



UNIVERSIDAD NACIONAL

“PEDRO RUIZ GALLO”

ESCUELA DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS



**VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA PROVISIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA POR GENERACIÓN EÓLICA EN EL
ASENTAMIENTO HUMANO “HIJOS DE
COLAN” – PAITA – PERÚ**

TESIS

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
CIENCIAS CON MENCIÓN EN PROYECTOS DE INVERSIÓN**

AUTOR

Ing. JAIME EDUARDO VELÁSQUEZ GARCÍA

LAMBAYEQUE – PERÚ

2018

**VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA PROVISIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA POR GENERACIÓN EÓLICA EN EL ASENTAMIENTO
HUMANO “HIJOS DE COLAN” – PAITA – PERÚ**

PRESENTADO POR:

Ing. JAIME EDUARDO VELÁSQUEZ GARCÍA
AUTOR

M.Sc. JAVIER FRANCISCO LLORACH PAREDES
ASESOR

APROBADO POR:

Dr. LUIS ANIBAL ESPINOZA POLO
PRESIDENTE

M.Sc. JUAN ANTONIO TUMIALAN HINOSTROZA
SECRETARIO

M.Sc. PEDRO YESQUEN ZAPATA
VOCAL

2018

DEDICATORIA:

Esta tesis se la dedico a mis padres, hijos,
esposa y amigos, que en forma directa e indirecta
influyeron en mi deseo de superación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer primero a Dios,
por haberme dados los medios
necesarios para poder lograr este objetivo.

ÍNDICE

RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPITULO I. ASPECTOS DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	13
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	13
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	23
1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	23
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.	25
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION	25
2.2. BASE TEÓRICA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL MODELO	30
2.3. MARCO CONCEPTUAL	38
CAPÍTULO III: MARCO METODOLOGICO	41
3.1 . TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	41
3.2. HIPOTESIS.....	41
3.3. POBLACION Y MUESTRA.....	42
3.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS..	42
3.5. METODOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	43
3.6. ANALISIS ESTADISTICO DE DATOS.....	43
CAPÍTULO IV: ANALISIS DE RESULTADOS	46
4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA	46
4.2. ASPECTOS OPERATIVOS ORGANIZACIONALES	56
4.3. ESTUDIO ECONÓMICO.....	69
4.4. VIABILIDAD ECONÓMICA	78
CONCLUSIONES.....	81
RECOMENDACIONES	82
BIBLIOGRAFÍA.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Montaje de Aspas – Energía Eólica Talara.	21
Figura 2. Ubicación del Asentamiento Humano Hijos de Colán	46
Figura 3.Provincia de Paita.....	47
Figura 4.Ubicación del proyecto de energía Asentamiento Humano Hijos de Colán	58
Figura 5.Porcentaje (%) de frecuencia de dirección del viento sobre el total de mediciones.	60
Figura 6.Ubicación de los aerogeneradores en Cerro Chocán.....	61
Figura 7.Diseño del proceso de generación y distribución de energía	62
Figura 8.Instalación de los aerogeneradores.....	64
Figura 9.Interior de caseta principal división acumuladores e interior de caseta de cada aerogenerador	65
Figura 10.Cableado de media y baja tensión para distribución al AHHC	66
Figura 11.Diseño organizacional para la provisión de energía en el AHHC	67
Figura 12. Punto de Equilibrio en Kwh.....	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.Equipos adicionales usados por hogar Asentamiento Humano Hijos de Colán	52
Tabla 2.Demanda de energía por hogar AHHC.....	54
Tabla 3.Demanda de energía anual para el AHHC	56
Tabla 4.Características de aerogeneradores para el AHHC.....	62
Tabla 5.Flujo de Inversiones en soles	72
Tabla 6.Ingresos por venta de energía anual en soles.	73
Tabla 7.Costos de mantenimiento en el AHHC en Soles.	74
Tabla 8.Cálculo de Depreciación.....	74
Tabla 9.Gasto Administrativo.....	74
Tabla 10. Estado de Resultados en Soles.....	75
Tabla 11.Flujo de Caja en Soles.....	76
Tabla 12.Balance General en Soles.	77
Tabla 13. Indicadores de rentabilidad económica	79
Tabla 14. Punto de Equilibrio.....	80

R E S U M E N

El objetivo de esta tesis es analizar la viabilidad económica de la provisión de energía eléctrica por generación eólica en el Asentamiento Humano “Hijos de Colán” - Paita – Perú (AHHC), para ello se emplearon 100 encuestas realizadas en el AHHC (total poblacional), las mismas que permitían obtener información sobre características de la vivienda y la demanda de energía eléctrica.

Para establecer la viabilidad económica se calcularon indicadores de rentabilidad como TIR y VAN, a partir del diseño de flujos de caja de ingresos y egresos. Los ingresos provienen de la venta y ahorros por el uso de energía y los egresos provienen de los costos laborales, costos de mantenimiento, reposición (depreciación) e inversiones.

Los resultados indican que se requieren inversiones por 252.804 mil soles, de las cuales un 68% se destinan para los aerogeneradores responsables de la producción de energía. El resto es para instalaciones como casetas para acumuladores de energía, paneles solares, postes y luminarias de alumbrado público, entre otros.

El flujo de caja resultante (con un precio de 0.4752 soles por kWh o 0.144 dólares) determinó que el VAN sea de 88.003,20 soles y la TIR fue de 18.18%, superando al costo de capital fijado en 8.65% (se estimó del modelo CAPM).

A B S T R A C T

The objective of this thesis is to analyze the economic feasibility of the provision of electric power by wind generation in the "Hijos de Colán" Human Settlement - Paita - Perú (AHHC), for which 100 surveys were carried out in AHHC (total population), the same ones that allowed to obtain information on characteristics of the house and the demand of electrical energy.

In order to establish economic viability, profitability indicators such as IRR and NPV were calculated based on the design of cash inflows and outflows. Revenue comes from the sale and savings from energy use and expenditures come from labor costs, maintenance costs, replacement (depreciation) and investments.

The results indicate that investments are required for 252.804 thousand soles, of which 68% are allocated to the wind turbines responsible for energy production. The rest is for facilities such as booths for energy accumulators, solar panels, poles and public lighting luminaries, among others.

The resulting cash flow (with a price of 0.4752 soles per kWh or 0.144 dollars) determined that the NPV was 88.003.20 thousand soles and the IRR was 18.18%, exceeding the cost of capital set at 8.865% (it was estimate from the CAPM model).

INTRODUCCIÓN

Las ventajas del Perú en materia de energía eólica son evidentes, a partir del Atlas Eólico peruano, elaborado por el consorcio formado por las empresas Barlovento Recursos Naturales, S.L., Barlovento Renovables Latinoamérica, SAC y Vortex Factoría de Cálculos, S.L. y el MINEM, (2016), encontramos que se tienen parques eólicos funcionando y generando energía por 239 MW, asimismo se espera a corto plazo contar con 162 MW adicionales, todos ellos son puntos de generación de energía de amplia escala, y colocan energía en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.

El mismo Atlas Eólico, indica que las regiones de mayor potencial son Piura, Lambayeque, Ica y Arequipa, con más de 22 mil MW de potencial eólico aprovechable. Un ejemplo de este potencial en uso, es la Central Eólica Parque Tres Hermanas, ubicada en Nazca (Ica), que cuenta con 33 aerogeneradores y una potencia instalada de 90 MW, invirtiendo alrededor de 186 millones de dólares.

Algunas tendencias globales han permitido una progresiva mirada hacia las energías renovables como la eólica (entre otras opciones), entre ellos una paulatina política de seguridad energética en los países emergentes como el Perú. Depender cada vez menos de combustibles fósiles ha llevado a los países latinoamericanos a buscar nuevas fuentes de energía, algunos se han basado en gas, otros han iniciado un amplio cambio en base a biocombustibles, en el caso peruano la mixtura con gas y los incentivos al sector renovable, van generando una matriz energética mejor diversificada y sostenible en el tiempo.

Un aspecto importante son las innovaciones en el sector de tecnología para generar energía eólica, estas innovaciones han permitido equipos de mayor dimensión, más potencia instalada y menor impacto en el medio, lo cual se ha

traducido en un menor costo por kWh de energía y por tanto factibles de ser usados de manera competitiva frente a fuentes convencionales de energía.

Las energías renovables inclusive se complementan con fuentes de energía convencional, sobre todo cuando estas últimas pasan por procesos restrictivos, como: escasas lluvias que generan poco caudal en los ríos que son fuente de energía hidráulica, alto costo del petróleo para plantas térmicas de energía o escasa inversión en buscar y explotar fuentes convencionales como gas o petróleo.

Otro aspecto favorable para el uso de energías como la eólica, es la poca incidencia en el medio ambiente, la energía eólica no causa contaminación (como no sea la visual en extremo) ambiental, es una energía limpia y ello implica beneficios para los países, en los mercados de bonos de carbono o en transacciones donde se pueda vender la capacidad de no emitir dióxido al aire y más bien se ahorra ello por kWh generada.

Un aspecto social que se debe rescatar, son las políticas de desarrollo de infraestructura en los países, la cual tiene un impacto económico y social importante. En este sentido lograr una mayor cobertura de energía eléctrica en las regiones, es imperativo para el desarrollo económico.

Si bien el IPE (2017) encuentra una cobertura nacional de 94.2% de hogares con energía, hay regiones que aún están por debajo de este nivel. Una buena forma de ayudar en ello, es usando energía eólica.

Además de acuerdo al mismo reporte de IPE (2017), el costo de energía promedio en el país es de 10.5 dólares por kWh. Sin embargo, en Piura con alto potencial eólico, el costo es de 11.8 dólares, Lambayeque (otra región de alto potencial eólico) el costo es de 13.4 dólares, esto indica que los usos de energía eléctrica de

base eólica pueden compensar los costos eléctricos y generar algún grado de ahorro en los usuarios de la energía.

Las políticas de precios regulados ayudan mucho a la provisión de energía, las empresas así conocen de modo cierto el precio de venta de la energía en el sistema interconectado, donde básicamente se subastan las compras de energía, de modo que el mercado es normalmente conocido.

En el caso de pequeñas demandas de energía a ser cubiertas fuera del sistema, se pueden usar precios regulados, incluso la norma incentiva estas ofertas energéticas, al dejarla como sistemas libres, lo cual es ya un aliciente para zonas alejadas o donde la cobertura no llega.

En todos estos aspectos, consideramos que sea por incentivos de políticas energéticas, por tendencias en el mercado de energía, o por el cuidado ambiental, el entorno es muy favorable para el desarrollo de energías de fuente limpias, renovables y no convencionales como la eólica.

Esta tesis tiene como capítulo inicial, el planteamiento del problema en el contexto internacional hasta el local, el mismo que responde a una demanda social y a tendencias en el uso de energías renovables no convencionales.

El capítulo siguiente trata del marco teórico, aquí se detallan los sistemas de energía eólica, sus ventajas, algunas implicancias en estas inversiones. Así como la naturaleza de un análisis de factibilidad aplicable a la provisión de energía eléctrica.

El capítulo tres, muestra la metodología a seguir en el estudio, aquí se explican los componentes de un estudio de factibilidad, desde el análisis de mercado, hasta la evaluación económica que conduce a determinar la factibilidad del proyecto.

El capítulo cuatro, muestra los resultados del estudio, en términos de demanda de kWh, ingresos, egresos, inversiones y finalmente la factibilidad medida en términos de VAN y TIR.

Finalmente se tienen las conclusiones y recomendaciones finales del estudio.

CAPITULO I. ASPECTOS DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

A Nivel Mundial

La energía renovable tiene como característica su inagotabilidad, basado en el respeto del ciclo natural. Así en cualquier ecosistema el sol es la base de la producción de energía renovable, primero garantiza la vida silvestre (biomasa) que produce energía al ser usada. Luego produce los ciclos de la lluvia, que producen energía hidráulica, y también el sol genera diversidad de presión por la generación de calor en la atmósfera terrestre, lo cual genera vientos que son la base de la energía eólica. (Fenercom, 2016)

Las energías renovables son principalmente la eólica, la solar térmica, la fotovoltaica. En estos dos últimos casos, en la segunda fuente se genera electricidad por el calor generado (colectores de alta temperatura que concentran la luz solar) de modo directo pero su uso es a pequeña escala. En la tercera fuente, se da a través de paneles fotovoltaicos que captan la radiación solar y permiten la producción de electricidad a mayor escala.

Otras energías renovables son la que se produce mediante biomasa, biocarburantes, hidráulica, geotérmica, e inclusive mediante energía marina y las fuentes de hidrógeno, aún cuando éste es más bien un combustible limpio que permite producir energía.

El contexto internacional que influye en la producción de energías renovables, es normalmente el precio de sus fuentes. Así el principal influyente es la venta de energía no renovable que tiene como fuentes el combustible fósil, en este sentido entre los años 2010 y 2017, el precio del petróleo WTI en el mercado de futuros pasó de 81.43 dólares el barril a 48.39 dólares, una caída de 7% anual en promedio.

Básicamente debido a las mayores existencias de reservas de este combustible en los EEUU.

Debido al menor precio de esta fuente energética no renovable, en ese mismo lapso el combustible basado en etanol (producido con biomasa) renovable, tuvo precios que bajaron de 2.339 dólares el contrato futuro a 1.554 dólares, una caída de 5.7% anual en promedio. (CME, 2017).

Otro indicador importante que demuestra la relación entre el precio del petróleo y los precios de la energía, son los índices de Goldman Sachs que cotizan en la Bolsa de Nueva York (NYSE), así el índice NYSEARCA del petróleo cayó en 78% en los últimos 5 años, mientras que el SPGSENP de energía cayó en 67%, un comportamiento muy alineado y que demuestra las tendencias de precios del sector a mediano plazo.

A pesar de las tendencias de precios, la demanda mundial de energía renovable creció de 63.77 cuatrillones de BTU en el año 2012 a 74.46 cuatrillones en el 2016, la Agencia Internacional de Energía (EIA, 2017) estima que esta demanda será de 131.36 cuatrillones en el año 2040. Se espera de este modo una tendencia de crecimiento de 2.4% anual. En este sentido las energías renovables que hoy representan un 12.7% de la demanda mundial de energía, tendrá el año 2040 un 16.1% de la demanda total, estos estimados no incluyen la energía nuclear, con lo cual se llega a 17.4% de la demanda total de energía.

En contraposición, la energía provista por combustibles líquidos (petróleo) que hoy tiene una demanda que llega al 32.8% del mercado total (588.12 cuatrillones de BTU), tendrá el año 2040 un 30.2% del mercado, su tendencia es decreciente, aun cuando la tasa de caída es de 1% anual, relativamente pequeña.

Estudios del REN21 (2016) estiman que la incorporación anual de GW de capacidad de generación eléctrica renovable es de 148 para el año 2015-2016, de este modo la capacidad de generación total de energía renovable llegó en ese lapso al total de 1,849 GW. De esta capacidad, la energía eólica representa el 23% del total de capacidad energética (incorporando 37 GW), por ahora dominada ampliamente por la producción de energía hidráulica que representa un 58% del total.

El incremento de la energía eólica ha sido principalmente por la mayor producción en Europa (12 nuevos GW), EEUU y China.

En EEUU la producción de energía eléctrica por generación eólica llegó el año 2016 a 83.1 GW, incorporando ese mismo año 8.2 GW adicionales, esto permite atender la demanda de energía de 24 millones de hogares. (AWEA, 2016).

A nivel Latinoamericano

En general, de acuerdo con IRENA (2016) en América Latina la producción total de energía llegó el año 2015 a 793 millones de TEP (toneladas equivalentes a petróleo), de las cuales un 27% se produjo con energías renovables, de estas un 1% es de fuente solar o eólica. La mayor parte de esta producción fue por fuente hidráulica (8%). Mientras que un 46% fue generada en base a petróleo. En específico en los países Andinos, la producción de fuente renovable fue de 16% de un total de 145.6 millones de TEP. Una muestra de la mayor dinámica es que, entre los años 2012 al 2015, la capacidad de generación eléctrica renovable creció en 21% anual, mientras que en ese mismo lapso la energía eólica creció en 44% anual en promedio.

Brasil es el líder de Latinoamérica en la capacidad de generación eléctrica renovable, el año 2015 este país invirtió US\$ 7.1 mil millones en incrementar la producción eléctrica, mientras que en el resto de América el total fue de 12.8 mil millones. De este monto se invirtieron un 62% en energías eólicas (Bloomberg, 2016).

Brasil es el segundo productor mundial de biocombustibles para el año 2015, con 24.8% del total que llega a una capacidad de generación eléctrica de 464 teravattios hora (TWh). En el caso de la energía hidráulica Brasil es el segundo productor mundial, llegando a 8.6% de un total de 1064 GW.

En energía geotérmica el líder latinoamericano es México que genera 1.1 mil megavattios de un total mundial de 3.8 mil megavattios.

En el caso de la energía eólica Brasil produce alrededor de 10 GW de un total de 433, siendo el líder de Latinoamérica. En resumen, Brasil produce alrededor de 66% del total de energías renovables en América Latina, que llega alrededor de 190 TWh al año 2016. (AIE, 2016).

Para el año 2015 en América Latina se incorporaron 68 GW por energías renovables, de los cuales 21 GW corresponden a energía eólica, siendo el segundo rubro de generación más importante, primero es la hidráulica (24 GW) y en tercer lugar es la energía solar fotovoltaica (18 GW).

Las tendencias al respecto son crecientes, basadas en diversas complementariedades entre los mismos generadores renovables, así la energía hidráulica en épocas de sequía (algunos meses del año en países de América Latina) se compensan con mejoras en el viento que generan las energías eólicas, de modo que la capacidad de generación eléctrica se mantiene, sobre todo en países donde la cobertura (red eléctrica) ha crecido notoriamente.

Informes del IRENA (2016) indican que las mejores perspectivas del sector energético renovable se basan en algunos cambios estructurales en la región, para empezar la mayor intensidad de los fenómenos climáticos generan en la región una mayor volatilidad en las fuentes de agua, lo que genera problemas en la provisión de

energía hidráulica, esto hace que otras fuentes renovables se hagan atractivas como las energías solares y eólicas.

Un aspecto crucial es que la provisión de energía en la región sigue siendo de fuente no renovable como el petróleo, esto genera problemas en la medida que los costos de provisión son cambiantes y supeditados al precio mundial, si bien éste ha retrocedido en los últimos años, su mayor valor en la década previa incentivó fuertemente la producción de energías renovables, aunque hay países donde el gas natural es una nueva fuente importante, este sin embargo es un recurso que puede agotarse, de modo que la seguridad energética obliga a desarrollar espacios para energías renovables.

Finalmente hay que señalar el impacto que el crecimiento económico tiene sobre el medio ambiente, la región latinoamericana ha tenido un largo ciclo de crecimiento positivo, por ejemplo 6% en el año 2010 y 1.2% esperado en el año 2017, este esfuerzo impacta en las emisiones de gases invernadero, las mismas que pueden ser enfrentadas con la provisión de energías limpias como las eólicas

A nivel Nacional

Reportes del Ministerio de energía y Minas (MEM, 2017) indicador que el año 2016 la producción de energía eléctrica en el país llegó a 51,700 GWh, de las cuales un 2.1% provino de energía eólica, un 0.5% de energía solar, un 47% de energía hidráulica y el resto es térmica. El crecimiento de esta producción fue de 7.1% anual.

En el país la potencia instalada de energía en potencia efectiva, llegó a 13,643 MW, principalmente centrales térmicas en un 60%, hidráulicas 37% y eólicas 2%. El crecimiento de la potencia instalada fue explosivo en los últimos dos años, en el orden del 21.5% anual, lo que implica un cierre progresivo de la demanda nacional.

No obstante, lo anterior, el sector eléctrico todavía cubre el 88% del consumo final de energía en el país, indicador relativamente alto, sin embargo, existe aún demanda no cubierta de energía. El consumo de energía en el país, al año 2016, es cubierto por el sector intermedio de la economía (empresas) o clientes regulados en un 48%, los clientes finales o denominados libres componen el 52%. El consumo total de energía creció en 6.4% en los últimos dos años.

El año 2016 se invirtieron en el Perú 965 millones de dólares en generación eléctrica (97% en el sector privado), la mayor parte dirigida a consumo industrial. De este monto, ya en torno a energías renovables, destacan la planta de energía solar de ENEL Perú, que demandó en el 2016 un total de 61 millones de dólares (de un total de 171 millones) para la instalación de paneles fotovoltaicos y otros sistemas de energía solar en Moquegua, la potencia instalada se estima en 144.48 MW.

En la misma región Moquegua, ENGIE Perú acaba de inaugurar la central solar Intipampa (monto final a invertir de 52.3 millones de dólares), que genera una potencia instalada de 40 MW.

Actualmente hay cinco parques eólicos conectados a la red pública con una capacidad nominal de **365 MW**:

Parque Eólico **Marcona** (Ica). Inaugurada el 2 de mayo 2014 siendo el primer parque eólico en el país. La potencia nominal es de 32 MW, generada por 11 turbinas. La cantidad de energía anual según oferta es de 148.378 GWh.

Central Eólica **Cupisnique**. Entro en operación comercial el 3 de septiembre 2014 ubicada en Pacasmayo departamento de La Libertad, con una potencia nominal de 83.15 MW y una producción anual contratada de 302.952 GWh.

Central Eólica **Talara**. Esta central (Piura) con 30.86 MW funciona desde el 30 de agosto 2014. Tiene una producción anual contratada de 119.673 GWh.

Parque eólico **Tres Hermanas**. Ubicado en Marcona del departamento de Ica, operando desde el 11 de marzo 2016. Tiene una capacidad nominal de 97.15 MW y es previsto que produzca 415.76 GWh por año.

Central Eólica **Wayra I**. Este parque eólico ubicado en Marcona del departamento de Ica, tiene una potencia de 126 MW. El 30 de mayo 2018 comenzó la operación comercial. La producción contratada es de 573 GWh por año.

En Cajamarca, el gobierno contrató además dos parques eólicos Duna y Huambas de 18.9 MW cada uno. La puesta en marcha es prevista para el 31 de diciembre 2018.(Delta Volt SAC,2018).

Aun cuando se cuenta con inversiones en el sector renovable, estas aún son pequeñas en relación al potencial eólico, el regulador del sector Osinergmin (2016), señala que se puede generar hasta 22 mil MW de energía con fuentes eólicas, cuyo mayor potencial se ubica en la costa, sobre todo en dos puntos: Ica y Piura, donde las velocidades del viento van de 6.5 a 8.5 m/s. En la actualidad la potencia usada para generación de energía eólica llega a 365 MW la cual aumentara en 37.8 MW una vez operen las plantas cuya construcción está en marcha, previstas de colocar energía en el año 2018.

La demanda nacional de energía aún tiene cobertura desde la demanda en la red, independiente del consumo final o intermedio, el estado es el principal comprador de energía en la red (para concesiones de uso eléctrico en la red nacional), además subasta la compra de energía bajo criterios definidos: no superar el precio máximo fijado por Osinergmin y no superar la potencia máxima en la barra de potencia tope del regulador.

Con esos criterios en el año 2010, el total de energía requerida por fuentes renovables no hidráulicas fue establecido en 1,314 GWh por año, de los cuales se

cubrieron 887 GWh por año, de modo que aún falta cubrir el 32% de los requerimientos de energía por esta fuente. En específico la potencia eólica ya adjudicada en el país llega a 571 GWh por año, superando lo requerido de 320 GWh por año, pero el resto de fuentes no cubre la demanda de la subasta.

En el tiempo la demanda igual fue subiendo, el año 2011 el estado subastó un total de 429 GWh por año para energía eólica y se cubrieron el 97% de la misma, los requerimientos en la red subieron notoriamente, pero las fuentes renovables sólo llegaron a cubrir el 36% de la subasta estatal.

Hay un espacio en instalar potencia de energía eólica, sin embargo, proyectos a gran escala deben soportar las subastas del regulador, la pequeña escala puede simplemente ser tratada como fuera de red.

Una referencia importante en las subastas RER es el precio de referencia, así la fuente eólica se cotizó por el regulador en 80 dólares por MWh en la primera subasta, y en la final llegó a 38 dólar MWh. Estos precios como resultado de la disminución de los costos de cada tecnología y de la competencia dada en el proceso. (OSINERGMIN, 2016).

Finalmente, una idea clave en la demanda futura de energías renovables, es que el Ministerio de Energía peruano ha establecido una meta de producción por esta fuente de 5% del total nacional (de acuerdo con el DL 1002 MEM), de esta meta aún falta cubrir el 1.6% de la producción equivalente a 827 GWh, siendo este el mercado potencial y aún pendiente de generar a mediano y largo plazo.

A nivel Local

Las experiencias locales en el uso de fuentes eólicas datan del año 2014, en este período Osinergmin adjudicó una demanda de 30 MW al proyecto Talara, que invirtió 101 millones de dólares para la generación de energía eléctrica. En la

actualidad el proyecto Talara genera 119.7 MWh por año equivalente al 13% de la provisión de energía renovable no hidráulica en el país.



Figura 1. Montaje de Aspas – Energía Eólica Talara.
Fuente: OSINERGMIN (2016)

El proyecto Talara vende la energía a un precio de 8.7 centavos de dólar por kWh, ligeramente por encima de Brasil pero igual un costo bajo en el escenario internacional y menor al que cobra Tres Hermanas en Ica que llega a 8.9 centavos de dólar. De modo que las experiencias locales señalan también inversiones exitosas a mediana escala, con subastas adjudicadas para colocar energía en la red nacional.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo con el Plan Energético Nacional 2014-2025 (MEM, 2014) al año 2025 se debe tener una menor contribución de los combustibles fósiles, que proveen energía a través de centrales térmicas, pasando del 80% actual a un 76%.

La menor demanda de energía no renovable, le abre un espacio al mayor uso de las energías renovables, según el Ministerio de Energía y Minas al año 2025 se espera añadir 200 MW adicionales a los previstos en la actualidad sólo de fuente eólica y solar, pasando del actual 50% de energías renovables incluyendo fuentes hidráulicas a 60% un incremento notable y que garantiza el crecimiento del rubro renovable.

Las razones para esta mayor demanda, las explica el propio Plan Energético ya señalado, que se basan en: reducir los efectos nocivos de la emisión de gases invernadero en al menos 15%, a partir de energías limpias. Finalmente otro aspecto fundamental en este logro, es la mayor eficiencia energética, sobre todo producir energía en base a condiciones ventajosas para el sector, como el uso de fuentes naturales de alto potencial en el país, como energía solar o eólica.

Estudios del CRDS (2016) ubican a Piura como una región con potencial eólico, destacando a Talara y además otras zonas costeras de Piura, que podrían generar energía por 4,993 kWh año y 642 kWh año respectivamente. Lo que indicaría la posible viabilidad técnica de proyectos de energía eólica como efectivamente se ha dado en Talara, que dan muestras de la viabilidad también económica de estas inversiones.

Finalmente, la Ley de Concesiones Eléctricas (LCE), en aquellos casos en los cuales las actividades de generación se efectúen en instalaciones cuya potencia instalada supere los 500 kW o cuando las instalaciones de transmisión eléctrica afecten bienes de terceros, se requiere que el titular de dichas actividades cuente con una concesión definitiva de generación o de transmisión, según sea el caso. Estas actividades podrán efectuar libremente cuando: (i) el desarrollo de actividades eléctricas se efectúa en instalaciones con una potencia instalada inferior a 500 kW o

(ii) la transmisión eléctrica no afecta predios de terceros. En este caso, el titular de las actividades eléctricas deberá cumplir con las normas técnicas y las disposiciones de conservación del medio ambiente y del patrimonio cultural de la nación.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Será viable económicamente la provisión de energía eléctrica por generación eólica en el Asentamiento Humano “Hijos de Colán” - Paita - Perú?

1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Determinar la viabilidad económica de la provisión de energía eléctrica por generación eólica en el Asentamiento Humano “Hijos de Colán” - Paita – Perú.

Objetivos Específicos.

- Analizar la demanda de energía y otros aspectos comerciales en el Asentamiento Humano “Hijos de Colán” - Paita – Perú.
- Establecer los criterios técnicos operativos y de inversiones para la provisión de energía por fuente eólica para el Asentamiento Humano “Hijos de Colán” - Paita – Perú.
- Analizar la estructura organizativa necesaria para operar el proceso de provisión de energía para Asentamiento Humano “Hijos de Colán” - Paita – Perú.
- Realizar los análisis financieros necesarios para determinar la viabilidad económica de la provisión de energía en el Asentamiento Humano “Hijos de Colán” - Paita – Perú.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La energía eólica puede cubrir zonas de demanda de hogares a un costo competitivo, y a mediana escala, por ejemplo el Parque Eólico Marcona (Ica) genera

energía para alrededor de 800 hogares a una media de 700 W por vivienda y una potencia instalada de 32 MW con 11 aerogeneradores.

Esta inversión se hizo con la fuente eólica ventajosa, pues los vientos en la zona llegan a 9.12 m/s en promedio, cuando la recomendación es un rango mínimo de 5 m/s CRDS (2016). En el caso de Piura, se cuenta con el mencionado Talara (Piura) que cuenta con 17 aerogeneradores con una potencia de 32 MW.

Luego tenemos el proyecto Cupisnique (La Libertad) que cuenta con 45 aerogeneradores y una potencia instalada de 45 MW, en buena cuenta la costa es una zona auspiciosa para el desarrollo de generación eléctrica con fuente eólica, lo que justifica el estudio y la potencial inversión.

Otro aspecto que justifica el proyecto es la no emisión de gases invernadero, siendo energía limpia y además se puede rentabilizar adicionalmente con la venta de Bonos de Carbono (por el costo evitado de CO₂), aspecto que en el Perú falta desarrollar normativamente, pero que es un beneficio potencial a largo plazo.

Estudios del CRDS (2016) indican además que la mayor demanda de energía eléctrica por fuente eólica se da en el sector comercial con proveedores conectados a la red nacional (60%) y la parte agropecuaria (38%) para mover equipos de bombeo de agua, el saldo es demandado por el sector rural vía la red nacional en 1.6% y la diferencia es la demanda de hogares en calidad de clientes libres, que sería la provisión generada con pequeña capacidad de potencia.

En este último caso, el estudio puede contribuir a que el poblado de “Hijos de Colán” fuera del ámbito de la concesión de ENOSA, fuera de ámbito urbano de Paita por lo que no podría acceder a energía, por provista por la red nacional, en una zona donde la fuente eólica es viable, dado que se tiene velocidades de viento en los últimos años de 7.9 m/s a 9.09 m/s, lo que justifica en mayor medida el estudio

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

El progresivo interés en la promoción de las energías renovables para uso eléctrico proviene del marco normativo peruano de años recientes, como el DL 1002-EM del año 2008 que aplica sobre toda operación de generación eléctrica con fines comerciales.

La misma norma establece que la obtención de derechos eléctricos se basa en la Ley de Concesiones Eléctricas (LCE), Decreto Ley 25844, que indica la necesidad de concesión definitiva para generación con potencia instalada mayor a 500 KW, incluso recursos renovables, art. 3. Sin embargo, por debajo de esa capacidad de generación, sólo se requiere informar al Ministerio de Energía y Minas (MEM) la operación de este tipo de servicios, todo en arreglo a las normas relacionadas con la actividad económica por parte de personas naturales o jurídicas. En este caso, las concesiones pueden ser otorgadas inclusive por el Gobierno Regional, en marco del DS 056-2009-EM, siempre que estén entre 500 KW y menores a 10 MW, en caso sean menores, proceden las autorizaciones municipales por el uso de actividades comerciales, sin embargo, el operador bien puede solicitar la concesión al GR.

No obstante, lo anterior, el criterio para ser un cliente regulado, implica un límite de potencia de 200 KW, por encima de ese límite el cliente puede optar por ser libre o regulado, en el caso de pequeños proyectos de generación, bien puede tratarse cada cliente como libre sujeto a contrato (art. 2 Reglamento de Concesiones Eléctricas (DS 009-93-EM)).

En el marco de este estudio, el concesionario definitivo -en distribución- de las regiones Tumbes y Piura, que abarca la provincia de Paíta donde se localiza este proyecto es ENOSA, sin embargo, en la zona de concesión hay localidad aisladas sea

por su acceso o porque el elevado costo de proveer electricidad impide la llegada de la red nacional operada por ENOSA.

Bajo el marco anterior de zona aislada, bien puede aplicar la Ley de Electrificación Rural 28749 que promueve la inversión en sistemas de electrificación rural (art 19 y 20), dándole especial prioridad al aprovechamiento de las energías renovables como la eólica (primera disposición transitoria), entre otras. No obstante, el hecho que ENOSA tenga la concesión de distribución eléctrica, no impide inversiones en generación a menor escala, ya que la red de energía en el Perú tiene sectorizados estos procesos, primero generación, luego transmisión y finalmente distribución con contrato libre o finales regulados.

Si bien la ley 25844 expresa que una empresa no puede actuar en simultáneo en las actividades de generación, transmisión distribución eléctrica, esto se exceptúa para actividades que no limitan la competencia en el mercado ni la libre concurrencia, en el caso del estudio si bien se tendría una operación de integración vertical (tres sistemas eléctricos) esto no impide que el concesionario de distribución pueda llegar a la zona e igual ofertar sus servicios, usando incluso los criterios de servidumbre (uso de las instalaciones o estructuras ya montadas) que la misma ley estipula.

La Ley 28749, también expresa que, si bien se promueve la energía renovable, es necesario que se adecuen a las normas de calidad técnica del servicio, principalmente la cobertura de costos de provisión del servicio (distribución), asumir las inversiones para proveer el servicio (así como su recuperación, reemplazo o mantenimiento) y el registro del mismo, costos de mediciones de indicadores de calidad que solicite el regulador, de ser aplicable. Compensar a los clientes por incumplimientos en la calidad del servicio (cualesquiera sean las razones del mismo)

e informar a los mismos sobre las obligaciones que posee en tanto es proveedor del servicio.

Entre otros detalles de la ley previa, se señala que las energías renovables tienen su propio marco normativo, por ejemplo, el DS 012-2011 EM, que reglamenta el DL de promoción de la inversión en generación eléctrica con energías renovables, DS que se dirige principalmente a normar las condiciones de subasta de energía para generadores con fuentes renovables, que desean vender en el sistema eléctrico nacional.

En materia específica de instalación de parques eólicos, estos pueden ser conectados a la red o autónomos (almacenando energía en baterías de ciclo profundo cuya capacidad de duración ante carga y descarga puede durar 14 años), acorde a la revisión legal realizada estamos en presencia de una potencial red autónoma. Ahora también se tiene parques eólicos onshore (o terrestres, montados en el continente) mientras que los offshore son marinos o montados en superficies marinas. Igualmente hay una clasificación adicional, que es la turbina empleada por el sistema, que pueden ser de dos tipos: eje vertical y horizontal, estas turbinas se montan en cada torre, que también se denomina aerogenerador. (BBVA, 2016).

Las tendencias en materia de equipamiento son variadas, en primer lugar, se tiene que la capacidad de rotor aumentará (mayor tamaño supone mayor energía, lo cual se une proporcionalmente al cubo del desplazamiento del viento en m/s) llegando a 250 metros, lo cual implica que habrá rotores con capacidad de generación de 10 MW. Los precios de estos equipos igual vienen reduciéndose en el tiempo, acumulando una caída de 35% entre los años 2007 al 2017.

Acorde al IRENA (2016) los costos asociados a la generación de energía (mantenimiento, operativos y anualizados de inversión) por fuente eólica van de 0.04

dólares por kWh hasta un máximo de 0.16 dólares kWh, en promedio estos costos se redujeron entre el 2010 y 2015 en 0.06 dólares por kWh. Esto debido a que el año 2010, el costo de la generación de energía eólica tenía un mínimo de 0.08 dólares kWh y un máximo de 0.22 dólares kWh para distintos países de la región. (Giralt, 2016).

Lo anterior indica que el sector tiene ventajas de entorno, considerando que los aspectos principales como inversión y costos de provisión tienden a reducirse.

Para tener en cuenta los detalles técnicos, se indica que toda planta de generación eléctrica en este caso los aerogeneradores, tienen una potencia que es la cantidad de energía que son capaces de brindar, esta potencia se mide en kilowatts (kW), a lo cual se añade la cantidad de tiempo suministrado, por ejemplo, en horas, que es el indicador comúnmente usado para energía de uso residencial (kWh).

Por ejemplo, si un hogar consume 1000 kWh en un mes, entonces requiere una potencia de $1000/720 = 1.4$ kW, considerando que, en un mes, se usan 720 horas de energía continua. Esto nos indica la necesidad de contar con aerogeneradores que cubran esa potencia demandada para el número de hogares, en el caso de este estudio sería la demanda de energía en el Asentamiento Humano “Hijos de Colán”.

Estudios de la AAEE (2016) encuentran una rentabilidad (TIR) superior a 10% para precios por kWh desde 0.07 dólares considerando una potencia de generación de 6 kW. De modo que la inversión puede ser rentable, debido a que los costos tienden a ser mayormente fijos o recuperables del activo, entonces una mayor capacidad de usuarios o clientes, generan una mayor tasa de rentabilidad, en promedio esta subiría 2% por cada 10% extra de clientes o de toma de mercado.

Otros análisis de rentabilidad respecto de la provisión de energía con fuentes no renovables, específicamente eólicas, se extraen de los estudios de Contreras

(2013), en este caso el parque eólico Limarí de Coquimbo en Chile, le vende su producción de energía al sistema interconectado central o red central de Chile.

El proyecto en mención genera una TIR de 17.98% y se recupera en 5 años, la potencia instalada en este caso fue de 36 MW a un precio promedio de 0.014 kWh. Una particularidad del proyecto, es el ingreso por la venta de bonos de carbono, no obstante, este aspecto aún no tiene mucho desarrollo, por lo que sus valores referenciales son tomados del mercado externo y con una tendencia a la baja.

Este aspecto ha sido reforzado por Rudnick (2008) que, dado las tecnologías más costosas de ese período, señala que la rentabilidad de un proyecto de energía eólica puede verse incrementada, con la venta de bonos de carbono en los mercados de emisores de CO₂, esta venta puede generar mejores indicadores de rentabilidad.

Por otro lado, estudios de López (2011) indican que la inversión en parques eólicos en México - Oaxaca, se concentra principalmente en los aerogeneradores (alrededor del 80%), asimismo considera que el costo anualizado de energía llega a 0.151 dólares por kWh, con un precio de venta de 0.066 dólares kWh, con estos datos la rentabilidad (TIR) fue de 3.52%, monto relativamente bajo, que mejora con la venta de bonos de carbono hasta 9.5%, pero ese es un mercado que aún se encuentra en desarrollo. (López, 2011).

Una aproximación de la DNE (2011) es más auspicioso, encuentra tasas de retorno (TIR) entre 11.3% a 14.1% para parques eólicos en Uruguay, esto considerando una banda de precios de 0.079 dólares por kWh mínimo y 0.088 dólares por kWh máximo.

Estos resultados se evidencian mucho mejores a los otros estudios revisados, en este caso nuevamente se toman en cuenta los certificados o bonos de carbono como potenciales ingresos para el operador, cuya potencia instalada fue de 50 MW,

datos base para obtener los costos respectivos. En todos los estudios previos, un indicador clave es el factor de planta, si bien se tiene una potencia instalada o nominal, no toda la energía posible es obtenida y luego vendida.

De este modo, la capacidad de energía se multiplica por un Factor de Planta (factor de capacidad que implica la generación de energía sobre la potencia instalada en un año, considerando un viento continuo este factor puede ir creciendo) que puede oscilar entre 35% a 50% de la capacidad, esto nos genera la energía a producir y/o vender, para luego obtener los flujos de caja respectivos.

2.2. BASE TEÓRICA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL MODELO

Moreno et al (2006) evalúan inversiones eólicas en Chile con parques cuya capacidad de generación de energía eléctrica es media, llegando a 8.5 MW. Para la rentabilidad de estas instalaciones, se establecen algunos factores, por ejemplo, velocidades de viento superiores a 8 m/s, esto con fines de optimizar los aerogeneradores.

Otros criterios son la evolución tecnológica, de modo que se puede tener aerogeneradores de mayor escala y menor costo recuperable (además de mayores ventajas para conectarse a las redes nacionales), también se señala una tendencia alcista en el precio de la energía, lo que conlleva a tasas de retorno relativamente atractivas: alrededor de 8%. No obstante, el desafío es sostener los precios estables a largo plazo, que garanticen una recuperación de la inversión.

Si bien algunas condiciones han cambiado, como las tendencias a la baja en el precio de la energía, ello no ha afectado el retorno en estos proyectos, ya que se ha visto combatido con el menor costo anualizado de la generación de energía eólica, equipos de mayor capacidad instalada mejoran la productividad y por tanto sostienen e incluso permiten elevar la rentabilidad.

El proceso de inversión en generación de energía por fuente eólica tiene fases definidas, Velásquez (2016), indica que es vital tener mediciones históricas fiables de la velocidad del viento, la cual requiere establecer primero, estaciones de medida y obtener a partir de ello el desplazamiento del aire en metros por segundo (m/s). Una vez obtenido los datos de velocidad del viento, se concluye esta fase con el campo de viento, es decir las zonas donde se instalarán a modo de espacio físico referencial, los aerogeneradores.

La fase dos es precisamente, aquella que permite definir los aspectos técnicos, los detalles del equipamiento, las modalidades de turbina (vertical, por ejemplo), los requisitos del montaje entre otros. Estos datos son necesarios para el diseño del parque eólico. Esto último implica la ubicación de cada aerogenerador y la potencia instalada de cada uno, así como su capacidad de generación de energía.

Vinculado a la primera fase, el consorcio formado por las empresas Barlovento Recursos Naturales, S.L., Barlovento Renovables Latinoamérica, SAC y Vortex Factoría de Cálculos, S.L. y el MINEM, (2016), elaboró el Atlas Eólico del Perú, en base a ello las regiones de mayor potencial para la generación de energía eólica son: Lambayeque con 7,017 MW de potencial eólico aprovechable, seguido de Piura con 7,098 MW, le sigue Ica con 2,280 MW y luego Arequipa con 1,020 MW, que son las regiones que superan los mil MW de potencia aprovechable, en buena cuenta el presente estudio se concentra en zonas de alto potencial.

Algunos aspectos adicionales juegan a favor de las energías renovables, en este caso de fuente eólica, en primer lugar, su naturaleza sostenible, como se señaló en el mapa eólico, esas fuentes energéticas no son contaminantes, son continuas y permanentes, de modo que hacen viable proyectos de generación energética por el lado técnico.

Los efectos ambientales que podrían vincularse a proyectos de generación eléctrica con fuente eólica, son limitados, entre ellos tenemos el impacto sobre las aves planeadoras (pueden chocar con las líneas de tensión cuando no son muy visibles, en menor medida con los aerogeneradores o simplemente electrocutarse), este aspecto es menor en materia de parques eólicos de menor escala.

La concentración de pocas torres de aerogeneradores puede ser amigable al paisaje, que normalmente son zonas abiertas o altas, sin embargo, muchos aerogeneradores pueden tener efectos visuales no deseados, sobre todo cuando se construyen accesos, casetas para equipos, líneas de transmisión y otros aspectos que pueden afectar negativamente el paisaje.

En este mismo sentido, el efecto en la vegetación es mínimo, como no sea por las bases de los aerogeneradores (con cimentación), lo cual se recupera rápidamente, ya que el espacio queda mayormente inalterado.

Hay características puntuales de los aerogeneradores que pueden causar efectos de ruido en el medio, pero son mínimos, en la medida que la tecnología del rotor avanza, el diseño de las palas de viento y otros aspectos aerodinámicos, han reducido notoriamente el ruido, además los aerogeneradores se ubican en zonas donde normalmente no hay población muy cercana.

El uso del suelo es también un problema menor en el caso de los aerogeneradores, una vez instalados, el suelo circundante puede tener los mismos usos previos, por ejemplo, agricultura, se estima que el uso de los aerogeneradores o de un parque eólico no supera el 1% del área que puede denominarse como zona de instalación (rosa o campo de los vientos) comparado con el uso amplio del suelo para paneles solares o de centrales térmicas, las ventajas son evidentes.

Almonacid y Nahuelhal (2009) ponen de relieve la generación de energía por fuente eólica y la necesidad del uso de la capacidad instalada en su máxima eficiencia o capacidad de planta prevista, ya que si el parque eólico es de baja escala, entonces es poco probable que se conecte a la red nacional vía subastas de energía. En ese caso es probable que plantas dimensionadas en exceso, tengan más energía que la utilizable y ello no es eficiente, puesto que la energía no es almacenable (aunque la tecnología actual permita baterías con más de 3 días de autonomía, sin embargo, períodos más largos son complicados de almacenar) ni trasladable a la red nacional.

Proyectos donde la energía eólica es una opción ante alternativas convencionales, puede generar limitaciones, así Almonacid y Nahuelhal (2009) encuentran que los costos de provisión de energía eólica a unidades que ya tienen sistemas convencionales que no funcionan de modo continuo, es mayor. Esto se debe a que la escala de demanda podría ser muy baja y estacional, generando períodos de producción de energía no usable, pero de igual costo anualizado, lo que restringe la viabilidad de los proyectos de esta fuente energética. Entonces contar con zonas no provistas por sistemas convencionales, puede ser más eficiente para las operaciones de sistemas renovables.

Rudnick (2008) indica que los sistemas de generación por fuente eólica deben tener cuidado con los mecanismos de operación, es importante el dimensionamiento que permita usar la red de transmisión nacional para cualquier exceso de capacidad en la red interna y ello pueda ser despachado a la red nacional, para lo cual se tiene que suscribir convenios con el responsable de las subastas en el ámbito nacional, aspecto que la norma señala obligatoria para cierto tamaño de escala por arriba de 500 kW, si hay menor capacidad, es vital dimensionar entonces la demanda del servicio y tener así una planta de mayor eficiencia.

Vera (2013) señala que es importante comparar el costo de la energía normalizado (anualizado) contra los sistemas convencionales o entre sistemas eólicos de distinta capacidad, así este costo normalizado incluye la inversión (el que se reparte en anualidades a una tasa de costo de capital) a lo que se añade el costo de operar el sistema y el mantenimiento del mismo. La inversión a su vez, se concentra principalmente en la turbina (alrededor del 80%), los demás componentes son similares como cimentación 6% y conexión de redes 9%, el saldo se va en el alquiler de los terrenos usados en los parques eólicos y otros activos menores.

Gass et al (2011) indican la presencia de riesgos en los proyectos de generación eléctrica con fuente eólica, estos riesgos se asocian con la volatilidad del viento, cuyo ritmo de desplazamiento es más bien estocástico. Estudios realizados para aerogeneradores con capacidad de generación de 1.5 MW, indicaron que la probabilidad asociada a las dinámicas del viento, afectaron la TIR, pero esta tuvo como valor mínimo un 7.6% (al 95%) y un restante 5% llega a tasa de retorno de hasta 9.3%.

En el rango de movimiento señalado, la TIR parece sensible a las condiciones probabilísticas e inciertas del viento, sin embargo, tasas de ese tipo suponen conseguir financiamiento a muy largo plazo, sobre todo en economías de ingreso medio como la peruana. No obstante, los riesgos, el negocio de proveer energía eléctrica con fuente eólica puede ser rentable sin necesidad de subsidios del gobierno.

Las condiciones del viento son importantes, por ello hay que instalar los aerogeneradores en zonas con ciertas ventajas de optimización del viento, estas condiciones se ven afectadas si hay muchos edificios cercanos o árboles con cierta altura, lo que se denomina cubierta vegetal, en algunos casos los espejos de agua pueden también complicar las velocidades de viento, sin embargo, terrenos abiertos

pueden ser ideales, de allí que los puntos de instalación suelen ser en campos abiertos. Un detalle a favor de la generación eólica es que, si bien tiene alto costo de instalación, no tiene costos de combustible y los demás gastos de operación son fijos. Esto reduce el efecto de los vientos como variable riesgosa. (Owen y Mosey, 2013)

IRENA (2012) establece ciertos protocolos base para las inversiones en energía eólica, una primera relación es la capacidad de generación en MW, así para 3 MW se requiere tener un rotor de 90m de diámetro. Asimismo, si combinamos este rotor con una altura de 90 m, se tendrá un potencial de producción de energía eléctrica de 7,497 MWh. Sin embargo, si incrementamos el diámetro del rotor a 112 m, y una altura de 94 m, tenemos que la capacidad de producción de energía, llegaría a 10,384 MW.

Lo anterior indica que la producción energética está muy vinculada al diámetro del rotor y en menor medida a la altura del aerogenerador. Lo anterior es el ejemplo de sistemas de aerogeneradores de alta capacidad, sin embargo, aquellos por debajo de 100 KW, son denominados de pequeña escala y normalmente operan fuera de red. Estos sistemas son necesarios para poblados rurales, hogares en pequeños núcleos urbanos y necesidades productivas a pequeña escala, no obstante, sus costos de inversión son relativamente altos por kWh.

Owen y Mosey (2013) indican que hay algunas restricciones para inversiones en parques eólicos, principalmente por los efectos inmediatos en radares aéreos, de modo que la cercanía a aeropuertos puede ser un factor a tener en cuenta, toda vez que las palas en continuo movimiento (turbinas) pueden interferir las conexiones de tráfico aéreo, en el caso del punto de estudio, este se encuentra en la provincia de Paita, mientras que el aeropuerto de la región Piura se encuentra en el distrito de Castilla, con mucha distancia de por medio.

Algunas inversiones eólicas, autónomas o no conectadas a red, de pequeña escala, pueden incluir sistemas mixtos, es decir un aerogenerador conectado a paneles fotovoltaicos con fines de proveer energía a una mayor cantidad de usuarios y tener acumulación (equipado con acumuladores) en períodos de baja demanda de energía, igualmente se puede conectar el aerogenerador a sistemas de generación diesel o motores diesel los mismos que se conectan a uno de los aerogeneradores, esto en zonas donde el viento puede tener puntos de reposo o estática, peor la demanda de energía es continua, igualmente usar acumuladores permite tener energía para puntos estáticos y usar menos el generador diesel.

Para establecer la viabilidad de una inversión en este caso generación de energía eléctrica, se requiere ciertos análisis previos. Para empezar, se tiene la viabilidad comercial, que principalmente es establecer el tamaño de mercado actual y proyectado, así como las características de la competencia. En el caso de este estudio la competencia no existe, como no sean fuentes de energía alternativas no eléctricas. No se tiene el servicio eléctrico en el Asentamiento Humano “Hijos de Colán”. Se incluye en este estudio la propuesta o análisis de precios, en resumen, este estudio debe permitirnos conocer la aceptación del servicio en el mercado.

Un segundo aspecto es estudiar la viabilidad técnica, en este caso el objetivo es establecer la forma de producir el servicio, la mezcla de recursos más óptima. En el caso del proyecto eólico, supone conocer las velocidades de viento, aerogeneradores óptimos (análisis de la tecnología disponible) y localización del parque eólico (rosa de los vientos), lo que ya define la potencia instalada y la capacidad de generación de energía.

La viabilidad legal es también necesaria, en proyectos privados se tiene que pagar impuestos, acogerse a una modalidad societaria, además requiere que los

asociados establezcan los criterios bajo los cuales se reúnen (por ejemplo, evaluar si participan los pobladores con los inversores), así mismo se evalúa si se cumple los estándares ambientales, algo que en parques eólicos es relativamente válido. Un aspecto adicional es definir el uso del suelo, contratos de alquiler o cesión indefinida de ser eriazos tienen que ser verificados. Además de cumplir las normas de concesiones eléctricas, aspectos ya comentados en la sección previa.

La viabilidad organizacional es común en inversiones de gran escala, a menor escala hay que definir aspectos básicos, que igual requieren un equipo de personas que debe ser dirigido mediante alguna pauta o estructura organizacional. En el caso del proyecto eólico, se requiere funciones básicas de mantenimiento en planta, en los usuarios, control administrativo financiero mínimo y la dirección del equipo, la modalidad organizacional en pequeñas escalas puede ser normalmente de tipo horizontal, Dada la naturaleza de costos fijos del proyecto eólico, sus requerimientos de personas no son extensos, sin embargo, garantizar la calidad técnica mínima que impone la ley, supone un equipo de control permanente que ya se delineó.

Cada una de las fases anteriores ha generado aspectos monetarios, por ejemplo, la viabilidad comercial ha generado ingresos (precio por demanda de energía por usuario), la viabilidad técnica ha generado egresos como montos a invertir en equipos tipo aerogeneradores, construcciones y otros. Asimismo, la tecnología usada permite establecer los costos de mantenimiento u operación de la tecnología elegida.

La viabilidad legal permite establecer costos asociados a la organización legal del proveedor del servicio, así como un costo asociado al control de usuarios y sus reclamos. Finalmente, la viabilidad organizacional define las personas que formarán parte de proyecto, estos son gastos de personal y otros asociados a ello.

El conjunto de estos ingresos y egresos forman parte de flujos de caja, los mismos que se evalúan mediante criterios como cubrir la tasa de descuento (Valor actual neto -VAN- mayor a cero o Tasa Interna de Retorno -TIR- mayor que el costo de capital), lo que indica rentabilidad, ya que se supera el costo del dinero invertido. El costo de capital o tasa de descuento es principalmente el retorno exigido en estos proyectos, aspectos que se han comentado en las secciones anteriores.

Una idea final en estos proyectos es el costo anualizado equivalente de la energía provista, toda vez que la red nacional puede suplir el proyecto en el tiempo, con mayor razón si el costo supera las subastas nacionales, precios que también se tienen referenciados. Finalmente, la viabilidad conjunta o económica incluye verificar si el proyecto soporta cambios en las distintas variables clave, por ejemplo, menor producción de energía ante condiciones temporales distintas en el viento u otras variables como el incremento poblacional. Esta fase de sensibilidad es necesaria para la recomendación de la inversión. (Sapag y Sapag, 2008).

2.3. MARCO CONCEPTUAL

Viabilidad económica

La viabilidad económica de una inversión tiene dos fases, una primera de formulación del proyecto de inversión, que incluye toda la información necesaria para el diseño del mismo (información además valiosa para la ejecución posterior): estudio de mercado, estudio técnico y estudio organizacional. Esta información más el estudio financiero son la base de diseño de un flujo de caja, que es ingresos menos egresos (incluidos egresos de inversión).

El flujo de caja es la segunda fase de la viabilidad económica, aquí se evalúa la rentabilidad del proyecto. Un proyecto rentable supone que el flujo de caja hallado tiene un Valor Actual Neto mayor que cero y una tasa interna de retorno mayor a la tasa de descuento o costo de capital. (Sapag y Sapag, 2008)

Energía renovable

Las energías renovables son un conjunto amplio de fuentes, entre ellas tenemos por ejemplo el uso de la leña (biomasa), el uso del agua en la producción hidroeléctrica. Otras más recientes son la energía que genera el sol, las fuentes de agua caliente o zonas de alto calor (geotermia) y finalmente el viento. Estas últimas se pueden catalogar como energía renovable no convencional.

Una fuente más convencional, son los biocombustibles cuya fuente es biomasa normalmente, por ejemplo, el etanol entre otros. En los avances tecnológicos, se encuentran el uso de la energía marina a través del oleaje, las mareas o los gradientes salínicos. Todas estas fuentes se encuentran en amplio desarrollo técnico haciéndole frente a energías convencionales fósiles que son contaminantes, frente a las energías renovables normalmente limpias en daño ambiental, aspecto importante en un mundo que tiene un progresivo calentamiento debido a fuentes no renovables de energía y a las presiones económicas existentes. (UPME, 2015)

Energía eólica

Sistema de generación de energía eléctrica por fuente eólica o vientos, el proceso implica que el viento pasa a través de las aspas (o palas); la fuerza que ello genera, crea un movimiento rotatorio que se amplifica con engranajes de ampliación o multiplicadores, todo dentro de una torre denominada aerogenerador. Estos engranajes elevan la velocidad de rotación, esta energía cinética (mecánica) es convertida en energía eléctrica mediante campos magnéticos. La energía luego se va a un transformador eléctrico que eleva la tensión desde 700 voltios hasta 23 mil voltios, con lo cual se puede pasar al sistema de distribución, este sistema ya genera la energía suficiente que se lleva a los usuarios u hogares. (Rudnick, 2008).

En el caso de AHHC la energía eléctrica es elevada mediante un transformador de 25 Kva elevador de 220 voltios a 13.2 kv, para que alimentara con energía eléctrica al alimentador en media tensión.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLOGICO

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

En cuanto a la investigación a realizar, ésta será de carácter descriptiva. Según el alcance en el tiempo será de corte transversal y serial, ya que se realiza el estudio considerando proyección de datos anuales, usando además información del año 2017 e histórica anual. Teniendo como marco base de estudio, evaluar la viabilidad económica la provisión de energía eléctrica por generación eólica en el Asentamiento Humano Hijos de Colán en Paita, región Piura. Perú.

3.2. HIPOTESIS.

La provisión de energía eléctrica a partir de una fuente eólica en el Asentamiento Humano “Hijos de Colán” es económicamente viable.

Variables

En esta tesis, la variable **dependiente** es la viabilidad económica de la provisión de energía eléctrica de fuente eólica para las familias del Asentamiento Humano “Hijos de Colán”, Paita. Esta viabilidad se medirá mediante indicadores como rentabilidad (a partir de la tasa interna de retorno-TIR y del Valor actual neto-VAN), así como la sensibilidad del proyecto a cambios diversos, lo cual se medirá mediante los cambios del VAN ante distintos cambios de las variables del proyecto, usando para ello el análisis de escenarios.

La variable **independiente**, vendría a ser la estructura a seguir para realizar un análisis de viabilidad, esta estructura se compone de estudio de mercado, estudio técnico, estudio organizacional y estudio financiero. Cada estudio tiene sus indicadores necesarios como: demanda de energía en kWh, requerimientos técnicos de aerogeneradores, personal requerido y flujo de caja estimado, respectivamente.

3.3. POBLACION Y MUESTRA

Población y muestra

La población y muestra del estudio, la constituyen los 100 hogares existentes en el Asentamiento Humano “Hijos de Colán”, ubicados en la parte alta del distrito de Paita, provincia del mismo nombre. La caracterización de estos pobladores es básicamente una PEA ocupada de 92%, sin embargo, un 27% de estos trabajadores se dedica a labores no calificadas, de modo que los ingresos no son muy altos.

Los habitantes de la zona se dedican a la pesca en 22%, unos pocos son agricultores (1% de trabajadores), el resto se dedica a las manufacturas vinculadas a la reparación o construcción de equipos de pesca menor.

Estos pobladores no cuentan en la actualidad con el servicio de energía eléctrica, de modo que serán parte del estudio a modo de muestra censal.

3.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos se empleará:

Entrevistas piloto

Para evitar cualquier sesgo en el tamaño de muestra, se realizó visitas previas al Asentamiento Humano Hijos de Colán, esto con vista de tener información sobre la ubicación, la cercanía a la zona de instalación de los aerogeneradores (ubicados en las explanadas del Cerro Chocán), los usos de la energía actual, formas actuales de iluminación o uso de combustibles, de modo que se tenga información base sobre la demanda de energía.

Encuesta

Se decidió aplicar una encuesta, para lo cual se hizo visitas en la zona para establecer los días que se pueda contar con el máximo de hogares activos, con fines de captar la información y tener menos costo de toma de datos.

La encuesta fue realizada con ayuda de estudiantes de Administración e Ing. Civil de la Universidad Nacional de Piura.

3.5. METODOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Diseño del filtro de la información.

El diseño de la encuesta se basó en una muestra piloto de 10 entrevistas rápidas que nos indiquen las principales dimensiones de los clientes de energía, estas dimensiones fueron:

- Datos socio económicos (edad, ingresos, nivel educativo del jefe de hogar, tipo de vivienda, acceso a servicios básicos entre otros del hogar)
- Datos del consumo de energía (combustible para cocinar, formas de iluminación, equipos del hogar que usen o no energía, usos de otras fuentes de energía: baterías, etc.).
- Demanda de energía: Equipos de potencial compra, horas de iluminación adicionales, uso de otros servicios relacionados que demandan energía como internet.
- Externalidades esperadas: actividad comercial actual y potenciales incrementos de actividad.

Levantamiento de Información.

La encuesta se aplicó durante los días sábado a domingo, durante el mes de agosto 2017, asimismo se contó con 10% de supervisión efectiva de las encuestas realizadas, para verificar no sobrepasar el grado de error.

La encuesta se aplicaba visitando cada hogar y entrevistando al jefe de hogar.

3.6. ANALISIS ESTADISTICO DE DATOS

Las encuestas a realizar permitirán establecer la demanda insatisfecha de servicios de energía eléctrica, considerando esta demanda como aquella no cubierta

con los actuales sistemas de energía, los hogares pueden establecer que usar medios alternativos (vela, leña, lámparas, gas) son mejores o baratos y por tanto no reflejan demanda insatisfecha.

Sin embargo, el uso de potenciales nuevos equipos (tv, radios, cocina u otros) refleja una demanda de energía que debe ser cubierta, además de la energía eléctrica para iluminación pública necesaria.

Otra información necesaria son los precios o la disposición al gasto en energía por parte de las familias, se puede acudir el método de costo evitado (todos los costos actuales de energía que se evitarían y reemplazarían) o simplemente a las preferencias de gasto para validar la información previa.

El procedimiento descrito anteriormente será realizado mediante el programa informático SPSS. Los datos de demanda sirven para ajustar la capacidad de los aerogeneradores y el número de los mismos, los cuales se van añadiendo conforme se va llegando al crecimiento esperado de la demanda en el año final de estudio.

El número final de aerogeneradores define la inversión y el número proyectado de viviendas, define los costos de alumbrado público, de transmisión y puesta en el hogar (en medidor), además de otros equipos necesarios para el monitoreo del servicio, así como los demás gastos de operación y gestión.

Como ya se ha señalado la información anterior, permite establecer el flujo de caja económico: ingresos menos egresos (operativos y de inversión) netos de impuestos, a los que se añade la depreciación esperada.

La evaluación se hace mediante el Valor actual neto (VAN), usando la función VNA del Excel ©, igualmente se estima la Tasa Interna de retorno (TIR) con la función TIR del Excel ©. Para la sensibilidad se hará uso de la función Análisis de Escenarios y la función Buscar Objetivo de Excel ©.

La tasa de descuento será tomada como el promedio de las rentabilidades existentes en el rubro (TIR de otros proyectos similares), en su defecto comparado con tasas de costo de capital estándar internacional tomada del modelo CAPM la rentabilidad en el sector eléctrico de empresas de generación eléctrica.

CAPÍTULO IV: ANALISIS DE RESULTADOS

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA

El proyecto de generación de energía por fuente eólica, se ubica en el Asentamiento Humano Hijos de Colán, ubicado en la región Piura, provincia de Paíta, distrito de La Huaca.

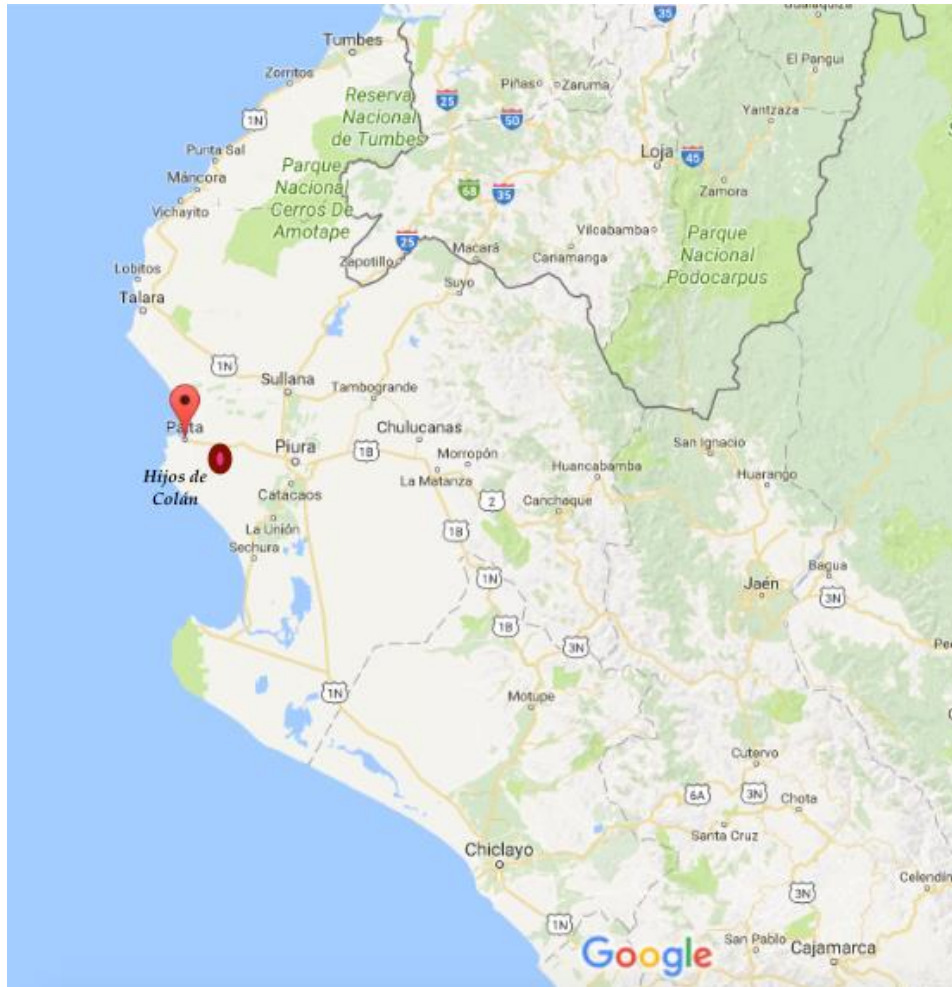


Figura 2. Ubicación del Asentamiento Humano Hijos de Colán

Fuente: Google Maps

El distrito de La Huaca tiene una extensión territorial de 599.51 km², fundado originalmente en 1825 y oficializado con Ley de creación 5896 de 1927, tiene una larga historia. La parte antigua y norte del distrito fue asentada sobre templos incaicos, el nombre proviene de ese vocablo, esta sección distrital se ubica sobre el margen izquierdo del río Chira. La capital distrital se ubica a 30 kilómetros de Paíta y se

conecta con Piura distante 70 kms) vía la carretera a Sullana (distante 30 kms desde la Huaca).

La población distrital llega a 11,696 habitantes, equivalente al 9% de la población de la provincia de Paita. Sus principales centros poblados (además de la Capital Villa Santa Ana o simplemente La Huaca que tiene el 25% de población distrital) se han desarrollado también en el margen del río y son: Viviate (30% de la población distrital), Nomara (6.3% de población distrital), Miraflores (5% de población) y Macacará (4.5% de población distrital, entre otros.

El distrito limita con el norte con el distrito de Tamarindo (cruzando el río Chira) y Amotape, por el sur con los distritos de la Arena y Catacaos (provincia de Piura), por este con la provincia de Sullana (distrito Miguel Checa) y por el Oeste con los distritos El Arenal y Paita capital.



Figura 3. Provincia de Paita
Fuente: Municipalidad de Paita

La población en edad de trabajar (PET) de La Huaca es el 76% del total distrital, la Población económicamente activa distrital (PEA), equivale al 39% de la PET. Entre

las principales actividades económicas destacan, el trabajo no calificado en servicios diversos con un 36% de la PEA ocupada (que llega a 93%), le siguen los trabajadores del rubro agrícola con 34% del total, un 14% se dedica a labores de manufactura, un 12% se ubica en actividades de comercio en mercados diversos.

Como se indica, las actividades económicas principales en el distrito son: la agricultura (dado la cercanía al río Chira) principalmente el cultivo de arroz, asimismo hay actividad agroindustrial a partir de las antiguas cooperativas de servicios agrícolas existentes en la zona.

Otro sector importante es la pequeña industria de ladrillos (bajo yacimientos de arcilla muy amplios), así como otras labores vinculadas a la confección de redes de pesca, la fabricación de dulces, confección de escobas, entre otros.

En el rubro de servicios del distrito, se encuentra los de alimentos y bebidas, ligados a los visitantes que llegan a la zona o a la actividad comercial ligada a las dos carreteras que rondan el distrito, la que va a la orilla del río Chira y la que va de Paita a Piura (ambas conectan con Sullana). Los visitantes llegan por el Museo Elba Aranda (dedicado a restos arqueológicos, historia republicana y fauna del pleistoceno), algunas Iglesias y un parque ecológico.

En la parte sur del distrito se ubica el Asentamiento Humano Hijos de Colán (AHHC), en terrenos propiedad de la Asociación Agropecuaria, Productiva, Comunal y Cultural Hijos del Distrito de Colán residentes en Piura (fundada el año 2015), este asentamiento cuenta con 100 viviendas en igual número de familias, ubicada a un costado de la carretera asfaltada Paita -Sullana -Piura, como puede verse en la figura 1.

Dentro de los indicadores puntuales al tejido socio económico del AHHC (a partir de las encuestas realizadas), tenemos que un 50% de viviendas está construida

con quincha, 36% de adobe (en general muchas tienen columnas en concreto y algunas con techo de aligerado) y 14% en madera. En el caso del número de habitaciones por tipo de vivienda, se tiene 4 en quincha, 5 en adobe y 2 en madera (casas pre armadas de dos espacios, uno usado de cocina, comedor, sala y el otro de dormitorio).

El uso de las habitaciones es intensivo en un 71%, es decir tiene habitantes activos, así en las casas de quincha en promedio se usan dos habitaciones de día (cocina, sala o comedor) y dos de noche (dormitorio), en el caso de adobe es igual de día y una habitación promedio por noche (en este caso cuartos grandes albergan más habitantes). En Madera se usa 1 habitación de día y 1 de noche, dado que es una vivienda relativamente pequeña. En promedio se usan de día 2 habitaciones e igual de noche.

Hay un 7% de uso muy intensivo, lo que implica que el uso de energía puede llegar a 71% por la intensidad de presencia de personas en la habitación. El uso intensivo y muy intensivo, supone que se tiene equipos activos y luz necesaria, por ejemplo, cocinas en el día e iluminación de noche, además de equipos de uso continuo.

En general las viviendas tienen en promedio 5.6 personas, 21% de casas tienen 4 habitantes y 29% 5, el resto tiene de 6 a más.

La vivienda muestra indicadores de una población relativamente pobre: 33% de piso es de tierra y 50% de cemento tosco, un 17% es de loseta, lo que configura las viviendas de mejor calidad.

Los techos refuerzan la idea previa, las calaminas son la parte común con 83% de viviendas, mientras que 17% son de concreto, en general la calidad de vida en la zona es relativamente baja.

En otras características puntuales, encontramos que la zona tiene agua conectada al domicilio, sin embargo, no es potable (un 83% de casos entrevistados) o no es agua tratada, el 100% considera que el agua no viene clorada, lo que es un peligro para fines de salubridad.

En el caso de desagüe, la zona tiene un 83% de conexión al domicilio. Sin embargo, no se cuenta aún con energía eléctrica (aunque en el distrito la cobertura supera el 83% de viviendas).

En el uso de fuentes actuales de energía, se tienen dos consumos principales: la iluminación nocturna donde priman un 72% de hogares que usan velas, un 17% que tiene motor eléctrico (o se comparte este tipo de conexión), el resto usa lámparas de bombilla consumible, baterías de duración semanal entre otros.

El otro consumo principal de energía es para cocinar, en este caso tenemos que se cocina con gas en un 67% de hogares, gastando alrededor de 50 soles al mes. En el caso del carbón se usa en un 17% de viviendas, el gasto mensual es de 5 soles en promedio semana (puede subir dependiendo de la fuente de carbón comercial o informal). En el caso de la leña es el restante 16% de viviendas, con gasto máximo de 10 soles al mes, pero con un impacto ambiental que debe reducirse (comercio informal de leña del mismo distrito o vecinos).

En el caso de servicios de la vivienda, el uso más extendido es el de teléfonos celulares con un 83% de viviendas, el gasto en celulares es de 25 soles al mes, la mayor parte son prepago.

Un 33% de viviendas posee servicio de cable (normalmente es un servicio informal o de empresas legalmente no autorizadas a este servicio, muy pocas son de cable Claro Satelital), el gasto en cable llega a 41 soles al mes.

Finalmente, con internet tenemos 17% de hogares, los que normalmente tienen familias con mayores ingresos, ellos gastan unos 40 soles al mes en internet, básicamente planes de datos de algunos teléfonos o un servicio triplay de cable Claro, muy escaso en la zona.

En el caso de los jefes de hogar, 67% son conducidos por hombres y 33% por mujeres, en específico el empleo continuo en la zona es del 70% de jefes de hogar, el resto tiene empleos temporales.

En materia de la actividad económica específica, un 27% de trabajadores del AHHC son independientes, 45% son obreros, 18% son empleados y el saldo son otras actividades diversas.

El empleo es relativamente estable, puesto que los negocios registrados son 44% (33% personas jurídicas y 11% personas naturales), un 56% no tiene registro tributario. Asimismo, sólo 22% de negocios tiene operaciones registradas, lo que indica formas de gestión aún incipientes.

El ingreso también tiene cierta estabilidad, ya que 50% de empleos tienen contrato y 13% tiene acuerdos bajo la modalidad de servicios profesionales, el restante no tiene contrato. Con esos datos encontramos una media de 610 soles mensuales de ingresos en empleos fijos, siendo el máximo 1,218 soles.

Los ingresos secundarios o por actividades secundarias, fueron de 144 soles al mes en promedio, con una máxima de 272 soles. En resumen, el ingreso máximo de una familia en el AHHC es de 1,490 soles al mes con una media de 754 soles al mes.

Adicionalmente algunas viviendas cuentan con personas que reciben subsidios del estado (típicamente pensión 65 y Juntos), que llega a 250 soles al mes en promedio.

Entre los hogares que ahorran, tenemos al 27% que son los de mayores ingresos, el resto no lo hace, principalmente porque tienen bajos ingresos (64%), no tienen confianza en el sistema financiero (9%) y un 27% porque no tienen necesidad de recurrir al sistema, ello en realidad reflejado en que sus actividades son muy ligadas al autoconsumo.

Entre los hogares que ahorran, tenemos al 27% que son los de mayores ingresos, el resto no lo hace, principalmente porque tienen bajos ingresos (64%), no tienen confianza en el sistema financiero (9%) y un 27% porque no tienen necesidad de recurrir al sistema, ello en realidad reflejado en que sus actividades son muy ligadas al autoconsumo.

En materia de equipos usados actualmente en los hogares del AHHC, la tabla siguiente muestra el detalle:

Tabla 1. Equipos adicionales usados por hogar Asentamiento Humano Hijos de Colán

Equipo	% de hogares	Consumo de energía (W)
Radio	8%	80
TV color / bn	19%	120
Equipo de sonido	15%	80
DVD/carga celular	8%	30
PC	4%	300
Plancha	15%	500
Licuada	12%	300
Cocina gas/eléctrica	15%	4,500
Otros: refrigerador	4%	350
Total	100%	2.816.2

Fuente: Encuesta y Osinergmin

Un 19% de hogares tiene un solo Television en blanco y negro y algunos tienen TV a color, usan batería y son de tamaño pequeño (entre 16 a 22 pulgadas).

En el caso de la plancha, son algunos hogares que se han juntado en una manzana y tienen energía mediante un generador, algunas horas en la noche y normalmente los fines de semana.

Esta misma provisión de energía, les sirve a aquellos pocos hogares que cuentan con una PC, normalmente con modelos Pentium.

La licuadora algunos hogares son con la energía eléctrica ya descrita otras son manuales. Los demás equipos funcionan con pilas y batería, excepto la cocina, que ya hemos señalado funciona a gas.

El rubro otros, son equipos de mayor valor y que funcionan con gas y en algunos casos energía eléctrica del grupo electrógeno como un refrigerador pequeño.

Los consumos de energía son obtenidos de los reportes al usuario de Osinergmin, con ello se calcula el consumo promedio por hogar en Watts. En el caso de la cocina a gas, se ha puesto un equivalente, dado que el servicio de energía eléctrica puede cubrir ello parcialmente.

En el caso de la cocina, sólo se ha colocado 15% de hogares que según la encuesta usan cocinas a gas y eléctrica siendo así demandantes potenciales, ya que estos hogares usan alternativamente ambas fuentes al tener estos equipos.

Esto es una parte menor del 67% de hogares que usan cocina a gas, de modo que el restante 52% normalmente seguiría empleando cocinas a gas. Los hogares de menores ingresos que usan leña o carbón, podrían demandar energía eléctrica para cocinar, sin embargo, su capacidad de gasto de 20 soles máximo al mes, convierten su demanda en pequeña o marginal.

Para establecer la demanda de energía en el AHHC, se procede considerando la tabla anterior y otros detalles como se muestra a continuación:

Tabla 2.Demanda de energía por hogar AHHC

Equipo	Consumo			
	% de hogares	de energía (W)	Horas de uso día	W prom h/día
Iluminación (2 hab)	100%	22	6	132
Alumbrado público (KALP)	100%	110	5	550
Radio	8%	80	4	26
TV color/bn	19%	120	6	137
Equipo de sonido	15%	80	4	48
DVD/carga celular	8%	30	2	5
PC	4%	300	3	36
Plancha	15%	500	0.5	38
Licuadaora	12%	300	0.5	18
Cocina gas/ eléctrico	15%	4,500	3	1,688
Refrigerador	4%	350	10	140
Total	100%			2,816

Fuente: Encuesta, Osinergmin y Adinelsa (2003)

El KALP según RM N° 074-2009-MEM/DM fijó para el Sector de Distribución Típico 4 el valor KALP 7.4, esto con el objetivo de establecer el tope del monto a facturar por AP, teniéndose este factor para fines de diseño. Se utilizarán luminarias de 70 watts según la concesionaria ENOSA.

En el caso de la iluminación, se considera 2 habitaciones con uso intensivo a muy intensivo, de noche. Esto supone dos puntos de iluminación que resulta en 22 watts por hora para ambos y están encendidos 6 horas al día.

El resto son equipos del hogar, multiplicador por los hogares que usan en promedio estos equipos. Dado los ingresos promedio, consideramos que esa

estructura de consumo se mantendrá en el tiempo, creciendo a ritmo de la población, cuya tasa de crecimiento geométrico 1.22% anual promedio.

Entonces sumando todos los consumos en watts, nos resulta un total de 2,8162, lo cual está dentro del rango acorde a la carga básica de una vivienda unifamiliar, de 2,500 W para los primeros 90 m² de vivienda y 1,000 para los siguientes 90 m². (Regla 050-110 DGE), que medido en kWh resulta 2.8162. Este valor multiplicado por 365 días del año resulta 1,027.913 kWh año.

Aplicamos los siguientes factores para la demanda final de energía:

- Factor de simultaneidad por uso intensivo y muy intensivo dentro del hogar (es decir ocupantes en el hogar en las 24 hrs del día): 0.71
- Factor de simultaneidad de consumo en varios hogares (es decir todos los equipos encendidos a la vez en los diversos hogares): 0.85

La multiplicación de ambos factores nos da un valor final de simultaneidad de 0.6035, el mismo que se encuentra en el rango de viviendas agrupadas en 20 (las viviendas del AHHC se agrupan en manzanas de 20 casas), el rango de 0.5 en Perú a 0.729 en España. (según norma ITC – BT – 10 España)

Con ambos factores, la **demanda de energía resultante fue de 620.34 kWh año por vivienda**, lo que sirve para establecer la demanda de energía y los equipamientos respectivos.

El monto estimado está de acuerdo a los rangos que establece Osinerg-gart para los sistemas de distribución de energía eléctrica de baja densidad típico rural, que va de 0.632 MWh / cliente año a 0.799, esto también se denomina índice de consumo (Ic) (Robles, 2007).

Esta demanda llegará en 10 años, usando el crecimiento poblacional ya establecido en 1.22%, aun total de 191 hogares con una demanda total de consumo para hogar de 118,459 Kwh.

A la anterior demanda, se le considera los hogares que además tienen actividades de negocios, que son 19% del total y se adicional un 5% por demanda de energía para alumbrado público de 171,025 Kwh.

La tabla siguiente muestra el resumen de la demanda anual de energía eléctrica en la zona, medida en kWh:

Tabla 3.Demanda de energía anual para el AHHC

AÑO	Población Total	Porcentaje de población dispuesta a utilizar energía eólica	Población demandante	Hogares con demanda actual	Demanda de kWh A. H. H.C.	Demanda de kWh comercial	Demanda de kWh alumbrado público	Total Demanda de kWh año
2016	11000	6%	660	165	102357	38384	7037	147778
2017	11135	6%	668	167	103611	38854	7123	149588
2018	11271	6%	676	169	104880	39330	7211	151421
2019	11409	6%	685	171	106165	39812	7299	153275
2020	11549	6%	693	173	107465	40299	7388	155153
2021	11691	6%	701	175	108782	40793	7479	157053
2022	11834	6%	710	178	110114	41293	7570	158977
2023	11979	6%	719	180	111463	41799	7663	160925
2024	12125	6%	728	182	112828	42311	7757	162896
2025	12274	6%	736	184	114210	42829	7852	164891
2026	12424	6%	745	186	115609	43353	7948	166911
2027	12576	6%	755	189	117025	43885	8046	168956
2028	12731	6%	764	191	118459	44422	8144	171025

Fuente: Elaboración Propia

4.2. ASPECTOS OPERATIVOS ORGANIZACIONALES

Como ya se ha señalado el proyecto se ubica en el Asentamiento Humano Hijos de Colán (AHHC), ubicado en Paita, el AHHC se encuentra a las faldas del denominado Cerro Chocán, en cuya explanada se identifican vientos potenciales para generación de energía eléctrica.

Para justificar el diseño operativo en cerro Chocán, revisamos el plan de inversiones de ElectroNoroeste (2017), en este documento se evalúo incrementar la

capacidad de provisión de energía eléctrica a la provincia de Paita bajo dos posibilidades:

- Una subestación en el Valle del Río Chira, que vaya por el distrito de La Huaca, tomando la línea de 220kV de Piura Tumbes, conectando con una línea Sullana la Huaca de 60 kV, eso en la parte norte del distrito. Esta subestación alimentará a Paita junto a una instalación de compensación de 60 kV en los espacios físicos de la empresa ElectroNoroeste en dicha ciudad.

- Unir Paita y Piura con una línea de 60 kV que siga la ruta de la carretera, dicha línea parte de la Subestación Piura Oeste, considerando la misma instalación de compensación en Paita. Esta segunda alternativa pasa por el AHHC, ubicándose en la parte sur del distrito La Huaca.

La evaluación económica realizada por la empresa, determinó que la alternativa de ir con una subestación por el valle del Chira cuesta 24.6 millones de dólares, mientras que la línea de 60 kV por la vía Piura Paita, tiene un costo de 25.6 millones de dólares, las mayores pérdidas de energía en la segunda alternativa han sido determinantes (además hay menos densidad urbana que permita demandar energía en la parte sur del distrito), de modo que el AHHC no tendría una línea de energía eléctrica cercana para su provisión. Esto última justifica el diseño a partir de las potenciales de viento en la zona colindante al AHHC.

Los estudios de potencial de viento en Cerro Chocán, han sido abordados por Dioses (2013) el mismo que mide el potencial eólico de Cerro Chocán, a partir de las mediciones desarrolladas en dos puntos de medición: una torre de telefonía (a 233 mts de altura) y una torre NGR financiada por la Universidad de Piura (UDEP) con 65 mts de altura.



Figura 4. Ubicación del proyecto de energía Asentamiento Humano Hijos de Colán

Fuente: Google Maps.

Otro estudio ha sido el realizado por Céspedes (2009) evaluando diversas opciones de inversión para el aprovechamiento eólico de diversas alternativas, eligiendo Cerro Chocán, como el de mayor potencial eólico. Asimismo, a partir del diseño de aerogeneradores en la fecha de estudio, se definió las mejores opciones económicas para obtener energía.

Para establecer el potencial eólico se debe determinar la velocidad del viento con tomas continuas de datos, así Aliaga *et al* (2015) a partir de las torres señaladas en Cerro Chocán, indican que la velocidad del viento es de 8.7 m/s, considerando que los meses de mayor velocidad fueron Agosto con 10 m/s y diciembre con 9m/s.

En la madrugada la velocidad se mantiene por 8.7 m/s durante 7 horas, en el día es menor, llegando a 4.8 m/s al mediodía, ellos recomiendan aerogeneradores con menos de 100m de diámetro. Asimismo, para emplazar los aerogeneradores sugieren la zona sur del cerro Chocán, con 55% de probabilidades de dirección del viento, eso se denomina rosa de los vientos. Igualmente recomiendan aerogeneradores con alabes (palas o aletas) mirando al norte.

En trabajos previos Dioses (2013) encuentra una probabilidad de 53.7% en el mismo sector, de probabilidad de dirección del viento, confirmado luego por Aliaga *et al* (2015), el estudio de Dioses (2013) encuentra una velocidad promedio de 8.36 m/s. En el sector 6 llega a 8.46 m/s y el sector 7 (siempre al sur de la torre) llega 9.5 m/s, sin embargo, en este último sector la probabilidad de dirección del viento es de 29.4%, en todo caso ambos sectores son ideales para el emplazamiento.

Paredes (2017) establece ocho sectores para sus mediciones de velocidad de viento en Cerro Chocán, la confiabilidad de datos llega a 99% entre los años 2011 a 2016 y de 98% entre el año 2009 a 2010.

De acuerdo a sus estimados, la velocidad del viento al año 2016, tuvo una media de 8.66 m/s, una moda de 7.5 m/s y una mediana de 8.5 m/s, con una dirección predominante hacia el sur. La tasa de desviación del viento promedio ha sido de 2.46 m/s, toda la muestra tuvo un coeficiente de variación de 34.68%. Lo que indica vientos máximos de 19.6 m/s, bastante bueno para potencial de energía eólica.

Para Paredes (2017) la dirección de los vientos se sigue concentrando en las zonas sureste y sur, en conjunto ambas mediciones han pasado de 86.66% en el año 2008 hasta llegar a 91.25% en el año 2016, validando los estudios previos.

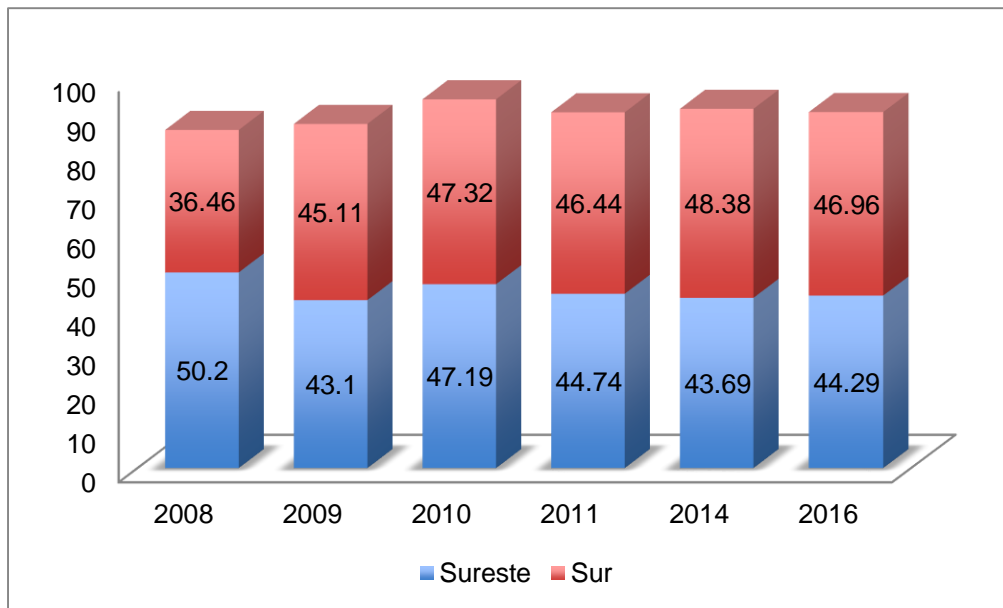


Figura 5. Porcentaje (%) de frecuencia de dirección del viento sobre el total de mediciones.

Fuente: Paredes (2017)

Paredes (2017) encuentra una potencia de energía en la zona sur y sureste, que va de 304 a 862 MWh, situando los aerogeneradores en esta parte y acorde con Aliaga *et al* (2015), mirando las palas al norte.

La cantidad de aerogeneradores depende de la demanda de energía a cubrir y de las potencias de cada uno, asimismo de su adaptación a las condiciones de viento ya estudiadas. En el mercado se venden diversas marcas, en este caso se analizan tres tipos: Vestas, Windspot y Enair.



Figura 6. Ubicación de los aerogeneradores en Cerro Chocán.

Fuente: El autor, Dioses (2013) y Paredes (2017)

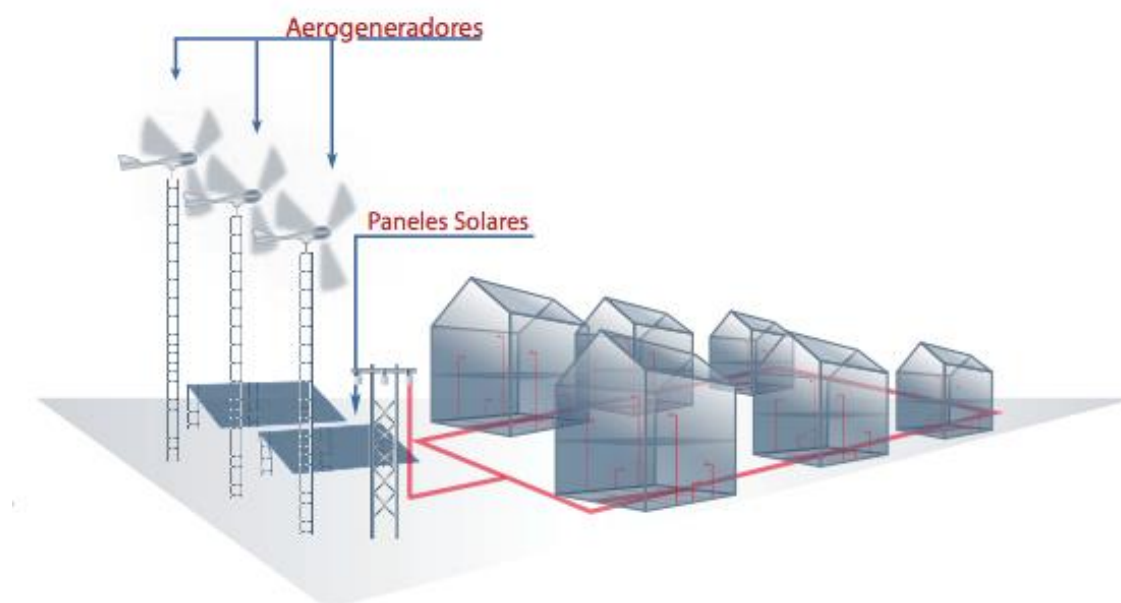
Se evaluaron los tres aerogeneradores, el resultado fue que el modelo ENAIR 70 es el mejor, considerando que 5 de estos pueden cubrir las necesidades del AHHC hasta en 10 años. El aerogenerador Windspot es muy pequeño para las necesidades requeridas y el Vestas v27 es demasiado grande, de modo que se eligió el ENAIR 70.

Tabla 4. Características de aerogeneradores para el AHHC

Características técnicas	Enair	Windspot	Vestas
Modelo	70	3.5	v27
Potencia	5,500 W	3,500 W	50,000 W
Curva de potencia			
a 7 m/s	1,400 W	1,000 W	7,500 W
a 9 m/s	2,800 W	2,000 W	12,500 W
Producción de energía anual			
a 7 m/s	14,400 kWh	10,000 kWh	125,000 kWh
a 9 m/s	20,400 kWh	16,000 kWh	175,000 kWh
Diámetro	4.3 m	4.05	27
Demanda AHHC máxima (kWh)	663.28	663.28	663.28
Hogares cubiertos a 7 m/s	22	15	188
Número de aerogeneradores	5	7	0.5

Fuente: El autor y fichas técnicas del fabricante

El diseño del proceso de generación de energía es como sigue:

**Figura 7. Diseño del proceso de generación y distribución de energía**

Fuente: ENAIR España

Como puede verse el sistema de aerogeneradores para provisión de pequeños poblados, usa un sistema de respaldo de generación eléctrica por energía solar (ambos sistemas se complementan), los paneles solares son fotovoltaicos y se requieren un mínimo de 5 (considerando el consumo del sistema SMA es de 60 watts lo de un panel estándar).

Los aerogeneradores tienen un regulador que permite desconectar la turbina a altos niveles de viento, con lo cual se evita las sobrecargas de energía, asimismo el sistema incluye un expulsor de calor generado en la rotación de las hélices.

Las torres del aerogenerador son en este caso metálicas de acero galvanizado en caliente, las figuras siguientes muestran la instalación básica a seguir para el AHHC, está la torre al costado la caseta donde se coloca el inversor, luego tenemos una caseta de control general donde se instalara la celda de transformación con un transformador elevador de 220 voltios a 13,200 voltios, celda de llegada en baja tensión y salida a media tensión, la misma que es la de mayor tamaño, esta también contiene los acumuladores que vienen con el sistema de paneles solares que alimentan el sistema de los aerogeneradores SMA (sistema de control continuo y automatizado).

En medio de las torres están los paneles solares, en este caso el diseño será para 5 paneles (uno por cada torre de aerogenerador).

La distribución de energía se realiza por medio subterráneo, dado que sólo un 7% de hogares podría usar más equipos y tener más consumo, se incluirá medidores de consumo por hogar, sin embargo, la media de consumo se mantendría ante una mayoría de hogares cuyos equipos son básicos.

La energía eléctrica también servirá para tener puntos de iluminación pública, de acuerdo a lo establecido en la Norma el consumo mensual mínimo del sistema de alumbrado, CMAP, debe ser igual a:

$$\text{CMAP [kWh/mes]} = \text{KALP} \times \text{UN}$$

Donde KALP es el factor de consumo y NU es el número de usuarios.

El AHHC está en el sector urbano rural, sector típico 4 según la R.M.015-2004-EM/DGE.

El KALP según RM N° 074-2009-MEM/DM fijó para el Sector de Distribución Típico 4 el valor KALP 7.4, esto con el objetivo de establecer el tope del monto a facturar por AP, manteniéndose este factor para fines de diseño.

La cantidad de puntos de iluminación PI necesarios es:

$$\text{PI} = (\text{CMAP} * 1000) / (\text{NHMAP} * \text{PPL})$$

Donde:

PI: Puntos de iluminación

CMAP: Consumo mensual de alumbrado público en kWh

NHMAP: Número de horas mensuales de alumbrado público (horas/mes)

PPL: Potencia nominal de la lámpara en watts.



Figura 8. Instalación de los aerogeneradores

Fuente: Sistemas Energéticos SA



Figura 9. Interior de caseta principal división acumuladores e interior de caseta de cada aerogenerador

Fuente: Sistemas Energéticos SA

Potencia de lámpara: 70 k.W, Potencia de los accesorios de encendido:
11 kW.

El número de horas mensuales del servicio de alumbrado público (NHMAP) será de 360 horas.

Con la fórmula anterior y en base a la tabla de consumo de energía promedio, tenemos:

$$PI = ((7,4 \times 100) \times 1000) / (360 \times 81)$$

$$PI = 25$$

Se tendrían 25 puntos de iluminación, que incluye luminarias que consuman cada una 70w, se utilizaran luminarias de tecnología LED, según lo que estipula el DS N° 004-2016-EM, de 50.000 Horas de vida útil y alta luminosidad.

Considerando la normativa regulatoria vigente el número de PI se debe de definir de manera que el consumo se mantenga constante CMAP (dado por el factor KALP y el número de usuarios) y no los niveles de luminosidad de las luminarias que variaría el número de luminarias y no en ahorro de energía.

Estos 25 puntos de iluminación, requieren postes de altura, según el estándar mínimo 8 mts. ubicados a criterio del especialista.

De acuerdo a los lineamientos técnicos, la distribución de energía requiere de una línea de distribución en baja tensión subterránea, utilizando cables de cobre suave N2XOH, libre de halógenos, enterrados directamente a 60 cm de la superficie, de Tensión nominal de servicio Uo/U. 0.6/1 kV.

El diseño final del cableado de distribución se puede ver a continuación:

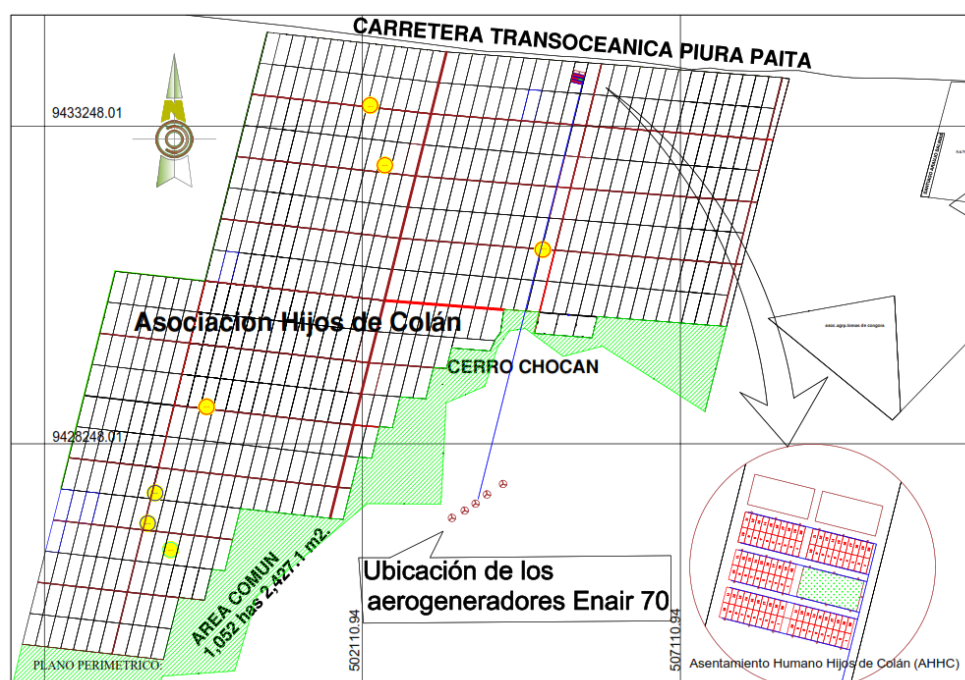


Figura 10. Cableado de media y baja tensión para distribución al AHHC
Fuente: Autor

De acuerdo a las cuadrículas del plano, la figura anterior muestra la ubicación de los terrenos de la Asociación Agropecuaria, Productiva, Comunal y Cultural Hijos del Distrito de Colán residentes en Piura y la ubicación del Asentamiento Humano Hijos de Colán (AHHC), la distancia entre la caseta de control general al AHHC está a una distancia de 7,600 mts, lo que indica la cantidad de cableado de alimentación en media tensión al AHHC.

En la zona del AHHC hay cinco manzanas de 20 lotes, el AHHC tiene una distribución de sus calles y casas respetando las normas de urbanismo.

Por lo lejano de líneas en media tensión, cualquier proyecto de electrificación en baja tensión se considera inviable por lo que se tuvo la siguiente estrategia: generar una fuente de energía en este caso en generación eólica por las condiciones de la zona y la no contaminación del medio ambiente.

Se considerará hasta la salida en barra en media tensión de la caseta de control general al transformador del AHHC, el cableado en baja y acometidas de las viviendas, la Asociación Agropecuaria, Productiva, Comunal y Cultural Hijos del Distrito de Colán residentes en Piura, solicitó el apoyo de fondos externos ajenos al proyecto, recurriendo al Gobierno Regional, Municipalidad, Foncodes etc.

Con base a los detalles anteriores, el personal requerido para esta operación es el siguiente:

- Un técnico electricista para dirigir todo el proceso de modo continuo
- Un técnico electricista para mantenimiento y control
- Un Asistente administrativo para el control documentario administrativo y financiero a medio tiempo, como prácticas no remuneradas o apoyo de un poblador.

Debido a esta estructura simple de personal, el diseño organizacional es el siguiente:

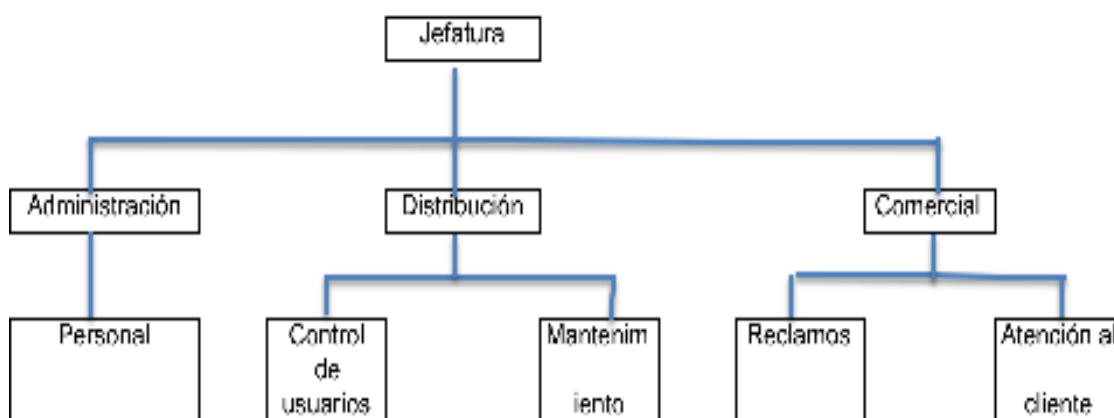


Figura 11. Diseño organizacional para la provisión de energía en el AHHC

Fuente: Elaboración Propia

Respecto de las funciones de cada parte del organigrama, se cuenta con la siguiente propuesta:

Jefatura: A cargo de un técnico electricista con dos años de experiencia en sistemas de distribución eléctrica en media tensión y baja tensión. Su labor es dirigir el equipo de personal administrativo y técnico para asegurar los objetivos anuales de la empresa u organización. Estos objetivos son colocados en conjunto con los propietarios de la empresa de provisión, que vendrían a ser los mismos pobladores organizados.

Administración: A cargo de un asistente administrativo, el mismo que tendrá como responsabilidad todo el acervo documentario de la empresa, de los documentos de seguimiento legal, de los permisos respectivos y de cualquier operación con proveedores que hubieren. Bajo este puesto se cuenta también con una función supervisión de Personal, que implica el manejo del archivo de los trabajadores, sus respectivos permisos laborales u otros necesarios para su desempeño.

Distribución: A cargo de un técnico electricista con dos años de experiencia en sistemas de distribución eléctrica en media tensión y baja tensión. Su labor es asegurar el correcto flujo de energía eléctrica a los hogares usuarios, para ello cuenta con una función de control de usuarios, que implica: atender los nuevos usuarios, dar de baja las instalaciones si uso, sin demanda o defectuosas.

Su otra función asignada es el correcto mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones de generación y distribución.

Responsable comercial: Encargado de dos funciones, primero la atención a clientes, esto es altas de clientes, bajas de clientes y cobranzas. La otra función es el reclamo de los clientes, es su función coordinar altas, bajas y reclamos con la unidad de distribución y con el acervo documentario.

Como ya se indicó antes, dada la envergadura pequeña de la operación, se tendrá un técnico en mantenimiento, otro en control de usuarios, a la vez uno de ellos es el responsable de la Jefatura de toda la empresa u organización. Asimismo, se tendrá un asistente administrativo a cargo de la Administración y la parte comercial.

Dado que es un sistema de generación libre, los permisos respectivos los otorga la Dirección Regional de Energía y Minas. Los aerogeneradores se ubican en zona eriaza y requieren un permiso del Ministerio de Agricultura. No tienen impacto ambiental.

Asociación Agropecuaria, Productiva, Comunal y Cultural Hijos del Distrito de Colán residentes en Piura, tomará la titularidad del proyecto, de modo que no tendría cargos tributarios, en la medida que el proyecto sirve para mejora la calidad de vida de sus asociados.

4.3. ESTUDIO ECONÓMICO

Para establecer los resultados financieros, se definen dos flujos. Primero el flujo de inversiones y luego el flujo de operaciones.

Inversión

Para esta sección se establecen los requerimientos de la inversión en función a los detalles técnicos ya revisados.

La inversión total asciende a S/. 252,775 soles, de los cuales el activo tangible asciende a S/. 247,154 soles y el activo intangible a S/.3500 soles.

Primero tenemos los aerogeneradores cada uno tiene un costo de 34,387 soles, se importan desde ENAIR España, no tienen arancel ni IGV (dado que el importador es Asociación Agropecuaria, Productiva, Comunal y Cultural Hijos del Distrito de Colán residentes en Piura), el precio es puesto en puerto (CIF).

Con ello se importa un kit de aerogenerador, que incluya el traslado e instalación en el punto, esto es en Piura. El kit incluye el regulador de carga (para evitar sobrecargas), un acumulador o batería y un inversor (cada kit y la instalación del aerogenerador resulta en 570 soles). Todo esto va –excepto el acumulador- dentro de una caseta de cada aerogenerador (cada caseta mide 4 m² y 2.4 mts de altura, el costo por m² es de 405 soles).

Existe una caseta general que contiene todos los acumuladores, además del punto de monitoreo SMA, celda del transformador elevador de tensión, celda de llegada, celda de salida (la caseta general mide 20 m² y 3 mts de altura, el costo por m² es de 473 soles).

Al costado de las casetas de los aerogeneradores se coloca un panel solar que genera energía para complementar la carga del SMA de los aerogeneradores (caídas de viento). Cada panel solar tiene un costo instalado de 184 soles, son paneles de diámetro estándar (1.5m alto x 1.04m de ancho con 96 células y carga de 211 V).

Los aerogeneradores van sobre torres de estructura de acero galvanizado en caliente, cada torre tiene un costo ya instalada, de 2,769 soles. Una vez generada la energía se transmite por cableado de la red de cada caseta de los generadores en forma subterránea a la celda de llegada de la caseta general, el cable tiene características exclusivas de para estos sistemas y viene incluido con la compra de las celdas compactas.

Los hogares se les instalara un medidor de consumo, esto con fines de optimizar la gestión (aun cuando los flujos de caja se estiman sobre el promedio de consumo kWh año), cada medidor tiene un costo de 34 soles. Los medidores se van agregando año a año, conforme crece la cantidad de hogares.

Otros criterios tomados en cuenta en las inversiones, es un capital de trabajo mínimo: equivale al sueldo de los técnicos del primer mes (dado que la cobranza es en ciclos cada 25 días, pero el inicio no cubre el mes). Este capital de trabajo se recupera al final del flujo de inversiones.

Otro componente son los intangibles, principalmente los gastos para el permiso de zonas eriazas (instalar las casetas en Cerro Chocán) y los permisos en el Gobierno regional, para operar la generación de energía eléctrica eólica como proveedor de clientes libres y además una entidad sin fines de lucro.

Los equipos se deprecian completamente al 5 año, Pero los otros bienes de activo se deprecian en promedio 10 años. El valor residual es la diferencia de la inversión menos la sumatoria de la depreciación en los 5 años.

Un tema importante es el financiamiento de la inversión, al respecto mediante entrevistas con los directivos de la Asociación Agropecuaria, Productiva, Comunal y Cultural Hijos del Distrito de Colán residentes en Piura, se estableció dos modalidades de financiamiento: primero, la Asociación dispone de 250,000 soles producto de saldos de los aportes de los asociados por tener el derecho a usar el total de 10 hectáreas agrícolas (cada lote agrícola se vendió en 20,000 soles) para la formación del AHHC. Este proceso de venta aún sigue, cada poblador ha pagado este monto desde mucho antes de instalarse en la zona. Según las entrevistas, el proceso de venta y habilitación del lugar, ha tomado alrededor de 15 años.

El saldo por invertir será cargado a cada socio en el primer año de funcionamiento, contra el ahorro que obtendrían por el uso de la energía, el saldo equivale a 16.2 soles por la proyección al 2019 equivalente a 171 hogares.

Con ambos rubros se financia toda la inversión. De modo que los ejecutores de la inversión son la Asociación Agropecuaria, Productiva, Comunal y Cultural Hijos del

Distrito de Colán residentes en Piura, cuyo estatuto indica que tienen actividades no lucrativas, lo cual es la base para igualmente no tener otros impuestos por la instalación de una planta proveedora de energía eólica.

Tabla 5. Flujo de Inversiones en soles

INVERSION TOTAL	VALOR S/.
ACTIVO TANGIBLE	247154
Aerogeneradores	171935
Panel solar	920
Kit por aerogenerador	2850
Celda Compacta de Transformación 0,22/13,2KV + celda de llegada y de salida	33898
Cableado (metros)	2740
1 Caseta General(m2)	9460
5 Casetas (m2)	8106
Torres de aerogenerador	13845
Medidores	3400
ACTIVO INTANGIBLE (Permisos)	3500
CAPITAL DE TRABAJO	2150
TOTAL	252804

Fuente: Elaboración Propia

Flujo de operaciones

El flujo de operaciones comprende los ingresos y egresos del proyecto, en primer lugar, los ingresos son los siguientes:

Venta de energía residencial: comprende el consumo de kWh año por la tarifa respectiva por el total de familias que demandan el servicio. Para la tarifa empleada se tomó la tarifa máxima establecida por Osinergmin en el año 2016. Esta fue de 0.144 dólares por kWh (en soles 0.4752). A ello se le añade un 5% por cargo máximo de alumbrado público, el mismo que se establece en el art.184 del Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas.

La venta de energía a negocios es el cargo adicional por el consumo, se considera que el negocio paga el equivalente a S/.0.67 soles, considerando el 19% de hogares de acuerdo a la encuesta realizada.

Hay que notar que los pobladores no pagan renta básica ni cargos por mantenimiento, lo que implica una tarifa ventajosa. En base a los cargos ya descritos antes, la tarifa pagada por el usuario es de 0.4752 soles por kWh, este monto es menor a la propuesta de tarifa máxima única aprobada por el Congreso de la República del Perú, de 0.55 soles por kWh.

La tabla siguiente muestra los ingresos anuales por venta de energía, para ello se usa la tabla 3 de demanda anual de energía por el precio de la misma o tarifa ya indicada antes:

Tabla 6. Ingresos por venta de energía anual en soles.

Ventas	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Venta de energía residencial	50450	51067	51693	52326	52967
Venta de energía negocios	26674	27001	27331	27666	28005
Venta de energía para alumbrado público	3468	3511	3554	3597	3641
TOTAL	80.591.83	81.579.02	82.578.31	83.589.83	84.613.74

Fuente: Elaboración Propia

Los costos son principalmente por aspectos laborales, se cuenta con un técnico responsable de la red que gana 1,200 soles por mes y un técnico de mantenimiento que gana 900 soles al mes. Los costos laborales se consideran por renta de cuarta categoría, es decir el técnico y el responsable, fijan su propio horario de trabajo para atender las averías o ajustes de mantenimiento, con ello se evita elevar el costo en 34% adicionales por beneficios sociales.

El gasto administrativo se consideró como 2% de los ingresos residenciales, con fines de reparaciones menores.

La tabla siguiente resume los costos anuales, según los detalles analizados previamente:

Tabla 7. Costos de mantenimiento en el AHHC en Soles.

Nº	Personal	Nº Trabajadores	Sueldo Mensual	Sueldo anual
1	Técnico responsable	1	1.200.00	14.400.00
2	Técnico	1	950.00	11.400.00
TOTAL				25.800.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8. Cálculo de Depreciación

Depreciación	Cantidad	Valor unitario(S/.)	Valor Total (S/.)	Anual
Aerogeneradores	5	34387	171935	6877
Panel solar	5	184	920	92
Kit por aerogenerador	5	570	2850	285
Celda Compacta de Transformación 0,22/13,2KV + celda de llegada y de salida	1	33898	33898	1695
Cableado (metros)	20	137	2740	274
1 Caseta General(m2)	20	473	9460	946
5 Casetas (m2)	20	405	8106	811
Torres de aerogenerador	5	2769	13845	1385
Medidores	100	34	3400	340
TOTAL			247154	12704

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. Gasto Administrativo

Personal	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Gasto Administrativo	1.611,84	1.631,58	1.651,57	1.671,80	1.692,27

Fuente: Elaboración Propia

El proyecto no paga impuesto a la renta, debido a que no se ha establecido en la normatividad vigente para este tipo de servicio propuesto.

Adicional al análisis previo, el operador del proyecto es una Asociación Civil como entidad sin fines de lucro (art. 80 del Código Civil), por tanto, no está sujeta al impuesto a la renta por los fines no lucrativos de la Asociación, el art 19 de la Ley de

Impuesto a la renta exonera a estas organizaciones de dicho pago. Igualmente, los flujos se encuentran sin IGV, debido a la misma causal, bajo el art. 2 de la Ley de Impuesto General a las Ventas. Aun si se aplicara el IGV esto, no se considera en los flujos al ser una cuenta de terceros (el estado), así que no se altera la estimación aquí realizada.

Hay que señalar que proveer de energía a sus afiliados se encuentra dentro de los fines estatutarios, que indican mejorar las calidades de vida de los socios, mediante apoyos en actividades de mejora de sus trabajos agropecuarias, comerciales y otros, que colaboren con mejorar sus técnicas o habilidades.

A continuación, en el estado de resultados se observa la generación de utilidad neta.

Tabla 10. Estado de Resultados en Soles

Rubros	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	80.591,83	81.579,02	82.578,31	83.589,83	84.613,74
Ingreso por venta de energía	77.123,43	78.068,13	79.024,41	79.992,40	80.972,25
Otros ingresos	3468,404	3510,890	3553,896	3597,428	3641,494
Costos de mantenimiento	25.800,00	25.800,00	25.800,00	25.800,00	25.800,00
Utilidad bruta	54.791,83	55.779,02	56.778,31	57.789,83	58.813,74
Gastos administrativos	1612	1632	1652	1672	1692
Depreciación	12.704,42	12.704,42	12.704,42	12.704,42	12.704,42
Utilidad operativa	40.475,58	41.443,03	42.422,32	43.413,62	44.417,05
Gastos Financieros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Utilidad antes de impuestos	40.475,58	41.443,03	42.422,32	43.413,62	44.417,05
Impuestos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Utilidad Neta	40.475,58	41.443,03	42.422,32	43.413,62	44.417,05

Fuente: Elaboración Propia

En lo que corresponde al flujo de caja económico que a continuación se muestra, se observan indicadores de rentabilidad positivo, con un VAN de 88,003.20 soles y una TIR de 18.18%

Tabla 11. Flujo de Caja en Soles.

RUBROS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(I) INGRESOS		80.591,83	81.579,02	82.578,31	83.589,83	273.895,97
Ingreso por ventas		80.591,83	81.579,02	82.578,31	83.589,83	84.613,74
Valor residual						189282
(II) EGRESOS	252.804,30	27.411,84	27.431,58	27.451,57	27.471,80	27.492,27
Costos de mantenimiento		25.800,00	25.800,00	25.800,00	25.800,00	25.800,00
Gastos administrativos		1.611,84	1.631,58	1.651,57	1.671,80	1.692,27
Impuestos		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inversión	252.804,30					
(I-II) FLUJO DE CAJA ECONOMICO	-252.804,30	53.180,00	54.147,44	55.126,74	56.118,03	246.403,69

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo del balance general se obtienen ciertos indicadores financieros y económicos

Tabla 12. Balance General en Soles.

ACTIVO		PASIVO Y PATRIMONIO	
ACTIVO CORRIENTE		PASIVO CORRIENTE	
CAPITAL DE TRABAJO	2.150,00	CUENTAS POR PAGAR	
inventarios		COMERCIALES	0
Caja		TOTAL PASIVO CORRIENTE	0
Cuentas por cobrar		PASIVO NO CORRIENTE	
TOTAL ACTIVO CORRIENTE	2.150,00	TOTAL PASIVO NO CORRIENTE	S/.0
ACTIVO NO CORRIENTE		TOTAL PASIVO	0
ACTIVO FIJO TANGIBLE	247.154,30	PATRIMONIO	
ACTIVO FIJO INTANGIBLE	3.500,00	APORTACIÓN	252.804,30
TOTAL ACTIVO NO CORRIENTE	250.654,30		
TOTAL	252.804,30	TOTAL	252.804,30

Fuente: Elaboración Propia

En lo que respecta a los indicadores de liquidez, observamos que la empresa no tiene deudas a corto plazo y que el activo corriente es ligeramente superior al pasivo corriente, por lo que puede cumplir con sus obligaciones a corto plazo.

$$\text{Capital de Trabajo} = \text{Activo Corriente} - \text{Pasivo Corriente} = 2150.00$$

Con respecto a los indicadores de rentabilidad, el proyecto tendría una rentabilidad económica del 16.01% por cada unidad monetaria invertida en sus activos. Mientras que en lo que respecta a la rentabilidad financiera el proyecto tiene el 16.01% por cada unidad monetaria invertida en sus activos.

$$\text{Rentabilidad} = \text{Utilidad Neta} / \text{Activo Total} = 16.01\%$$

$$\text{Criterio del Inversionista} = \text{Utilidad Neta} / \text{Patrimonio} = 16.01\%$$

4.4. VIABILIDAD ECONÓMICA

Con el diseño operativo, el estudio de mercado realizado anteriormente y la parte económica, ahora consideramos la viabilidad del proyecto.

Para ello se tiene algunas consideraciones previas, como el costo de capital que fue estimado en 8.25% que corresponde al promedio de los estudios revisados en los antecedentes, donde las tasas de retorno sin mercados de bonos de carbono, oscilaron entre 3.5% a 9.5%, en ese rango la media fue el valor tomado como tasa de descuento o costo de capital.

Una comparación con tasas de costo de capital estándar internacional, podemos tomarla del modelo CAPM para sectores regulados o de provisión de energía, así Pérez-Reyes y García (2005) consideran que este puede estimarse como:

$$\text{Costo de capital} = (1 - t) * (r_f + r_p) + (B * \text{premium})$$

Donde:

t: tasa de impuesto a la renta en Perú 29.5%

r_f: tasa libre de riesgo, usando la tasa promedio de los últimos años de los bonos del tesoro norteamericano a 30 años, resultante en 2.75% (fuente: BCRP).

B: es el beta no apalancado (sin deudas) de las empresas que proveen energías limpias o renovables en el mercado internacional, estimado en 0.43 por Damodaran (2018)

r_p: riesgo país, usando el promedio anual del spread de bonos soberanos peruanos versus los de Estados Unidos, estimado en 1.45% (fuente: BCRP).

premium: equivale al rendimiento del mercado menos la tasa libre de riesgo. El rendimiento del mercado es el promedio de rendimiento anual del Standard and Poors 500, índice que refleja el mercado financiero más grande del mundo,

esto es en la Bolsa de Nueva York. Este índice fue estimado en 13.27% para los últimos dos años. (Fuente: Investing)

Finalmente, con los datos indicados, se tuvo dos cálculos:

Costo de capital sin riesgo país: 8.65%

Lo que se valida al estar dentro del rango del promedio y es el usaremos en este proyecto.

Usando el flujo de caja de la estimación anterior se obtuvo los siguientes indicadores para determinar la viabilidad de la generación de energía eléctrica por fuente eólica:

Tabla 13. Indicadores de rentabilidad económica

INVERSIÓN	S/.252.804.30
TD	8.65%
VAN	S/.88.003.20
TIR	18.18%

En base a estos resultados, se indica que el valor actual neto (VAN) es mayor a cero siendo 88,003.20 soles, la tasa interna de retorno (TIR) es mayor al costo de capital pues es 18.18% y el ratio beneficio costo (B/C) es de 1.35 indicando que los flujos netos superan los egresos.

Para la estimación del punto de equilibrio, se ha considerado la siguiente fórmula:

$$Pe = \frac{CF}{P_v - CVM_e}$$

El punto de equilibrio se obtiene con una cantidad de 44,217 Kwh que son un consumo por hogar de 620.34 Kwh se traduciría en 71 hogares el punto de equilibrio.

Tabla 14. Punto de Equilibrio.

Precio de venta	Cantidad	Ingreso	Costo Fijo	Costo Variable Unitario	Costo variable Total	Costo Total
0,48	0	0,00	14.316,25	0,15	0	14.316,25
0,48	10000	4752,00	14.316,25	0,15	1496,382	15.812,63
0,48	15000	7128,00	14.316,25	0,15	2244,573	16.560,82
0,48	20000	9504,00	14.316,25	0,15	2992,7641	17.309,02
0,48	25000	11880,00	14.316,25	0,15	3740,9551	18.057,21
0,48	44217	21012,08	14.316,25	0,15	6616,6043	20.932,86
0,48	40.000,00	19008,00	14.316,25	0,15	5985,5281	20.301,78
0,48	45.000,00	21384,00	14.316,25	0,15	6733,7191	21.049,97
0,48	50.000,00	23760,00	14.316,25	0,15	7481,9101	21.798,16
0,48	60.000,00	28512,00	14.316,25	0,15	8978,2922	23.294,54
0,48	70.000,00	33264,00	14.316,25	0,15	10474,674	24.790,93

Fuente: Elaboración Propia

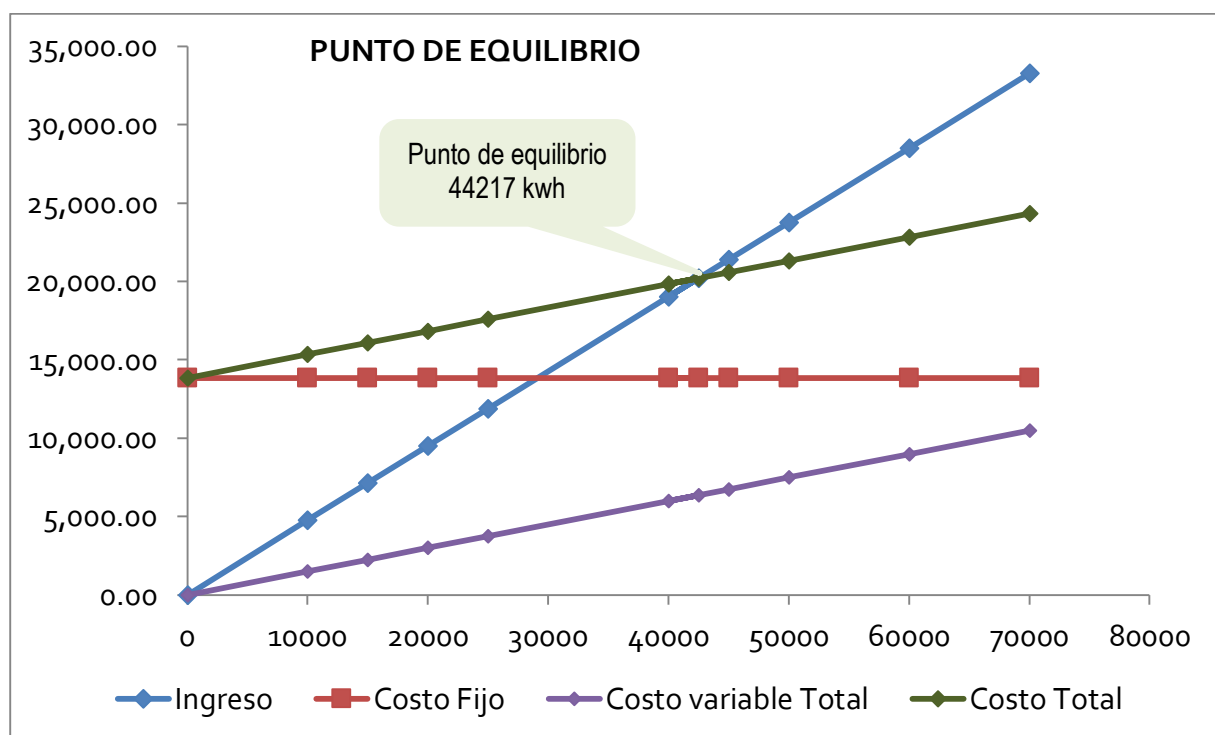


Figura 12. Punto de Equilibrio en Kwh

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

- La estimación de la demanda de energía muestra una tendencia creciente en el periodo analizado, dado el crecimiento de la población del Asentamiento Humano “Hijos de Colán” - Paita – Perú a una tasa de 1.22%; estimándose al año 2028 una demanda total de energía ascendiente a 171,025 Kwh.
- La inversión total requerida para el presente proyecto asciende a S/. 252,804 soles, de los cuales la inversión en activo tangible (equipos, herramientas, construcción, entre otros) asciende a S/. 247,154 soles, el activo intangible asciende (licencias, capacitación, otros) a S/. 3,500 soles y el capital de trabajo requerido ascienden a S/. 2,150 soles.
- La estructura organizacional para la provisión de energía se encuentra conformado por un técnico electricista responsable del proceso, un técnico para mantenimiento y un personal para temas administrativos. Esta estructura funciona con costos laborales bajo el esquema de rentas de cuarta categoría.
- El análisis de los estados financieros como el estado de resultados muestra la generación de utilidad neta en el periodo de operación del proyecto, con un indicador de rentabilidad económica del 16.01% por cada unidad monetaria invertida en sus activos. Así mismo el flujo de caja económico muestra que los flujos de ingresos superan los egresos o salidas de dinero, teniendo un saldo o flujo neto positivo, mostrando de esta forma la liquidez del proyecto.
- La provisión de energía eléctrica por generación eólica en el Asentamiento Humano “Hijos de Colán” - Paita – Perú; es viable económicamente como lo muestra los indicadores del VAN que asciende a S/.88.003.20 soles (mayor a cero) y su TIR de 18.18%, que supera al costo de capital.

RECOMENDACIONES

- Implementar la ejecución del presente proyecto con los criterios técnicos establecidos, permitiendo aprovechar el potencial de viento de Cerro Chocán, considerada energía renovable y limpia, contribuyendo de esta forma a mejorar la calidad de vida de los pobladores del Asentamiento Humano “Hijos de Colán” - Paita – Perú.
- Realizar las coordinaciones con los actores involucrados tanto instituciones públicas y privadas, así como la población beneficiaria para el funcionamiento, operación y mantenimiento del presente proyecto.
- El fortalecimiento socio institucional del Asentamiento Humano “Hijos de Colán” - Paita – Perú, deben ser considerado como un proceso constante que permita la acumulación de capital social e institucional, fundamentales para el funcionamiento del presente proyectos y futuras iniciativas.

BIBLIOGRAFÍA

- AAEE (2016) Generación eoloeleétrica de baja potencia. Asociación Argentina de Energía Eólica. Argentina.
- AIE (2016) Energía renovable en América Latina y el Mundo. Conferencia Regional sobre Generación Distribuida. Chile.
- Almonacid, A. Nahuelhal, L. (2009) Estimación del potencial eólico y costos de producción de energía eólica en la costa de Valdivia, sur de Chile. Revista Agro Sur Vol. 37. Nº 2. Instituto de Economía. Universidad Austral de Chile.
- Aliaga, Estrada, Arellano (2015) Estudio del comportamiento del recurso eólico para caracterizar la generación de energía con generadores eólicos de eje horizontal en la región Piura.
- AWEA (2016) U.S. Wind Industry Annual market report, Year Ending 2016. USA
- BBVA (2016) Tan claro como el viento sopla: potencial de la energía eólica en Estados Unidos. Observatorio Económico EEUU.
- MINEM, (2016) Consorcio formado por las empresas Barlovento Recursos Naturales, S.L., Barlovento Renovables Latinoamérica, SAC y Vortex Factoría de Calculs, S.L. y el Atlas Eólico del Perú. Ministerio de Energía y Minas. Perú
- Contreras, D. (2013) Plan de Negocios Parque Eólico Limarí. Tesis. Universidad de Chile.
- Congreso de la República (1992) Decreto Ley Nº 25844. Perú
- Congreso de la República (2006) Ley Nº 28749. Perú
- Congreso de la República (2008) Decreto Legislativo 1002. Perú
- CRDS (2016) Energías renovables: El desarrollo de la energía eólica en el Perú. Centro de Estudios de Responsabilidad Social y Desarrollo Sostenible. USMP. Facultad de Derecho. Lima.

- Damodaran, A. (2018) Betas from industry. Columbia U.
- DNE (2011) Análisis de rentabilidad para parques eólicos en Uruguay. Dirección Nacional de Energía.
- ENAIR (2017) La evolución de la minieólica. España
- ElectroNoroeste (2017) Plan de inversiones en transmisión 2017-2021 de la empresa ElectroNoroeste. Piura
- Fenercom (2016) Energías Renovables. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid.
- Gass, V. Strauss, F. Schmidt, J. Schmid, E. (2011) Economic Assessment of Wind power uncertainty. World Renewable Energy Congress 2011. Sweden.
- Giralt, C. (2011) Energía eólica en Argentina: Un análisis económico del derecho. Revista Letras Verdes N° 9. Flacso.
- IEA (2016) The International Energy Outlook 2016. UK
- IRENA (2012) Renewable Energy technologies: Cost analysis series. Wind Power. International Renewable Energy Agency.
- IRENA (2016) Análisis del mercado de energías renovables en América Latina. Resumen Ejecutivo. EAU.
- López, D. (2011) Propuesta para asimilar la tecnología de construcción y operación de parques eólicos. Tesis. UNAM. México.
- MEM (2003) La electrificación rural en el Perú. IV congreso internacional de Energía.
- MEM (2003) Norma DGE “Alumbrado de vías públicas en áreas rurales. Dirección General de Electricidad
- MEM (2008) Decreto Supremo 050-2008-EM. Perú.
- MEM (2011) Decreto Supremo 012-2011-EM. Perú.
- MEM (2013) Decreto Supremo 024-2013-EM. Perú

- MEM (2016) Anuario estadístico de Electricidad 2016. Perú.
- Moreno, J. Mocarquer, S. Y Rudnick. H (2006) Generación eólica en Chile: Análisis del entorno y perspectivas de desarrollo. Chile.
- Osinergmin (2016) Energías no convencionales en el Perú. Situación actual y perspectivas. GFE. Perú.
- Osinergmin, (2017). La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país.
- Owen, J. Mosey, G (2013) Feasibility Study of Economics and Performance of Wind Turbine Generators at the Newport Indiana Chemical Depot Site. NREL. Department of Energy. USA.
- Pérez-Reyes, R. y García, R. (2005) Costo de Capital en Industrias Reguladas: Una aplicación a la Distribución de Electricidad en el Perú. Documentos de Trabajo N° 19. Osinerg. OEE.
- Paredes (2017) Evaluación del potencial eólico y dimensionamiento de un parque eólico para el asentamiento humano “Hijos de Colán” en la zona alta de Paita (Paita, Perú)
- Robles, F. (2007) Metodología para el cálculo de factores de simultaneidad y demanda. Tesis. FIEE. UNMSM.
- REN21(2016) Energías renovables 2016. Reporte de la Situación Mundial. Renewable Energy policy network.
- Rudnick, H. (2008) Energía eólica. Tomado de Cap. 4. La generación eólica. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Sapag, N. Y Sapag, R. (2008) Preparación y evaluación de proyectos. 5ta edición. McGraw Hill.

UPME (2015) Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia.

Unidad de Planeación Energética. Ministerio de Minas y Energía Colombia.

Velásquez, J. (2016) Parques eólicos como proyectos de inversión. Experiencia en el

Perú. ADINELSA.

Vera, B. (2013) Economía de las energías eólicas. Cuadernos Económicos de ICE N°

83.

ANEXOS

Encuesta AHHC

Estimado Señor (a), este trabajo se realiza para estimar la cantidad de energía eléctrica que puede necesitar el AHHC, se realiza autorizada por la Asociación HC y será totalmente anónima, gracias por su rpta.

Datos Personales

1. Nombre _____ 1.1 Edad: _____

1.2 Antigüedad en la vivienda (años): _____ 1.3 Nivel educativo: _____

Datos de la vivienda

1.4. Materia de construcción de la vivienda:

1. Adobe _____	3. Ladrillo y cemento _____
2. Madera _____	4. Otros _____

1.5. La vivienda cuenta con:

1. Agua potable interior _____	5. Letrina _____
2. Agua potable exterior (común) _____	6. No cuenta con agua potable _____
4. Desague interior _____	7. No cuenta con desague _____

1.6. Para alumbrarse en las noches usa:

1. Energía eléctrica con motor _____	4. Lámpara con bombilla _____
2. Velas _____	5. Mechero _____
3. Lámpara a kerosene _____	6. Batería _____

1.7 Alrededor de cuantas horas usa esta iluminación de noche: _____

1.8. El combustible usado para cocinar usa:

1. Energía eléctrica con motor _____	4. Leña _____
2. Kerosene _____	5. Carbón _____
3. Gas _____	6. Otros _____

Datos de equipos del hogar

1.9 En su hogar usted cuenta con los siguientes equipos (marcar todos los que tiene):

1. Cocina eléctrica _____	7. Lavadora _____
2. Cocina a gas _____	8. Computadora _____
3. Licuadora _____	9. Celular _____
4. Refrigerador _____	10. Equipo de sonido/radio _____
5. Microondas _____	11. Plancha _____
6. Televisor _____	12. Otros _____

1.10 Para los equipos que usted posee, cuántas horas diarias se usan en promedio:

1. Cocina eléctrica _____	7. Lavadora _____
2. Cocina a gas _____	8. Computadora _____

3. Licuadora	_____	9. Celular	_____
4. Refrigerador	_____	10. Equipo de sonido/radio	_____
5. Microondas	_____	11. Plancha	_____
6. Televisor	_____	12. Otros	_____

1.11 En su hogar, sus hijos o usted usan internet:

1. Si	_____	3. Cuántas horas:	_____
2. No	_____		

1.12 En los siguientes 6 meses, usted planea comprar algún equipo para el hogar:

1. Si	_____	3. Cuál:	_____
2. No	_____		

Otros datos

1.13. En su casa usted tiene algún negocio propio:

1. Si	_____	3. Cuál:	_____
2. No	_____		

1.14. Si no tiene negocio propio, alguien de su hogar o usted planea tener algún negocio propio en los siguientes 6 meses:

1. Si	_____	3. Cuál:	_____
2. No	_____		

Muchas gracias por su atención

DIAGRAMAS UNIFILARES

