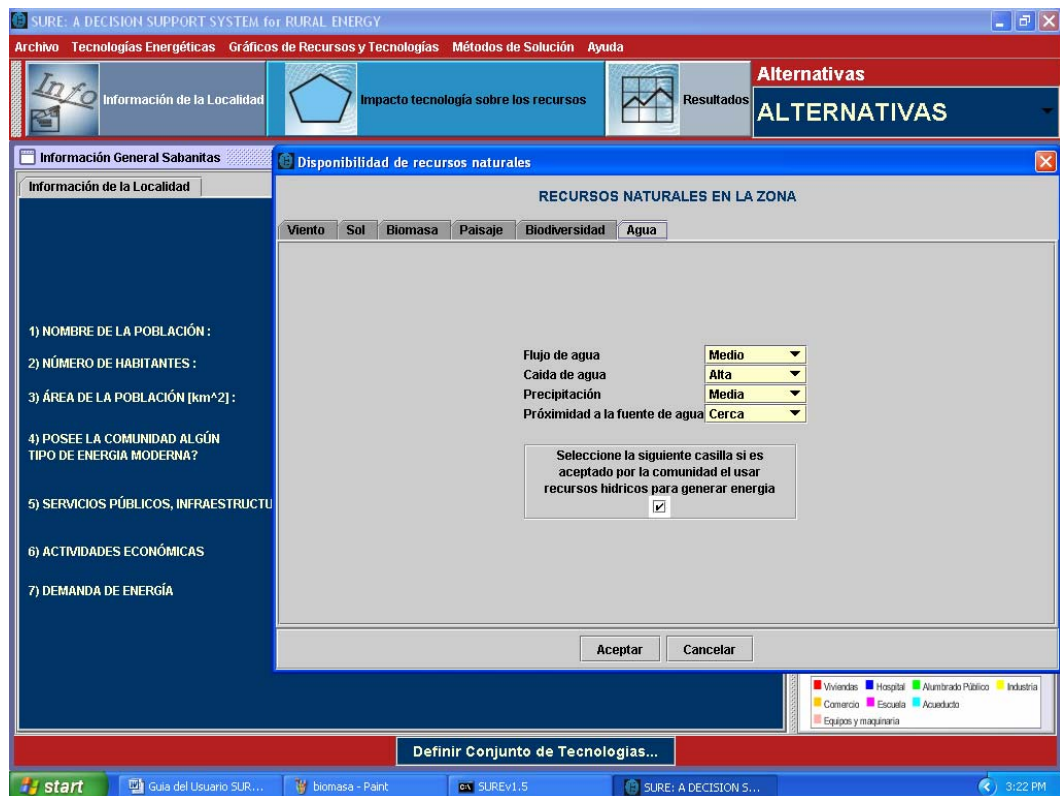
Abundancia se refiere al término estimativo de “presencia” de especies,

mientras que riqueza se refiere a la “variedad” de especies. En el caso del modelo ambas están estimadas de forma cualitativa en alta, media, baja. Para estas estimaciones el experto deberá indicar las consideraciones locales para aplicar las medidas alta, media baja. Por ejemplo, una selva presentará una riqueza de especies alta mientras que la abundancia por especies es baja; por el contrario, un bosque de coníferas presentará una riqueza de especies media y una abundancia por especies alta.



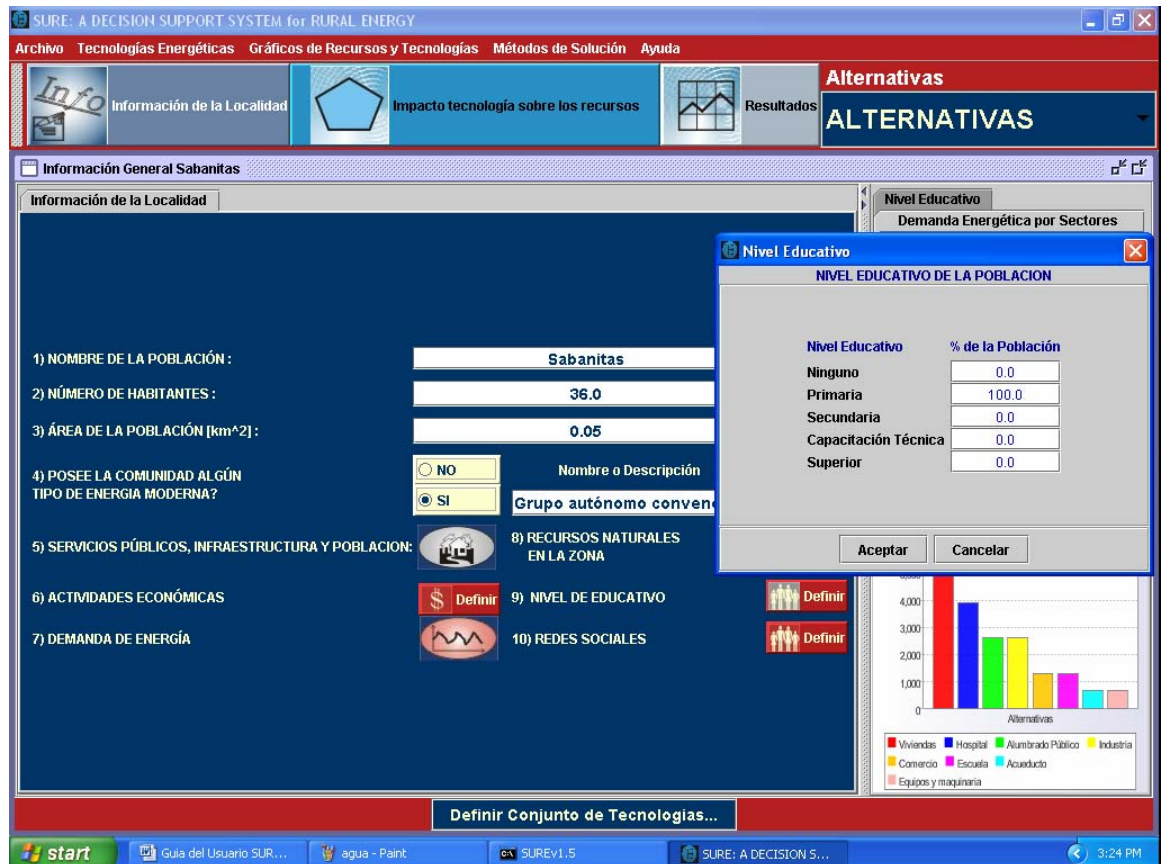
En el ítem “**Agua**” se aplica la misma lógica que en “**Biomasa**” donde adicionalmente se requiere de los resultados de la encuesta participativa que precisa si la comunidad permite (en consenso), usar agua con fines energéticos (consultar pregunta 24). De manera adicional la población aporta información a través del cuestionario proviene de la pregunta 32, siempre bajo la aprobación y supervisión de un análisis final por parte de un experto.

En el caso de SURE se consideran estos valores de forma estimativa para dar libertad al experto de decidir si existen condiciones adecuadas que puedan considerarse para el establecimiento de un sistema hidroenergético.



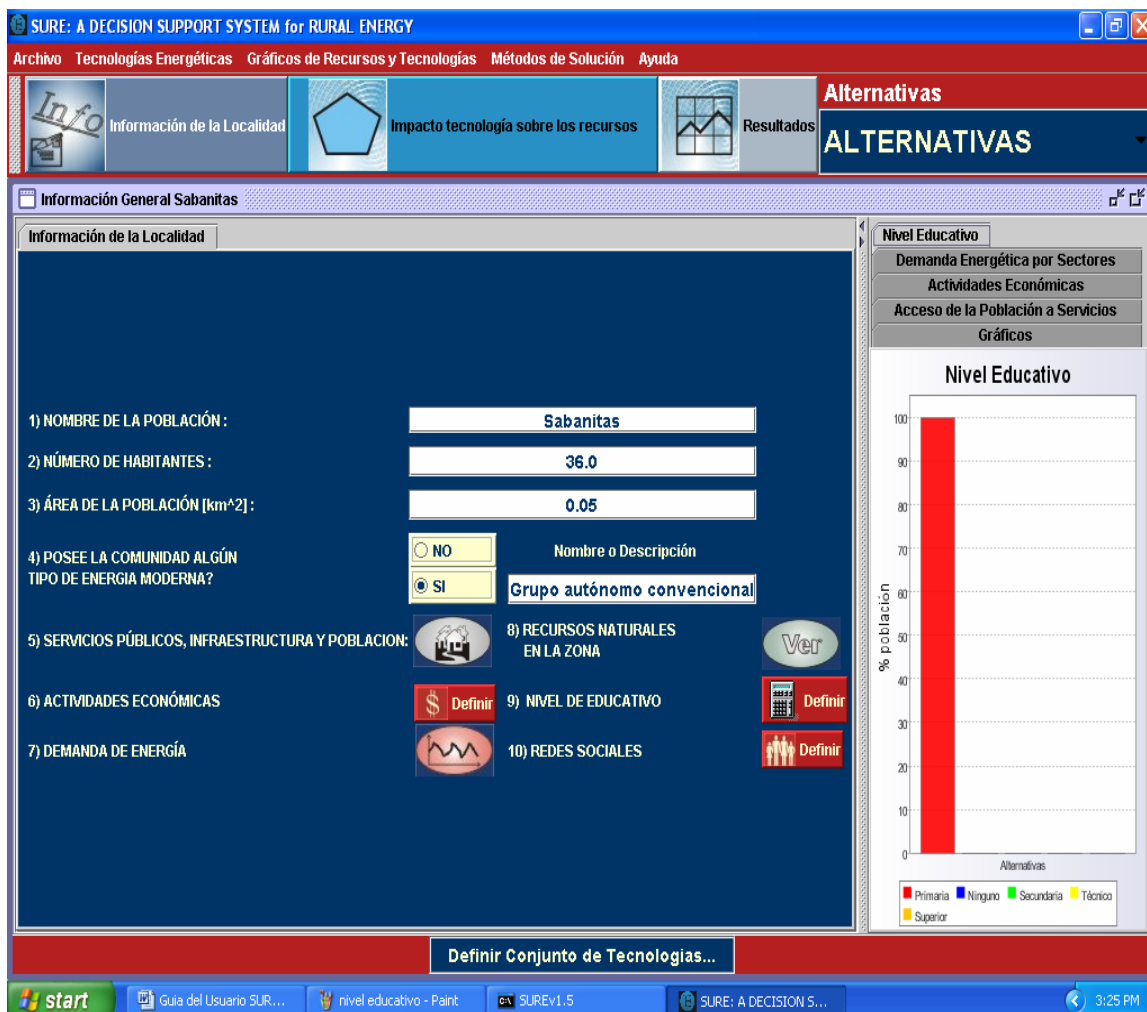
La ventana o diálogo principal **“Recursos Naturales en la zona”** posee en su diseño un sistema de botones titulado “Aceptar” y “Cancelar” los cuales deberán ser accionados al concluir el llenado de toda la base de datos para que **SURE** capture los valores adicionados. Esta ventana no posee visualización gráfica.

La ventana 9 **“Nivel Educativo”** se inicializa con el diálogo o menú superior **“Nivel Educativo de la Población”**, en este se debe introducir toda la información que se requiere, basada en porcentajes relativos y que proviene de los datos recopilados del cuestionario en la pregunta 27.

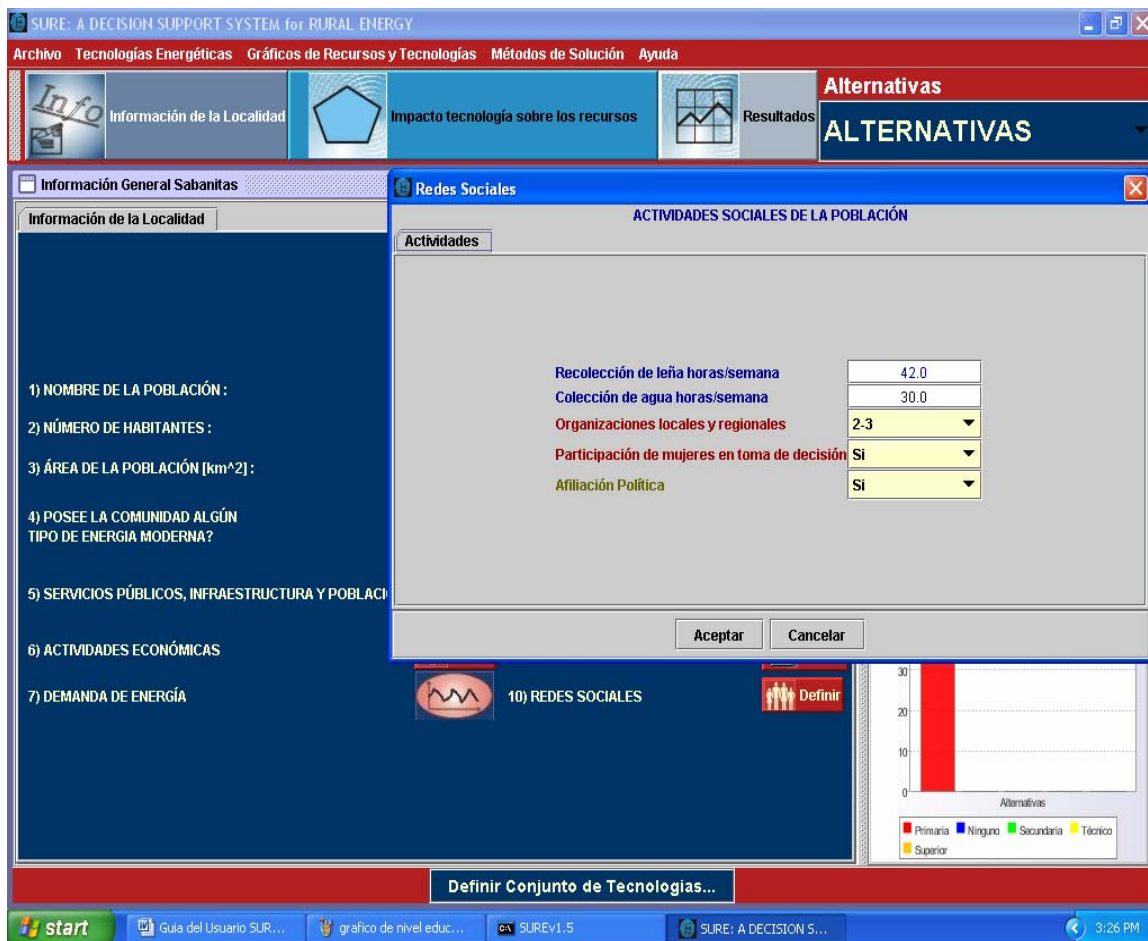


La ventana o diálogo principal **“Nivel Educativo de la Población”** posee en su diseño un sistema de botones titulado “Aceptar” y “Cancelar” los cuales deberán ser accionados al concluir el llenado de toda la base de datos para que **SURE** capture los valores adicionados.

En este momento se inicializará, en el menú ubicado a la derecha y que se titula **“Gráfico”**, el gráfico correspondiente a este diálogo. Si no se llenan correctamente todas las ventanas o sino se acciona el botón de **“Aceptar”** el sistema mostrará una ventana con el mensaje **“No se pudo inicializar el gráfico de...”**. El usuario debe observar que la suma de todos % de niveles educativos que conforman esta ventana #9, deben sumar en total 100%, en caso de error el modelo se encarga de enviar un mensaje para que el usuario modifique los valores de forma tal que su suma alcance la cifra anteriormente indicada.



La ventana 10 “**Redes Sociales**” se inicializa con el diálogo “**Actividades Sociales de la Población**”, en este se debe introducir toda la información que se requiere, basada en los resultados de la encuesta participativa. Esta información será adicionada (en los tres últimos ítems) mediante un sistema de diálogo selectivo, bastará con que el usuario accione sobre la ventana que se ilustra en cada uno de ellos y aparecerán en columna una serie de opciones que facilitarán plasmar los resultados de la encuesta y que provienen de los datos recopilados de las preguntas de la 33 a la 35.

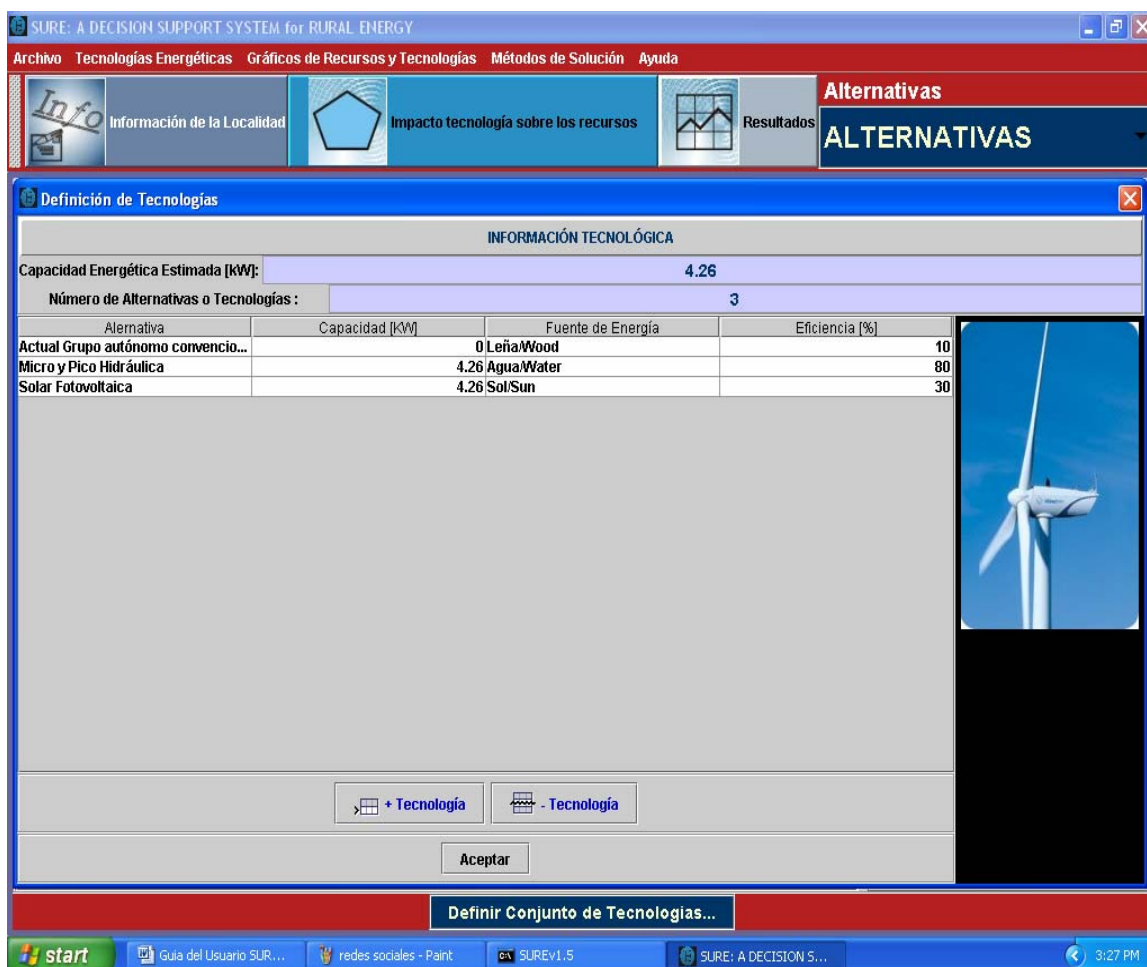


En el caso de los dos primeros ítems se debe introducir toda la información que se requiere, basada en los resultados de la encuesta participativa y que proviene de los datos promedios recopilados del cuestionario en las preguntas 21 y 22. Los demás ítems se explican por si solos, para el 4to ítem se considera “si” obtener respuestas positivas en un porcentaje igual o mayor que 50, en el 5to se considera “si” obtener respuestas positivas en al menos un 25% de las casas de la comunidad. La ventana o diálogo principal “**Redes Sociales**” posee en su diseño un sistema de botones titulado “Aceptar” y “Cancelar” los cuales deberán ser accionados al concluir el llenado de toda la base de datos para que **SURE** capture los valores adicionados. Esta ventana no posee visualización gráfica.

3. En el menú inferior titulado **“Definir tecnologías”**, **SURE** presenta una ventana en la cual se brinda la capacidad de potencia estimada en kW “a partir de la demanda existente en la comunidad”, e igualmente refiere el número de tecnologías posibles según las evaluaciones que este sistema hace y tomando en cuenta básicamente la información introducida por parte del experto en la ventana o diálogo principal **“Recursos Naturales en la zona”**. No obstante, la cantidad de alternativas pueden modificarse mediante el accionamiento del botón del menú inferior **“+Tecnología”** o **“-Tecnologías”**. Como información complementaria en esta “Guía de Usuario” se informa que el enlace o identificación computacional de cada alternativa se realiza a partir de las opciones que brinda la columna **“Fuentes de Energía”** por lo que cuando el usuario decide adicionar una posible tecnología, este experto está libre de escribir el nombre de esta de la forma que lo desee, por otro lado las fuentes de energías están definidas mediante un sistema de diálogo selectivo. La columna de **“Capacidad”** es perfectamente modificable por parte de los expertos y depende del uso final que se le atribuirá a estas alternativas y en principio, de la capacidad real de generación a instalar que tengan estas en función de la disponibilidad de los recursos naturales existentes; en caso de que se señalen más de una y alguna de ellas no supla la capacidad total a instalar debe observarse que se podría estar en presencia de un sistema híbrido, aspecto el cual esta versión de **SURE** no incluye y en este caso debe proseguirse el cálculo de esa alternativa como elementos independientes cada una de las opciones pero de manera combinada, es decir, previendo que a lo largo de toda la segunda fase del modelo estas se combinarían finalmente.

Cada una de las columnas, con la excepción de **“Fuentes de energía”**, es modificable mediante un doble clic izquierdo.

La columna **“Eficiencia”** refiere los valores usuales de cada tipo de opción tecnológica, igualmente es modificable mediante un doble clic izquierdo. Esta potencializa el valor de las variables **“Dependencia de Combustibles Fósiles”** y **“modularidad de la tecnología”** para el recurso Físico.



En una segunda corrida de SURE (con el mismo caso de estudio o base de datos de la comunidad), antes de que el usuario oprima nuevamente el menú inferior titulado **“Definir Tecnologías”**, el sistema **SURE** realiza un chequeo que consiste en determinar si se ha realizado algún cambio en

cualquiera de las ventanas del #1 al #10 y pregunta “¿Desea recalcular las capacidades de las tecnologías?”; como es natural esto no ocurre en el caso de ser un ejemplo que por primera vez se le introducen los datos. Si el usuario acciona el botón “**Si**” se recalculan todos los valores a mostrar relacionados con la capacidad tecnológica, si acciona “**No**” no se actualizan los resultados que se muestran en “**Definir Tecnologías**”.

El eliminar o adicionar algún tipo de tecnología requiere de un análisis lógico previo preferiblemente por un grupo de expertos. Este paso resulta crucial, así como la **capacidad** que se le asigne a cada una de ellas pues SURE por defecto le asigna el mismo valor de “capacidad energética estimada” a cada opción posible, “no tiene que ver con la disponibilidad de recursos”, tiene que ver con la demanda de la población.

El completamiento de este paso da culmino a la 1ra fase de SURE.

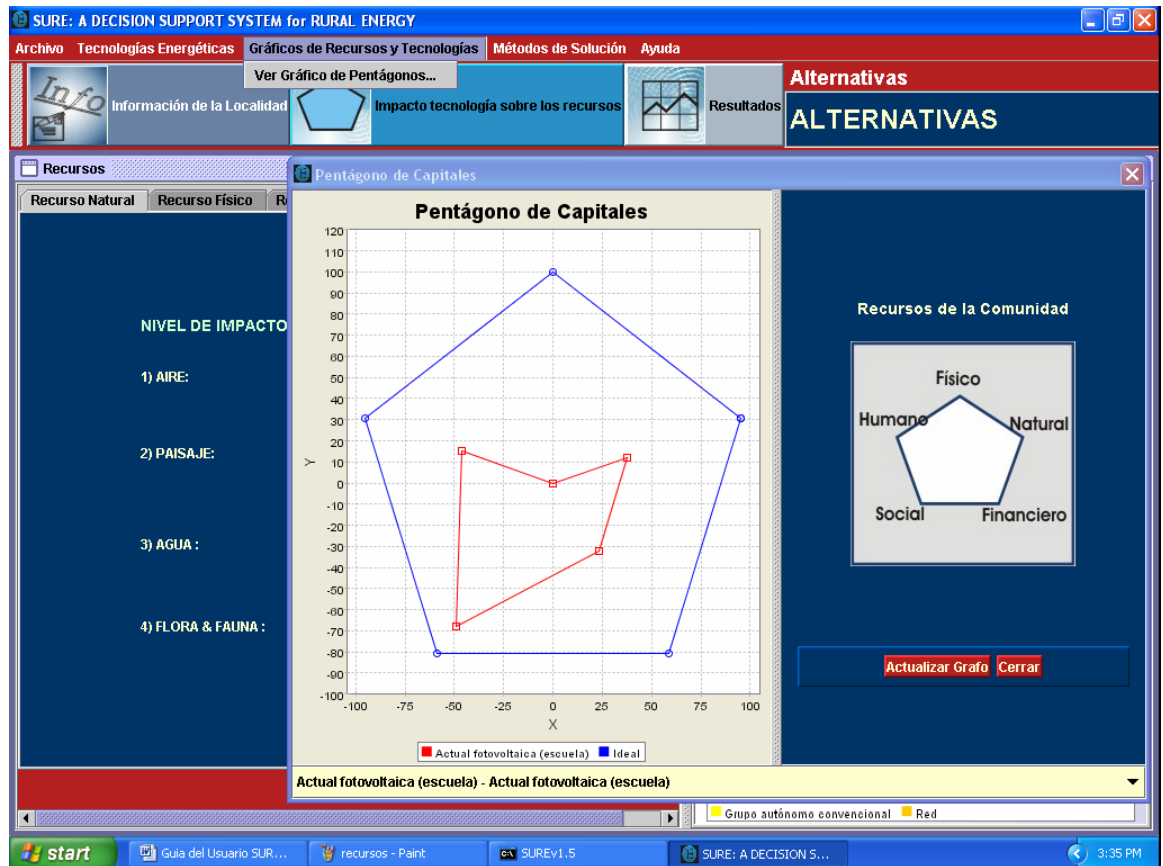
SE ACTIVA el menú superior principal “**Impacto Tecnología sobre los recursos**”. En la sección derecha de este software, en el menú “**Alternativas Tecnológicas**” aparecen las alternativas ya definidas en “**Definir Tecnologías**” lo cual puede visualizarse mediante un click izquierdo del mouse; y más abajo y aun en la sección derecha de **SURE** se visualiza una tabla (Matriz tecnológica), con la evaluación del pentágono inicial en función de la opción energética moderna inicial o existente en la comunidad y las demás alternativas sin calcular en cada uno de los recursos, al igual que un gráfico que ilustra (en el caso de la ya existente) o ilustrará el comportamiento de las propuestas a medida que se va calculando el impacto de una alternativa sobre cada uno de los recursos de la comunidad.

Debe conocer que la **matriz tecnológica** posee un singular importancia, en ella se muestran paulatinamente los valores o impactos de cada opción tecnológica sobre los 5 recursos de la comunidad; una adecuada o “entrenada” lectura de estos valores, puede permitir la toma de medidas correctoras para poder influir en cada recurso a lo largo del tiempo, de forma tal que se refuerce la decisión que se tome; esta matriz es quizás₅₂

una de los elementos más importantes que deben ser objeto de estudio por parte de los decisores o expertos.

Es necesario señalar que todas las alternativas (las nuevas y la existente en la comunidad “si fuera ese el caso”), compiten en igualdad de condiciones, solo que los valores de la opción energética moderna (existente antes del nuevo proceso inversionista de cada recurso de la comunidad), se predeterminan de manera automática por SURE en función del estado inicial de la comunidad o lo que es lo mismo en función del pentágono inicial anteriormente explicado que lo determina los datos incluidos en la 1ra etapa o fase del modelo.

En este punto ya se encuentra disponible la comparación entre el gráfico del pentágono de la comunidad antes de la llegada de la energía y un estado ideal de este. Esta visualización puede hacerse viable mediante el accionar del menú superior principal **“Gráficos de Recursos y Tecnologías”**. El usuario podrá observar en la sección izquierda de la ventana que se ilustra, la comparación gráfica de los estadios de la comunidad y a la derecha la indexación de cada una de las aristas del pentágono para la interpretación del mismo. Mediante el menú inferior derecho titulado **“cerrar”** se puede salir de la misma.



Igualmente es imprescindible definir el “horizonte de planeación” en el submenú titulado **“Parámetros Técnicos”**.

La vida económica de un proyecto define el horizonte de evaluación.

Para el caso de proyectos de electrificación se sugiere utilizar un horizonte de evaluación igual a treinta (30) años, para la extensión de la red convencional y para proyectos de autogeneración basado en micro centrales hidroeléctricas, esto dado el grado de madurez tecnológica de este último, y de la confiabilidad y sustentabilidad en el tiempo.

Se sugiere utilizar un horizonte de 10 años para el resto de tecnologías de autogeneración.

Dentro de los proyectos de Auto-Generación se contemplan:

- ◆ Generación mediante Paneles Solares
- ◆ Generación mediante Generadores Diesel (GAC)
- ◆ Generación mediante Turbinas Eólicas (Viento)

- ◆ Generación Híbrida, mediante una combinación de las anteriores (aún no implementado en SURE).

En el caso de que se desee comparar proyectos formulados con distintas alternativas tecnológicas, que involucren horizontes de evaluación distintos, la evaluación deberá considerar en sus flujos de caja el valor residual distinto de cero para aquellos sistemas o ítems del proyecto cuya vida útil sea superior a dicha cifra.

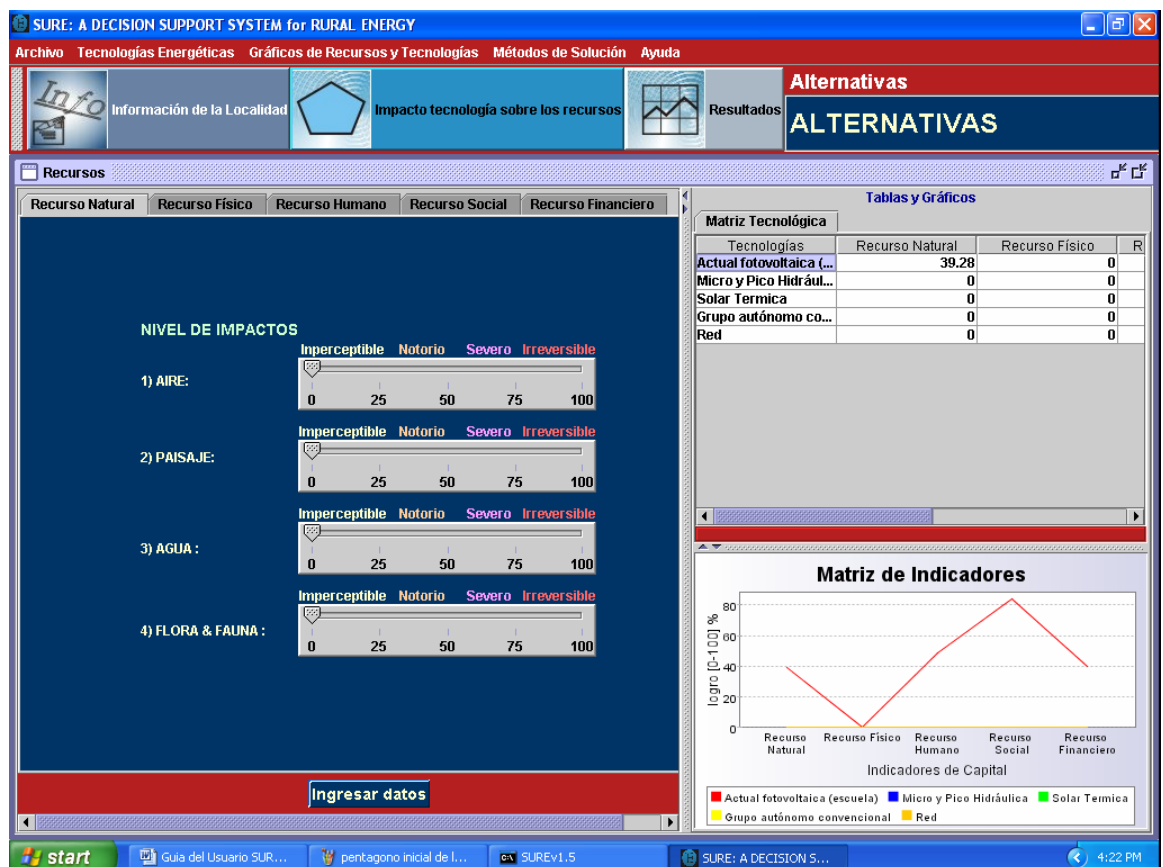
Esto se aplica principalmente a proyectos de extensión de la red o micro y mini centrales hidroeléctricas. En estos casos, el valor residual se calculará como el valor actualizado de los flujos que obtenga el proyecto desde el año 31 en adelante.

El compromiso de operación y mantención de estos sistemas, por parte de las empresas, debe ser por un período de treinta (30) años para proyectos de extensión de red y para Micro Centrales Hidroeléctricas y diez (10) años para el resto de las tecnologías de autogeneración, es decir, iguales al horizonte de tiempo que se consideró para su evaluación.

Por lo que a modo de ejemplo, un valor de vida útil bajo (ej.: vida útil = 1) en relación con el horizonte de planeación = 50 años, genera un aporte al valor actual de capital físico de cero. Si se inicia en 25, queda con un valor cercano a 25. Por lo tanto es importante definir un buen horizonte de planeación del proyecto de inversión para una comparación apropiada entre las alternativas. Si se están comparando dos alternativas una de 20 con una de 50, aunque la alternativa de 20 sea muy buena se verá en algo mal calificada.

4. Después de haberse familiarizado con los resultados obtenidos en la primera fase así como con las nuevas ventanas de diálogos que se han habilitado, se da inicio a la aplicación y/o análisis de la ventana superior principal ***“Impacto de la Tecnología sobre los recursos”***. Debe observarse que **antes de cualquier adición de valores es necesario seleccionar**

primeramente en el menú superior derecho **“Alternativas Tecnológicas”** la opción a analizar y los valores atribuibles a ella se guardarán en la memoria del programa. Por otro lado el **sistema SURE v 1.6 brinda unos valores predeterminados en cada recurso de la comunidad en función de la alternativa que esté analizándose, son valores lógicos y que provienen de la base de datos del modelo, no obstante pueden ser aceptados o no por los expertos y por lo tanto son modificables.**



El análisis del menú **“Impacto de la Tecnología sobre los recursos”** (ver gráfico anterior) comienza con la ventana de diálogo **“Recurso Natural”**, mostrándose cuatro aspectos a completar por parte de los expertos en este tipo de recurso mediante un sistema de barra métrica que oscila desde un rango de 0 a 100.

No debe olvidarse por parte del usuario que en cada ventana de diálogo de los recursos de la comunidad es imprescindible ingresar los datos introducidos mediante el botón inferior titulado **“Ingresar datos”**, este estará presente en el ambiente de cada uno de ellos y al accionarse este botón se visualizarán los valores numéricos de cada recurso en la tabla ubicada en la sección derecha del ambiente principal de **SURE** y se ilustrará la sección de gráfico en la parte inferior de esta.

Posteriormente puede activarse la ventana de diálogo “Recurso Físico”, mostrándose un primer aspecto relacionado con la vida útil el cual es recomendado por SURE y proviene de la matriz energética que se ubica en el menú principal superior “Tecnologías Energéticas” (la vida útil debe ser mayor que un año en todos los casos). El segundo y tercer ítems se completan con gran facilidad mediante un sistema de barra métrica que oscila desde un rango de 0 a 100.

SURE: A DECISION SUPPORT SYSTEM for RURAL ENERGY

Archivo Tecnologías Energéticas Gráficos de Recursos y Tecnologías Métodos de Solución Ayuda

Info Información de la Localidad Impacto tecnología sobre los recursos Resultados **Alternativas**

ALTERNATIVAS

Recursos

Recurso Natural Recurso Físico Recurso Humano Recurso Social Recurso Financiero

1) VIDA ÚTIL DE LA TECNOLOGÍA: EN AÑOS DE SERVICIO:

2) DEPENDENCIA DE COMBUSTIBLES FÓSILES:
 No dependencia Poca depend... Regular depend... Alta depend... Muy Alta dependencia

3) MODULARIDAD DE LA TECNOLOGÍA:
 NO Flexible Poco Flexible Regular Flexible Muy Flexible

4) CONTRIBUCIÓN AL SUMINISTRO DE ENERGÍA

Tablas y Gráficos

Matriz Tecnológica

Tecnologías	Recurso Natural	Recurso Físico
Actual fotovoltaica (...)	39.28	0
Micro y Pico Hidrául...	0	0
Solar Termica	0	0
Grupo autónomo co...	0	0
Red	0	0

Matriz de Indicadores

Logro [0-100] %

Indicadores de Capital

Actual fotovoltaica (escuela) Micro y Pico Hidráulica Solar Termica Grupo autónomo convencional Red

El cuarto y último ítem constituye un icono titulado **“Contribución al Suministro de Energía”**, que da paso a una ventana o menú que se titula “Energización por Sectores”. Este permite al experto asignar, en dependencia de la tecnología y la potencia que esta entregue, un porcentaje de satisfacción de demanda en los sectores que ahí se representan en función de una tecnología dada. En el cuadro superior que dice: “Capacidad disponible de la tecnología” y en sistema de barra horizontal titulado “Satisfacción de la demanda de energía en la comunidad se irá observando como aumenta una barra de color a la

derecha que representa gráficamente el grado de utilización de la potencia a instalar prevista por cada alternativa tecnológica.

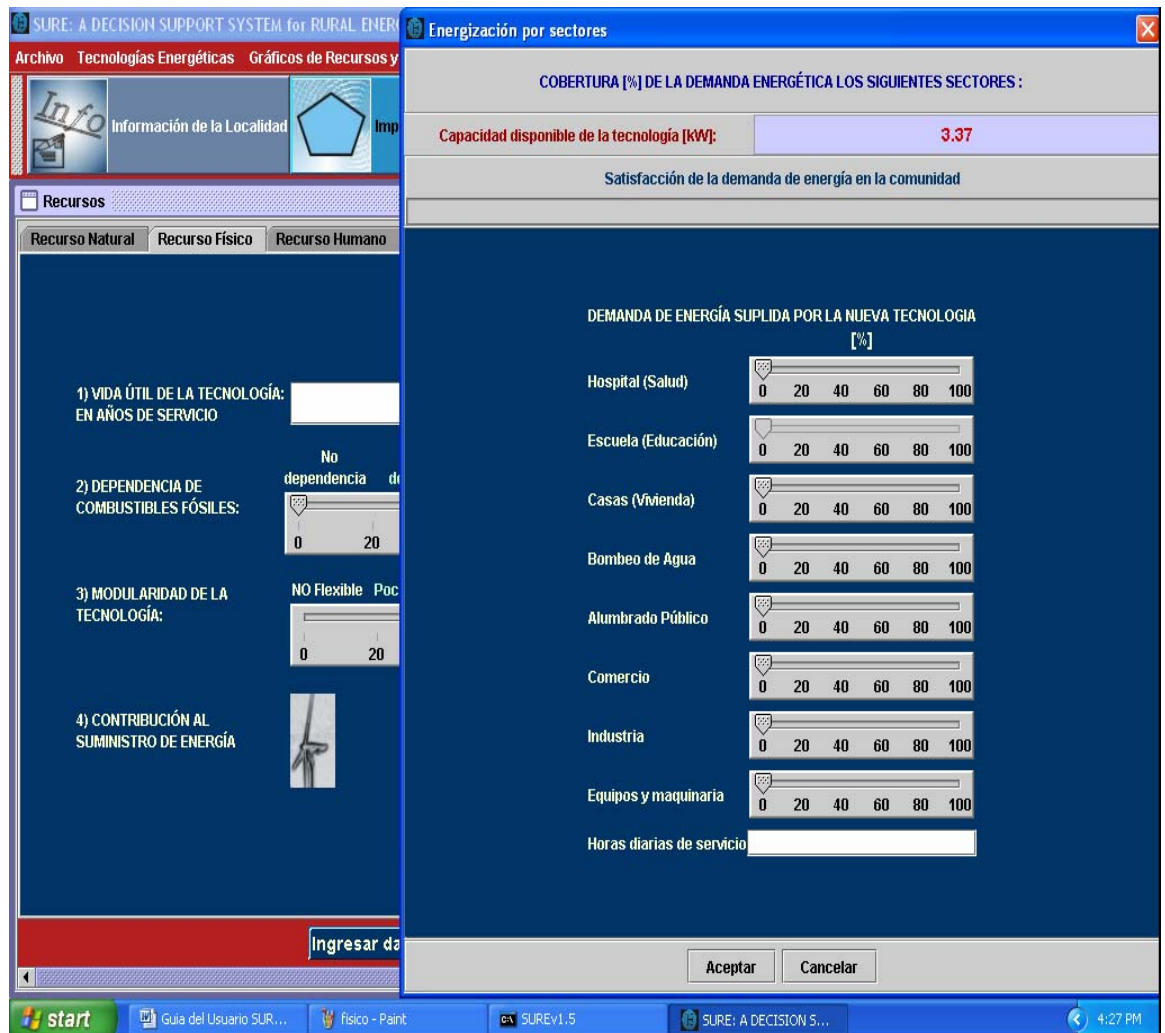
Observaciones:

El mismo razonamiento del valor de vida útil se aplica para las horas de servicio y la contribución al suministro de energía.

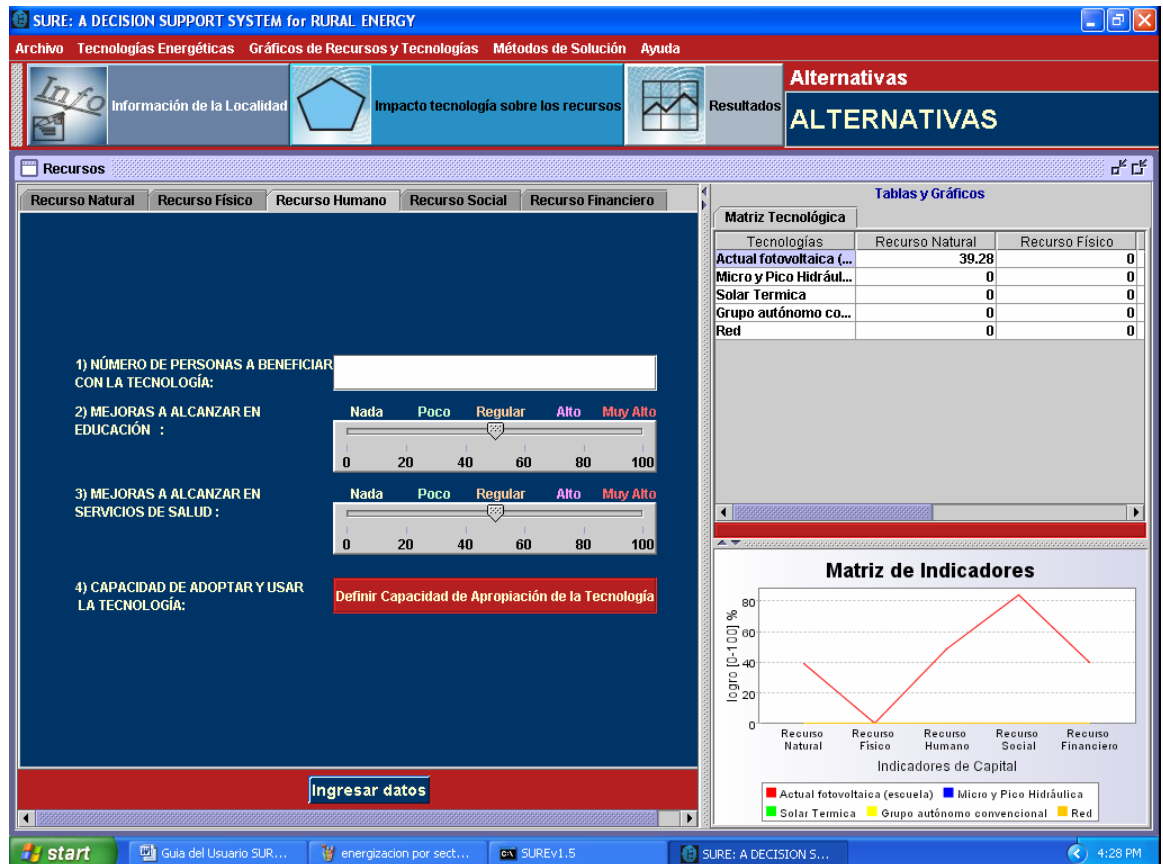
En resumen las variables vida útil, horas de servicio y la contribución al suministro de energía son las más importantes y en conjunto contribuyen a lograr el 80% del valor del recurso **Físico**. Si alguna de estas variables tiene un valor bajo la alternativa energética será valuada bajo, pero si todas tienen valores medios será valuada medio y si tienen todas valores altos será valuada alto.

Las variables Dependencia de Combustibles Fósiles y modularidad de la tecnología aunque importantes, valores bajos de ellas no representan nulidad para el recurso **Físico**. La función construida hace que estas variables en su conjunto contribuyan entre un 20% y 30% en el valor del recurso **Físico**, es decir que valores altos y bajos de esas variables modifican el recurso entre decimales a algunas unidades enteras (por ej. 10 -20 en las muy bien calificadas, ó 0.5-2 en las muy mal calificadas).

Por otro lado, **la eficiencia** potencializa el valor de las dos variables arriba expuestas, siendo mas relevante.



Posteriormente puede activarse la ventana de diálogo “**Recurso Humano**”, mostrándose un primer aspecto de fácil entendimiento relacionado con el número de personas a beneficiar con la tecnología, el segundo y tercer ítems se completan con gran facilidad mediante un sistema de barra métrica que oscila desde un rango de 0 a 100.



El cuarto y último ítem constituye un icono titulado “**Definir Capacidad de apropiación de la Tecnología**”, que da paso a una ventana o menú que posee dos submenús, el primero relacionado con la “Capacidad de Operación y Mantenimiento del Equipo”, en este usualmente **SURE** propone un valor el cual puede ser modificado por el usuario. Resultará “amigable” ver como en este propio ambiente **SURE** recomienda ciertos valores como ayuda al usuario. El decisor debe notar que los valores relativos deberán estar comprendidos entre 0 y 1, rango de valores que se toma como conveniencia y es coincidente, a los efectos de la programación, con los usualmente utilizados en las técnicas AMO. Un segundo submenú titulado “**Capacidad de Uso de la Tecnología**” resulta en su lógica idéntico al anteriormente descrito. Posterior a la aceptación o introducción de los valores en cada casilla, se debe accionar el botón “Aceptar” para que proceda **SURE** al cálculo de este recurso de la

comunidad.

El ítem **“Capacidad de Operación y Mantenimiento del Equipo”** se refiere a la valoración del grado de complejidad que representa para el inversionista garantizar las piezas de repuesto, y la presencia de facilidades y habilidades en la operación y mantenimiento, constituyendo esta una valoración que debe realizar un experto y depende de las condiciones reales en cada país e incluso de cada región o provincia de cada país, por lo que este es un valor susceptible de ser modificado por parte del experto.

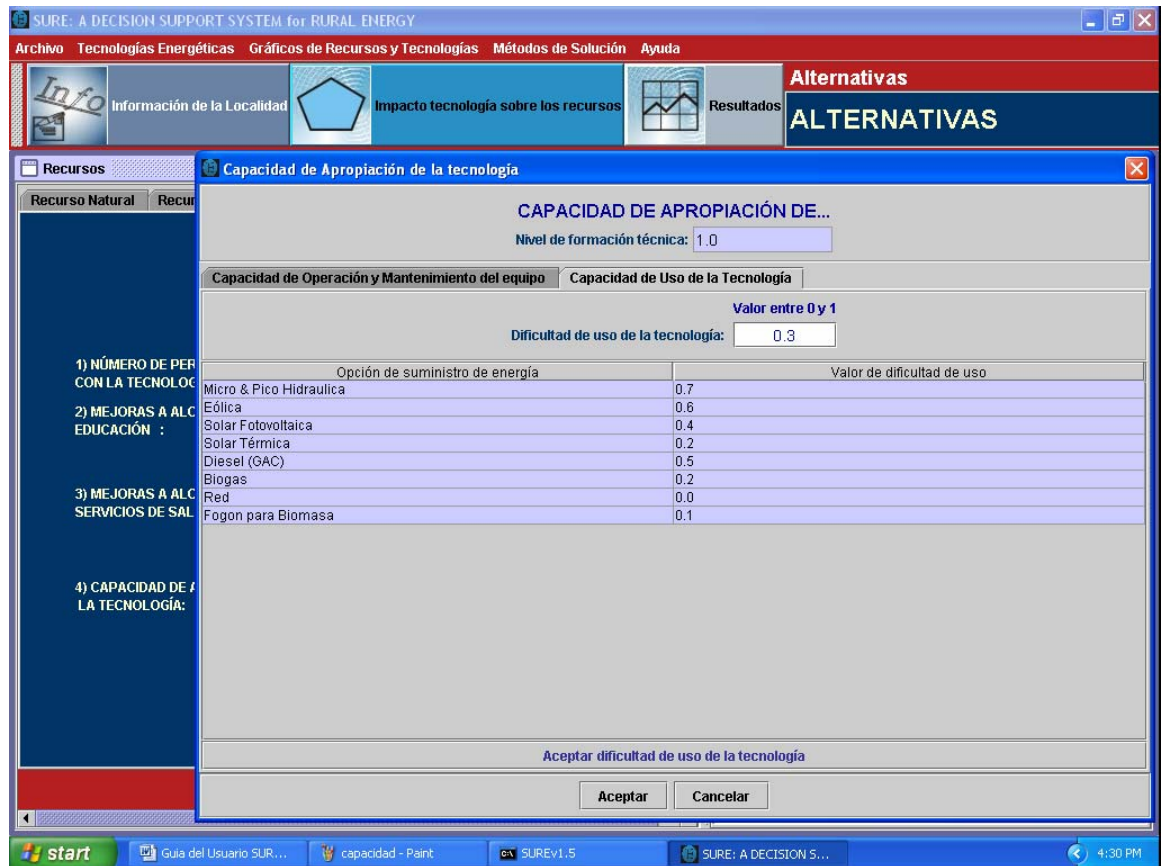
En cuanto a la **“Capacidad de Uso de la Tecnología”** se refiere a la dificultad relativa del uso de cada una de las alternativas energéticas que contempla SURE, ya sean de uso colectivo o individual, estos valores dependen también de la apreciación de los expertos y del grado de habilidades y/o preparación que poseen los habitantes de la comunidad, por lo que son modificables por parte de los expertos.

The screenshot shows the SURE software interface. The main window is titled 'SURE: A DECISION SUPPORT SYSTEM for RURAL ENERGY'. The menu bar includes 'Archivo', 'Tecnologías Energéticas', 'Gráficos de Recursos y Tecnologías', 'Métodos de Solución', and 'Ayuda'. The main menu has 'Info', 'Información de la Localidad', 'Impacto tecnología sobre los recursos', 'Resultados', and 'Alternativas'. The 'Alternativas' menu is currently selected, showing 'ALTERNATIVAS'.

The 'Recursos' window is open, showing a list of resources on the left and a dialog box titled 'Capacidad de Apropiación de la tecnología' on the right. The dialog box has the following fields and controls:

- 'Nivel de formación técnica': 1.0
- Buttons: 'Capacidad de Operación y Mantenimiento del equipo' and 'Capacidad de Uso de la Tecnología'.
- 'Valor entre 0 y 1': 0.4
- 'Complejidad de la tecnología': 0.4
- Table of energy supply options and their complexity values for investors.
- Buttons: 'Aceptar' and 'Cancelar'.

Opción de suministro de energía	Valor de complejidad para inversionista
Micro & Pico Hidraulica	0.70
Eolica	0.50
Solar Fotovoltaica	0.40
Solar Térmica	0.30
Diesel (GAC)	0.50
Biogas	0.25
Red	0.90
Fogon para Biomasa	0.10



Posteriormente puede activarse la ventana de diálogo “Recurso Social”, mostrándose un primer aspecto de fácil entendimiento y que se valoriza mediante un sistema de barra métrica que oscila desde un rango de 0 a 100, el segundo y tercer ítems se completan con gran facilidad y solo basta asignar el valor que sea necesario en cada uno de los espacios designados por SURE. El cuarto y último ítem constituye un factor que se evalúa en este recurso al igual que en el recurso “Humano” y por lo tanto se inhabilita esta casilla debido a que el valor que toma será igual al asignado con anterioridad en el recurso Humano por parte del experto. En el segundo ítem “Horas semanales ahorradas en recolección de combustible con la tecnología”: vale apuntar que entre más horas ahorradas en estas labores se tiende a obtener un menor recurso Social, y el argumento es que las redes o lazos de las personas que antes hacían esta labor juntas, al no tener que hacerla más, se rompen o debilitan las

mismas, como es natural quedan entre otros aspectos el aumento del tiempo libre disponible, lo cual puede compensar lo anteriormente mencionado.

The screenshot displays the SURE software interface. The main window is titled 'SURE: A DECISION SUPPORT SYSTEM for RURAL ENERGY'. The menu bar includes 'Archivo', 'Tecnologías Energéticas', 'Gráficos de Recursos y Tecnologías', 'Métodos de Solución', and 'Ayuda'. The interface is divided into several sections:

- Alternativas:** A red header with the word 'ALTERNATIVAS' in large white letters.
- Recursos:** A section with tabs for 'Recurso Natural', 'Recurso Físico', 'Recurso Humano', 'Recurso Social', and 'Recurso Financiero'. The 'Recurso Financiero' tab is active.
- Matriz Tecnológica:** A table showing the impact of different technologies on resources.
- Matriz de Indicadores:** A line graph showing the achievement percentage for different resources.

Matriz Tecnológica Data:

Tecnologías	Recurso Natural	Recurso Físico
Actual fotovoltaica (...)	39.28	0
Micro y Pico Hidrául...	0	0
Solar Termica	0	0
Grupo autónomo co...	0	0
Red	0	0

Matriz de Indicadores Data:

Indicador	Recurso Natural	Recurso Físico	Recurso Humano	Recurso Social	Recurso Financiero
Actual fotovoltaica (escuela)	40	0	50	80	40
Micro y Pico Hidráulica	0	0	0	0	0
Solar Termica	0	0	0	0	0
Grupo autónomo convencional	0	0	0	0	0
Red	0	0	0	0	0

In the 'Recurso Financiero' section, there are four input fields with the following labels and values:

- 1) AUMENTO EN ACTIVIDADES RECREATIVAS: Slider set to 'Regular'.
- 2) HORAS SEMANALES AHORRADAS EN LA RECOLECCIÓN DE COMBUSTIBLE CON LA TECNOLOGÍA: Empty field.
- 3) AUMENTO ESTIMADO EN NÚMERO DE ORGANIZACIONES LOCALES Y REGIONALES: Empty field.
- 4) NÚMERO DE PERSONAS BENEFICIADAS CON LA TECNOLOGÍA: Value '0.0'.

A 'Ingresar datos' button is located at the bottom of the input section.

Por último, en **SURE** se presenta al “**Recurso Financiero**”, donde aparecerán cuatro factores, los dos primeros resultan de fácil entendimiento, nos concentraremos en el completamiento de los ítems 3 y 4.

SURE: A DECISION SUPPORT SYSTEM for RURAL ENERGY

Archivo Tecnologías Energéticas Gráficos de Recursos y Tecnologías Métodos de Solución Ayuda

Info Información de la Localidad Impacto tecnología sobre los recursos Resultados **Alternativas**
ALTERNATIVAS

Recursos

Recurso Natural Recurso Físico Recurso Humano Recurso Social Recurso Financiero

1) NÚMERO DE EMPLEOS DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN: [# emple

2) NÚMERO DE EMPLEOS DESPUÉS DE LA INTRODUCCIÓN DE LA ENERGÍA [# emple

3) INGRESOS DE LA INVERSIÓN A LARGO PLAZO :

4) AUMENTO EN LA ACTIVIDAD ECONÓMICA DE LA REGIÓN:

Tablas y Gráficos

Matriz Tecnológica

Tecnologías	Recurso Natural	Recurso Físico
Actual fotovoltaica (...)	39.28	0
Micro y Pico Hidrául...	0	0
Solar Termica	0	0
Grupo autónomo co...	0	0
Red	0	0

Matriz de Indicadores

Logro [0-100] %

Indicadores de Capital

Actual fotovoltaica (escuela) Micro y Pico Hidráulica Solar Termica Grupo autónomo convencional Red

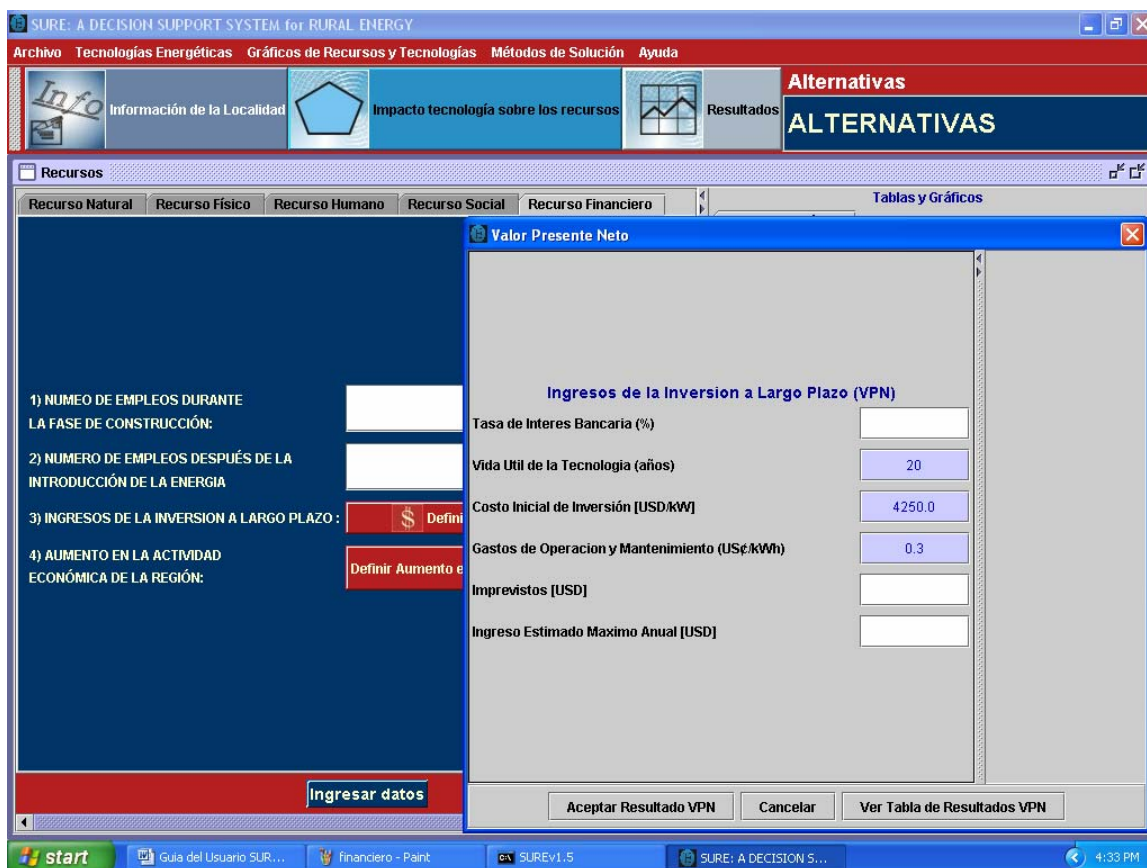
El ítem número 3 titulado: **“ingresos de la inversión a largo plazo”** se activa mediante la pulsación del icono titulado “Definir ingresos y costos”, en este se observará una ventana titulada “Valor Presente Neto”. En esta se brindan 6 factores a tener en cuenta:

1. “Tasa de interés bancaria en %”: Esta depende de las condiciones de crédito existentes en cada banco.
2. “Vida Útil de la Tecnología” (años): **SURE** hace la propuesta y el experto tiene la posibilidad de modificarla. La ayuda al experto se puede encontrar en el menú superior principal **“Tecnologías Energéticas”**, el cual básicamente constituye una herramienta

informativa donde se brinda una matriz Tecnológica (energética) y/o de ayuda al experto o usuario.

3. “Costo inicial de la inversión” (US\$/kW): **SURE** opcionalmente propone un valor y el experto tiene la posibilidad de modificarla. La ayuda al experto se puede encontrar en el menú superior principal “**Tecnologías Energéticas**”, el cual básicamente constituye una herramienta informativa donde se brinda una matriz energética y/o de ayuda al experto o usuario. Este valor se refiere al monto necesario de dinero para que la inversión pueda llevarse a cabo por la unidad de generación y se ubica en el año cero de la inversión. Como es evidente este indicador financiero constituye una aproximación al real.
4. “Gastos de Operación y Mantenimiento” (US¢/kWh): **SURE** opcionalmente propone un valor y el experto tiene la posibilidad de modificarla. La ayuda al experto se puede encontrar en el menú superior principal “**Tecnologías Energéticas**”, el cual básicamente constituye una herramienta informativa donde se brinda una matriz energética y/o de ayuda al experto o usuario.
5. “Imprevistos” (US\$): Se refiere a aquellos gastos que ocurren durante el proceso de explotación a lo largo de la vida útil, se pueden adjudicar nuevos costos de salarios no previstos, roturar, se puede simular a través de este factor pérdidas por la no generación debido al detenimiento del proceso de explotación, constituye un análisis a pequeña escala de escenarios posibles básicamente generados por problemas ingenieriles, eventos climatológicos, etc.

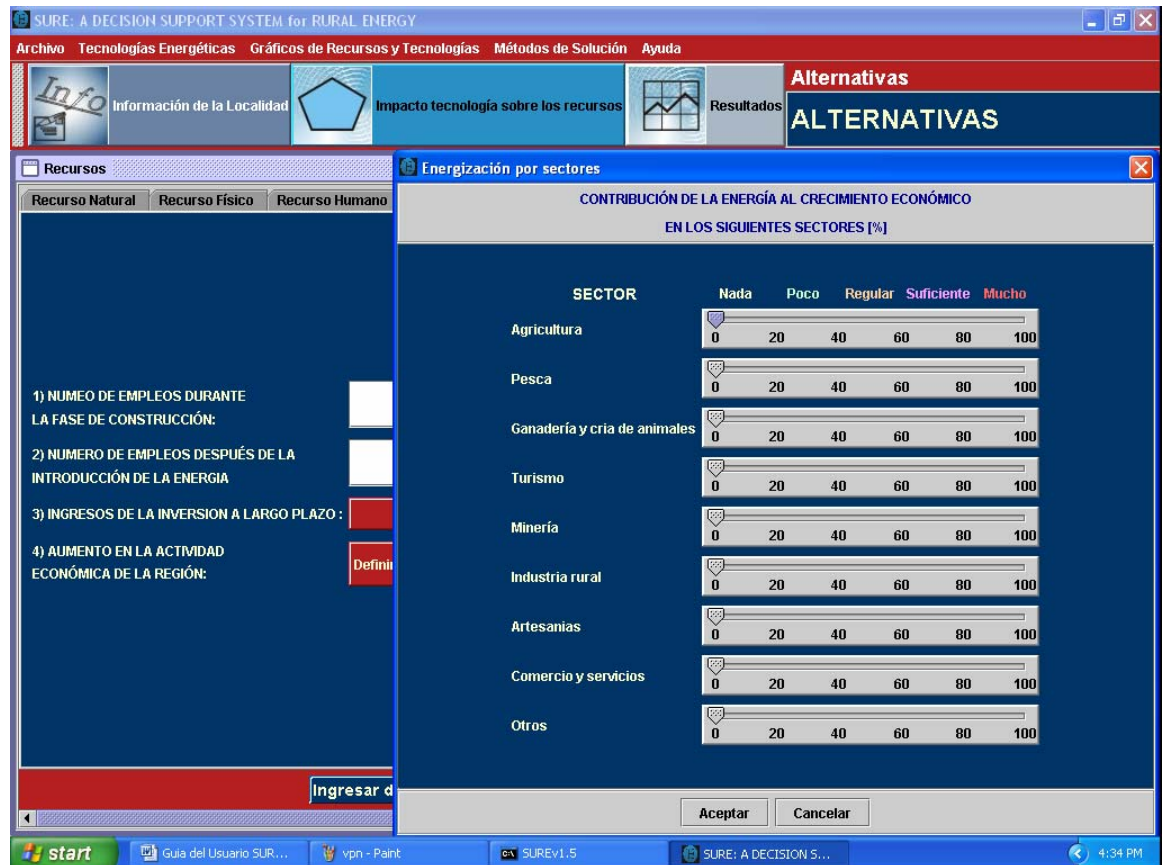
“Ingreso Estimado Máximo Anual” (US\$): Este es el valor de las entradas netas anuales. Este valor se simulará anualmente mediante una función matemática, a partir de los valores máximos son asignados por el experto.



Adicionalmente **SURE** brinda la posibilidad de ver la tabla de resultados del flujo de caja por años que permite el cálculo del VPN o VAN y el usuario puede interactuar con diferentes valores antes de ser estos aceptado y procesados por **SURE**. Ya definido el valor final el usuario debe accionar el botón de “Aceptar resultado del VPN” y **SURE** asumirá este. Es importante apuntar que en esta versión de SURE el valor del VPN aun no se procesa en el cálculo multiobjetivo, solo se refleja en la tabla de resultados finales como un elemento a ser apreciado por el decisor.

El ítem número 4 titulado: “**Aumento en la actividad económica de la región**” se activa mediante la pulsación del icono titulado “Definir aumento en actividades económicas” y en este se observará una ventana titulada “Energización por sectores”. En esta se brindan 9 ítems a tener en cuenta por parte de los expertos y que se valorizan mediante un sistema de barra métrica que oscila desde un rango de 0 a 100. **Este aspecto predice el**

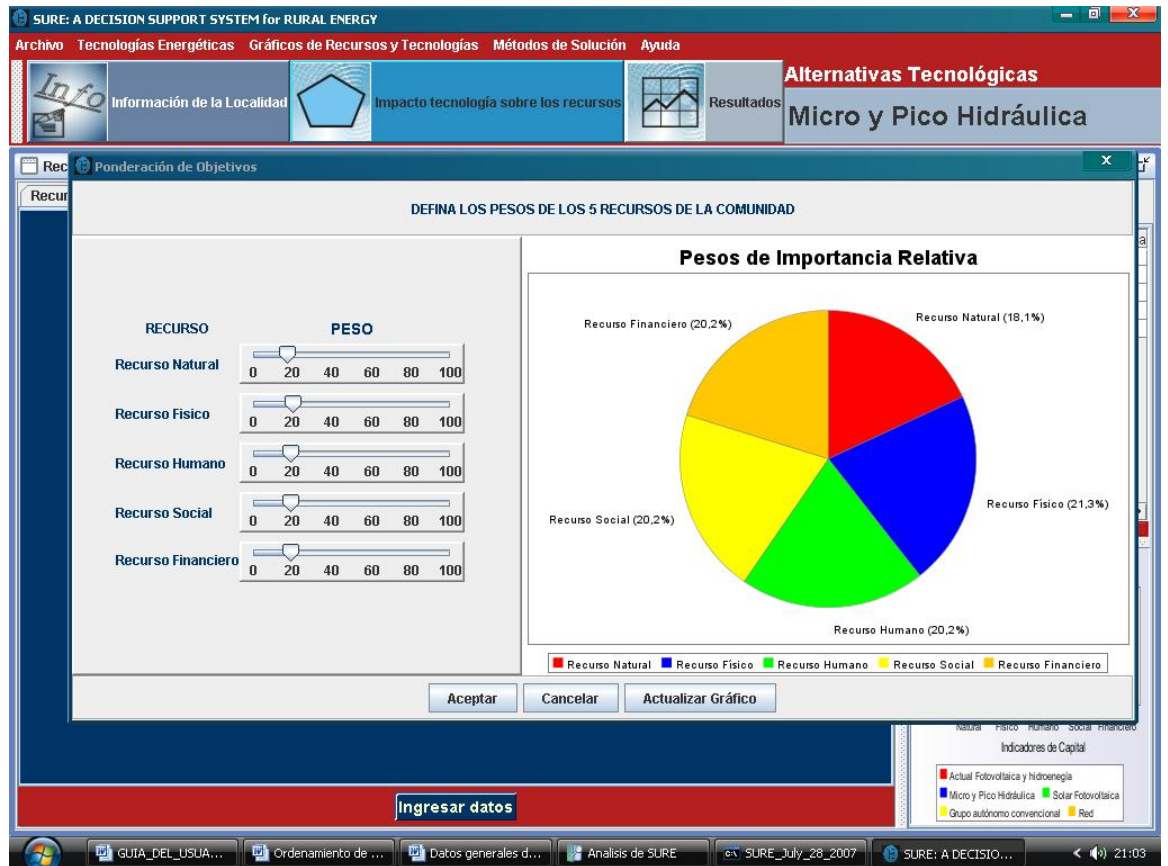
posible desarrollo local en función de cada opción tecnológica.



Finalmente y al concluir el análisis del recurso financiero es imprescindible ingresar los datos mediante el botón inferior titulado **“Ingresar datos”**, tal y como se requiere en cada uno de los recursos y al accionarse este botón se visualizarán los valores numéricos del mismo en la tabla ubicada en la sección derecha del ambiente principal de **SURE** y al mismo tiempo se ilustrará la sección de gráfico en la parte inferior de esta.

Al terminar este último recurso de la comunidad, el usuario podrá observar a la derecha de la ambientación principal los resultados numéricos en la sección titulada **“Matriz tecnológica”** y en una inferior la expresión gráfica de la **“Matriz de indicadores”**.

Posterior a todo el proceso de cálculo de los recursos de la comunidad se procede al menú superior **“Métodos de solución”** donde existen tres submenús, el primero llamado **“Prioridad en objetivos”**.



Se aplica el “concepto de asignación directa” y al modificarse los valores de peso que por defecto propone **SURE** es necesario que el decisor accione el botón “**Actualizar gráfico**” y se podrá observar como este toma otra disposición en función de los cambios realizados.

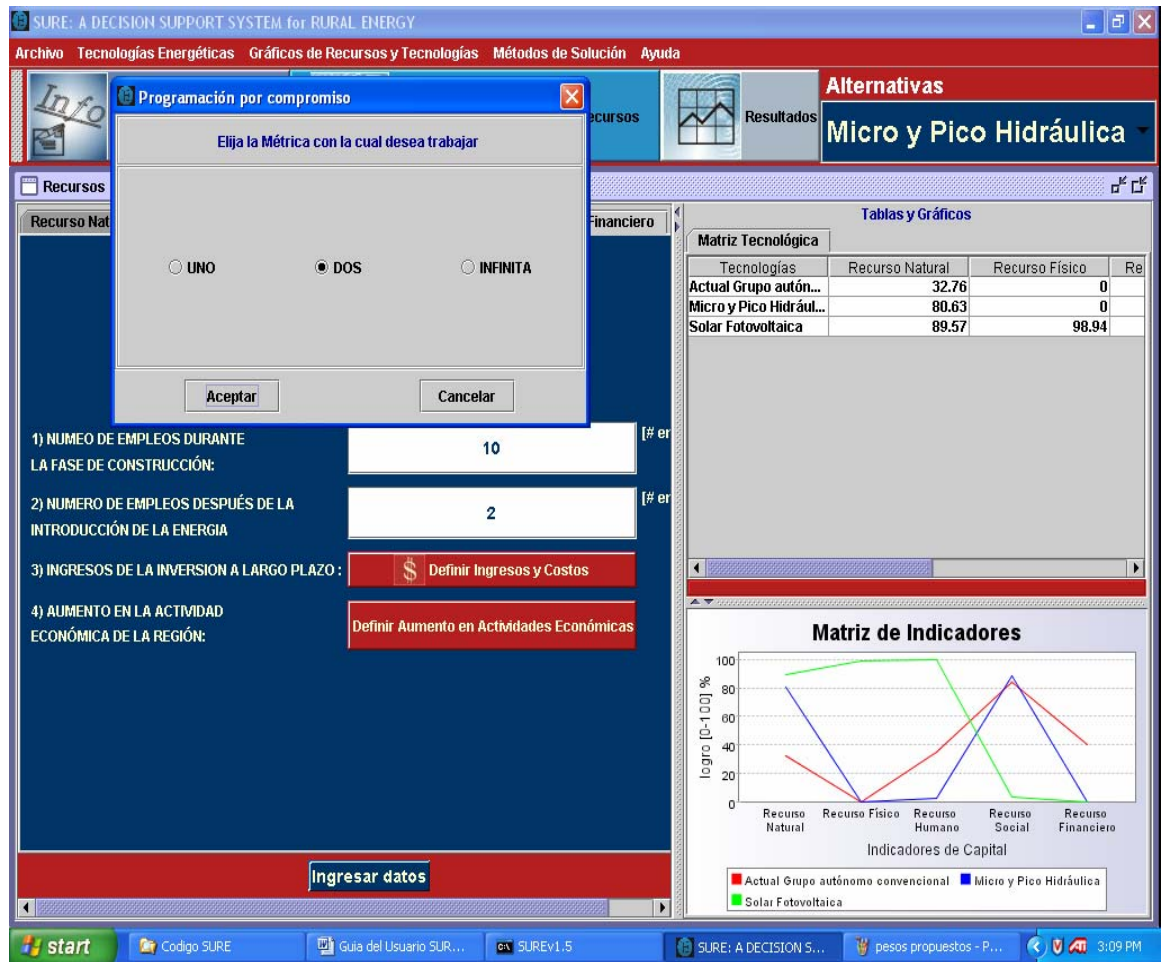
Como en todos los casos anteriormente mencionados es imprescindible ingresar los datos mediante el botón inferior titulado “**Aceptar**”, solo así **SURE** tomará los valores que sean asignados, en caso contrario asumirá los valores predeterminados.

Existe un tercer submenú titulado “**Análisis de Robustez**”. Este tipo de análisis se realiza de forma automática por SURE como ayuda al decisor que aplica el método de asignación directa metodología de asignación de pesos. Fundamentalmente se basa en su identificación a partir de la información del problema: del grado de colaboración o competencia entre pares de objetivos (mientras mayor sea el grado de colaboración total de

un objetivo, mayor será su importancia, ya que al intentar optimizar o mejorar éste, también se estarán optimizando o mejorando los niveles de logro de la mayoría de los demás objetivos), la entropía de las alternativas (la idea central consiste en que mientras mayor sea la entropía, desorden o variación del conjunto de alternativas con respecto a un criterio u objetivo, mayor importancia deberá tener éste en la decisión final, ya que el margen entre pérdidas y ganancias allí, puede llegar a ser significativamente más importante que en otros objetivos donde tal variación no sea tan alta) y la posibilidad de lograr soluciones exitosas por objetivo (consiste en identificar que objetivos del problema son los que menores posibilidades de obtener soluciones exitosas tienen, y asignarles mayores grados de importancia en la decisión final. Esto básicamente porque a mayor posibilidad de éxito se tenga con un objetivo, menor es el “esfuerzo” que se debe hacer para obtener buenos niveles de logro allí, mientras que a los objetivos poco exitosos, más cuidado se les debe prestar en el momento de la búsqueda de la solución).

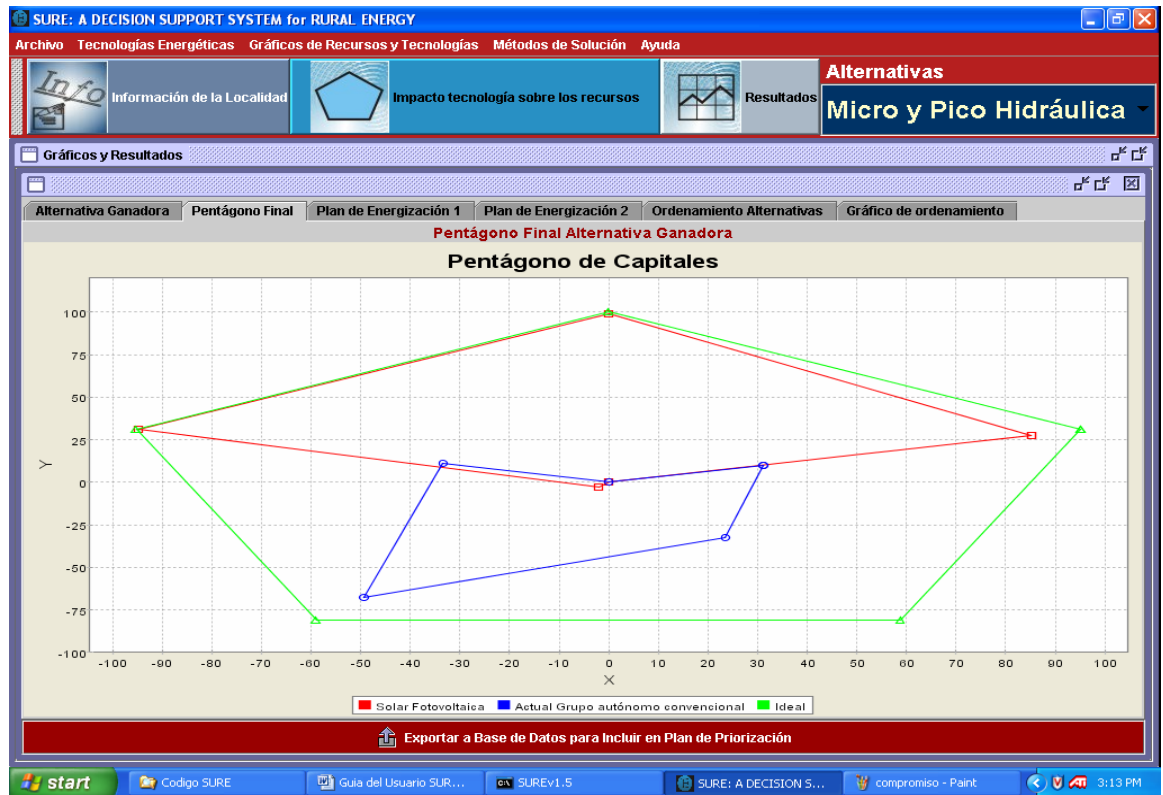
La idea es propiciar que antes de asignar o modificar la igualdad de pesos relativos en cada recurso, se analice el resultado de la robustez que exhibe SURE, posterior a esto el grado de posibilidad de éxito es mucho mayor.

El submenú **“Programación de Compromiso”** lleva al usuario a una ventana que brinda la posibilidad de seleccionar la métrica con que quiere desarrollar el cálculo. El Método de programación por compromiso: es una técnica basada en distancias, la cual identifica como mejor alternativa la solución que se encuentra más próxima a una solución ideal propuesta por el decisor (no es propuesta por el decisor, sino que es la ideal). La ambientación que ofrece **SURE** es muy sencilla y solo basta con accionar los botones necesarios. Finalmente debe accionarse el botón **“Aceptar”** para el desarrollo del cálculo.



Al mismo tiempo y de forma instantánea sin que el usuario interactúe, **SURE**, en su menú de resultados ofrece al decidor las siguientes ventanas informativas:

- Gráfico de ordenamiento.
- Ordenamiento Alternativas.
- Plan de Energización 1.
- Plan de Energización 2.
- Pentágono Final.
- Alternativa Ganadora.



En el “Gráfico de ordenamiento” **SURE** expresa gráficamente la comparación entre la alternativa ganadora y la de menor puntaje obtenido. En el “Ordenamiento Alternativas” como característica distintiva se representa el puntaje de cada una de las tecnologías. La alternativa ganadora (la más cercana al pentágono ideal) aparece con un valor de 100, esto no significa que haya alcanzado el valor de 100 puntos, solo es una referencia ilustrativa.

Por otro lado la alternativa perdedora (la más alejada del pentágono ideal), que no siempre es la opción actual o existente en la comunidad, aparecerá con un valor de 0, para lo cual es aplicable lo explicado anteriormente.

Todas las alternativas (nuevas y la actual o inicial que presenta la comunidad) compiten en igualdad de condiciones. La alternativa actual no tiene por defecto un valor de cero. En la mayoría de los ejemplos tiende a obtenerse ese resultado (ser la ultima en la lista de opciones) pero pueden haber casos donde esto no sea así pues esta alternativa también se calcula pero en una base muy primaria a partir de datos de la 1ra etapa.

Por esto se puede afirmar que todas las opciones energéticas compiten libremente.

Los valores de 0 y 100 en el ordenamiento de alternativas tienen una interpretación diferente de los valores 0 y 100 del pentágono, así:

- En el Pentágono, ninguna alternativa tendrá un impacto de 100 puntos pues no hay alternativa perfecta y por otro lado ninguna tendrá como valor 0, pues no hay una alternativa pésima. El valor de 0 es la ausencia de acceso a los recursos (ejemplo, naturales - agua), y 100 es el acceso total a recursos (naturales - agua).
- En el ordenamiento de alternativas si hay valores de 0 y 100. La alternativa más alejada del ideal se le asigna 0 y la más cercana se le asigna 100. Por lo que:

El cálculo del ordenamiento se basa en las distancias entre los pentágonos que compiten contra el pentágono ideal. Luego se suman esas diferencias, se ponderan por los pesos y son afectadas por un valor de métrica. Esta sumatoria de distancias puede dar valores grandes que para el usuario común no tendrían sentido y no se podrían analizar fácilmente, por ejemplo, un valor podría ser 15678. Luego estas distancias se traducen en números mas entendibles, pero **guardando las proporciones**. Se le asigna a la alternativa con menor distancia (la mejor de todas) un valor de 100, a la de mayor distancia (la más alejada del valor ideal) de todas un valor de 0, y a las distancias intermedias valores entre 100 y 0, pero guardando las proporciones para que el análisis se pueda hacer normalmente.

Ejemplo:

	Distancia calculada original	Cálculo Ordenamiento para hacer análisis
Alternativa #1	1567	100.0
Alternativa #2	2345	86.0
Alternativa #3 = Actual	5678	26.0
Alternativa #4	6789	6.0
Alternativa # 5	7123	0.0

Por lo que se podrán apreciar las diferencias internas entre las alternativas que compiten, es decir, ver por ejemplo que tan mejor es la alternativa 1 con respecto a la alternativa en segundo lugar, y así sucesivamente.

En necesario señalar que cuando se carga un ejemplo salvado es necesario recalcular nuevamente el caso de estudio mediante el menú de ***“Programación de Compromiso”***.

En el “Plan de Energización 1” **SURE** brinda la distribución de la energía de la alternativa ganadora en la comunidad en cada uno de los sectores.

En el “Plan de Energización 2” **SURE** brinda la energización de la comunidad con la alternativa ganadora en cada uno de los sectores.

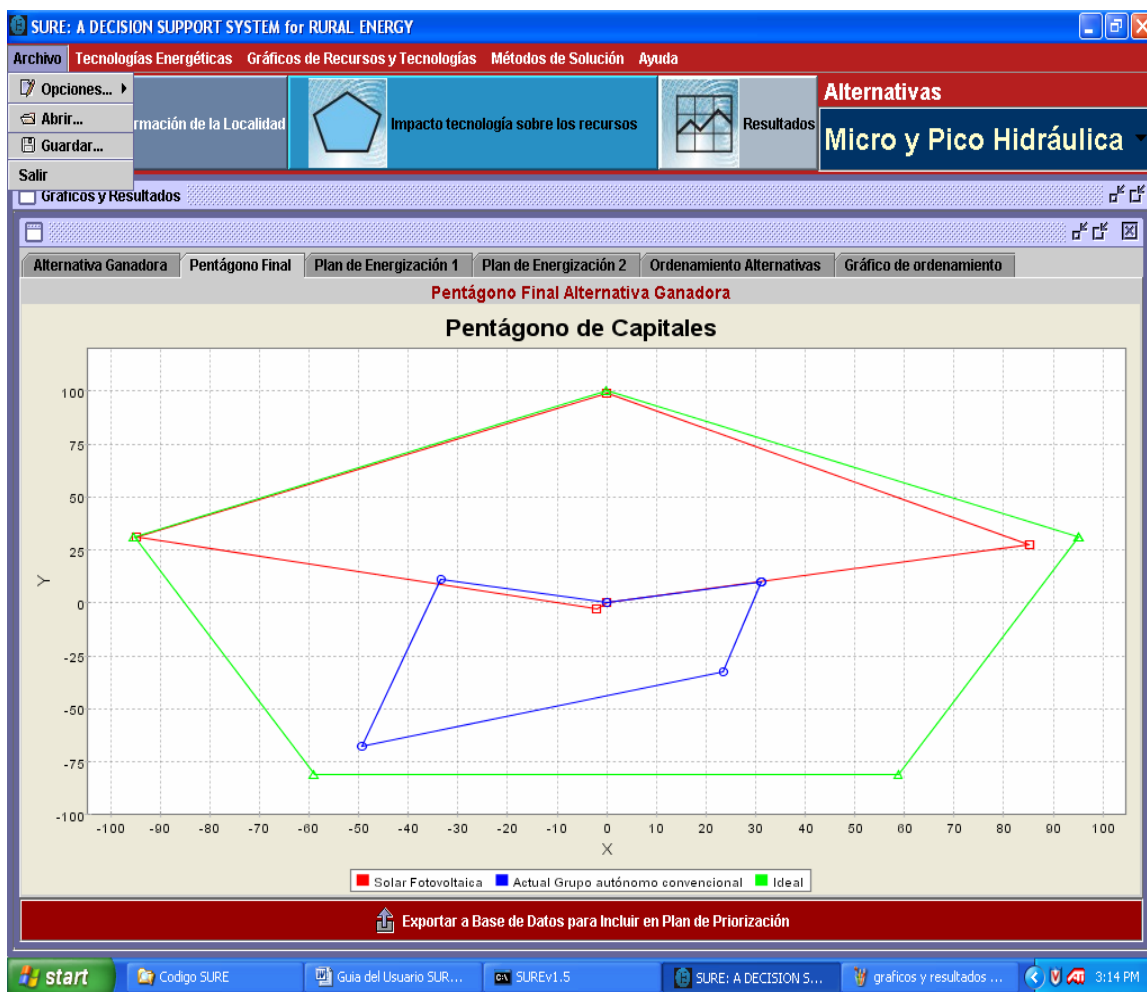
En el “Pentágono Final” se representa la posición de la alternativa

ganadora con respecto al pentágono ideal de la comunidad y a la alternativa inicial o actual en caso de que exista.

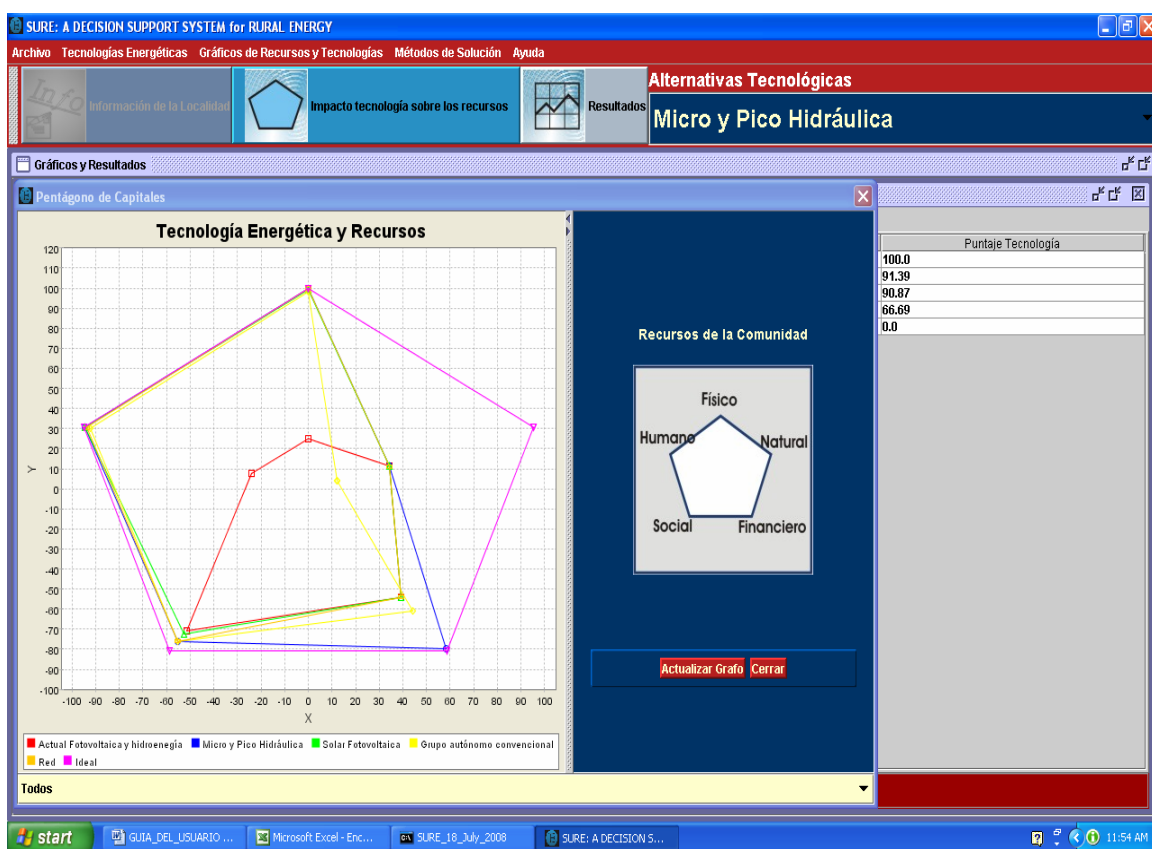
En el menú de “Alternativa Ganadora” se esboza el nombre de la misma, el VPN, la eficiencia de la misma, la capacidad a instalar, el número de habitantes beneficiados, el mejoramiento global de recursos, la lejanía de la población al centro urbano más cercano y la vulnerabilidad generada en capitales.

Esta información de resultados puede visualizarse a través del menú principal “**Resultados**”.

Los resultados finales pueden ser salvados a través del menú superior “**Archivo**” y su opción “**Guardar**”.



A este nivel de ejecución de SURE se puede nuevamente accionar del menú superior principal **“Gráficos de Recursos y Tecnologías”**. En este momento el usuario podrá observar en la sección izquierda de la ventana que se ilustra la comparación gráfica “modificable mediante la línea horizontal inferior del menú” todas o tres o cuatro opciones en función de todos los recursos comunitarios de manera grafica y a la derecha la indexación de cada una de las aristas del pentágono para la interpretación del mismo. Mediante el menú inferior derecho titulado **“cerrar”** se puede salir de la misma.



Otra opción de **SURE** es que permite exportar una Base de Datos para incluir en el plan de Priorización.

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DESCRIPCIÓN

Introducción

En este capítulo mostramos los resultados obtenidos a partir de los cálculos realizados en el capítulo anterior relacionado con la demanda máxima de la zona, el tipo de conductor utilizado, la caída de voltaje y como quedara diseñado el sistema.

3.1. Características del sistema

Valores de partida	
Demanda promedio (kW)	32
Coefficiente de llenado (Kll)	0.76
Carga instalada (kVA)	175
Factor de coincidencia (Fc)	0.6
Factor de potencia (Fp)	0.8

Carga de cada circuito		
circuito #1 (kVA)	circuito #2 (kVA)	circuito #3 (kVA)
30	40	25

Partiendo de estos valores mostrados en las dos tablas siguientes es por medio de los cuales obtuvimos los resultados en el epígrafe 3.2

Número de postes y Longitud de las líneas	
Número de postes	Longitud de las líneas
Circuito primario (50)	2.5 km
Circuito #1 (6)	0.3 km
Circuito #2 (8)	0.4 km
Circuito #3 (10)	0.5 km

Un transformador de 75 kVA

Tres circuitos secundarios

3.2. Cálculos obtenidos

Demanda máxima y potencia de calculo	
Demanda máxima en (kW)	Potencia de calculo en kVA)
42.11	52.64

Tabla 1

Estos valores fueron obtenidos por la metodología expuesta en el capítulo 2.

Corriente en los conductores de cada uno de los circuitos (A)		
circuito #1	circuito #2	circuito #3
250	333	208

Tabla 2

En la parte primaria la corriente que circulará por el conductor es 9.40 A
 Con estos valores seleccionamos el conductor para la parte primaria y para la secundaria los cuales mostramos a continuación

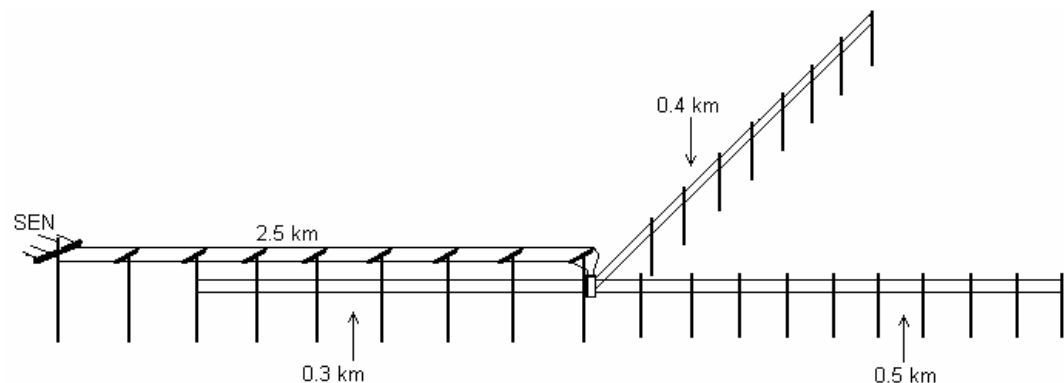
conductor	calibre mm ²	resistencia ohm/km	corriente A	peso kg/km	Reactancia inductiva ohm/km
primario	4	7.04	42	10.82	0.4410
secundario	120	0.239	361	331.4	0.3032

3.3. Cálculo de la caída de tensión en los conductores

Caída de voltaje	
Circuito #1	28V
Circuito #2	49.77V
Circuito #3	38.87V
Circuito primario	80.12V

Esta caída de voltaje en los circuitos secundarios tienen estos valores porque los valores que tomamos para su cálculo fue la potencia instalada en cada circuito esto nos da un margen del rango donde que tendría la caída.

3.4. Esquema de la red de la zona



En este esquema no se representan las casas debido a que esta es una representación lineal y la trayectoria que seguirá la red es la misma del camino donde lo mostramos en lo anexos.

3.5 Análisis económico del costo de los materiales

El costo de un transformador de 75 kVA es 1176.56 CUC

El costo del conductor que esta usando en la Empresa eléctrica es el AAAC 78 mm² que tiene un costo por kg de 4.70 CUC

En el sistema de la zona constamos con:

Longitud y cantidad de conductores		
Primario	2.5 km	2
Secundario	1.2 km	2

Elementos	transformador	líneas	Total de los costos
Cantidad	1	2	7896.056
Costo(CUC)	1176.56	6719.496	

El valor de este proyecto esta alrededor de 7896.056 CUC considerando simplemente el costo de las líneas y el transformador.

3.6 Impacto medio ambiental.

La llegada de la energía por medio de la red trae consigo algunas modificaciones de la vegetación del lugar porque será necesaria la tala de algunos árboles pero en relación a otras formas de energización es la más limpia considerando la lejanía de la fuente generadora del poblado.

3.7 Conclusiones.

Este capítulo nos permite conocer los valores sobre los cuales estará la caída de tensión en cada uno de los circuitos y conocer el costo conforme a los conductores y el transformador.

Conclusiones generales

- El modelo SURE es una herramienta que analiza el número de empleos generados con la realización del proyecto de energización.
- El modelo permite una participación directa de la población en la toma de decisión por medio de la encuesta usada por él.
- El modelo no analiza los sistemas híbridos como alternativas energéticas en su conjunto.
- El modelo permite determinar que porcentaje puede las alternativas energéticas asumir conforme a la demanda requerida de energía de la comunidad.
- El modelo nos determina como mejorara el estado inicial de la comunidad con la llegada de la energía pro medio de la representación gráfica.

Recomendaciones

- Después de realizado el proyecto hacer un levantamiento real por período de un año para conocer el cremento de la carga estimar el régimen al que podrá estar sometido el transformador y si es necesario su sustitución.
- Conforme a la información recogida del modelo realizar el análisis a lugares ya energizados y comparar sus resultados con los ejecutados.

Bibliografía

ESPINOSA NIEVES, G. *Redes Eléctricas*. Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1988. 97 p.

FEODOROV, A; RODRÍGUEZ LÓPEZ, E. *Suministro eléctricos de empresas industriales*. La Habana: I Pueblo y Educación, 1980. 189 p.

PACHECO MARTES, D. *Estructura y comportamiento actual del sistema de distribución eléctrico en el área docente del ISMM*. Tesis de Grado. Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. ANJ, 2008.

PÉREZ LABAÑINO, I. *Uso de transformadores monofásicos para el servicio combinado en el bloque docente del ISMM*. Tesis de Grado. Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. ANJ, 2003.

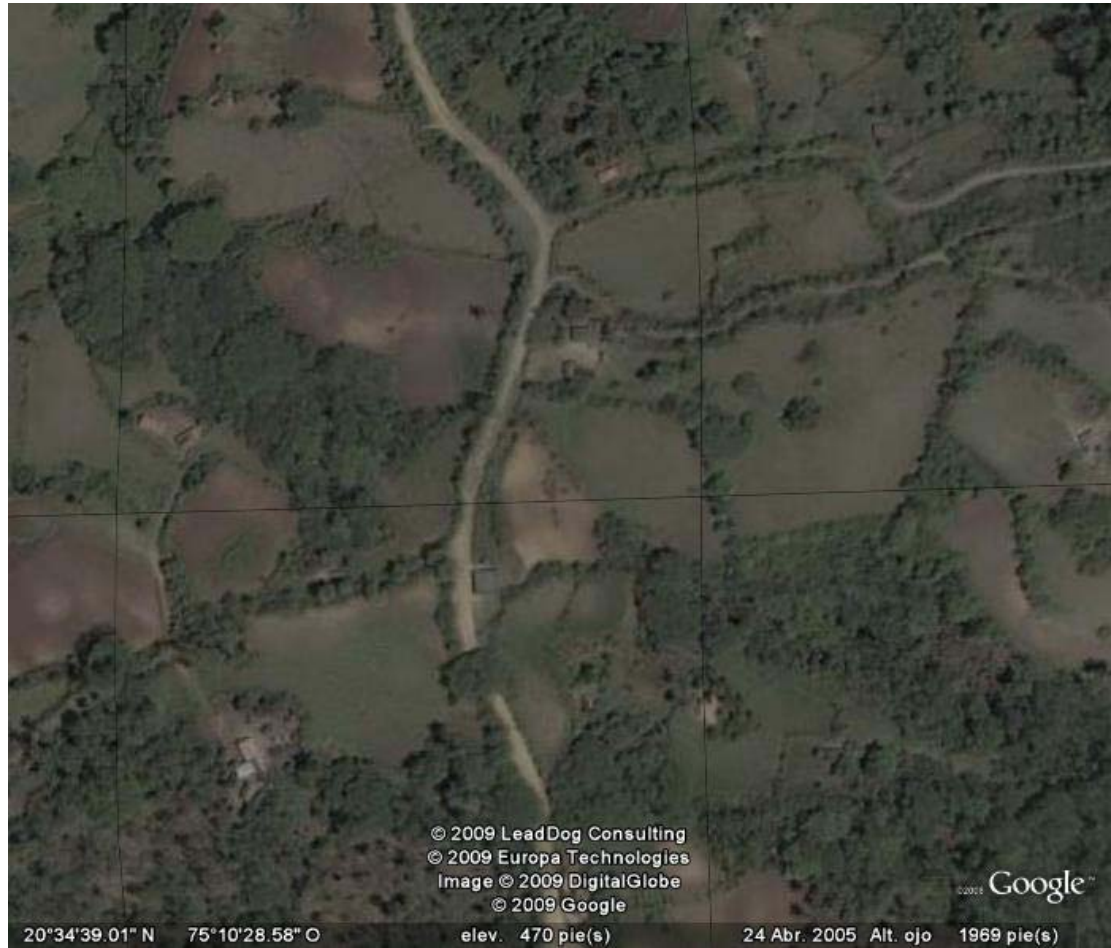
M.I.T, *Circuitos magnéticos y Transformadores* [on line]. Buenos Aires: Reverté, 1981.

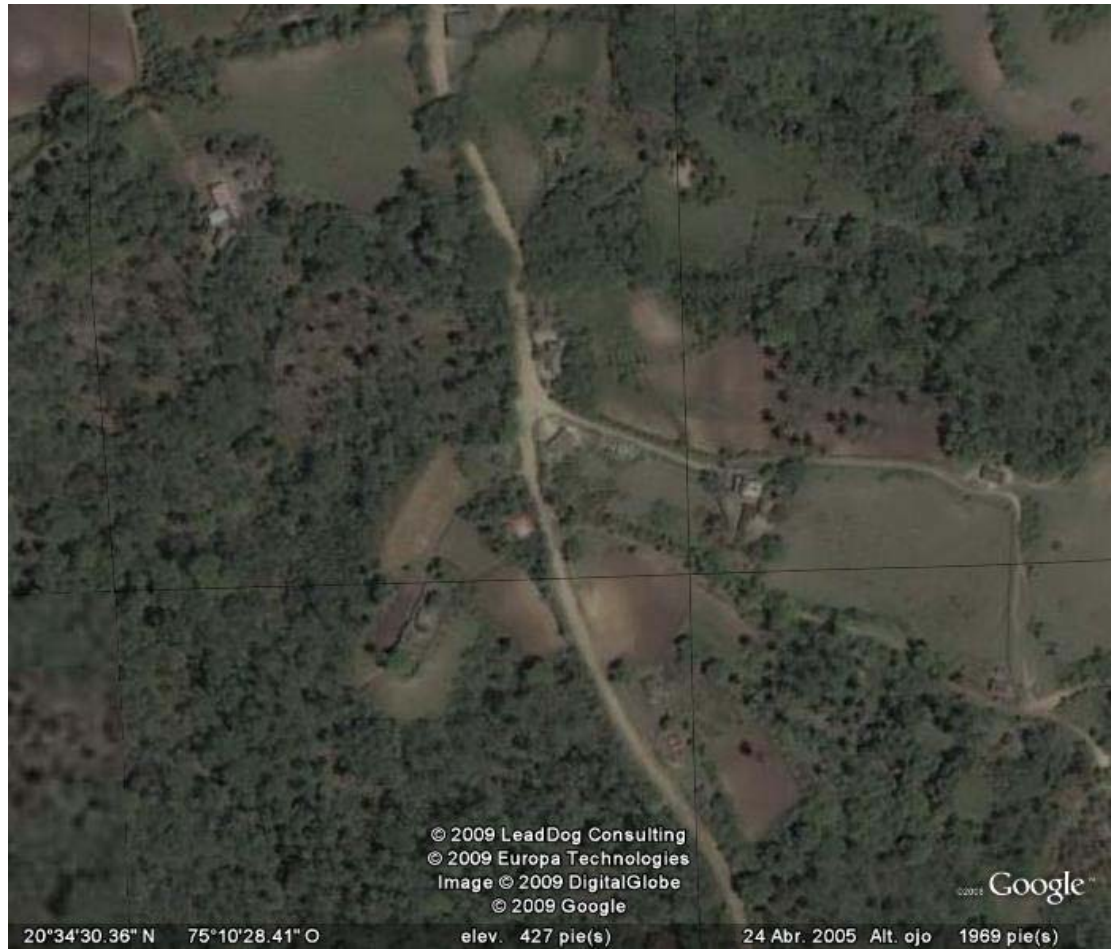
[Consultado marzo 2009]. Disponible en: < <http://transformadortrifásico.mth> >

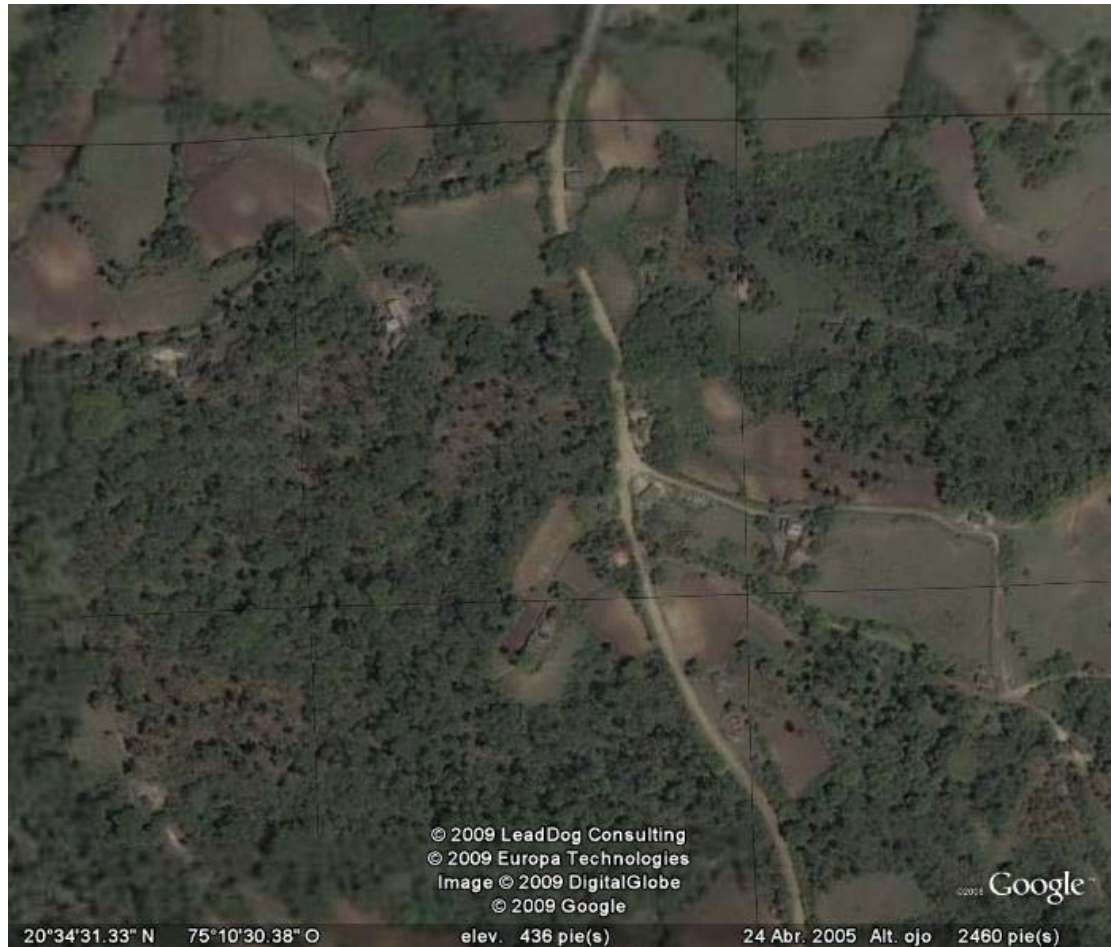
HAUG RAMÍREZ, C. *Redes y sistemas eléctricos de potencia*. Santiago Editorial Pueblo y Educación, 1987. 266 p.

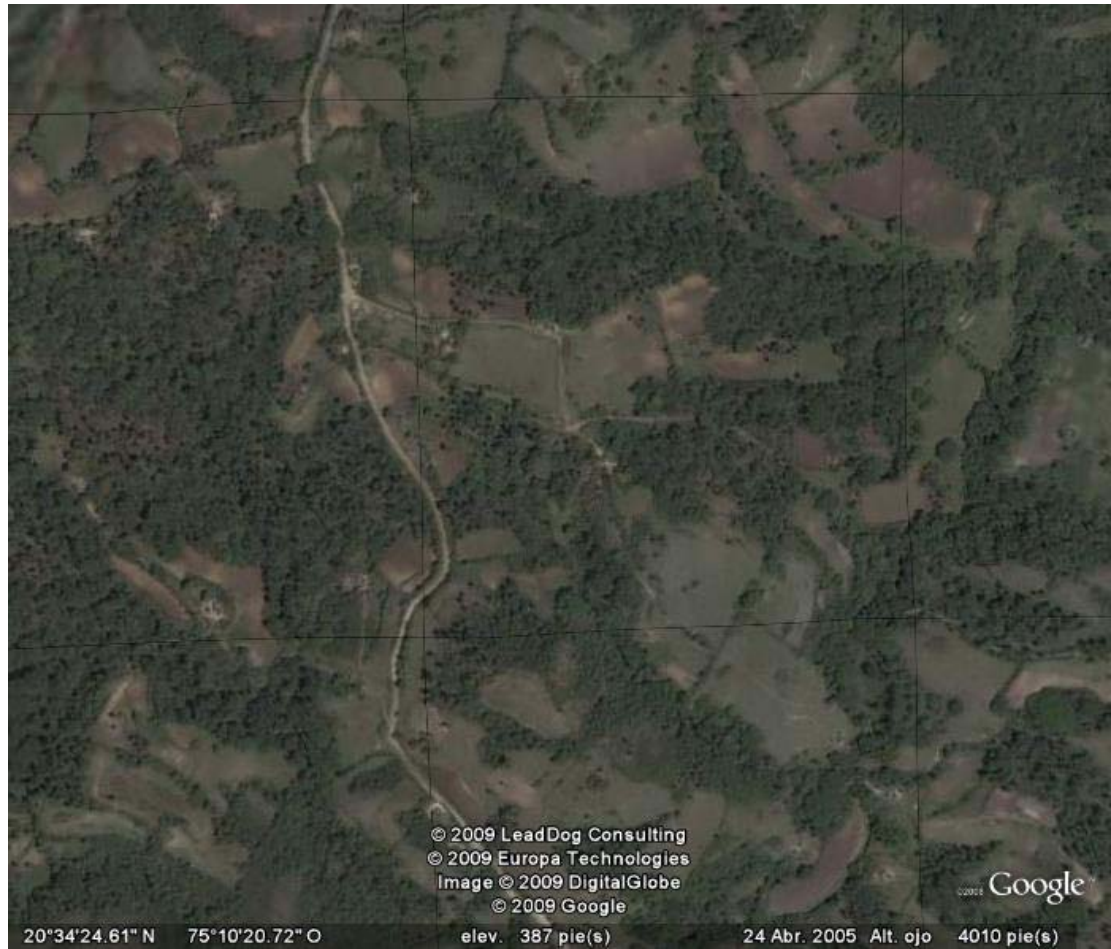
STEVENSON, WILLIAN D. *Análisis de sistemas eléctricos*. La Habana Edición Revolucionaria, 1990. 398 p.

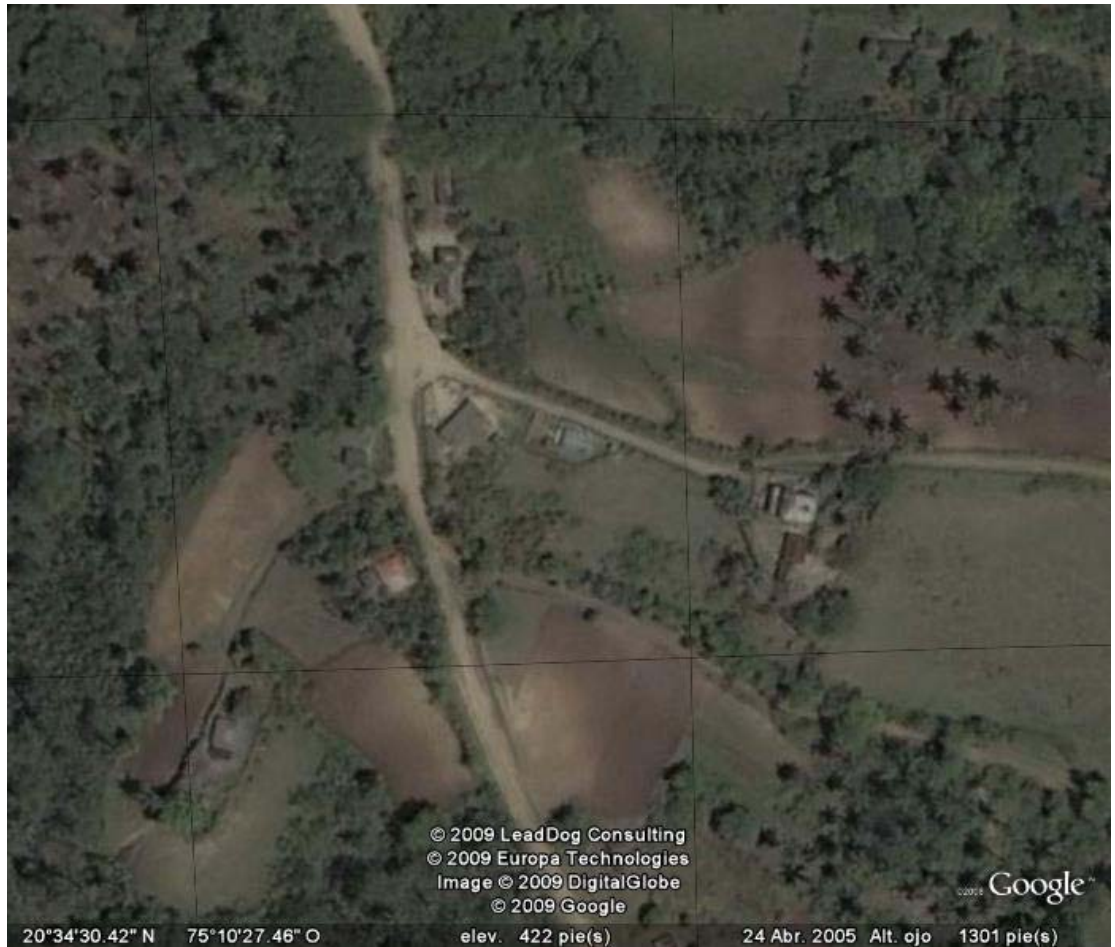
Anexos











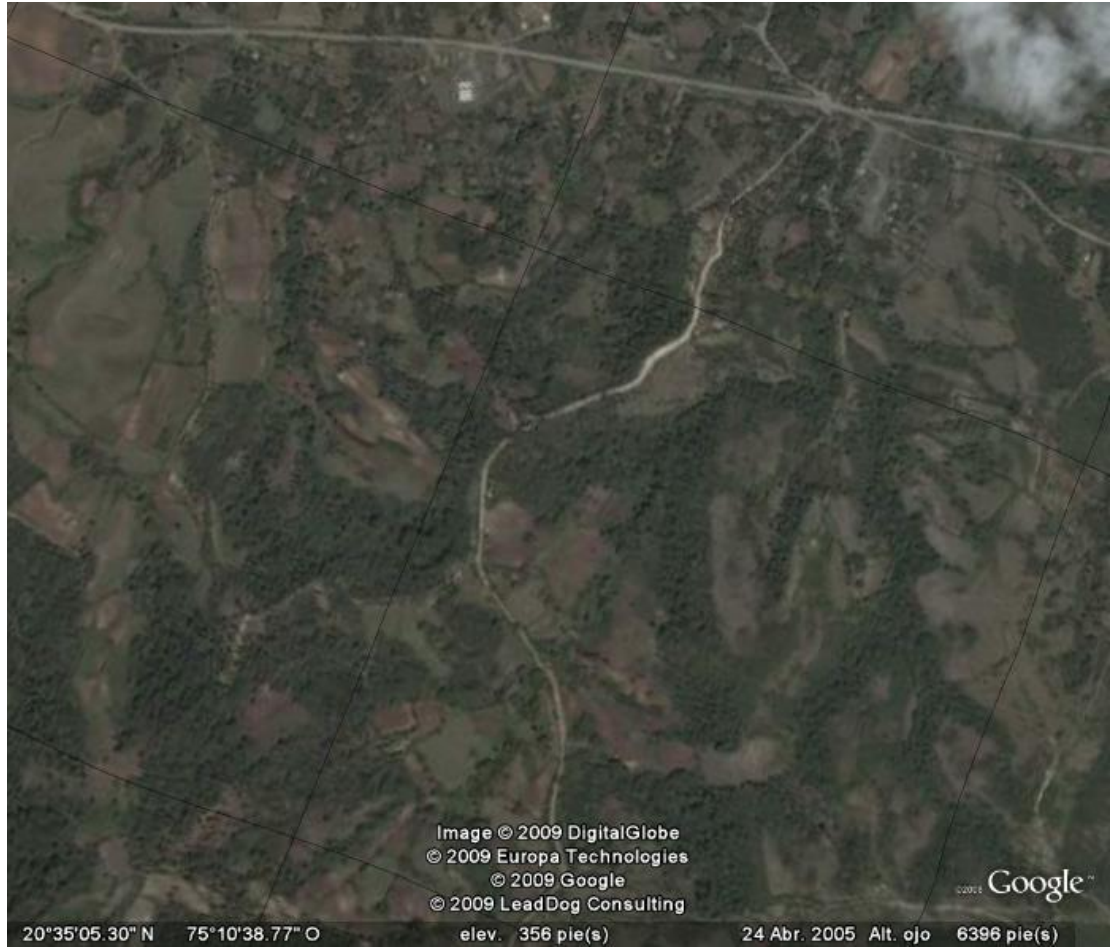


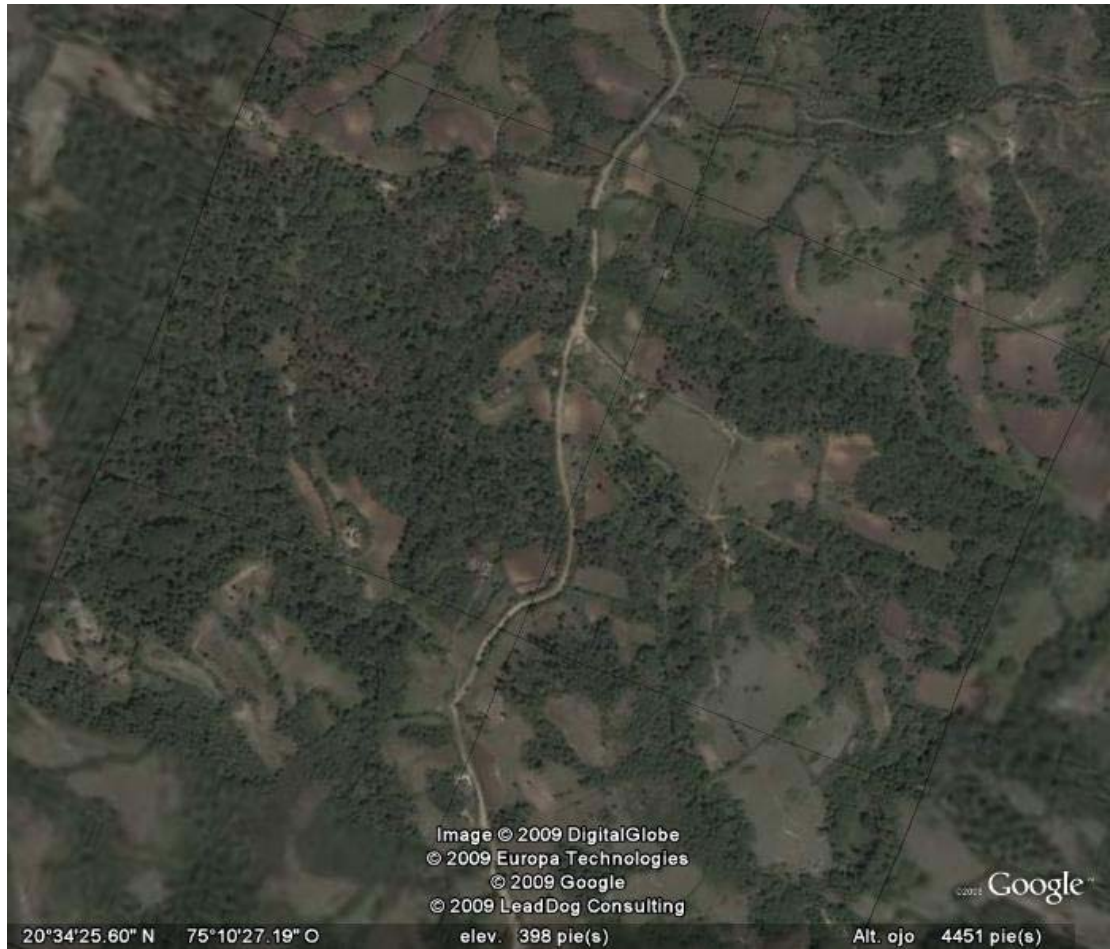














Anexo 2

RESURL		ENCUESTA PARTICIPATIVA COMPLEMENTARIA PARA EL MODELO SURE							
DFID funded project 2001									
								Actualización: 30/05/2009	
INFORMACIÓN PRELIMINAR (solo para el lider de la comunidad y codificador, con excepcion de la P2, P3, P4)									
P1. NUMEROS DE CASAS:		P2. CANT. DE POBLACION ACTIVA:		P13. DIST. E/ LA POBLACION Y LA RED PRINCIPAL DE TRANSPORTE: _____					
P3. ENTREVISTADOR:				P14. DIST. E/ LA POBLACION Y LA RED: _____					
P4. GÉNERO DEL ENTREVISTADO:		1. Femenino 2. Masculino		P15. DIST. E/ LA POBLACION Y EL CENTRO URBANO MAS CERCANO: _____					
P5. SERVICIOS DISPONIBLES EN LA COMUNIDAD				P16. TIPO DE SERVICIO DE SALUD QUE GARANTIZA LA CALIDAD DEL MISMO:					
1. Salud:		2. Educación:							
3. Electricidad:	4. Bombeo de agua:	5. Teléfono:		1. Mala, no se cuenta con servicio: ____					
P6. MUNICIPIO:		P7. PAÍS:		2. Promedio, vacunacion, atención a enfermedades menores: ____		98. NR: ____			
P8. PROVINCIA:		P10. NUMERO DE HABITANTES:		3. Satisfactoria, incluyendo servicios de maternidad y dentales: ____		99. NA: ____			
P9. COMUNIDAD:		P11. AREA DEL POBLADO (Km2):		4. Excelente, servicios emergencias, preventivos y tratamientos (ingresos): ____					
P12. Tipo de energia moderna (convencional o renovable):				P17. Se encuentra ubicada dentro de un área protegida?					
				1.Si: ____		2.No: ____			
A. TECNOLOGIA Y SERVICIOS (para todos)									
P18. ¿En qué sectores usaría la energía como prioridad?, (seleccione)				P19. Tiempo libre después de la jornada diaria (no se horas de madrugada)					
1. Hospital	5. Alumbrado público	98. NR: ____				98. NR: ____			
2. Escuela	6. Comercio	99. NA: ____				99. NA: ____			
3. Viviendas	7. Industria rural								
4. Bombeo de agua	8. Equipos y maquinarias								
				P20. Existen problemas de salud en su familia?, ¿Cuántos de su familia?					
P21. Cuántas horas por semana salen a recoger leña?		98. NR: ____		P22. Cuántas horas por semana salen a colectar agua?		98. NR: ____			
		99. NA: ____				99. NA: ____			
P23. Ha abandonado alguien de su familia la comunidad en el ultimo año									
1. Si: ____		2. No: ____		98. NR: ____		99. NA: ____		¿Cuántos?: ____	

B. ASPECTOS MEDIO - AMBIENTALES (para todos)

P24. Está de acuerdo si se usase algunos de los recursos siguientes para producir energía? (referirse al recurso que existe en la zona)		P25. ¿Cómo consideran que es el valor del paisaje en su comunidad o área comunitaria?					
1. El río, cascada (agua)	: _____	1. Poco importante					
2. El Bosque (biomasa)	: _____	2. Importante					
3. El paisaje	: _____	3. Esencial					
4. Las plantas y animales	: _____	4. Irreemplazable					
5. La Tierra	: _____						
6. La Montaña	: _____						
7. Otro elemento especial	: _____						
98, NR: __	99, NR: __						

C. ASPECTOS SOCIO - ECONOMICOS (para todos)

P26. Cuántas personas viven en esta propiedad? _____				P30. Cuánto es el ingreso de su familia al mes? (moneda Nacional)			
P27. Cuál es el nivel educativo alcanzado por quienes habitan la casa?							
1. Ninguno	3. Secundaria	4. Capacitación técnica					Monto
2. Primaria	5. Superior	98, NR: __	99, NA: __				Total
P28. Qué actividades contribuyen mas a su economía familiar?				P31. Cuál es su capacidad de obtener préstamos?			
1. Agrícola	4. Turismo	7. Artesanía	98, NR: __				
2. Pesca	5. Minería	8. Comercio y servicios	99, NA: __	1. Cooperativas	2. Bancos	3. Vivienda	98, NR: __
3. Industrial	6. Industria rural	9. Otros		4. Prestamista	5. Otros	6. Ninguno	99, NA: __
P29. Posee animales como bienes y productos?							
1. Si	2. No	98, NR: __	99, NA: __				

D. ASPECTOS DE ORGANIZACIÓN (para todos)

P32. En su comunidad se cuenta con los siguientes recursos naturales:		P33. Participan las mujeres en decisiones comunitarias?					
	Disponibilidad: (1), Abundante (2), Suficiente (3), Escaso (4), Nada (5), Otro 98, NR 99, NA	1. Si		2. No		98, NR: __	99, NA: __
P34. Cuántas organizaciones locales y regionales existen en su comunidad?: 1. CDR, 2. FMC, 3. PCC, 4. UJC, 5. ANAP, 6. CTC, 7. OTRAS:							
1. Leña		98, NR: __ 99, NA: __					
2. Agua							
3. Horas de sol							
4. Viento							
5. Desechos agrícolas							
6. Otros cultivos (favor especificar)							
7. Cascadas o saltos							
8. Otros							
		FECHA: M/ D/ A/					