

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1.- MARCO CONCEPTUAL

1.1.1.- Energía. - Se puede entender como la capacidad que tiene un cuerpo o un sistema para realizar un trabajo o producir algún cambio o transformación, tales cambios puede ser movimiento, calentamiento o alteraciones en dicho cuerpo, (ALMANZA et al. 2003).

1.1.2.- Electricidad proveniente de combustible fósiles.- Un combustible fósil es aquel que procede de la biomasa producida en eras pasadas, que ha sufrido enterramiento y tras él el procesos de transformación, por aumento de presión y temperatura, hasta la formación de sustancias de gran contenido energético, como el carbón, el petróleo, o el gas natural, por lo tanto al no ser energía renovable, no se considera como energía de la biomasa.

La mayor parte de la energía empleada actualmente en el mundo proviene de los combustibles fósiles. Se utilizan para combustible de motores, para la generación de electricidad, para climatización de ambientes, para cocinar, etc.

1.1.3.- Energía Sostenible. - Es un principio en el que el uso humano de la energía satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Se consume a tasa insignificante en comparación con su suministro y con efecto colateral manejable, especialmente efectos ambientales.

1.1.4.- Fotovoltaico. - Sustancia o cuerpo que genera una fuerza electromotriz cuando se encuentra bajo la acción de una radiación luminosa o análoga. La conversión fotovoltaica consiste en la transformación directa de la energía luminosa en energía eléctrica.

1.1.5.- Energía Fotovoltaica. - Es la transformación directa de la radiación solar en electricidad, esta transformación se produce en unos dispositivos denominados paneles fotovoltaicos y en los paneles fotovoltaicos, la radiación solar excita los electrones de un dispositivo semiconductor generando una pequeña diferencia de potencial, por lo tanto, la conexión en serie o paralelo de estos dispositivos permite obtener diferencias de potencial mayores.

En el colector o captador solar hay un líquido que absorbe la radiación solar en forma de calor, este líquido pasa posteriormente a un compartimento de almacenado de calor. Los paneles constan de una placa receptora y unos conductos por los que circula dicho líquido. El líquido caliente se hace pasar a un intercambiador de calor, donde cede su calor calentando el agua de posterior uso doméstico y cuando sale del intercambiador de calor el líquido está frío y se recircula de nuevo al colector solar.

Paneles solares: Un panel solar es un dispositivo que aprovecha la energía del sol para generar calor o electricidad, según estos dos fines podemos distinguir entre colectores solares, que producen agua caliente (generalmente de uso doméstico) utilizando la energía solar térmica, y paneles fotovoltaicos, que generan electricidad a partir de la radiación solar que incide sobre las células fotovoltaicas del panel.

1.1.6.- Requerimiento para generar energía fotovoltaica Entre ellos se tiene, la radiación, la referencia de Latitud y Longitud del lugar, la inclinación solar, el factor de excentricidad, el índice de claridad, la fracción difusa, la radiación global, la radiación solar directa y otros

1.1.7.- Impacto Ambiental: Se refiere a todo efecto que se manifiesta en el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un espacio y tiempo determinados y que pueden ser de carácter positivo o negativo (MDDS y Planificación-2001).

Asimismo, (Zaror-2002) define al impacto ambiental como, la alteración del medio ambiente provocada directa o indirectamente por acciones humanas (labores mineras) o actividad en el área determinada. Este autor, señala que los impactos ambientales

pueden ser positivos o negativos, es decir, beneficiosos o no deseados, por este mismo sentido se tiene otro aporte (Rodríguez-2004) en cuanto a la definición de impacto ambiental, que asevera que son los efectos positivos o negativos que se producen en el medio ambiente como consecuencia de acciones antrópicas.

En la presente investigación se han calificado los impactos ambientales, de acuerdo a las matrices ya diseñadas por el Ing. Waldo Ballester, con el fin de comparar entre la producción de las dos clases de energías.

1.2.- MARCO TEÓRICO

1.2.1. Electricidad y Desarrollo

Es habitual pensar en el espacio rural como un medio en el que sus habitantes suelen tener menor calidad de vida, entre otros aspectos, por las diferencias en la provisión de servicios de todo tipo, en comparación a la que presenta la población urbana. Este escenario ha favorecido históricamente los procesos migratorios del campo a la ciudad (e incluso los procesos de migración internacional), y la consiguiente creación de brechas de pobreza entre el medio urbano y el rural. Entidades como la Organización de Naciones Unidas o el Banco Mundial enfatizan el acceso a los servicios energéticos modernos como un instrumento más, para la reducción de la pobreza y la evolución de las condiciones de vida de la población mundial. En este sentido, el acceso a la energía eléctrica ha sido una preocupación permanente en los países en vías de desarrollo, tanto para los gobiernos (al ser una herramienta clave para su progreso económico, social y humano) como para las localidades rurales, que han visto restringidas sus posibilidades de desarrollo equitativo por falta de oportunidades económicas y sociales derivadas del limitado acceso a la electricidad. Diversos estudios confirman lo anterior, apuntando los impactos positivos del acceso y uso de la electricidad en la calidad de vida de los hogares rurales. Algunos autores destacan los efectos del desarrollo de la infraestructura y tecnología energética (la solar, por ejemplo), en la calidad de educación, ya que mejoran las condiciones de estudio y la cantidad de tiempo dedicada por los estudiantes a las tareas escolares. Otros aportes enfatizan la evolución de las condiciones de salud (recuperación de la capacidad respiratoria y problemas visuales)

de las familias como resultado del empleo de electricidad y la disminución del uso de otras fuentes de energía como la leña o el carbón vegetal. El acercamiento del suministro eléctrico a las poblaciones alejadas de los centros urbanos no sólo mejora sus condiciones de salud y educación, sino que estos servicios se apoyan directamente en la disponibilidad y accesibilidad a la electricidad. Además, la energía eléctrica facilita el acceso a otros servicios como el agua potable y las comunicaciones. Estos servicios nuevos (o mejorados) provocan cambios en las formas de vida, y significan un incremento en las posibilidades y oportunidades de los individuos y los colectivos sociales. Sin duda, la electrificación rural genera sinergias positivas entorno a la creación de actividades industriales de base agrícola en las zonas rurales. A partir de su uso, se contribuye a la reducción de la pobreza, ya que en base a una mayor potencia y energía eléctrica es posible mejorar y diversificar la producción y favorecer la generación de empleo rural en actividades no tradicionales, (TRIPPI- 2016).

1.2.2.- Combustibles Provenientes de Fósiles

Los combustibles fósiles son cuatro: petróleo, carbón, gas natural y gas licuado del petróleo, se han formado a partir de la acumulación de grandes cantidades de restos orgánicos provenientes de plantas y de animales. Sus restos se acumularon en depresiones como fondos marinos o lacustres, donde quedaron fuera del alcance de los microorganismos descomponedores aerobios, allí fueron cubiertos por capas de sedimento, por lo tanto, la presión y la temperatura crecientes transforman progresivamente esos restos orgánicos en petróleo, carbón y gas, que pueden permanecer *in situ* o migrar a través de las rocas, separarse, acumularse o incluso escapar a la atmósfera. Los combustibles fósiles son recursos no renovables ya que al contrario que otros recursos de origen biológico, como la leña, el carbón vegetal, el biodiesel, no se pueden reponer a corto plazo, la quema de grandes cantidades de reservas de combustibles fósiles no es consistente con limitar el calentamiento global a dos grados centígrados.

El *petróleo* es un líquido oleoso compuesto de carbono e hidrógeno en distintas proporciones, y se encuentra en profundidades que varían entre los 600 y los 5000

metros. Este recurso ha sido usado por el ser humano desde la Antigüedad: los egipcios usaban petróleo en la conservación de las momias, y los romanos, de combustible para el alumbrado.

El petróleo y sus derivados tienen múltiples y variadas aplicaciones. Además de ser un combustible de primer orden, también constituye una materia prima fundamental en la industria, pues a partir del petróleo se pueden elaborar fibras, caucho artificial, plásticos, jabones, asfalto, tintas de imprenta, caucho para la fabricación de neumáticos, nafta, gasolina y un sin número de productos que abarcan casi todos los productos del campo.

1.2.3.- Ventajas y desventajas del combustible fósil

Ventajas

- Son muy energéticos.
- Son fácilmente almacenables y transportables.
- Es fácil de extraer su energía.

Desventajas

- Sus utilidades aumentan la proporción de gases de efecto invernadero, como el metano CH₄ y el dióxido de carbono CO₂.
- Su combustión y procesamiento liberan a la atmósfera elementos tóxicos, como arsénico y mercurio, lo que no sucede con los combustibles obtenidos de la biomasa.
- Los combustibles fósiles no son renovables, por lo que se agotan progresivamente las reservas, dificultando su extracción e incrementando su precio.
- Son recursos de gran valor económico, y su distribución geográfica no es homogénea, por lo que su explotación puede originar o catalizar conflictos.

1.2.4.- Impacto ambiental en la generación de electricidad a partir de combustibles fósiles

Consumo de recursos naturales: la destrucción del ecosistema para la explotación de yacimientos implica la erosión del suelo, la pérdida de vegetación y biodiversidad y la contaminación de las aguas y los suelos.

Emisiones y vertidos: la quema de combustibles fósiles genera emisiones de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono (CO_2), Metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O)), óxidos de azufre, nitrógeno y partículas que, junto con vertidos de distinta composición, alteran de forma negativa el entorno. A esto habría que sumarle el daño provocado por el uso del agua dedicado a la refrigeración de las centrales, la cual devuelve al medio con una temperatura superior a la que se encuentra de forma natural, produciendo un aumento de la temperatura y efectos considerables sobre la flora y fauna acuática.

Generación de residuos: como, por ejemplo, las cenizas producidas en plantas de combustión. No obstante, son de especial importancia los residuos radiactivos procedentes de centrales nucleares, por su peligrosidad, capacidad de contaminación y de difícil tratamiento.

Ruido: las obras para la instalación y el empleo de la maquinaria pesada para el mantenimiento de las centrales son fuente de contaminación acústica.

Impacto visual: toda central, causa un impacto mayor y menor sobre el paisaje, al que se le añade el propio de los tendidos eléctricos que ocupan kilómetros de extensión, necesarios para transportar la energía eléctrica.

Cambio climático: la emisión de gases de efecto invernadero provoca que la atmósfera retenga más calor de lo necesario y con ello un aumento de la temperatura a nivel global. Este aumento en la temperatura del planeta da lugar a consecuencias el derretimiento de glaciares y placas de hielo, aumentando el nivel del mar y provocando inundaciones, además de fenómenos climáticos más agresivos, acidificación de los océanos, modificaciones en el hábitat y pérdida de biodiversidad, entre otros.

Degradación de la capa de ozono: algunos gases y partículas emitidas como los clorofluorocarbonados (CFC) causan la ruptura de las moléculas de ozono, provocando la disminución de esta capa y con ello su capacidad para retener la radiación ultravioleta. El exceso de radiación que llega a la tierra puede producir enfermedades como cáncer de piel y cataratas e interferir en el proceso de fotosíntesis de las plantas.

Lluvia ácida: la emisión de óxidos de azufre y nitrógeno reaccionan con el agua de la atmósfera, formando ácido sulfúrico y ácido nítrico respectivamente, los cuales son arrastrados mediante la lluvia y niebla provocando la acidez de las aguas, el deterioro del ecosistema e incluso la muerte de los seres vivos.

1.2.5.- Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

La Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó en septiembre de 2015 la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad, que también tiene la intención de fortalecer la paz universal y el acceso a la justicia. Los Estados miembros de las Naciones Unidas aprobaron una resolución en la que reconocen que el mayor desafío del mundo actual es la erradicación de la pobreza y afirman que sin lograrla no puede haber desarrollo sostenible.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible plantea 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible con 169 metas de carácter integrado e indivisible que abarcan las esferas económica, social y ambiental.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son:

1. Erradicar la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.
2. Poner fin al hambre, conseguir la seguridad alimentaria y una mejor nutrición, y promover la agricultura sostenible.
3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.
4. Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos.

5. Alcanzar la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y niñas.
6. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.
7. Asegurar el acceso a energías asequibles, fiables, sostenibles y modernas para todos.
8. Fomentar el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo, y el trabajo decente para todos.
9. Desarrollar infraestructura para promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.
10. Reducir las desigualdades entre países y dentro de ellos.
11. Conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros y sostenibles.
12. Garantizar las pautas de consumo y de producción sostenibles.
13. Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
14. Conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, mares y recursos marinos para lograr el desarrollo sostenible.
15. Proteger, restaurar y promover la utilización sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar de manera sostenible los bosques, combatir la desertificación y detener y revertir la degradación de la tierra, y frenar la pérdida de diversidad biológica.
16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles.
17. Fortalecer los medios de ejecución y reavivar la alianza mundial para el desarrollo sostenible.

La nueva estrategia regirá los programas de desarrollo mundiales durante los próximos quince años, y al adoptarla, los estados se comprometieron a movilizar los medios necesarios para su implementación mediante alianzas centradas especialmente en las necesidades de los más pobres y vulnerables.

Los 17 ODS de la agenda 2030, se elaboraron durante más de dos años de consultas públicas, interacción con la sociedad civil y negociaciones entre los países. La agenda implica un compromiso común y universal, no obstante, puesto que cada país enfrenta retos específicos en su búsqueda del desarrollo sostenible, los estados tienen soberanía plena sobre su riqueza, recursos y actividad económica, y cada uno fijará sus propias metas nacionales en consonancia con la agenda.

Objetivo 7: Energía asequible y no contaminante

Entre 2000 y 2016, la cantidad de personas con acceso a energía eléctrica aumentó de 78 a 87 por ciento, y el número de personas sin energía bajó a poco menos de mil millones.

Sin embargo, a la par con el crecimiento de la población mundial, también lo hará la demanda de energía accesible, y una economía global dependiente de los combustibles fósiles está generando cambios drásticos en nuestro clima.

Para alcanzar el ODS7 para 2030, es necesario invertir en fuentes de energía limpia, como la solar, eólica y termal y mejorar la productividad energética.

Expandir la infraestructura y mejorar la tecnología para contar con energía limpia en todos los países en desarrollo, es un objetivo crucial que puede estimular el crecimiento y a la vez ayudar al medio ambiente.

En cifras:

- 1 de cada 7 personas aún no tiene acceso a la electricidad; la mayoría de ellos vive en áreas rurales de los países en desarrollo.
- La energía es uno de los grandes contribuyentes al cambio climático, y representa alrededor del 60% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero.
- Estándares de energía más eficientes podrían reducir el consumo de electricidad de los edificios y la industria en un 14%.
- Más del 40% de la población mundial, 3 mil millones de personas, dependen de combustibles contaminantes e insalubres para cocinar.

- A 2015, más del 20% de la energía se generaba a través de fuentes renovables.
- El sector de energías renovables empleó a un récord de 10,3 millones de personas en 2017.

Metas del ODS 7

- De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos.
- De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas.
- De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.
- De aquí a 2030, aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, incluidas las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles, y promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias.
- De aquí a 2030, ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo.

1.2.6.- Energías Limpias

Se conoce como energías limpias o energías verdes a aquellas formas de obtención de energía que producen un mínimo impacto ecológico en el medio ambiente, durante sus procesos de extracción y generación, es decir, se trata de energías ecológicas o eco-amigables, (TOJABAS -2015).

En términos reales no existe aún una forma de obtención de energía aprovechable que sea absolutamente inocua en términos medioambientales. Sin embargo, algunas

contaminan mucho más que otras y dejan una huella imborrable de su presencia en el ecosistema y en la salud de los seres vivos. Aquellas que parecen ser más seguras y confiables en términos ecológicos, son las que consideramos como limpias.

Las energías limpias no deben ser confundidas con las energías renovables o sustentables, por estas últimas se entiende aquellas que no agotan la materia prima de su proceso, o que lo hacen tan lentamente que se le da margen a la naturaleza para reponerlos, algunas de dichas energías renovables pueden ser limpias, pero otras en cambio no lo son.

En particular, las energías limpias suelen emplear la fuerza y el calor de los elementos naturales, como el sol, el viento, canalizándolos para generar con ellos electricidad utilizable en los hogares e industrias humanas, y lo hacen causando el mínimo impacto posible en sus respectivos ecosistemas, lo cual no significa que no tengan ningún tipo de impacto o de consecuencias negativas.

1.2.7.- Origen de la Energía Fotovoltaica

El auge de las plantas solares productoras de energía fotovoltaica ha provocado que grandes extensiones de terreno se adecuen a la explotación de esta fuente de energía renovable y sostenible. La central solar que es reconocible por cualquier persona y supone un indiscutible avance de la energía debe su origen a un experimento fruto de la investigación acometidas en 1839 por el Físico francés Alexandre Edmon Becquerel.

Becquerel observó que, al exponer una pila electrolítica a la luz, tras sumergirla en una sustancia de las mismas propiedades, generaba más electricidad, descubría de esta forma el “Efecto Fotovoltaico” consiste en convertir la luz solar en energía eléctrica, y a partir de este descubrimiento, durante todo el siglo XIX y hasta nuestros días en su evolución ha ido sucediendo importantes avances, que han nutrido el campo de la energía solar fotovoltaica.

En el año 1876 entró en juego el selenio, gracias al profesor inglés William Grylls Adams, quien descubrió la electricidad fotoeléctrica, al observar como dicho elemento semiconductor reaccionaba al ser expuesto a la luz, generando un flujo eléctrico.

1.2.8.- Factores Ambientales Requeridos para Producción de Energía Fotovoltaica

Las condiciones climáticas predominantes, son uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta para cualquier diseño fotovoltaico que pretenda tener éxito, desde una óptica del aprovechamiento energético, se debe tener en cuenta, entre otros los niveles esperados de radiación solar, así como su variación a lo largo del tiempo, la temperatura del aire, la nubosidad, humedad, régimen de vientos y precipitaciones. Los elementos del paisaje (como árboles, setos cubiertas vegetales, fuentes estanques, etc.) de aquí la importancia de recopilar datos e información fiable de la zona que sea de interés, y de vital importancia entre los factores ambientales requeridos se tiene, la radiación, la referencia de Latitud y Longitud del lugar, la inclinación solar, el factor de excentricidad, el índice de claridad, la fracción difusa, la radiación global, la radiación solar directa, nivel pluviométrico, la temperatura y otros.

1.2.9.- Factores Técnicos Requeridos para Producción de Energía Fotovoltaica

Se refiere a los requerimientos técnicos mínimos para producir energía a partir de la luz solar que puede ser:

- Identificar el consumo de energía actual.
- Validar la ubicación.
- Los paneles solares requieren una buena exposición al sol, sin árboles u objetos que la bloqueen y produzcan sombras.
- Proporcionar techos adecuados, con las especificaciones y normas requeridas para este tipo de instalaciones.
- Seleccionar el tipo de instalación.
- Realizar el mantenimiento regular del sistema fotovoltaico.

1.2.10.- Tecnología Aplicada a la Energía Fotovoltaica

Un buen conocimiento de las distintas alternativas tecnológicas posibles para solucionar una misma necesidad es fundamental para, así, escoger la mejor opción en

cada situación. Una determinada alternativa tecnológica no es siempre la más adecuada en todas las situaciones, Igualmente una tecnología novedosa o de última generación no tiene que ser necesariamente mejor que una más probada y tradicional, la elección de la tecnología requiere un compromiso entre la disponibilidad y acceso de la tecnología, su comportamiento y rendimiento, las necesidades y los costes.

Desde hace algunos años en Entre Ríos se vienen instalando los paneles solares en los módulos fotovoltaico que ya están funcionando generalmente comprado de la ciudad de Tarija, donde están a disposición en el mercado diferentes paquetes o Kits en función a los requerimientos de consumo, de todas manera este está compuesto, por panel solar, batería, condensador, inversor, cables y soportes, dependiendo de los requerimiento de cantidad de energía de incrementa el uso de paneles, baterías, etc.

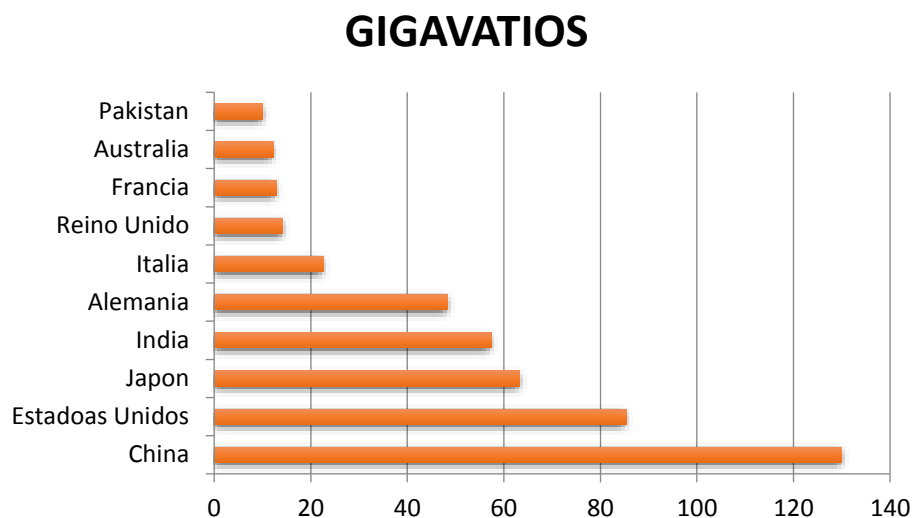
Los kits solares que funcionan para proveer 12V, 24V o 48V. que dependerá de la familia, cuantos focos, refrigerador, tv, celulares, y otras máquinas quiera hacer funcionar.

1.2.11.- Experiencias con la Energía solar Fotovoltaica

A nivel global se tiene que, en los últimos años, la mayoría los gobiernos han aplicado medidas para fomentar el desarrollo de la energía solar en sus países, tanto a nivel doméstico como a nivel de red (utilizando incentivos de diversa índole). Sea cual sea el método, hay muchos datos prometedores que sugieren que la energía solar va a ser un activo importante en la generación eléctrica a nivel mundial.

Como resultado ya se tiene a los 10 mayores países productores de energía solar:

GRÁFICO 1: Gigavatios



Fuente: elaboración propia (en base a Información secundaria).

Como se puede observar, es China la actual primera potencia en producir energía fotovoltaica, seguido por Estados Unidos, y en el puesto número 10 se sitúa Pakistán.

1.2.12.- Bolivia y Cobertura de Electricidad,

La cobertura de servicio de electricidad actual en toda Bolivia según el censo 2012, es del 70 %, lo que significa que 7 de cada 10 habitantes en Bolivia disponen de energía eléctrica, esta se suministra a través de *Operadores en la actividad de transmisión*; La red de transmisión en el Sistema - STI en el país está compuesta por empresas de producción y de transporte de electricidad, como DELAPAZ (Una empresa de ENDE Corporación, Luz que ilumina tu vida.), ELFEC (Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica Cochabamba), ELFEO (Empresa de Luz y fuerza eléctrica de Oruro), SEPSA (Servicios Eléctricos Potosí S.A.), CESSA (Compañía Eléctrica Sucre S.A), ENDE(Empresa Nacional de Electricidad).

El año 2013 la longitud del Sistema Troncal de Interconexión fue de 3.268,86 km. En la gestión 2013, TDE poseía la propiedad 62% de las líneas de transmisión del Sistema Troncal de Interconexión, por su parte la Interconexión Eléctrica S.A (ISA) y la Empresa Nacional de Electricidad (ENDE) operaban en 18% y 20% de las líneas

respectivamente. Finalmente, se observa que para el año 2013 TDE operaba el 53.2% de las líneas en 230kV, 70,3% de las líneas en 115kV y la totalidad de las líneas de 69 kilovoltios (kW) Ley de Electricidad Boliviana (Ley N° 1604).

1.2.13.- Regulación de Precios

La determinación de precios en el sector eléctrico, se efectúa siguiendo las directrices establecidas en el Reglamento de Precios y Tarifas (Decreto Supremo N° 26094). En el Mercado Eléctrico Mayorista se fijan semestralmente los precios de energía y potencia para cada modo del sistema. La giga vatio hora (GWh) equivale a la potencia suministrada por una giga vatio (mil millones de vatios) en una hora, determinan además los peajes de transmisión. El precio de energía corresponde al costo de producción (calculados sobre la base de las ofertas de precio del gas) de la última máquina requerida en el despacho de costo mínimo para satisfacer la demanda. El precio de potencia se determina mediante el costo marginal de potencia, calculado mediante la anualidad del costo de inversión de la unidad generadora más económica que entrega potencia adicional al sistema. Los precios de transmisión se determinan como el costo medio de transmisión de un Sistema de Transmisión Económicamente Adaptado (STEA), determinado como el costo anual de la inversión más costos de operación, mantenimiento y administración. El Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC) elabora semestralmente los estudios de los Precios Referenciales del Mercado Eléctrico Mayorista, los que son revisados por la autoridad reguladora para posteriormente aprobar los precios de nodo de energía y Electricidad; los precios de transmisión (peajes) y las respectivas fórmulas de indexación, y los precios de potencia y de energía se transfieren a las tarifas de distribución. El precio spot de energía se transfiriere al consumidor final. Cada cuatro años las empresas en transmisión deben realizar un estudio de actualización de Costos de Transmisión. El 2009 la entonces Superintendencia de Electricidad aprobó los montos de los costos anuales de transmisión del período 2009-2013. Los precios máximos para el suministro de electricidad de las empresas de distribución son las tarifas base más las fórmulas de indexación (que contemplan ajustes por variaciones en costos e incrementos en

eficiencia). Estas tarifas base se calculan por cuatro años considerando los costos de compra de electricidad (generación y transmisión), costos de distribución y costos de consumidores. El año 2011 producto de la Revisión Ordinaria de Tarifas, las empresas titulares de distribución son: Una empresa de ENDE Corporación, “Luz que ilumina tu vida” (DELAPAZ), Cooperativa Rural de Electrificación Ltda.(CRE), Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica Cochabamba (ELFEC), Empresa de Luz y fuerza eléctrica de Oruro (ELFEO) y Servicios Eléctricos Potosí S.A (SEPSA) elaboraron los correspondientes estudios tarifarios, mismos que fueron revisados y aprobados por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad (AE), aprobándose en consecuencia las tarifas base de distribución, la estructura tarifaria y las fórmulas de indexación respectivas para el período 2011-2015. Con la creación el año 2003 del Fondo de Estabilización del Mercado Mayorista (FEM) y del Fondo de Estabilización de Distribución (FED), se establecieron medidas para limitar la variación en las tarifas de electricidad. La Autoridad en Electricidad AE determina factores de estabilización para la determinación de precios de nodo de Mayor explicación de la fijación de precios en el sector se detalla en el Diagnóstico Sectorial del Sector Eléctrico elaborado por la Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas UDAPE, en la gestión 2009, aplicación y cargos tarifarios, que contribuyen a estabilizar las tarifas que llegan al usuario final.

1.2.15.- Radiación Solar

La radiación solar, es la energía radiante emitida en el espacio interplanetario por el sol. Esta radiación se genera a partir de las reacciones termonucleares de fusión que se producen en el núcleo solar y que producen la radiación electromagnética en varias frecuencias o longitudes de onda, que se propaga entonces en el espacio a las velocidades típicas de estas olas. Esta propagación permite llevar energía solar con ellas.

La constante solar, es la cantidad de energía recibida en forma de radiación solar, por unidad de tiempo y unidad de superficie, medida en la parte externa de la atmósfera

terrestre en un plano perpendicular a los rayos del sol. Los resultados de su medición por satélites arrojan un valor promedio de 1366 Watio por metro cuadrado (Wm^{-2})

La energía solar y consecuentemente la radiación solar, resulta del proceso de fusión nuclear que tiene lugar en el sol, donde la misma es la principal fuente energética y, por lo tanto, el motor que mueve nuestro medio ambiente. De esta manera la recibimos mediante la radiación solar, es responsable directamente o indirectamente de aspectos tan importantes para la vida como la fotosíntesis, el mantenimiento de una temperatura del planeta compatible con la vida, del viento, etc. La energía solar que llega a la superficie terrestre es 10.000 veces mayor que la cantidad consumida actualmente por toda la humanidad.

La Radiación

La radiación es la transferencia de energía, por ondas electromagnéticas, y se produce directamente desde la fuente, hacia fuera en todas las direcciones, por lo tanto, estas ondas no necesitan un medio material para propagarse, pueden atravesar el espacio interplanetario y llegar a la Tierra desde el Sol.

La longitud de onda y la frecuencia de las ondas electromagnéticas, son importantes para determinar su energía, su visibilidad y su poder de penetración. Todas las ondas electromagnéticas se desplazan en el vacío a una velocidad de 299.792 Kilometro sobre segundo (Km/s).

La radiación solar no se concentra en una sola frecuencia, sino que se distribuye en un amplio espectro de amplitud no uniforme con la forma típica de una campana, como es típico del espectro de un cuerpo negro con el que se modela la fuente solar. El máximo de radiación se centra en la banda de radiación o luz visible con un pico a 500 nanómetros (nm). fuera de la atmósfera terrestre según la ley de Wien, que corresponde al color verde cian.

La banda de radiación fotosintéticamente activa la Potencia de la Amplitud de Radiación (PAR) oscila entre 400 y 700 nm, corresponde a la radiación visible y equivale al 41% de la radiación total. Dentro del PAR hay sub bandas con radiación:

- Azul-violeta (400-490 nm).
- Verde (490-560 nm).
- Amarillo (560-590 nm).
- Rojo anaranjado (590-700 nm).

Además de la radiación visible, un componente energéticamente minoritario, pero sin embargo digno de mención por sus efectos es el infrarrojo y, sobre todo, los rayos ultravioletas.

Al cruzar la atmósfera la radiación solar se somete a fenómenos de reflexión, refracción, absorción y difusión por los diversos gases atmosféricos en un grado variable en función de la frecuencia, de modo que el suelo del espectro solar es irregular en comparación con la detectada en los umbrales externos de atmósfera por la Técnica Observación Atmósfera TOA, con presencia de bandas típicas de absorción o reflexión.

Por las características de la atmósfera terrestre la radiación solar sufre unas determinadas alteraciones para atravesarla y llegar a la superficie.

En promedio, la Tierra recibe 1.366 Vatios por metro cuadrado W/m^2 (constante solar) del Sol. Esto está relacionado con los umbrales de la atmósfera y el plano perpendicular a los rayos solares entrantes: es por lo tanto necesario tener en cuenta que la radiación solar en la tierra golpea un casquete esférico durante 1440 minutos cada día, disminuyendo en un 75%. La atmósfera a su vez filtra los rayos del sol hasta cierto punto, como lo hace cada cuerpo, causando una reflexión y un retorno de la dispersión de los rayos, debido a su albedo, a las nubes y gases atmosféricos mismos; una absorción que provoca un aumento de la temperatura, como resultado de lo cual emite radiación en cualquier dirección de acuerdo con la ley de Wien, sin embargo, esta absorción es modesta en la banda de luz visible, por lo que es transparente a la radiación solar directa.

Aproximadamente la mitad de la radiación solar atraviesa la atmósfera sin alteraciones, tomando el nombre de radiación neta, y la mitad de la radiación neta contribuye

finalmente a la evaporación de las masas de agua, por lo tanto, la energía solar disponible es aproximadamente una cuarta parte de la energía total emitida.

La estratósfera absorbe los rayos ultravioletas incluidos en la banda de 200-300 nm gracias al ozono, la tropósfera absorbe y difunde el infrarrojo gracias al vapor de agua y al Dióxido de Carbono (CO²). La acción de filtrado de las bandas en las longitudes de onda ultravioleta, en su mayoría letales, es esencial para el desarrollo de la vida.

El planeta Tierra, está situado en el sistema solar y es el único habitado que se conozca, se trata de un planeta rocoso con una gran superficie de agua, que puede retener los gases formando una capa atmosférica mediante la cual se controla el calor, de forma que no sea muy elevado durante el día, ni muy frío durante la noche.

Siete de cada diez partes de su superficie están cubiertas de agua.

TABLA 1: Características de la Masa Terrestre

Diámetro ecuatorial.	12.756,28 km
Circunferencia ecuatorial.	40.075.014 m
Diámetro polar.	12.713,50 km
Circunferencia polar.	40.007.832 m
Diámetro medio.	12.742,00 km
Radio ecuatorial.	6.378 km
Superficie terrestre.	510.065.284,702 km ²
Masa terrestre.	5,974x10 ²⁴ kg
Densidad Media.	5,515 g/cm ³
Gravedad superficial.	9,78m/s ²
Velocidad de escape.	11,186 km/s

TABLA 2: Características Respecto al Tiempo y Otros

Órbita alrededor del sol.	365,2564 días
Periodo de rotación.	23,9345
Distancia media al Sol.	149.600.000km
Temperatura mínima superficial.	182 K
Temperatura media superficial.	282K (17°C)
Temperatura máxima superficial.	333 K
Máxima velocidad orbital.	30,287 km/s

TABLA 3: Las Principales materias que la Constituyen la Tierra

Elemento Químico	Porcentaje Respecto al total (%)
Hierro	34.6
Oxígeno	29.54
Silicio	15.2
Magnesio	12.7
Níquel	2.4
Azufre	1.9
Titanio	0.05
Otros	3.62

TABLA 4: Capas de Formación terrestre

Capas	Profundidad	Composición
Corteza	12 a 80 km.	Basalto en los océanos. Granito en la zona firme.
Manto	2.900 km.	Peridotita.
Núcleo	3.475 km.	Aleación hierro-níquel. Temperatura entre 4.000 y 5.000°C.

Composición de la atmósfera de la Tierra. - El 71% de la superficie terrestre está recubierta de agua, de la que el 97% es agua salada y el 3% es agua dulce, el agua es básica para la vida sobre la Tierra.

TABLA 5: Composición de la atmósfera de la Tierra

Gas	Símbolo	Porcentaje
Nitrógeno	N ₂	78.08%
Oxígeno	O ₂	20.95%
Argón	Ar	0.93%
Dióxido de carbono	CO ₂	355 ppmv (variable)
Neón	Ne	18.2 ppmv
Helio	He	5.24 ppmv
Metano	CH ₄	1.72 ppmv
Criptón	Kr	1 ppmv
Hidrógeno	H ₂	5 ppmv
Óxido nitroso	N ₂ O	0.31 ppmv
Xenón	Xe	0.08 ppmv
Monóxido de carbono	CO	0.05 ppmv
Ozono	O ₃	0.02 a 0.03 ppmv
Clorofluorocarbonos	CFC _s	0.2 a 0.3 ppmv
Vapor de agua	H ₂ O	<4% (variable)

ppm= partes por millón.

ppmv = partes por millón por volumen.

1.2.16.- El Sol

El sol es una inmensa fuente de energía inagotable, con un diámetro de $1,39 \cdot 10^9$ metros (m), situado a la distancia media de $1,5 \cdot 10^{11}$ m respecto de la Tierra.

Se trata de una estrella que ilumina y calienta la Tierra, se comporta como un reactor nuclear de fusión, y tiene una temperatura media de 5500 grado Celsius ($^{\circ}\text{C}$), en cuyo interior tienen lugar una serie de reacciones que producen una pérdida de masa que se transforma en energía. Dicha energía se distribuye como radiación electromagnética, de unos $5.4 \cdot 10^{24}$ julios (J), a la radiación electromagnética se le denomina radiación solar.

La radiación solar; la radiación emitida por el sol, llega a la atmósfera de la Tierra considerablemente debilitada (aproximadamente 1360 vatios por metro cuadrado- W/m^2), debido a la distancia entre el Sol y la Tierra. Después dicha radiación sufre una atenuación debido a la capa atmosférica, por lo que la radiación en la superficie terrestre es de aproximadamente $1000 \text{ W}/\text{m}^2$.

Se distinguen tres tipos de radiación solar en función de cómo inciden los rayos del sol sobre la Tierra:

- **Directa:** es la recibida desde el Sol sin que se desvíe en su paso por la atmósfera.
- **Difusa:** es la que sufre cambios en su dirección principalmente debido a la reflexión y difusión en la atmósfera.
- **Albedo o reflejada:** es la radiación directa y difusa que se recibe por reflexión en el suelo u otras superficies próximas.

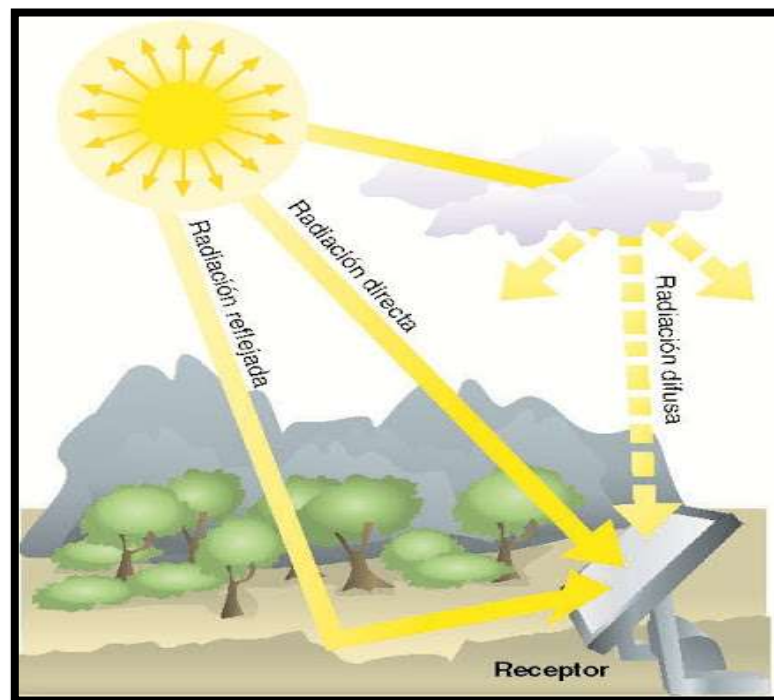
De entre los tres tipos, la radiación directa es la mayor y más importante en las aplicaciones fotovoltaicas y foto térmicas, aunque en días nublados (por cuestiones meteorológicas) en los cuales no se recibe radiación directa (o debido a otro obstáculo), se continúa recibiendo radiación solar sobre, la superficie debido a la radiación difusa, y a dichos días se les denomina, días de poca radiación solar.

En consecuencia, la radiación solar total, será la suma de todos los tipos de radiaciones:
Debido a las propiedades direccionales de la radiación, en consecuencia, el valor de la

$$\text{Radiación Total} = \text{Radiación Directa} + \text{Radiación Difusa} + \text{Radiación de Albedo}$$

radiación difusa dependerá del ángulo (debido a factores geográficos) de los sistemas de captación utilizados, también dependerá de la naturaleza del suelo, por ejemplo, en la nieve la reflexión es mayor que sobre la vegetación.

FIGURA 1: Tipos de radiación solar



Constante solar: se define la constante solar como la cantidad de energía por unidad de tiempo y área, que se alcanza sobre una superficie orientada normalmente hacia la dirección de los rayos solares en la atmósfera.

Debido a los efectos de atenuación que se producen en la atmósfera, la constante solar para efectos de cálculo se tendrá en cuenta en la superficie terrestre, dependiendo de diversos factores: nubes, vapor, horas de sol, etc.

Por lo que se considera un valor de 1 kilovatio por metro cuadrado (kW/m^2) para el valor de constante solar. Por ello este valor se tomará para determinar las características de los sistemas captadores de energía, por ejemplo, los módulos fotovoltaicos para energía solar fotovoltaica se muestran para una radiación solar de 1000 vatios por metro cuadrado (W/m^2).

Unidades de radiación solar; para los cálculos de dimensionado se debe dar un valor radiación solar, y sus unidades son los kW/m^2 , aunque en alguna documentación se utilizan la otra unidad de potencia, los Julios.

Para obtener el valor de radiación solar de una determinada zona se puede tener en cuenta:

- Radiación: se define como el flujo de la luz solar que incide sobre una unidad de superficie en un tiempo dado, y se expresa normalmente en W/m^2 . Aunque también se expresa en kW/m^2 .
- Radiación: se define como la energía por unidad de superficie a lo largo de un periodo de tiempo, y se expresa en julios (energía) por metro cuadrado (J/m^2), aunque también se expresa en vatios hora por metro cuadrado (Wh/m^2) (potencia), mediante la conversión de unidades.

La ecuación que relaciona la potencia con la energía, es la siguiente en donde las unidades de la energía son los MegaJulios (MJ) y la de la potencia los kilovatios hora (kWh):

$$1\text{Kwh} = 3,6$$

Posición solar: La tierra en su movimiento de traslación alrededor del sol define una trayectoria eclíptica, dicho movimiento se realiza sobre el eje horizontal (que se corresponde con el ecuador), y con un ángulo de $23^{\circ}27''$, de tal forma que la posición del sol desde el punto de vista de la tierra modifica su altura, siendo diferente la posición del Sol de unas estaciones a otras.

Para zonas geográficas situadas en el hemisferio norte (como en el caso de España), la posición más alta del sol se denomina solsticio de verano y la más baja solsticio de invierno. En la figura 1.3 se muestra la representación, así como la fecha.

Al modificar la altura del sol el ángulo de incidencia sobre la superficie también se modifica, (PAREJA A., M- 2009).

1.2.17.- Proyectos de Energía Fotovoltaica Implementados en Bolivia

a). - Radiación Bolivia:

Bolivia y Chile son los países con mayor radiación solar en Sudamérica, Bolivia tiene una población de 11 millones de habitantes y una superficie total de 1.098.581 km² y la más alta radiación solar se registra en el sur de Bolivia.

Bolivia cuenta con uno de los mayores niveles de radiación solar del planeta. Si tomamos el promedio anual de radiación solar de Bolivia de los años 1999 al 2013, veremos que en el altiplano sur del país alcanzamos 2700 Kwh/m²-año y en el oriente del país 1800Kwh/m²-año.

b). - Energía Fotovoltaica en Bolivia

La Planta Solar Fotovoltaica, situada en el municipio de Uyuni, Potosí, tiene una capacidad de generar 60 megavatios (MW) de potencia inyectada al Sistema Interconectado Nacional, es considerada la más grande de Bolivia.

Los 60 MW de potencia de la planta solar pueden cubrir el 50% de la demanda de energía que actualmente tiene el departamento de Potosí y la producción anual estimada es de 123.000 megavatios por hora (MWh).

Este proyecto se encuentra a 3.700 msnm y a 15 kilómetros al sureste de la ciudad de Uyuni, en la provincia San Antonio de Quijarro, **Potosí**.

IMAGEN 1: Vista aérea de la Planta Solar de Uyuni - Bolivia



Foto: @ucpmincom

La estructura está constituida por 196.952 módulos fotovoltaicos fijados en 7.034 mesas, emplazados en un espacio de 105 hectáreas.

Los beneficios de la implementación de la Planta Solar Uyuni son variados; entre ellos, se desplaza el consumo de gas por una fuente de energía que no emite gases de efecto invernadero, se fortalece el acceso universal de energía eléctrica, aumentan los excedentes de generación de energía para la exportación; además de desarrollar el atractivo turístico en Uyuni.

Otro proyecto, de menor escala, pero también integrado al Sistema Interconectado Nacional SIN es el proyecto Yunchará **Tarija** de 5 MW que está concluido con una inversión de 12 millones de dólares.

A estos proyectos hay que añadir la fase II de la planta Fotovoltaica de **Oruro**, este proyecto tendrá una potencia de 50 MW, con una inversión de 125 millones de dólares.

En síntesis, para fines de esta década se tendría en operación 165 MW de energía fotovoltaica integrado a la red y más de 10 MW en sistema aislado, haciendo un total de 175,8 MW de energía fotovoltaica.

1.2.18.- Entre Ríos, el sub andino y la Selva boliviano-tucumana

La población de Entre Ríos se encuentra inmersa en el bosque tucumano-boliviano, también conocido como las Yungas subtropicales, es una de las ecorregiones con mayores riquezas de biodiversidad regional (Gering *et al.* 2003).

En el bosque tucumano-boliviano se pueden distinguir tres fajas o pisos altitudinales (distritos, *sensu* Cabrera 1976) que responden a las diferencias climáticas, especialmente de humedad y temperatura, con cierta continuidad a lo largo de toda su extensión (Ayarde *et al.* 1999). Los tres pisos altitudinales, de aquí en adelante denominados formaciones vegetales a partir de (Zenteno-Ruiz *et al.* (2010) son el bosque sub Montaña o selva sub montaña (*sensu* Brown *et al.* 2002) entre 400 y 700-900 m de altitud, el bosque montano o selva montaña (*sensu* Brown *et al.* 2002) entre 600-700 m y 1.500-1.800 m y el bosque altimontano o bosque montano (*sensu* Brown *et al.* 2002) entre 1.500-1.800 m y 2.500-3.000 m (Cabrera 1976), (Brown 1995), (Ayarde *et al.* 1999), (Brown *et al.* 2002), (Zenteno-Ruiz *et al.* 2010).

Según algunos estudios, la riqueza de especies del bosque tucumano-boliviano disminuye conforme aumenta la latitud, por lo que se esperaría que los bosques bolivianos sean más diversos que los argentinos (Ayarde 1995, Morales *et al.* 1995, Brown *et al.* 2002).

1.2.19.- Instalación de un módulo de producción de energía fotovoltaica

Un sistema de suministro eléctrico autónomo, basado en la transformación fotovoltaica de la energía solar, está formado por los equipos necesarios para producir, regular, acumular, transformar, a veces, cuantificar la energía eléctrica. Sus componentes esenciales son: módulos fotovoltaicos y sus soportes, regulador, baterías, inversor, sistemas de protección y, en algunos casos, sistemas de adquisición de datos y contadores de energía.

Módulos fotovoltaicos: son paneles que están compuestos de células capaces de convertir la luz en electricidad, todas las células del módulo están unidas entre sí, para

poder sumar su potencia y alcanzar conjuntamente la potencia nominal del módulo. La potencia de un módulo determinado se mide en vatios-pico (Wp), que es la potencia que puede generar cuando está sometida a la intensidad máxima de radiación, o sea en un día claro al medio día. Un módulo fotovoltaico de, por ejemplo, 40vatio-pico (Wp), producirá 40 Wh de energía sí durante una hora recibe esta radiación máxima (equivalente a 1000 W/m^2), si la intensidad es menor, necesitará más de una hora para producir estos 40 Wh, Por tanto, hay que utilizar un nuevo concepto: el de hora solar pico. El número de horas pico de un día concreto se obtendrá dividiendo toda la energía ese día (Wh/m^2) entre 1000 W/m^2 .

Para saber la energía que producirá un módulo, no se puede multiplicar su potencia nominal (en vatios-pico) por el número de horas de sol de un día, ya que no todas estas horas son de máxima intensidad solar. Los módulos fotovoltaicos producen corriente continua, a una tensión nominal de 12 voltios. Si se conectan varios módulos entre sí uniendo todos los polos negativos por un lado y todos los polos positivos por el otro, en los extremos tendremos igualmente 12 V y una intensidad (medida en amperios) equivalente a multiplicar la intensidad unitaria de los módulos por el número de éstos conectados entre sí (conexión en paralelo). En cambio, si unimos un polo del primer módulo con el contrario del siguiente y así sucesivamente, y al final se mide la tensión (voltios) entre los dos polos libres del primero y del último, se observará que es igual a 12 multiplicado por el número de módulos unidos de esta manera, y la intensidad total (amperios) será la misma que la de la corriente nominal de un módulo (conexión en serie). Combinando la conexión en serie y la conexión en paralelo, se pueden conseguir tensiones nominales de trabajo (12 V, 24 V, 48 V, etc.) adecuadas para cada instalación. La conexión en serie de varios módulos fotovoltaicos aumenta la tensión, pero no la intensidad de corriente. La conexión en paralelo, por el contrario, aumenta la intensidad, manteniendo la tensión. Para un mismo número de módulos, la potencia que se obtiene de una forma u otra, es la misma.

Estructuras de sujeción de los módulos: este componente de la instalación tiene la función de mantener los módulos en una posición correcta, fijar el conjunto del campo

fotovoltaico a una estructura sólida (pared, cubierta, suelo, etc.) y garantizar la integridad de los módulos contra la acción del viento, los cambios de temperatura y hasta un cierto punto, el vandalismo y el robo. También existen sistemas de estructuras de soporte de los módulos capaces de seguir el sol de levante a poniente. Estos sistemas automáticos (seguidores solares) tienen la ventaja de aumentar el número de horas de sol aprovechables por los módulos, respecto a los sistemas de módulos fijos. Sin embargo, también hay que valorar algunos inconvenientes: tienen un costo económico elevado, la ganancia energética respecto a los módulos fijos es considerable en verano, pero poco significativa en invierno (cuando más se necesita normalmente), es un aparato susceptible de averiarse, tiene consumo eléctrico, etc.

1.3.- MARCO LEGAL

Legislación boliviana, respecto a energías

1.3.1.- Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, CPE

Que el párrafo I del artículo 20 de la Constitución Política del Estado, determina que toda persona tiene derecho al acceso universal y equitativo, entre otros al servicio básico de electricidad.

Que el número 8 del párrafo II del artículo 298 del texto constitucional establece que es una competencia exclusiva del nivel central del estado la política de generación, producción, control, transmisión y distribución de energía en el sistema interconectado

Que el párrafo I del artículo 378 de la Constitución Política del Estado dispone que las diferentes formas de energía y sus fuentes, constituyen un recurso estratégico su acceso es un derecho fundamental y esencial para el desarrollo integral y social del país y se regirá por los principios de eficiencia, continuidad adaptabilidad y preservación del medio Ambiente.

El párrafo I del artículo 379 de la Constitución Política del Estado dispone que el Estado desarrollará y promoverá la investigación y el uso de nuevas formas de producción de energía alternativa, compatibles con la conservación del ambiente.

El numeral I del artículo 30 de la ley N° 300, del 15 de octubre de 2012, Marco de la tierra y desarrollo integral para vivir bien, establece que la política energética y las medidas para lograr el cambio gradual de la matriz energética proveniente de recursos naturales no renovables a través de la sustitución paulatina del combustible líquido por gas natural, así como el incremento gradual de las energías renovables en situación de las provenientes de recursos no renovables.

1.3.2.- La Ley de Electricidad Boliviana (N° 1604)

La ley de electricidad boliviana (Ley N° 1604), fue emitida el 21 de diciembre de 1994, y la misma norma las actividades de la Industria Eléctrica y establece los principios para la fijación de precios y tarifas de electricidad en todo el territorio nacional.

1.3.3.- Ley del Medio Ambiente (N° 1333)

CAPÍTULO XII.- DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS ART. 73°.- Los recursos energéticos constituyen factores esenciales para el desarrollo sostenible del país, debiendo su aprovechamiento realizarse eficientemente, bajo las normas de protección y conservación del medio ambiente. Las actividades hidrocarburífera, realizadas por YPFB y otras empresas, en todas sus fases, deberán contemplar medidas ambientales de prevención y control de contaminación, deforestación, erosión y sedimentación, así como de protección de flora y de fauna silvestre, paisaje natural y áreas protegidas. Asimismo, deberán implementarse planes de contingencias para evitar derrames de hidrocarburos y otros productos contaminantes. ARTÍCULO 74°.- El Ministerio de Energía e Hidrocarburos, en coordinación con la Secretaría Nacional del Medio ambiente, elaborará las normas específicas pertinentes. Asimismo, promoverá la investigación, aplicación y uso de energía alternativas no contaminantes.

1.3.4.- El Decreto Supremo N° 27302 (de 23 de diciembre de 2003 y sus modificaciones)

Tienen por objeto establecer medidas que permitan estabilizar las tarifas de electricidad, las energías alternativas reducen la dependencia que tiene el país de la generación de electricidad con base a combustible fósiles disminuyendo además las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo a la mejora del medio

ambiente, el ahorro y eficiencia energética, las energías alternativas requieren recursos suficientes y una adecuada remuneración para su desarrollo que permitan la diversificación de dichas fuentes de generación de energía eléctrica para dar continuidad al cumplimiento de las políticas de cambio de la matriz energética.

1.3.5.- Decreto Supremo N° 26998, 17 de abril de 2003

El Gobierno Nacional en el marco del Plan Bolivia, como pilar fundamental del desarrollo y la lucha contra la pobreza, determinó dar prioridad a la ejecución de planes y proyectos de impacto social, que contribuyan a mejorar las condiciones de desarrollo económico y humano de las poblaciones menos favorecidas del país.

El citado Decreto Supremo, no incluye a los paneles solares fotovoltaicos dentro la nómina de bienes de capital, razón por la que el Ministerio de Servicios y Obras Públicas solicitó la inclusión de dichos paneles, por tratarse del componente fundamental de un sistema fotovoltaico que convierte la energía solar en electricidad, siendo, además, una fuente de energía limpia disponible e inagotable que no causa contaminación del medio ambiente, para cubrir la demanda de este insumo en los servicios domésticos de salud, educación, comunicación y, sobre todo, de producción en el área rural.

Para fortalecer el desarrollo de la electrificación rural, se considera favorable la utilización de sistemas fotovoltaicos como una alternativa energética para la electrificación de áreas rurales dispersas, coadyuvando a la formación de empresas rurales de electricidad, la ocupación de mano de obra local para la instalación y mantenimiento de los mismos, y la reducción de costos en electrificación rural enmarcados dentro del Plan Bolivia de Electrificación Rural.

Los paneles solares fotovoltaicos están considerados como bienes de capital y no son fabricados ni ensamblados en la subregión Andina; por lo que, corresponde su inclusión en la nómina de bienes de capital aprobado por el citado Decreto Supremo N° 25704.

1.3.6.- Normas Bolivianas NB 795, NB 948, NB 1056

NB 795, Ensayos en condiciones reales para caracterización de módulos fotovoltaicos (Módulos de Silicio policristalino y monocristalino, módulos de potencia de 20 W a 200W)

NB 948, Ensayos para la medición de la capacidad y eficiencia de almacenamiento en acumuladores eléctricos plomo – ácido para uso fotovoltaico.

NB 1056, Instalación de sistemas fotovoltaicos hasta 5 kWp de potencia y hasta 48 V de tensión nominal – Requisitos (**Primera revisión**).

1.3.7.- Decreto Supremo N° 2048, 2 de julio de 2014

El Parágrafo I del Artículo 20 de la Constitución Política del Estado, determina que toda persona tiene derecho al acceso universal y equitativo, entre otros, al servicio básico de electricidad.

Mientras el numeral 8 del Parágrafo II del Artículo 298 del Texto Constitucional, establece que es una competencia exclusiva del nivel central del Estado, la política de generación, producción, control, transmisión y distribución de energía en el Sistema Interconectado.

En el Parágrafo I del Artículo 378 de la Constitución Política del Estado, dispone que las diferentes formas de energía y sus fuentes, constituyen un recurso estratégico, su acceso es un derecho fundamental y esencial para el desarrollo integral y social del país, y se regirá por los principios de eficiencia, continuidad, adaptabilidad y preservación del medio ambiente.

El Parágrafo II del Artículo 378 del Texto Constitucional, señala que es facultad privativa del Estado el desarrollo de la cadena productiva energética en las etapas de generación, transporte y distribución, a través de empresas públicas, mixtas, instituciones sin fines de lucro, cooperativas, empresas privadas, y empresas comunitarias y sociales, con participación y control social. La cadena productiva

energética no podrá estar sujeta exclusivamente a intereses privados ni podrá concesionarse, y la participación privada será regulada por la ley.

El Parágrafo I del Artículo 379 de la Constitución Política del Estado, dispone que el Estado desarrollará y promoverá la investigación y el uso de nuevas formas de producción de energías alternativas, compatibles con la conservación del ambiente.

Que el Artículo 3 de la Ley N° 1604, de 21 de diciembre de 1994, de Electricidad, señala que el principio de adaptabilidad, promueve la incorporación de tecnología y sistemas de administración modernos, que aporten mayor calidad y eficiencia en la prestación de servicio.

El numeral 1 del Artículo 30 de la Ley N° 300, de 15 de octubre de 2012, Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien, establece que la política energética y las medidas para lograr el cambio gradual de la matriz energética proveniente de recursos naturales no renovables a través de la sustitución paulatina de combustibles líquidos por gas natural, así como el incremento gradual de las energías renovables en sustitución de las provenientes de recursos no renovables.

El Decreto Supremo N° 27302, de 23 de diciembre de 2003 y sus modificaciones, tienen por objeto establecer medidas que permitan estabilizar las tarifas de electricidad, y que las energías alternativas, reducen la dependencia que tiene el país de la generación de electricidad con base a combustibles fósiles, disminuyendo además las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo a la mejora del medio ambiente, el ahorro y eficiencia energética.

Las energías alternativas requieren recursos suficientes y una adecuada remuneración para su desarrollo, que permitan la diversificación de dichas fuentes de generación de energía eléctrica, para dar continuidad al cumplimiento de la política de cambio de la matriz energética.

1.3.8.- EMPRESA NACIONAL DE ELECTRICIDAD (ENDE)

En vista de que la presente investigación también trata de costos de la electricidad, se considera que una de la empresa relevantes en este rubro es la (ENDE), es una

corporación del Estado Plurinacional, que tiene por objetivo principal y rol estratégico, la participación en toda la cadena productiva de la industria eléctrica y en actividades de importación y exportación de electricidad en forma sostenible, con criterios de promoción, desarrollo social y económico del país (Decreto Supremo N° 29644, de 16 de julio de 2008).

Con la nacionalización de las empresas del sector eléctrico ENDE esta corporación, tiene el control sobre la generación transmisión y distribución de energía eléctrica. Está conformada por una matriz, posee once empresas filiales y una subsidiaria, además, tiene representación en directorios de otras dos empresas distribuidoras regionales.

ENDE matriz ejerce control y dirección en forma directa o indirecta, debiendo garantizar que estas empresas logren los objetivos y metas definidos para la corporación, para lo cual fueron necesarias algunas adecuaciones y cambios en la estructura organizativa y funcional.

CAPÍTULO II
MATERIALES Y MÉTODOS

CAPÍTULO II

2.1 Área de estudio

2.1.1 Ubicación

Para situar el enfoque del presente estudio, se ha visto fundamental, establecer el área de ubicación donde fue desarrollada la investigación, en este sentido, se tiene a Entre Ríos que es una pequeña ciudad y capital de la Provincia B. O' Connor, del departamento de Tarija, situada al Sureste del Estado Plurinacional de Bolivia.

Geográficamente el Municipio de Entre Ríos se encuentra ubicado entre las coordenadas:

- 20° 51' 57" y 21° 56' 51" de Latitud Sud.
- 63° 40' 23" y 64° 25' 6" de Longitud Oeste.

Su capital, el centro poblado de Entre Ríos, se encuentra a 1.232 m.s.n.m.

La extensión territorial del municipio de Entre Ríos es de 5.381,17km², de acuerdo a los límites referenciales establecidos por el ZONISIG, y procesado con el software ArcGIS 10.0, lo que representando el 14,5% de la superficie departamental y el 0.5% del territorio nacional.

Cuadro 1. Área Total Municipio de Entre Ríos

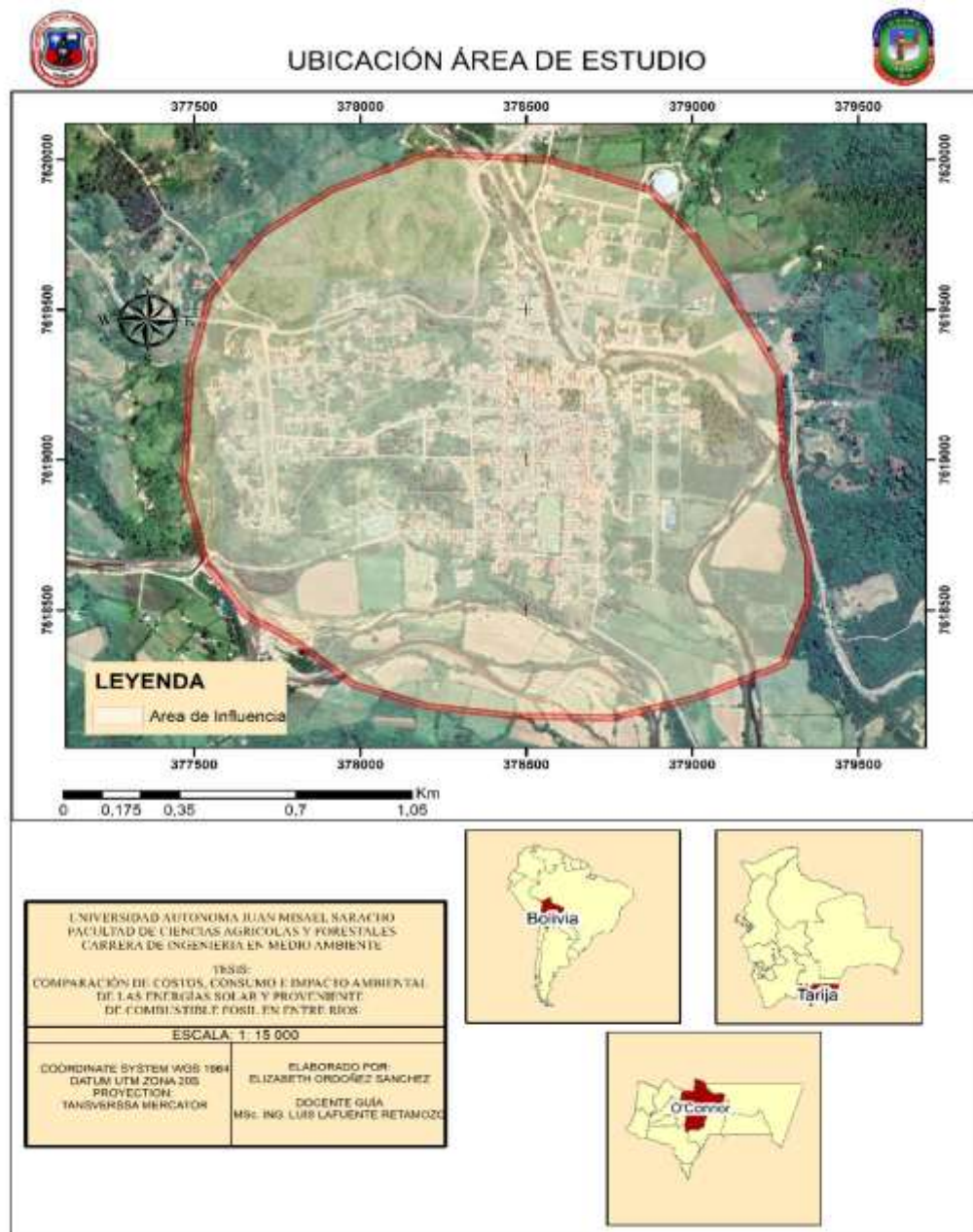
SUPERFICIE TOTAL	ENTRE RÍOS	TARIJA
Kilómetros cuadrados	6.424,30	37.235,64
Hectáreas	642.431	3.723.564

Fuente: PDOT (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial), PMOT (Plan Municipal de Ordenamiento Territorial) Entre Ríos.

2.1.1.2 Límites territoriales

El Municipio de Entre Ríos, Primera y Única Sección de la Provincia O'Connor, se encuentra ubicado en la parte central del Departamento de Tarija, en la zona denominada Subandino, a 108 km de la ciudad capital, limita al norte con el departamento de Chuquisaca, al sur con las Provincias Arce (municipio de Padcaya) y Gran Chaco (municipio de Caraparí), al este con la Provincia Gran Chaco (municipios de Caraparí y Villa Montes) y al oeste con la Provincia Cercado.

MAPA 1: Ubicación del Área de Investigación



La imagen representa el área de estudio.

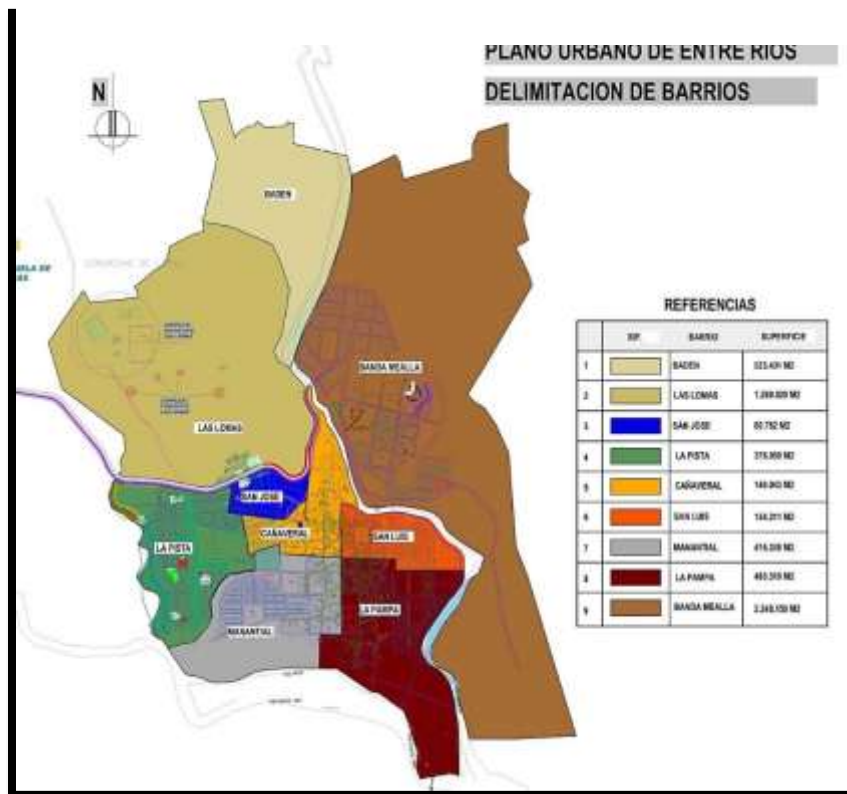
2.1.1.3 Caracterización de la Trama Urbana

La edificación en la ciudad de Entre Ríos, se concreta a la construcción de viviendas, dentro una tipología arquitectónica que hoy sobrevive con dificultad, al interior de las cuales se han ido incorporando otras actividades como el comercio, la industria

artesanal y las oficinas administrativas, se trata de la vivienda colonial urbana, que está siendo destruida con la incorporación de elementos arquitectónicos que no responden a la morfología ni a los materiales originales.

La división político administrativa de la ciudad de Entre Ríos, da cuenta de 9 barrios. El área urbana, comprende los barrios: El Badén, Las Lomas, San José, La Pista, Cañaverl, San Luis, Manantial, La Pampa y Banda Mealla, como se aprecia en el siguiente gráfico.

IMAGEN 2: Vista Satelital de Investigación de Entre Ríos Tarija



Fuente: PDM del Municipio de Entre Ríos.

2.1.2 Descripción del área de estudio

Clima: Temperaturas máximas y mínimas. - El clima es uno de los elementos de mayor importancia del medio biofísico y en los ecosistemas en general, ya que

determina y controla de manera variable la meteorización de las rocas y de sus minerales componentes, modelado del relieve, naturaleza y desarrollo de la vegetación natural, actividad biológica del suelo, determina la clase, aptitud y manejo de los suelos, como de los factores determinantes de la erosión del suelo.

En suma, el clima es muy importante para la economía el hombre porque determina la producción tanto agrícola, forrajera y forestal, necesaria para la sobre vivencia de la humanidad.

2.1.2.1 Condiciones climáticas generales

El área de estudio presenta una importante variabilidad climática, determinada por la variación altitudinal del relieve que tiene influencia determinante en la variación de la temperatura y distribución de la precipitación.

Es bien conocido el fenómeno climático que origina la llegada de masas de aire caliente y húmedo durante el verano y frías y húmedas durante el invierno a estas latitudes desde los puntos de alta presión ubicados en el extremo austral de la república Argentina. Estas corrientes de aire luego de atravesar las extensas llanuras encuentran obstáculos naturales constituidos en primera instancia por las serranías del sub andino con alturas alrededor de los 2.000 msnm originando un ascenso de las masas de aire y el consiguiente enfriamiento y precipitación de la humedad contenida en las mismas, este fenómeno se acrecienta en latitudes ocupadas por las serranías con alturas iguales o mayores a 3.000 msnm constituyendo una barrera natural muy importante que obliga a ascender aún más las masas de aire, el fenómeno de enfriamiento y precipitación es más profuso, determinando tipos climáticos generalmente húmedos con abundante nubosidad durante una buena parte del año.

Los cambios climáticos abruptos que se presentan en el área de la provincia O'Connor se deben a la dinámica que presentan los centros de alta y baja presión de los que

depende en gran medida el clima regional. Mientras que la variabilidad climática y micro climática local se debe en gran medida a la influencia poderosa del relieve, lo que explica que, en laderas con orientación sur-sureste, se pueden esperar precipitaciones considerablemente mayores que laderas de las mismas serranías con orientación nor-noroeste. De esta manera, los fenómenos generales y locales son conocidos y gracias a ellos es posible realizar algunas predicciones sobre el comportamiento climático de la provincia O'Connor.

Las estaciones climatológicas pertenecen al SENAMHI y están ubicadas en El Pajonal y Salinas (Termo pluviométricas), Palos Blancos y Narvéez (Pluviométricas). Es deseable que a futuro se cuenten con una mayor cantidad de datos dentro del área del Municipio de Entre Ríos como elementos imprescindibles para el manejo adecuado de estas tierras.

2.1.2.2 Tipos Climáticos

El mapa climático para el Municipio de Entre Ríos, ha sido adaptado a partir del mapa climático elaborado por el proyecto ZONISIG.

2.1.2.3 Templado semihúmedo

Esta unidad climática caracteriza una amplia faja del Municipio de Entre Ríos, desde el extremo noroeste hacia el sud, representa un área de 260.948,61 ha (48,5% de la superficie total), caracterizando una serie de paisajes de montañas y serranías altas, colinas medias a bajas, además se encuentra paisajes de valles, las altitudes oscilan entre los 500 – 2.500 msnm, la temperatura promedio anual es de 19°C, por su parte la precipitación media anual varía entre los 900 – 1.800 m.m.

2.1.2.4 Pluviometría

La época de lluvias empieza en los meses de noviembre y diciembre y concluye en los meses de marzo y abril, mientras que la época seca se produce normalmente

entre los meses de mayo a septiembre, existiendo algunos años excepcionales que pueden adelantarse o atrasarse a lo sumo en un mes.

Cuadro 2. Leyenda del Mapa Climático del Municipio de Entre Ríos

Descripción	Superficie	
	Ha	%
Cálido árido.	164.306,8	25,6%
Cálido semihúmedo.	6.080,9	0,9%
Templado húmedo.	4.159,5	0,6%
Templado semihúmedo.	289.413,8	45,1%
Templado semiárido.	145.104,9	22,6%
Templado semiárido.	4.038,9	0,6%
Frio semihúmedo.	24.586,9	3,8%
Frio húmedo.	4.120,9	0,6%
TOTAL	641.812,6	100,0%

Fuente: ZONISIG (Proyecto Zonificación Agroecológica y Establecimiento de una Base de Datos y Red de Sistema de Información Geográfica en Bolivia); PDOT (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial).

2.1.2.5 Cálido árido

Extendiéndose por el sector este hacia el noroeste del Municipio formado generalmente por paisajes de serranías, colinas medias y llanuras de piedemonte, con niveles altitudinales que varían entre 500 a 1.500 msnm, se extiende en 164.306,8 ha de superficie (25,6 % del área total). La temperatura media anual fluctúa entre 21°C y 23°C mientras que la precipitación varía entre 500 a 800 mm

2.1.2.6 Cálido semihúmedo

Esta unidad climática caracteriza el extremo sur del Municipio de Entre Ríos con una superficie de 6.080,9 ha (0,9% de la superficie total), caracteriza generalmente paisajes de colinas medias y valles coluvio aluvial, con altitudes que oscilan entre los 501 – 1000 msnm, la temperatura promedio anual es de 21,5 °C, por su parte la precipitación media anual varía entre los 1.100 – 1.200 m.m.

2.1.2.7 Frío húmedo

Se presenta en el sector Oeste de la cuenca (4.120,9 ha, 0,6% de la superficie total), caracterizada por paisajes de montaña media a alta con disección fuerte a moderada, con altitudes que oscilan entre los 1.500 – 2.500 msnm, la temperatura promedio anual es de 16,5°C, por su parte la precipitación media anual varía entre los 1.100 – 1.400 mm.

2.1.2.8 Frío semihúmedo

Este tipo climático caracteriza el sector oeste del Municipio de Entre Ríos conformada generalmente por paisajes de serranías altas con disección fuerte, niveles altitudinales que varían entre 1.000 a 2.000 msnm, se desarrolla en 24.586,9 ha de superficie (3,8% del área total). La temperatura media anual fluctúa entre 17 °C y lluvias anuales alrededor de los 800 m.m.(milímetros).

Los idiomas que se hablan son el español y el guaraní, se constituye en un municipio cuya población es de 21. 991 habitantes (Censo 2012). En la actualidad se encuentra a 74 Km. de la ciudad de Tarija.

2.2.- Los Materiales

Han sido requeridos para el desarrollo de la presente investigación, fueron en gabinete, un equipo de computación más impresora, resma de papel bond tamaño carta, juego de

cartuchos de tinta para impresora, bolígrafos de colores, tres resaltadores, libros, manuales, apuntes universitarios.

Para el trabajo de campo, un equipo de protección para ingresar a la planta de energía eléctrica de SETAR Entre Ríos, un sonómetro, cámara fotográfica, lápiz negro, una caja de lápices de colores, libreta de apuntes, tablero de campo, juego de reglas, juego de escuadras, transportador, un copiado de fórmulas, 100 hojas bond recicladas, bolígrafos.

El trabajo se caracterizó por la búsqueda de material bibliográfico, tanto impreso, libros revistas científicas como virtuales, en base a misma se construyó las conceptualizaciones y las teorías relacionadas. La segunda fase, se recopiló información secundaria, para implementar esta fase, se entrevistó al Director y al Gerente de la Planta de Energía SETAR y personal técnico, como para recabar información acerca de la energía fotovoltaica se entrevistó y encuestó a ingenieros que trabajaron en Organización No Gubernamental (ONG) Assistance Networks Economic Tarija ANET, técnicos que instalan los módulos fotovoltaicos en las comunidades del municipio, y a los propietarios de Paraíso del Tordo, la información fue sobre los avances y experiencias con la energía fotovoltaica. La tercera fase, se organizó toda la información generada y se procedió a aplicar la estadística correspondiente, y desarrollar las fórmulas necesarias, para ser presentada y analizada en el documento final.

2.3 Metodología

2.3.1 Enfoque de investigación

El presente trabajo de investigación es “cuantitativa” y “cualitativo”

2.3.1.1 Enfoque cuantitativo

la investigación cuantitativa tiene que ver con la “cantidad” y, por tanto, su medio principal es la medición y el cálculo. En general, busca medir variables con referencia a magnitudes. Tradicionalmente se ha venido aplicando con éxito en investigaciones de tipo experimental, descriptivo, explicativo y exploratorio.

El presente trabajo nos da a conocer mediante la matriz de Conesa que la energía fotovoltaica tiene menor contaminación al medio ambiente comparando con la energía de combustible fósil no es mucho más barato por el problema que los equipos para instalar la energía convencional sus precios son elevados pero lo que nos interesa es minimizar la contaminación al planeta.

2.3.1.2 Enfoque cualitativo

la investigación cuantitativa se ocupa en la recolección y análisis de información por medios numéricos y mediante la medición, por su parte, la investigación cualitativa toma como misión “recolectar y analizar la información en todas las formas posibles, exceptuando la numérica, este enfoque tiende a centrarse en la exploración de un limitado pero detallado número de casos o ejemplos que se consideran interesantes o esclarecedores, y su meta es lograr ‘profundidad’ y no ‘amplitud’”.

En el trabajo realizado tuve que apoyarme con la entrevista al Director y al Gerente de la Planta de Energía SETAR y personal técnico, como para recabar información acerca de la energía fotovoltaica se entrevistó y encuestó a ingenieros que trabajaron en Organización No Gubernamental (ONG) Assistance Networks Economic Tarija ANET, técnicos que instalan los módulos fotovoltaicos en las comunidades del municipio.

2.3.2.- Método de investigación

El método de investigación que se ejecutó en el trabajo de tesis fue “estudio exploratorio e investigación Descriptiva-Correlacional”

2.3.2.1 El Estudio Exploratorio. - Como su nombre lo indica, se trata de una investigación cuyo propósito es proporcionar una visión general sobre una realidad o un aspecto de ella, de una manera tentativa o aproximativa. Este tipo de estudios es necesario cuando todavía no se dispone de los medios o no hay acceso para abordar una investigación más formal o de mayor exhaustividad. Justamente, la mayoría de las veces, se hace una investigación exploratoria previamente a otra, que se encuentra en proceso de planeación. Esto puede ahorrar esfuerzos o dar pistas para una mayor eficiencia.

Un estudio exploratorio no necesariamente recorre todo el proceso requerido para un proyecto formal completo. Puede quedarse en la tarea de identificar y delimitar el problema, que ya de por sí podría ser un gran logro, o avanzar hacia otras etapas.

2.3.2.2 La investigación descriptiva. - Su propósito es describir la realidad objeto de estudio, un aspecto de ella, sus partes, sus clases, sus categorías o las relaciones que se pueden establecer entre varios objetos, con el fin de esclarecer una verdad, corroborar un enunciado o comprobar una hipótesis.

2.3.2.3 la investigación Correlacional. - Esta técnica tiene como propósito detectar qué variables se encuentran conectadas entre sí.

El presente trabajo de tesis se inició con el estudio exploratorio para tener una visión general sobre la realidad de la contaminación de la planta de energía SETAR al medio ambiente para posteriormente proseguir con el estudio del tipo de investigación **descriptivo-correlacional**, ya que empezamos con la búsqueda de información general y luego específica, para mejorar la ejecución de cada objetivo específico. Y descriptiva porque a través del método de la encuesta y sus resultados describimos a la población, y correlacional porque comparamos los datos obtenidos.

2.3.3 Técnicas e Instrumentos

La técnica de recolección de información que me ayudó a ejecutar el trabajo de investigación son las siguientes:

2.3.3.1 La Encuesta. - Con esta técnica de recolección de datos da lugar a establecer contacto con las unidades de observación por medio de los cuestionarios previamente establecidos, la encuesta Personal es la que se utilizó con el gerente de la planta de SETAR para recolectar información sobre los equipos de gas que son utilizados para generar la energía para la población de Entre Ríos.

2.3.3.2 La Entrevista. - Es una situación de interrelación o diálogo entre personas, el entrevistador y el entrevistado. La modalidad que se utilizó fue a ingenieros que trabajaron en Organización No Gubernamental (ONG) Assistance Networks Economic

Tarija ANET, técnicos que instalan los módulos fotovoltaicos en las comunidades del municipio.

2.3.3.3 Análisis Documental. - Mediante el análisis documental se recolectan datos de fuentes secundarias. Libros, boletines, revistas, folletos, y periódicos se utilizan como fuentes para recolectar datos sobre las variables de interés. El instrumento que se acostumbra utilizar es la ficha de registro de datos, como por ejemplo el instrumento que utilice fue las facturas de luz de la población de Entre Ríos y otros libros.

2.3.4 Estructura Metodológica

2.3.4.1 Fase de Gabinete

2.3.4.1.1 Revisión de la Información Secundaria. - Se realizó la revisión de la información secundaria relacionada al tema de investigación para obtener datos que permitieron identificar los impactos que afectan al medio ambiente.

2.3.4.1.2 Delimitación del Área de Estudio. - Se realizó la delimitación en base a la realización del mapa por el método de Arcgis y con ayuda del programa informático Google Earth.

2.3.4.1.3 Ubicación de los Sitios de Muestreo. - Se ubicó el sitio de muestreo, tomando en cuenta el lugar del área de estudio, aplicándose la metodología del proyecto.

2.3.4.1.4 Determinación del tamaño de la muestra

La población de mi trabajo de investigación de acuerdo al censo de 2012, realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), la población del área de influencia del Municipio alcanzaba a 21.991 habitantes, de los cuales los hombres componían el 47,1% y las mujeres el 52,9%. Una cantidad de 4.044 habitantes vive en el área urbana del Municipio, que es la capital Entre Ríos, y 17.947 habitantes viven en el área rural.

Número de familias y promedio de miembros por familia

Según el INE (2014) el Municipio tiene 5.383 familias viviendo en su territorio, de los cuales 1.148 familias viven en el área urbano y 4.235 familias viven en el área rural.

Según la investigación que se hizo (2009) en 30 comunidades en Entre Ríos, las familias tenían en promedio 5,2 miembros, incluyendo el jefe de hogar, su cónyuge, 2,6 hijos y 0,7 otros familiares que viven, entonces podemos ver que el número de miembros por familia son de 5 miembros.

$$n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{i^2(N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Dónde:

- n = Tamaño de la muestra.
- N = Tamaño de la población.
- $Z\alpha$ = Valor correspondiente a la distribución de gauss, $Z\alpha_{0,05} = 1,96$ y $Z\alpha_{0,01} = 2,58$, para cierto nivel es de confianza.
- p = Prevalencia esperada del parámetro a evaluar, en caso de desconocerse (P= 0,5).
- q = 1-p (si p= 70%, q= 30%).
- i = Error que se prevé cometer si es del 10%, i= 0,1

$$n = \frac{1,96^2 \times 1148 \times 0,5 \times (1 - 0,5)}{0,1^2 \times (1148 - 1) + 1,96^2 \times 0,5 \times (1 - 0,5)} = \frac{1102,54}{12,43}$$

$$n = 89$$

También se hizo el uso de una matriz para identificar los impactos. -

La Matriz pertenece a Vicente Conesa Fernandez -Vitora (1997).

Para la evaluación de los impactos ambientales ocasionados por el funcionamiento o la fase de operación de la termoelectrica a gas natural y de los sistemas fotovoltaicos, se optó por usar el Método Conesa Simplificado, el cual fue desarrollado originalmente por Vicente Conesa Fernández -Vítora, esta metodología es de tipo cualitativa y emplea

matrices de causa efecto, se evaluó de manera separada ambas formas de producción de energía eléctrica y posteriormente se realizó un comparación de los impactos generados por ambas fuentes.

A continuación, se describe a detalle la metodología Conesa Simplificado que fue empleada en el presente estudio (Aldana, 2012) (Pasqualino et al. 2014).

- a) Inicialmente se identificó las actividades susceptibles a generar impactos al medio ambiente en la etapa de operación.
- b) Posteriormente se identificaron los impactos ambientales asociados a cada una de las actividades y los diferentes factores (aire, agua, suelo, ecología y socioeconómico).
- c) Tanto las actividades como los posibles impactos se ingresan en una matriz como se muestra en la siguiente figura:

FIGURA 2.- EJEMPLO DE MATRIZ CAUSA-EFECTO

Factor	Actividad	ETAPA 1					ETAPA 2						
		ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2	ACTIVIDAD 3	ACTIVIDAD 4	...	ACTIVIDAD n	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2	ACTIVIDAD 3	ACTIVIDAD 4	..	ACTIVIDAD n
Factor 1	Impacto 1												
	...												
Factor 2	Impacto 1												
	Impacto n												
Factor 3	Impacto 1												
	...												
...	Impacto 1												
	...												
Factor n	Impacto 1												
	Impacto n												

Fuente: elaboración basado en (Aldana, 2012).

- d) Seguidamente se debe determinar las interacciones entre los impactos y las actividades.
- e) Se valora la importancia de cada impacto considerando su naturaleza, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad. Cada uno de estos atributos cuentan con valores predeterminados por el autor, los cuales se describen a continuación:
- **Naturaleza:** se refiere si el impacto es beneficioso (+) o perjudicial (-) en otras palabras, si es positivo o negativo. Es beneficioso cuando mejora la calidad ambiental y es negativo cuando la calidad ambiental disminuye.

- **Intensidad (IN):** Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor específico en el que actúa.

Intensidad (IN)	
Baja	1
Media	2
Alta	4
Muy alta	8
Total	12

- **Extensión (EX):** Se refiere al área de influencia del impacto en relación con el entorno de la actividad.

Extensión (EX)	
Puntual, efecto localizado	1
Parcial	2
Amplio o extenso	4
Total	8
Crítica	12

- **Momento (MO):** hace referencia al tiempo entre el comienzo de la acción y la aparición del impacto.

Momento (MO)	
Largo plazo	1
Medio plazo	2
Corto plazo	3
Inmediato	4
Crítico	8

- **Persistencia (PE):** es el tiempo en el que el efecto se manifiesta hasta que se retorne a las condiciones iniciales.

Persistencia (PE)	
Fugaz	1
Momentáneo	1
Temporal o transitorio	2
Persistente	3
Permanente y constante	4

- **Reversibilidad (MC):** es atribuido por el tiempo de reconstrucción o recuperación del factor afectado por medios naturales.

Reversibilidad (MC)	
Corto plazo (menos de 1 año)	1
Medio plazo (1 a 10 años)	2
Largo plazo (10 a 15 años)	3
Versible (mayor a 15 años)	4

- **Recuperabilidad (MC):** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por medio de la intervención humana.

Recuperabilidad (MC)	
Recuperable de manera inmediata.	1
Recuperable a corto plazo (menos de 1 año).	2
Recuperable a medio plazo (entre 1 y 10 años).	3
Recuperable a largo plazo (entre 10 y 15 años).	4
Mitigable, sustituible y compensable.	4
Irrecuperable (mayor a 15 años).	8

- **Sinergia (SI):** Se refiere a la valoración del efecto conjunto de la ocurrencia simultanea de dos o más impactos, lo que significa una incidencia ambiental mucho mayor que la agregación de los impactos individuales.

Sinergia (SI)	
Sin sinergismo o simple.	1
Sinergismo moderado.	2
Muy sinérgico.	4

- **Acumulación (AC):** hace referencia al incremento progresivo de las consecuencias del impacto.

Acumulación (AC)	
Simple	1
Acumulativo	4

- **Efecto (EF):** el impacto de una acción puede ser directo (primario) si se manifiesta como consecuencia de la acción que lo genera, un impacto puede ser indirecto (secundario) si su manifestación depende de otros impactos anteriores y/o de una cadena de reacción.

Efecto (EF)	
Indirecto o secundario.	1
Directo o primario.	4

- **Periodicidad (PR):** se refiere a la frecuencia con que se presenta el efecto o la alteración producida sobre el factor.

Periodicidad (PR)	
Irregular.	1
Periódico o de regularidad intermitente.	2
Continuo.	4

- f) Una vez que se ha valorado cada impacto considerando los anteriores atributos, se procede a determinar la **Importancia (I)** de los impactos, el cual es la estimación del impacto en base al grado de manifestación cualitativa. Se determina con la siguiente fórmula:

$$I = (+/-) (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

El resultado deberá ser incorporado a la matriz causa efecto.

- g) Finalmente, para la valoración de la significancia del impacto se debe considerar la siguiente escala:

TABLA 6: Escala de Importancia de impactos – método Conesa

Rango de Importancia	Clase de efecto	Color
0-25	Irrelevantes o compatibles	Verde
26 - 50	Moderado	Amarillo
51 - 75	Severo	Anaranjado
≥ 76	Crítico	Rojo

Fuente: elaboración propia basado en (Aldana, 2012).

3.2.- Evaluación de impactos ambientales por la obtención de energía eléctrica convencional utilizando motores a gas natural

Para la evaluación de los impactos ambientales generados en la fase de operación de la planta de Electricidad convencional de Entre Ríos – Tarija, el cual genera energía eléctrica en base a gas natural, se empleó la metodología cualitativa Conesa simplificado, previamente detallada en el capítulo 2.

3.2.1. Identificación de actividades

A continuación, se describen las actividades consideradas en la etapa de operación:

- Contratación de mano de obra local.
- Uso y presencia de gasoductos.
- Generación de energía eléctrica.
- Mantenimiento de equipos e instalaciones.
- Abastecimiento de agua.
- Presencia de la Central termoeléctrica.

3.2.2. Identificación de impactos ambiental

La siguiente tabla indica los diferentes impactos ambientales que se generan a raíz de las actividades:

TABLA 7: Impactos ambientales en la generación de energía eléctrica

Factor	Impacto
Aire	Incremento en la concentración de óxidos de nitrógeno.
	Incremento en la concentración de dióxido de carbono.
	Incremento en la concentración de monóxido de carbono.
	Incremento en la concentración de compuestos orgánicos volátiles.
	Incremento en los niveles de ruido.
	Contaminación Térmica.
Agua	Reducción de la disponibilidad de agua.
	Reducción de la calidad de agua.
Suelo	Cambio en el uso de suelo.
	Compactación de suelos.
	Contaminación por residuos sólidos.
Ecología	Afectación a la vegetación.
	Perturbación a la fauna.
	Alteración al paisaje.
Socioeconómico	Generación de empleos.
	Acceso a energía eléctrica.

2.3.4.2 Fase de Campo

En esta fase se tendrá lugar las siguientes actividades:

Reconocimiento del Área de Estudio: en esta etapa se realizó el reconocimiento de las condiciones del área de la planta SETAR que se encuentra en la comunidad el pajonal se vio alrededor de la planta para ver el medio ambiente que le rodea para poder realizar la matriz.

Relevamiento de Encuestas: Se recogió la información, a través, de cuestionarios y encuesta, tanto al Director de la Planta de Energía Eléctrica de Entre Ríos Ing. José

Luis Aramayo, como de los vecinos que viven en circundancia a la misma, como también al propietario de la propiedad privada de Centro Ecoturístico El Paraíso del Tordo.

El propósito de la misma fue obtener descripciones de vida del entrevistado/a, para saber cuántos miembros conforman la familia que vive allí, por lo tanto, determinar cuántos focos y electrodomésticos se utiliza en ese hogar.

En cuanto al método seguido, para responder al objetivo de estimar la disponibilidad de energía solar y cuantificar la aptitud del medio ambiente entrerriano, para el desarrollo de la energía fotovoltaica, al no contarse con un piranómetro, puesto que ninguna institución posee este instrumento con aguja de mercurio, que mide la radiación solar, se ha recurrido, a la indagación de estaciones meteorológicas, al observatorio astronómico de Santa Ana en Tarija, además de investigación de las diferentes APPs que pudiera facilitar este objetivo, se encontró que la Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS), es una de ellas, pero que todavía no está disponible en Bolivia, por lo que sólo se recurrió a la información bibliográfica, tanto nacional como internacional.

Identificación de los Impactos Ambientales por la planta SETAR energía de combustible fósil y de los Paneles energía fotovoltaica Mediante el Método de la Matriz de Vicente Conesa Fernández -Vitora:

Se pudo aplicar la ponderación y obtener los resultados de los impactos ambientales (I.A) actuales. Recorriendo la planta de Energía de combustible fósiles la misma manera se procedió para realizar los I.A causados por la instalación de módulos fotovoltaicos, para lo cual se recurrió a la propiedad privada El TORDO, situada a pocos kilómetros de la ciudad de Entre Ríos toda esta información recolectada fue para la realización de la matriz Conesa y las facturas conseguidas fue para realizar la comparación de los costos.

En cuanto a la metodología para determinar el costo de la energía fotovoltaica, se ha aplicado el método sencillo, que consiste en la ruta que recorrería una familia entrerriana si decide instalar un módulo fotovoltaico en su casa, en este entendido se realizó una cotización en la ciudad de Tarija, de los diferentes “kits” para instalación, además de una

recolección de información sobre el transporte, costos de servicios profesionales de ingenieros y técnico para la instalación y mantenimiento. Con toda la información y analizando las necesidades de energía que una familia promedio requiere en su vida cotidiana, se ha procedido a seleccionar los elementos que forman los diferentes Kits fotovoltaico, de manera que de todo ello se ha conformado uno nuevo.

Una vez establecidos los componentes del nuevo modelo de kit, se ha tomado como referencia la vida útil del panel solar, que es de 25 años, y se hizo los respectivos cálculos para determinar las veces que se necesitarían los demás componentes para los 25 años.

2.3.4.2 Fase de post campo

2.3.4.2.1 Organización de la Información: Una vez finalizadas las actividades de campo se procedió a organizar la información obtenida tanto de la planta de Energía como también de los paneles en el paraíso el Tordo.

2.3.4.2.2 Descripción del Estado Actual: Con el fin de analizar y discutir los factores que influyen para determinar los impactos ambientales ocasionados, en el aire, suelo, agua y acústico, por la producción de energía eléctrica proveniente de fósil (generadores a gas) y suponiendo que se contaría con la energía solar fotovoltaica; se ha procedido como en el caso de cualquier estudio de impacto ambiental, que se necesita realizar varias tareas, entre las que se incluye la identificación de impactos, la descripción del medio afectado, la predicción y estimación de impactos, como la selección de alternativa de la actuación propuesta de entre las opciones que se hayan valorado para cubrir las demandas establecidas y el resumen o presentación de la información.

2.3.4.2.3 Elaboración de la Propuesta: En este sentido para responder al objetivo de investigación y realizando una propuesta, se recurrió a la utilización de las matrices, de doble entrada, donde pueden correlacionarse las acciones del Proyecto con los atributos del factor ambiental. Esta Matriz de Impacto Ambiental, es el método analítico, por el cual, se le puede asignar la importancia a cada impacto ambiental posible de la ejecución de un Proyecto en todas y cada una de sus etapas.

CAPÍTULO III
ANÁLISIS DE RESULTADOS

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con el fin de lograr la consecución del objetivo general del presente estudio, se han implementado los instrumentos de recojo de información, obteniendo y clasificando la misma, a continuación, y en el respectivo en orden de los diferentes objetivos específicos, se presentan los siguientes resultados:

3.1.- Determinación del consumo y costo promedios de electricidad, por familia en Entre Ríos

Para establecer el consumo promedio de electricidad (por dotación de la empresa SETAR proveedora energía eléctrica), por familia y los costos de la misma, en la ciudad de Entre Ríos, luego de recogida la información y tabulada la misma, se aplicó las fórmulas estadísticas correspondientes llegando a los siguientes resultados:

3.1.1.- Consumo promedio

Con el fin de cumplir este objetivo se recogió información, en cuanto a los consumidores de energía eléctrica, en la actualidad, se establece que, en toda la provincia, O'Connor son 6300 usuarios de este servicio.

Específicamente en la población objetivo de este estudio que corresponde a la capital, de la provincia, la ciudad de Entre Ríos, los usuarios de servicios eléctricos Tarija, son 1558.

De igual manera, se tabuló información de una muestra de las papeletas, factura por consumo de energía eléctrica de lo que se establece, que el consumo por energía eléctrica, se factura de la siguiente manera:

TABLA 8: Consumo de Energía Eléctrica en Entre Ríos -Tarija

DETALLE		Bs.
Importe por cargo mínimo /fijo.		20,5045
Importe por energía 110 en 32 días de consumo.	1-100 kw = 0,42414 101 – 200 kw = 0,53195 201-300 Kw = 1.034	58,51
Importe Total por energía.		79,0145
Importe Total por consumo.		79,0145
Importe Total por el Suministro.		79,0145
Alumbrado Público.	20%	16
Aseo Urbano.		18,60
Total Bs.		113,6145.-

Fuente: Elaboración propia, en base a la información recogida, en cuestionario y papeletas de pago de luz, a familias dentro del transepto en Entre Ríos.

Una familia de 5 miembros consume promedio 110 Kw en un mes; lo que evidencia que el consumo promedio por persona es de 23 kw mes .

En consecuencia, se determina que el costo promedio de energía eléctrica consumida por una familia asciende a Bs 113. (Ciento trece oo/100 bolivianos) por mes.

Este dato significa que cada persona paga por uso de energía eléctrica 22,6 bs.

3.1.2.- Determinación del costo promedio por familia de energía fotovoltaica, en Entre Ríos

Con el fin de calcular la provisión de energía fotovoltaica a una familia que vive en Entre Ríos – Tarija, se han elaborado los siguientes detalles.

Considerando el gasto por energía eléctrica de una familia promedio, se ha elegido un kit de equipos, que vendrá a solventar estas necesidades básicas de energía.

Tabla 9: Kit de Implementos de Producción de Energía Fotovoltaica y Vida Útil del Equipo para una Familia de Entre Ríos – Tarija.

Nº	Equipo	Costo Unitario Bs.	Cantidad	Cantidad Reposición de Eq, para igualar a 25 años (panel)	Costo de Mantenimiento	Tiempo de Vida Útil (años)	Total Costo y Manten. Kit 6, Bs.
1	Panel solar (200 Wp.)	1.050	4	1	1.500	25	5.700,00
2	Batería (150 Ah)	1.250	4	3,125	500	8	16.125,00
3	Regulador (30 A)	480	1	2,78	250	9	1.583,33
4	Inversor (1000 W onda Pura)	1.450	1	4,17	500	6	6.541,67
5	Cables, protectores elect., Estructura	110	1	2,50	500	10	775,00
6	Transporte e instalación /Manten. + Téc. (desde Tarija a Entre Ríos)	750	1	0	3.000	0	3.000,00
Total Costo Bs.		5090			6.250		33.725,00

Fuente: Elaboración propia, en base a la información recogida, de EECOGUZ – Tarija.

Los Técnicos de esta empresa EECOGUZ, brindaron los datos que en la tabla se exponen, también con la misma información, se ha elaborado varias tablas, con el fin de presentar los resultados necesarios.

De esta manera se puede apreciar en la columna 7, los años de vida útil de cada equipo, que compone el sistema para la producción de energía fotovoltaica, de igual forma en esta tabla se puede apreciar, en la columna 5, las veces que se requiere cambiar el componente, en relación a los 25 años de durabilidad mínima que tienen los paneles solares.

En este sentido, todo el equipo necesario que dotará de energía fotovoltaica durante 25 años a una familia en Entre Ríos, permitiéndole el uso de una heladera o refrigerador, 12 focos, 1 computadora y cargar 4 celulares; tiene un costo de Bs. 33.725, oo (Treinta y tres mil setecientos veinticinco oo/100 bolivianos).

Si se analiza, en la columna 5 de esta tabla, se puede encontrar que se requerirán comprar tres veces un conjunto de 4 baterías y todavía se tendrá que usar un octavo del que vendría a ser el cuarto conjunto.

Con respecto al Regulador, son necesarios comprar, tres veces, aunque el tercero le quedará aproximadamente una cuarta parte de vida útil.

El inversor se tendrá que reponer tres veces y todavía se requerirá un cuarto inversor, para utilizar durante 1 año y 12 días.

Finalmente, los cables y demás materiales, de soporte, etc. durante los 25 años se deberán cambiar tres veces, quedándole aún la mitad de su vida útil, el último cambio.

Con referencia a los costos de la energía fotovoltaica, finalmente tenemos el costo total, resultado de agregar al costo de los equipos, expuesto en la anterior tabla, el costo de mantenimiento respectivo como lo demás requerido para su funcionamiento.

TABLA 10: Costo Final de Energía Fotovoltaica. Para una Familia de Entre Ríos - Tarija

Nº	Equipo	Costo total por 25 años Bs	Costo por Año Bs	Costo por mes Bs.
1	Costo total Kit 6 (25 años)	27.475,00	1.099,00	91,58
2	Mantenimiento de equipos	6.250,00	250,00	20,83
Total Costo Bs.		33.725,00	1.349,00	112,42

Fuente: elaboración propia, en base a la información recogida, de los Ings. de EECOGUZ – Tarija.

De esta manera se ha establecido el costo total, por la utilización de la energía fotovoltaica, como se puede observar en la tabla precedente, el que representa un costo de Bs. 112,42 (Ciento doce ⁴²/00 bolivianos) por mes, para cada familia entrerriana, que decida hacer uso de esta energía limpia.

3.1.3 Determinación de las interacciones entre impactos y actividades

Tanto los impactos como las actividades se ingresaron en una matriz causa-efecto, posteriormente se determinó la interacción entre las actividades a raíz del funcionamiento de la termoeléctrica y los impactos tal como se muestra en la siguiente tabla.

TABLA 11: Identificación de interacciones entre impactos y actividades- Planta de Electricidad de Entre Ríos

FACTORES DEL MEDIO AMBIENTE		Actividad	Acciones etapa operación				
			Contratación de mano de obra local	Uso y presencia de gasoductos	Generación de energía eléctrica	Mantenimiento de equipos e instalaciones	Abastecimiento de agua
Ambiente físico	Calidad del aire	Incremento en la concentración de óxidos de nitrógeno.			X		
		Incremento en la concentración de dióxido de carbono.			X		
		Incremento en la concentración de monóxido de carbono.			X		
		Incremento en la concentración de compuestos orgánicos volátiles.		X	X		
		Contaminación Térmica.			X		
	Ruido.	Incremento en los niveles de ruido.	X		X	X	
	Morfología del paisaje.	Alteración al paisaje.		X			X
	Calidad del suelo.	Contaminación por residuos sólidos.	X			X	
	Estabilidad del suelo.	Compactación de suelos.					X
	Calidad del agua.	Reducción de la calidad de agua.	X		X	X	
Cantidad de agua.	Reducción de la disponibilidad de agua.			X		X	
Ambiente biológico	Vegetación terrestre.	Afectación a la vegetación.					X
	Fauna terrestre.	Perturbación a la fauna.			X		X
Socioeconómico	Población, Economía Local y Empleo.	Generación de empleos.	X		X	X	X
	Calidad de vida.	Acceso a energía eléctrica.					X
	Uso de la Tierra.	Cambio en el uso de suelo.		X			X

Fuente: Elaboración propia (2021).

3.1.3.3 Determinación de la Naturaleza de los impactos

Se procedió a evaluar cada interacción considerando primeramente la naturaleza, es decir determinando si el impacto es positivo o negativo, tal como se describe en la siguiente tabla:

TABLA 12: Naturaleza de los impactos ambientales identificados - Planta de Electricidad de Entre Ríos

FACTORES DEL MEDIO AMBIENTE		Actividad	Impacto	Acciones etapa operación																					
				Contratación de mano de obra local.	Uso y presencia de gasoductos.	Generación de energía eléctrica.	Mantenimiento de equipos e instalaciones.	Abastecimiento de agua.	Presencia de central termoeléctrica.																
Ambiente físico	Calidad del aire.	Incremento en la concentración de óxidos de nitrógeno.	-	-	-	-	-	-	-																
										Incremento en la concentración de dióxido de carbono.	-	-	-	-	-										
																Incremento en la concentración de monóxido de carbono.	-	-	-	-					
																					Incremento en la concentración de compuestos orgánicos volátiles.	-	-	-	-
	Ruido.	Incremento en los niveles de ruido.	-	-	-	-	-	-	-																
	Morfología del paisaje.	Alteración al paisaje.	-	-	-	-	-	-	-																
	Calidad del suelo.	Contaminación por residuos sólidos.	-	-	-	-	-	-	-																
	Estabilidad del suelo.	Compactación de suelos.	-	-	-	-	-	-	-																
	Calidad del agua.	Reducción de la calidad de agua.	-	-	-	-	-	-	-																
Cantidad de agua.	Reducción de la disponibilidad de agua.	-	-	-	-	-	-	-																	
Ambiente biológico	Vegetación terrestre.	Afectación a la vegetación.	-	-	-	-	-	-	-																
	Fauna terrestre.	Perturbación a la fauna.	-	-	-	-	-	-	-																
Socioeconómico	Población, Economía Local y Empleo.	Generación de empleos.	+	-	+	+	-	-	+																
	Calidad de vida.	Acceso a energía eléctrica.	-	-	-	-	-	-	+																
	Uso de la Tierra.	Cambio en el uso de suelo.	-	-	-	-	-	-	-																

Fuente: Elaboración propia (2021).

3.1.3.4.- Determinación de la importancia de los impactos ambientales

Posteriormente se evaluó cada interacción considerando la intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad de los impactos, seguidamente se aplicó la fórmula descrita en la metodología Conesa para así determinar la importancia de los impactos, la siguiente tabla muestra los resultados finales de la importancia en una matriz causa efecto y el detalle de la evaluación por cada interacción entre impacto y actividad se encuentra en Anexo.

TABLA 13: Resultados de la valoración de la Importancia de los impactos ambientales – termoelectrica.

FACTORES DEL MEDIO AMBIENTE		Actividad Impacto	Acciones etapa operación					MEDIA	
			Contratación de mano de obra local.	Uso y presencia de gasoductos.	Generación de energía eléctrica.	Mantenimiento de equipos e instalaciones.	Abastecimiento de agua.		Presencia de central termoelectrica.
Ambiente físico	Calidad del aire.	Incremento en la concentración de óxidos de nitrógeno.			51				51,0
		Incremento en la concentración de dióxido de carbono.			61				61,0
		Incremento en la concentración de monóxido de carbono.			47				47,0
		Incremento en la concentración de compuestos orgánicos volátiles.		32	51				41,5
		Contaminación Térmica.			50				50,0
	Ruido.	Incremento en los niveles de ruido.	21		45	20			28,7
	Morfología del paisaje.	Alteración al paisaje.		47				48	47,5
	Calidad del suelo.	Contaminación por residuos sólidos.	36			36			36,0
	Estabilidad del suelo.	Compactación de suelos.						31	31,0
	Calidad del agua.	Reducción de la calidad de agua.	30		41	28			33,0
	Cantidad de agua.			53		54		53,5	
Ambiente biológico	Vegetación terrestre.	Afectación a la vegetación.					30	24	27,0
	Fauna terrestre.	Perturbación a la fauna.			31			46	38,5
Socioeconómico	Población, Economía Local y Empleo.	Generación de empleos.	39		39	39		35	38,0
	Calidad de vida.	Acceso a energía eléctrica.						63	63,0
	Uso de la Tierra.	Cambio en el uso de suelo.		39				40	39,5

Fuente: Elaboración propia (2021).

La siguiente tabla muestra la cantidad de impacto según la clase, obteniendo así

después de la determinación de la importancia, 3 impactos irrelevantes, 21 impactos moderados, 6 impactos severos y ningún impacto crítico.

TABLA 14: Matriz general de importancia de energía convencional

			ACCIONES DE LA ACTIVIDAD					
			ETAPA OPERACIONES			ETAPA MANTENIMIENTO		
			CONTRATACIÓN DE MANO DE OBRA LOCAL.	USO Y PRESENCIA DE GASODUCTOS.	GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES.	ABASTECIMIENTO DE AGUA.	PRESENCIA DE CENTRAL TERMOELÉCTRICA.
FACTORES DEL MEDIO	AMBIENTE FÍSICO	Calidad del aire.		32	51			
		Ruido.	21		45	20		
		Morfología del paisaje.		47			48	
		Calidad del suelo.	36			36		
		Estabilidad del suelo.					31	
		Calidad del agua.	30		41	28		
		Cantidad de agua.			53		54	
	AMBIENTE BIOLÓGICO	Vegetación terrestre.					30	24
		Fauna terrestre.			31			46
	SOCIOECONÓMICO	Población, Economía Local y Empleo.	39		39	39		35
Calidad de vida.							63	
Uso de la Tierra.			39				40	

Fuente: elaboración propia (2021).

La respectiva tabla nos muestra un resumen de las etapas de operaciones que tiene cada impacto según su factor, esto es realizado para poder sacar los gráficos de las diferencias entre la energía termoeléctrica y la fotovoltaica.

TABLA 15: Cantidad de impactos según la clase – termoeléctrica

Clase de efecto.	Irrelevantes o compatibles	Moderado	Severo	Crítico
Rango de Importancia.	0 – 25	26 - 50	51 - 75	≥76
Cantidad de impactos.	3	19	4	0

Fuente: elaboración propia (2021).

De acuerdo a la tabla 15 nos indica que los impactos ambientales en la termoeléctrica en primer lugar está la clase de efecto moderado que está con 19, después le sigue la clase de efecto severo con 4 y por último la clase de efecto irrelevante o compatible con 3.

3.1.3.5. Descripción de los impactos.

A continuación, se describe los impactos generados por la operación de la planta generadora de energía eléctrica en base a gas natural a cada uno de los factores ambientales:

a) Impactos factor aire

La termoeléctrica Entre Ríos para la generación de energía eléctrica combustiona gas natural, tras este proceso se emiten gases de combustión a la atmósfera, ocasionando incremento en las concentraciones. Entre los impactos más severos se encuentra el incremento de gases de combustión como los óxidos de nitrógeno, el dióxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles. Varios de estos como el dióxido de carbono son gases de efecto invernadero los cuales contribuyen al calentamiento del planeta y a los efectos que trae consigo este fenómeno al sistema climático. Así también el

incremento en las concentraciones de estos gases en la atmósfera puede tener consecuencias negativas para la salud humana.

b) Impactos factor agua

El impacto más severo que afecta al recurso hídrico resulta ser la reducción de la disponibilidad de agua, esto debido a que las termoeléctricas utilizan altas cantidades de agua para generar vapor de agua, hacer mover las turbinas y generar electricidad, en este sentido la cantidad de agua disponible para la población aledaña y para el ecosistema en general podría verse afectada. Además, al someter el agua a altas temperaturas se afecta a las propiedades de este recurso, reduciendo así su calidad.

c) Impactos factor suelo

Como se visualizó en la tabla de importancia de impactos, los impactos que afectan al factor suelo son moderados, esto debido a que las termoeléctricas tienen la ventaja de que en poca extensión de terreno se puede producir altas cantidades de energía eléctrica, razón por la cual los impactos en el suelo no son significativos.

d) Impactos factor ecología

Igualmente, la afectación en el área de influencia de la termoeléctrica hacia la fauna, vegetación y paisaje, es moderada, debido a que el área de la termoeléctrica es reducida.

e) Impactos factor socioeconómico.

En el aspecto socioeconómico los impactos generados son positivos, la generación de empleos resulta ser un impacto moderado ya que no existe una masiva contratación de personal en la fase de operación. El acceso a la energía eléctrica para la población aledaña y para otros usuarios es de igual manera un impacto positivo alto, ya que el acceso a energía incrementa el nivel de vida y bienestar de las personas.

3.2.- Evaluación de impactos ambientales por la obtención de energía eléctrica mediante sistemas fotovoltaicos.

Para la evaluación de los impactos ambientales generados en la fase de operación de

sistemas fotovoltaicos que podrían ser instalados en las viviendas de Entre Ríos – Tarija, se empleó la metodología cualitativa Conesa.

3.2.1. Identificación de actividades

A continuación, se describen las actividades consideradas en la etapa de operación:

- Operaciones de mantenimiento y limpieza.
- Presencia y funcionamiento del sistema fotovoltaico.

3.2.2. Identificación de impactos ambiental

Con la finalidad de realizar una comparación entre los impactos generados a raíz de la termoeléctrica y los sistemas fotovoltaicos, se utilizaron como base los mismos impactos que se consideraron para la termoeléctrica, únicamente se cambió la perturbación de fauna a un impacto más específico, perturbación a las aves.

3.3 Determinación de las interacciones entre impactos y actividades

Tanto los impactos como las actividades se ingresaron en una matriz causa-efecto, posteriormente se determinó la interacción entre las actividades a raíz del funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos y los impactos, como se muestra en la siguiente tabla.

TABLA 16: Identificación de interacciones entre impactos y actividades – sistemas fotovoltaicos

Factor	Actividad Impacto	ETAPA: OPERACIÓN	
		Operaciones de mantenimiento y limpieza.	Presencia y funcionamiento del sistema fotovoltaico.
Aire	Incremento en la concentración de óxidos de nitrógeno.		
	Incremento en la concentración de dióxido de carbono.		
	Incremento en la concentración de monóxido de carbono.		
	Incremento en la concentración de compuestos orgánicos volátiles.		
	Incremento en los niveles de ruido.	X	
	Contaminación Térmica.		
Agua	Reducción de la disponibilidad de agua.	X	
	Reducción de la calidad de agua.	X	
Suelo	Cambio en el uso de suelo.		
	Compactación de suelos.		
	Contaminación por residuos sólidos.	X	
Ecología	Afectación a la vegetación.		
	Perturbación a las aves.		X
	Alteración al paisaje.		X
Socioeconómico	Generación de empleos.	X	X
	Acceso a energía eléctrica.		X

Fuente: elaboración propia (2021).

3.3.1. Determinación de la Naturaleza de los impactos

Después de determinar los impactos generados, se procedió a evaluar cada interacción considerando primeramente la naturaleza, es decir determinando si el impacto es positivo o negativo, tal como se describe en la siguiente tabla:

TABLA 17: Naturaleza de los impactos ambientales identificados – sistemas fotovoltaicos

Factor	Actividad Impacto	ETAPA: OPERACIÓN	
		Operaciones de mantenimiento y limpieza.	Presencia y funcionamiento del sistema fotovoltaico.
Aire	Incremento en la concentración de óxidos de nitrógeno.		
	Incremento en la concentración de dióxido de carbono.		
	Incremento en la concentración de monóxido de carbono.		
	Incremento en la concentración de compuestos orgánicos volátiles.		
	Incremento en los niveles de ruido.	-	
	Contaminación Térmica.		
Agua	Reducción de la disponibilidad de agua.	-	
	Reducción de la calidad de agua.	-	
Suelo	Cambio en el uso de suelo.		
	Compactación de suelos.		
	Contaminación por residuos sólidos.	-	
Ecología	Afectación a la vegetación.		
	Perturbación a las aves.		-
	Alteración al paisaje.		-
Socioeconómico	Generación de empleos.	+	+
	Acceso a energía eléctrica.		+

Fuente: elaboración propia (2021).

3.3.2. Determinación de la importancia de los impactos ambientales

Posteriormente se evaluó cada interacción considerando la intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad de los impactos, seguidamente se aplicó la fórmula descrita en la metodología Conesa para así determinar la importancia de los impactos, la siguiente tabla muestra los resultados finales de la importancia en una matriz causa efecto y el detalle de la evaluación por cada interacción entre impacto y actividad que se encuentra en anexos.

TABLA 18: Resultados de la valoración de la Importancia de los impactos ambientales – sistema fotovoltaico

FACTORES DEL MEDIO AMBIENTE		Actividad Impacto	Acciones etapa operación		MEDIA
			Operaciones de mantenimiento y limpieza.	Presencia y funcionamiento del sistema fotovoltaico.	
Ambiente físico	Calidad del aire.	Incremento en la concentración de óxidos de nitrógeno.			
		Incremento en la concentración de dióxido de carbono.			
		Incremento en la concentración de monóxido de carbono.			
		Incremento en la concentración de compuestos orgánicos volátiles.			
		Contaminación Térmica.			
	Ruido.	Incremento en los niveles de ruido.	19		19,0
	Morfología del paisaje.	Alteración al paisaje.		36	36,0
	Calidad del suelo.	Contaminación por residuos sólidos.	24		24,0
	Estabilidad del suelo.	Compactación de suelos.			
	Calidad del agua.	Reducción de la calidad de agua.	28		28,0
Cantidad de agua.	Reducción de la disponibilidad de agua.	22		22,0	
Ambiente biológico	Vegetación terrestre.	Afectación a la vegetación.			
	Fauna terrestre.	Perturbación a las aves.		41	41,0
Socioeconómico	Población, Economía Local y Empleo.	Generación de empleos.	39	33	36,0
	Calidad de vida.	Acceso a energía eléctrica.		45	45,0
	Uso de la Tierra.	Cambio en el uso de suelo.			

Fuente: elaboración propia (2021).

La siguiente tabla muestra la cantidad de impacto según la clase, obteniendo así después de la determinación de la importancia, 3 impactos irrelevantes, 6 impactos moderados y ningún impacto severo ni crítico.

TABLA 19: Matriz general de importancia de energía convencional

			ACCIÓN ETAPA DE OPERACIONES	
			Operaciones de mantenimiento y limpieza.	Presencia y funcionamiento del sistema fotovoltaico.
FACTORES DEL MEDIO	AMBIENTE FÍSICO	Calidad del aire.		
		Ruido.	19	
		Morfología del paisaje.		36
		Calidad del suelo.	24	
		Estabilidad del suelo.		
		Calidad del agua.	28	
		Cantidad de agua.	22	
	AMBIENTE BIOLÓGICO	Vegetación terrestre.		
		Fauna terrestre.		41
	SOCIOECONÓMICO	Población, Economía Local y Empleo.	39	33
		Calidad de vida.		45
		Uso de la Tierra.		

Fuente: elaboración propia (2021).

La tabla nos muestra en resumen las etapas de operaciones que tiene cada impacto según su factor esto es realizado para poder sacar los gráficos de las diferencias entre la energía fotovoltaica y la termoeléctrica.

TABLA 20: Cantidad de impactos según la clase – sistemas fotovoltaicos

Clase de efecto	Irrelevantes o compatibles	Moderado	Severo	Crítico
Rango de Importancia.	0 - 25	26 - 50	51 - 75	≥ 76
Cantidad de impactos.	3	6	0	0

Fuente: elaboración propia (2021).

De acuerdo a la tabla 20 nos indica que los impactos ambientales con el sistema fotovoltaico en primer lugar está la clase de efecto moderado que está con 6, después le sigue la clase de efecto irrelevante o compatible con 3, en severo y crítico 0.

3.3.3. Descripción de los impactos.

A continuación, se describe los impactos generados por la operación de los sistemas fotovoltaicos en cada uno de los factores:

a) Impactos factor aire

Los sistemas fotovoltaicos durante su operación no emiten efluentes gaseosos por lo que son considerados una fuente limpia de energía eléctrica. El único impacto que podría generarse en el incremento en los niveles de ruido por actividades de mantenimiento y limpieza, sin embargo, este impacto resultó ser irrelevante, ya que el ruido que podría generarse es muy reducido o despreciable.

b) Impactos factor agua

Los impactos al factor agua únicamente se generan por el mantenimiento y limpieza de los paneles u otras áreas del sistema fotovoltaico, y la reducción a la disponibilidad de agua resultó ser un impacto irrelevante debido a que la cantidad de agua que se

utilizaría será reducida. La reducción a la calidad de agua es un impacto moderado ya que, la cantidad de sustancias que se incorporarían al agua por el proceso de limpieza es menor.

c) Impactos factor suelo

Considerando que el sistema fotovoltaico se implementará en los techos de las casas no se generará impactos en el suelo y aunque se incorporaran los paneles en el suelo de las viviendas su afectación sería mínima. El único impacto que se generaría sería la contaminación por residuos sólidos, sin embargo, este es irrelevante.

d) Impactos factor ecología

Los impactos al factor ecología resultan ser moderados, impactando principalmente a las aves debido al reflejo que pueden generar los paneles y el efecto al paisaje, aunque este es moderado ya que en el área ya existen viviendas y por tal existe una perturbación para ellos.

e) Impactos factor socioeconómico.

En el aspecto socioeconómico los impactos generados son positivos, la generación de empleos resulta ser un impacto moderado. El acceso a la energía eléctrica resultó ser un impacto moderado igualmente, esto debido a que únicamente las familias que instalen estos sistemas serán beneficiadas, incrementando así su nivel de vida y bienestar.

3.4. Comparación de Impactos ambientales

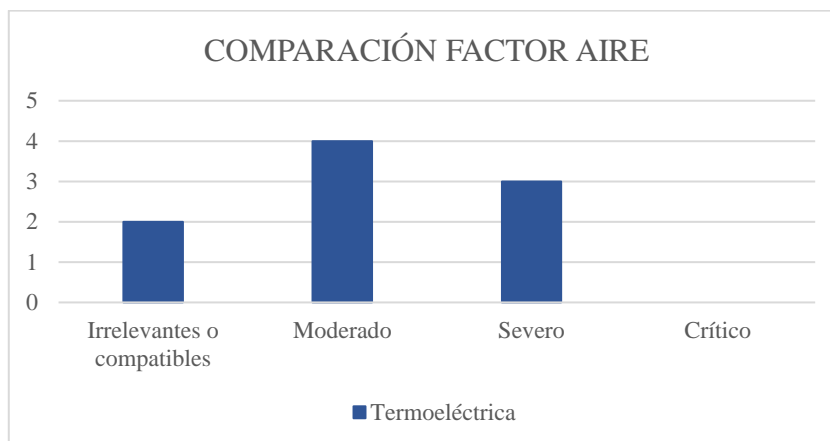
A continuación, se detalla la comparación de los impactos ambientales producidos por la generación de energía eléctrica en la termoeléctrica a gas natural Entre Ríos y un sistema fotovoltaico. La comparación se la realizó por factores ambientales y considerando la cantidad impactos según la clase.

En cuanto a la afectación al **factor aire** y como se muestra en el siguiente gráfico la producción de energía eléctrica en una termoeléctrica a gas natural produce mayor cantidad de impactos y además impactos de mayor severidad que la producción de energía eléctrica a partir de un sistema fotovoltaico.

Como se mencionó anteriormente la combustión de gas natural emite variedad gases a la atmósfera por lo que afecta su calidad principalmente, en la evaluación de impactos se obtuvo que 2 impactos fueron irrelevantes, 4 moderados y 1 impacto fue severo, a diferencia del sistema fotovoltaico, en el que únicamente se genera 1 impacto el cual es irrelevante.

En este entendido los impactos ambientales que afectan al factor aire por la etapa de operación generados por la termoeléctrica son mucho mayores y significativos que los impactos que se generan por el uso de sistemas fotovoltaicos.

GRÁFICO 2: Comparación factor aire

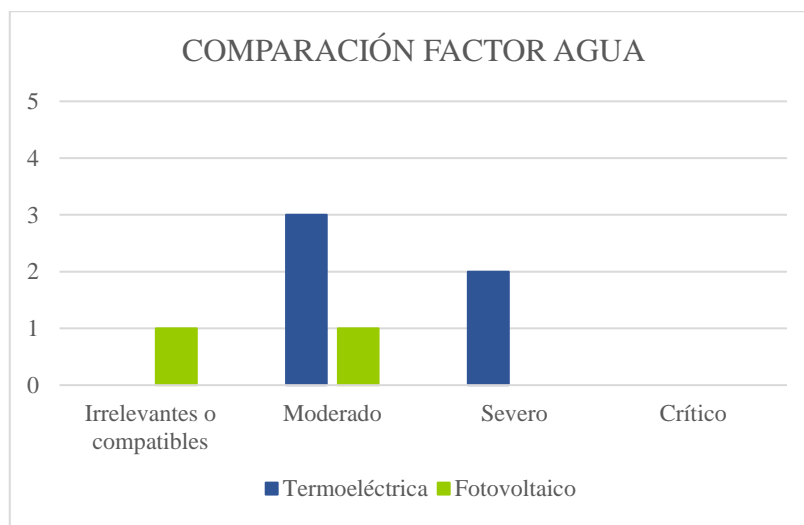


Fuente: elaboración propia (2021).

El siguiente gráfico muestra la comparación de los impactos en el **factor agua** tanto por la termoeléctrica como por el sistema fotovoltaico, y como se evidencia la termoeléctricas ejercen un mayores e intensos impactos sobre el recurso hídrico, ya que el uso de agua es fundamental para el adecuado funcionamiento de las termoeléctricas, a diferencia de los sistemas fotovoltaicos que durante su funcionamiento apenas utilizan agua para la limpieza de paneles y otras áreas.

En el caso de la termoeléctrica se identificaron 3 impactos moderados y 2 impactos severos, a diferencia del sistema fotovoltaico en el que se determinó o impacto irrelevante.

GRÁFICO 3: Comparación factor agua

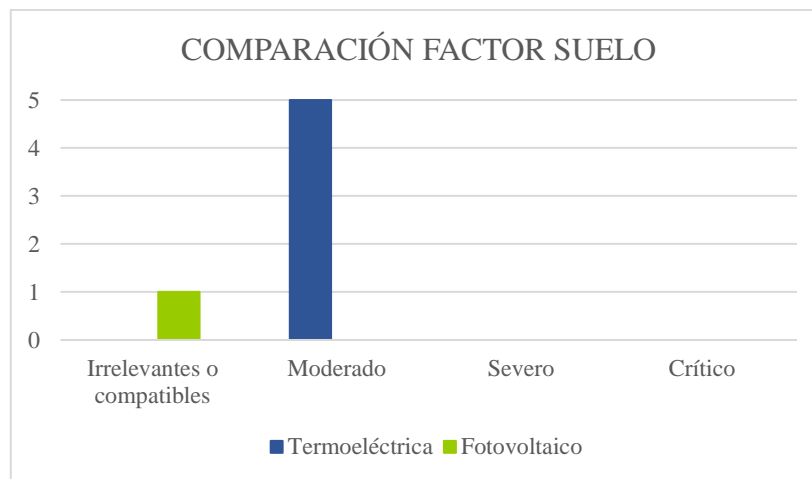


Fuente: elaboración propia (2021).

En cuanto al **factor suelo** ambos no presentan impactos severos, por el hecho que la termoeléctrica utiliza un área reducida y definida, y los sistemas fotovoltaicos se instalarían en los techos de las viviendas o en otra área dentro de las casas.

Pero aun así 5 impactos fueron moderados en el caso de la termoeléctrica y en los sistemas fotovoltaicos únicamente 1 impacto fue de tipo irrelevante.

GRÁFICO 4: Comparación factor suelo

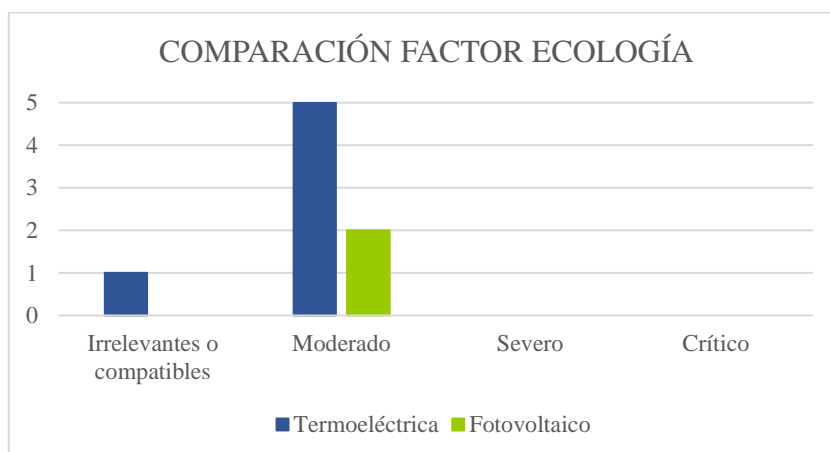


Fuente: elaboración propia (2021).

En cuanto al **factor ecología** los impactos producidos por la fase de operación de la termoeléctrica fueron mayoritariamente moderados y únicamente uno fue irrelevante, es decir no se tienen altos y significativos impactos, en cuanto al caso del sistema fotovoltaico los impactos fueron mucho menores determinando únicamente 2 impactos moderados.

Este reducido impacto en el factor ecología es debido a que la termoeléctrica presenta un área reducida y los sistemas fotovoltaicos estarían en las viviendas, es decir el área ya está intervenida.

GRÁFICO 5: Comparación factor ecología

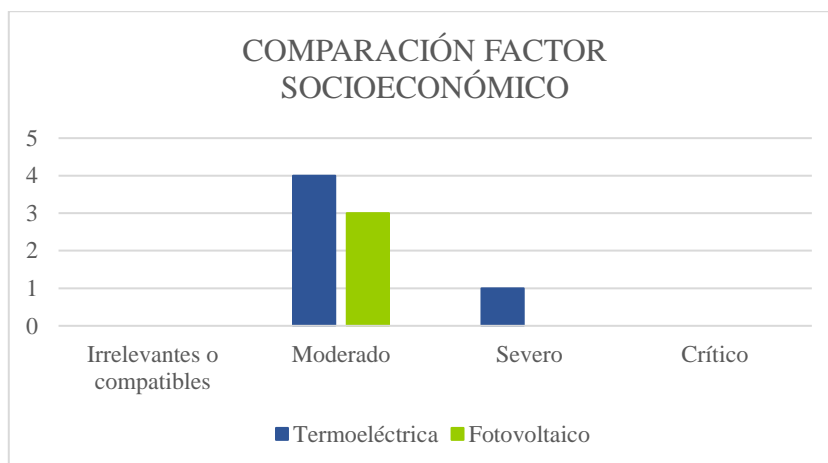


Fuente: elaboración propia (2021).

En cuanto a los impactos **socioeconómicos** en ambos casos los impactos son positivos debido a que la operación de ambos genera empleos; y como el resultado del funcionamiento de la termoeléctrica y del sistema fotovoltaico se genera energía eléctrica permitiendo así el acceso de este servicio básico a la población.

En el caso de la termoeléctrica los impactos resultan mayores ya que la energía producida llega a mayor número de personas a diferencia de los sistemas fotovoltaicos familiares que se proponen en el presente trabajo, sin embargo, la energía fotovoltaica genera mayor cantidad de empleos en su fase de construcción, ya que en la fase de operación la cantidad de personal para el mantenimiento y limpieza es mínimo.

GRÁFICO 6: Comparación factor socioeconómico



Fuente: elaboración propia (2021).

De manera general la termoeléctrica a gas natural de Entre Ríos durante la fase de operación genera mayores y significativos impactos negativos al medio ambiente a diferencia de los sistemas fotovoltaicos que durante su operación generan impactos ambientales negativos moderados e irrelevantes, y ambos generan impactos socioeconómicos positivos en diferente magnitud.

Haciendo la aclaración respectiva, sobre esta metodología, sólo fue usada en su primera parte, que se refiere a la evaluación de impactos y su clasificación respectiva, pero, no

se consideró conveniente utilizar la segunda parte, que comprende, la realización del Plan Integral de Manejo Ambiental (PIMA), donde se contempla las medidas ambientales a ejecutarse, para, restituir y/o mitigar el daño causado, en vista de la delimitación de los objetivos del presente estudio.

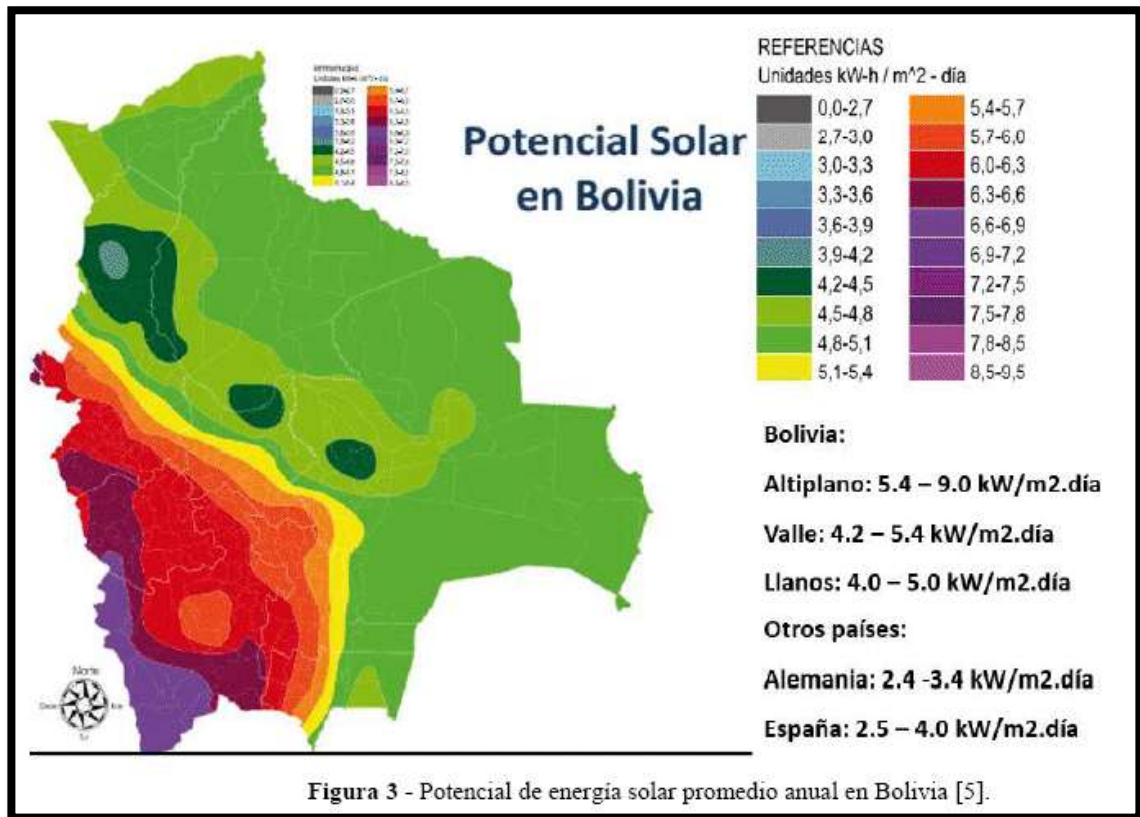
El análisis de evaluación y ponderación de impactos, se redujo a una confrontación lógica, entre cada actividad que se realiza, con cada uno de los atributos del medio ambiente. Al realizar la confrontación ha observado cómo y de qué manera fluye la actividad que se desarrolla en el atributo ambiental, y por ende en el ambiente, teniendo una idea clara y amplia del mismo.

Con este propósito se tienen las siguientes pautas, para la calificación de los Impactos Ambientales que ocasiona el funcionamiento de la Planta de Electricidad convencional de Entre Ríos – Tarija.

En la actualidad el acceso de las familias entrerrianas a esta tecnología, se encuentra en buenas condiciones, pudiendo recurrir a la ciudad de Tarija o Santa Cruz, y se prevé una rebaja en los costos de los kits, que aún se sienten caros por lo que no puede aventajar en costos a la electricidad convencional o proveniente de fósil, pero, en poco tiempo esto se tornará muy favorable para la economía de las familias que habitan Entre Ríos.

Así mismo se puede confirmar una alta calidad de Entre Ríos para el desarrollo de la energía fotovoltaica dentro del país como lo podemos constatar en el siguiente mapa.

MAPA 2: Promedio Anual del Potencial Solar en Bolivia



Con el fin de completar la observación del mapa y de tener un panorama lo más completo posible sobre la llegada de la irradiación al medio ambiente entrerriano, se ha elaborado una descripción de las características de los días que se suceden en Entre Ríos Tarija,

Días de pleno sol

La principal característica de este día es que en Entre Ríos han pasado los días de surazos, el ambiente va estabilizando con temperaturas promedio de 20°C, todavía hay vientos, pero son suaves y frescos, las presencias de nubes es muy poca en relación a los días de invierno. La irradiación (o potencia radiante) que llega a esta localidad es máxima entre 10:00 y 16:00 Horas.

Días nublados verano

Son días marcados por el sol, pero a su vez presentan nubes próximas para llover y que todo el día están produciendo periodos de interferencia de la radiación, de todas maneras, el rato que no hay estas interferencias, la radiación es más potente que en primavera.

Días de neblina invierno

Caracterizados por la presencia de neblina todo el día y la noche, la cual se encuentra hasta la superficie del suelo, solo se tiene la irradiación difusa.

Días de llovizna (Surazos)

De igual manera que los anteriores, pero esta vez la radiación solar está interferida tanto por nubes, neblina y llovizna, por lo que hace imposible captar buena radiación.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.- CONCLUSIONES

Con la claridad alcanzada en los resultados logrados en la presente investigación se han elaborado las siguientes conclusiones:

- El Tamaño de la familia promedio en Entre Ríos – Tarija es de cinco miembros.
- Una familia de cinco miembros consume energía eléctrica promedio 110 Kw en un mes; lo que evidencia que el consumo promedio por persona es de 23 kw mes .
- El costo promedio de energía eléctrica consumida por una familia asciende a Bs 113. (Ciento trece 00/100 bolivianos) por mes, lo que significa que cada persona paga por uso de energía eléctrica 22,6 bs (Veintidós ⁰⁶/100 bolivianos) al mes. El acceso a energía limpia proveniente de la radiación solar representa un costo de Bs. 112,42 (Ciento doce ⁴²/100 bolivianos) por mes para cada familia entrerriana, donde se rechaza la Hipótesis en la parte de Costos y Consumo, puesto que al hacer la correlación de los mismos la diferencia no varía mucho, tanto en consumo como en costos de las dos energías.
- El uso de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica, como el gas natural o Metano (CH₄), contamina el aire principalmente por hidrocarburos y monóxido de carbono; seguido por factores de dispersión, partículas suspendidas y tóxicos peligrosos; finalmente también esta contaminación del aire tiene compuestos de óxido de Nitrógeno, oxidantes fotoquímicos y olores.
- El uso de combustibles fósiles, para la generación de energía eléctrica, impacta al suelo, elevando los riesgos físicos, con igual severidad impacta al paisajismo, luego altera la química mineralógica del suelo, exponiéndolo a la erosión, lo que determina infertilidad para el uso del suelo.

- La contaminación del agua provoca la alteración de los ecosistemas en general por la interrelación que existe de los medios acuáticos con los medios terrestres.
- El medio acústico, es impactado por el uso de los motores a gas natural, a 25 m, se midió 60 dB (decibel); a 50m 55dB y a 100 m, 50 dB. Los trabajadores en la planta eléctrica, están expuestos a daños en su salud, porque el ruido en el ambiente en el que trabajan sobrepasa los 55 dB que puede soportar el oído humano, y tiene efectos fisiológicos como un mal rendimiento laboral, alteración en el comportamiento social.
- La producción de electricidad fotovoltaica, causa un mínimo impacto negativo en los factores agua, suelo y aire, pero es totalmente positivo para el medio ambiente en su factor atmosférico porque no causa ningún ruido.
- De acuerdo a la identificación y evaluación de la importancia de los impactos Ambientales podemos identificar en la termoeléctrica la moderada esta con 19, la severa con 6 y la irrelevante con 3 no habiendo identificación en crítico. En la energía fotovoltaica tenemos en moderada 6, irrelevante 3 y no hay identificación en severo ni en crítico.
- El medio ambiente entrerriano recibe una radiación solar de 5,25 a 5,55 kW/m² por día, más que suficiente para constituirse un centro de producción de energía fotovoltaica, porque sobrepasa con mucho a la actual quinta potencia Alemania en producción de energía fotovoltaica y de España que es otro país gran productor de la misma.
- Aunque en la actualidad sería difícil el acceso a una instalación fotovoltaica, para las familias entrerrianas por los costos, se prevé un abaratamiento en los costos de los kits, en un corto plazo.
- La producción de energía convencional o proveniente de combustible fósil, impacta altamente en el factor agua, luego en el aire, en el suelo y ruido, no hay lugar a comparación con la de producción fotovoltaica. Por tanto, se confirma la Hipótesis en cuanto al alto impacto negativo que produce sobre los factores del medio ambiente la producción de energía proveniente del combustible fósil y el mismo que es muy reducido en la generación de energía fotovoltaica.

4.2.- RECOMENDACIONES

- Se les recomienda insertar en los Plan Operativo Anual POAs institucionales correspondientes, un presupuesto para el equipamiento de un laboratorio específico que faciliten la investigación de energías limpias, en vista que son necesarias
- Se podría recomendar que a nuevas estudiantes puedan realizar estudios de otras Energías alternativas como podría ser la “termo eólica, y la termo hídrica” ya que estos equipos pueden resultar ser más baratos así poder realizar un proyecto para nuevas alternativas para energías en la población de Entre Ríos.
- Se recomienda consolidar una metodología de evaluación de Impactos Ambientales, contextualizada al medio ambiente entrerriano, para que facilite la medición de impactos, y se tenga criterios unificados respecto a ello, en la universidad.
- A las autoridades de educación, se les recomienda de igual forma asumir la urgencia de proteger y restituir los factores del medioambiente, aplicando la enseñanza formal, el de llevar una vida amigable con la naturaleza enmarcada en el séptimo objetivo del milenio principalmente, ya que somos parte de ella, al dañarla estamos acortando nuestros días y los de las futuras generaciones, anulando la sostenibilidad.
- Profundizar la presente investigación, en el área de energía solar fotovoltaica con el fin de promover la utilización de la misma y la sensibilización de las autoridades y políticos en general.
- Se recomienda a manera de complementación de esta investigación, también realizar el “Estudio de factibilidad técnica – económica para reducir las emisiones de gases en una planta de generación de sistema verticalmente aislado”
- Tomar conciencia de los hábitos que tenemos y que producen muchos desechos, provocan daños a los factores ambientales, planificar cambiar los mismos por el bien de nuestra y futuras generaciones.