

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“LAS CENTRALES CON RECURSOS ENERGÉTICOS
RENOVABLES Y LA OFERTA DE ENERGÍA DEL SISTEMA
ELÉCTRICO INTERCONECTADO NACIONAL”**

PRESENTADO POR:

Bach. LUIS HOMERO MUÑOZ RODRÍGUEZ

ASESOR:

Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayán

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN
ENERGÍA**

NUEVO CHIMBOTE, ENERO - 2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

El presente Tesis para Título ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando encuadrado dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general para obtener el título profesional en la universidad nacional del santa (R: D: N° 471-2002-CU-R-UNS) de acuerdo a la denominación siguiente:

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
ENERGÍA**

**“LAS CENTRALES CON RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES Y LA
OFERTA DE ENERGÍA DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO
NACIONAL”**

TESISTA:
BACHILLER LUIS HOMERO MUÑOZ RODRIGUEZ


.....
Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayan
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

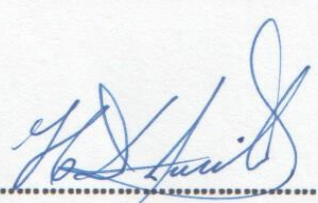
CARTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR
DE TESIS

Damos la conformidad del presente Informe, desarrollado en cumplimiento del objetivo propuesto y presentado conforme al Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa (R.N' 471-2002-CU-R-UNS); intitulado:


TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
ENERGÍA

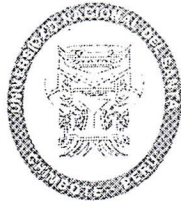
“LAS CENTRALES CON RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES Y LA
OFERTA DE ENERGÍA DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO
NACIONAL”

TESISTA:
BACHILLER LUIS HOMERO MUÑOZ RODRIGUEZ


.....
Mg. Héctor Domingo Benites Villegas
PRESIDENTE


.....
M.Sc Cesar Luis López Aguilar
INTEGRANTE


.....
Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayan
INTEGRANTE



Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

A los dieciséis días del mes de diciembre del año dos mil diecinueve, siendo las once horas de la mañana, se instaló en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería en Energía, el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 216-2017-UNS-CFI, integrado por los siguientes docentes:

- Mg. HECTOR DOMINGO BENITES VILLEGAS : PRESIDENTE
- M.Sc. CESAR LUIS LOPEZ AGUILAR : SECRETARIO
- Mg. ROBERT FABIAN GUEVARA CHINCHAYAN : INTEGRANTE
- M.Sc. ROBERTO CARLOS CHUCUYA HUALLPACHOQUE : ACCESITARIO


Para dar inicio a la sustentación y evaluación de la Tesis titulada: "LAS CENTRALES CON RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES Y LA OFERTA DE ENERGÍA DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO NACIONAL", elaborada por el Bachiller de Ingeniería en Energía: LUIS HOMERO MUÑOZ RODRIGUEZ, con código de matrícula 199711024, teniendo como asesor al docente Mg. Robert Fabian Guevara Chinchayán, designado con Resolución Decanal N° 1010-2016-UNS-FI.

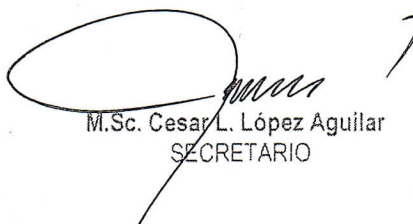
Terminada la sustentación, el bachiller respondió las preguntas formuladas por los miembros del jurado y el público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, el contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con el artículo 103° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
LUIS HOMERO MUÑOZ RODRIGUEZ	QUINCE (15)	BUENO

Siendo las doce del mediodía, se da por terminado el acto de sustentación, firmando los integrantes del jurado en señal de conformidad.


Mg. Héctor D. Benites Villegas
PRESIDENTE


M.Sc. Cesar L. López Aguilar
SECRETARIO


Mg. Robert F. Guevara Chinchayán
INTEGRANTE




Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Luis Muñoz Rodriguez
Título del ejercicio: tesis
Título de la entrega: TESIS
Nombre del archivo: INFORME_LUIS_MU_OZ.doc
Tamaño del archivo: 34.97M
Total páginas: 107
Total de palabras: 23,796
Total de caracteres: 125,511
Fecha de entrega: 03-ene-2020 05:27a.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 1239123192

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA

 **UNS**
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN
ENERGIA**

**"LAS CENTRALES CON RECURSOS ENERGETICOS
RENOVABLES Y LA OFERTA DE ENERGIA DEL SISTEMA
ELECTRICO INTERCONECTADO NACIONAL"**

AUTOR :
Bach. LUIS HOMERO MUÑOZ RODRIGUEZ

ASESOR :
Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayán

NUEVO CHIMBOTE, DICIEMBRE DEL 2019.

1

DEDICATORIA:

A mis queridos Padres por el esfuerzo
de todos los días y su
afán de siempre querer lo mejor para nosotros.

A Dios por su apoyo infinito y por ser nuestro guía
En nuestra carrera y por ser la luz en nuestra vida.

A mi querida esposa por su compañía de todos los días y su
Apoyo en la consecución de nuestras metas familiares.

Para mi hijo, para que
Esta tesis algún día le sirva de ejemplo

LUIS MUÑOZ RODRIGUEZ

RECONOCIMIENTO

Al Mg. Robert Guevara Chinchayán

Por sus consejos, enseñanzas y virtudes enseñadas

Durante nuestra estancia en nuestra alma mater la

Universidad Nacional del Santa

A los Profesores de la

EAP de Ingeniería en Energía

Por sus enseñanzas en mi estancia

Durante mi vida universitaria

.

LUIS MUÑOZ RODRIGUEZ

ÍNDICE

ÍNDICE

RESUMEN

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad Problemática	2
1.2 Antecedentes	3
1.3 Descripción del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional	7
1.4 Justificación	16
1.5 Hipótesis	18
1.6 Objetivos	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1 Recursos Energéticos Renovables	20
2.2 Oferta de generación de energía	43
2.3 Métodos de Proyección	51
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODO	58
3.1 Materiales	59
3.2 Método de Investigación	64

CAPÍTULO IV: CÁLCULOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	67
4.1 Oferta y demanda de generación en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional	68
4.2 Parque de generación con Recursos Energéticos Renovables	75
4.3 Proyección del comportamiento de la oferta y la demanda de energía	86
4.4 Discusión de Resultados	89
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
Conclusiones	93
Recomendaciones	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
ANEXOS	99

CUADROS

Cuadro N°1 Centrales Termoeléctricas Convencionales conformantes del SEIN	59
Cuadro N°2 Centrales Hidroeléctricas conformantes del SEIN	60
Cuadro N° 3 Centrales de Generación RER conformantes del SEIN	61
Cuadro N°4 Centrales de Generación RER Proyectadas según Subastas	61
Cuadro N° 5 Centrales de Generación RER Hidráulicas con concesión temporal	62
Cuadro N° 6 Centrales de Generación RER Solar con concesión temporal	63
Cuadro N° 7 Centrales de Generación RER Eólica con concesión temporal	63
Cuadro N° 8 Centrales de Generación RER Biomasa con concesión temporal	63
Cuadro N°9 Evolución de Maxima Demanda	64
Cuadro N°10 Evolución de la Oferta de Potencia	64
Cuadro N°11 Factores de Planta de Centrales Eólicas	65
Cuadro N°12 Evolución de la Demanda en el SEIN Periodo 2001-2019	68
Cuadro N°13 Evolución de la Tasa de crecimiento de la Demanda en el SEIN Periodo 2001-2019	69
Cuadro N°14 Evolución de la Oferta de generación en el SEIN Periodo 2001-2019	70
Cuadro N°15 Evolución de la Tasa de crecimiento de la Oferta en el SEIN Periodo 2001-2019	70
Cuadro N°16 Evolución de la Oferta de generación en el SEIN Periodo 2001-2019	71
Cuadro N°17 Porcentaje actual de participación de las distintas fuentes de generación en la Oferta de Energía en el SEIN Período 2001-2019	72
Cuadro N°18 Comportamiento de la Reserva de generación en el SEIN Período 2001-2019	74
Cuadro N°19 Comportamiento Porcentual de la Reserva de generación en el SEIN Periodo 2001-2019	74

Cuadro N°20 Comportamiento de los Costos Específicos de Inversión para Centrales Solares	78
Cuadro N°21 Comportamiento de los Costos Variables de operación para Centrales Solares	78
Cuadro N°22 Benchmarking Centrales Térmica Central Solar Rubí	79
Cuadro N°23 Comportamiento de los Costos Específicos de Inversión para Centrales Eólicas	80
Cuadro N°24 Comportamiento de los Costos Variables de operación para Centrales Eólicas	80
Cuadro N°25 Benchmarking Centrales Térmica y Central Eólica Parque Nazca	81
Cuadro N°26 Comportamiento de los Costos Específicos de Inversión para Centrales con biomasa	82
Cuadro N°27 Comportamiento de los Costos Variables de operación para Centrales con Biomasa	82
Cuadro N°28 Benchmarking Centrales Térmica y Central con Biomasa Huaycoloro II	83
Cuadro N°29 Comportamiento de los Costos Específicos de Inversión para Centrales RER	83
Cuadro N°30 Comportamiento de los Costos Variables de operación para Centrales RER	84
Cuadro N°31 Obras de generación de energía RER a corto plazo	85
Cuadro N°32 Crecimiento de la generación RER a corto plazo	85
Cuadro N°33 Crecimiento de la máxima demanda a corto plazo	86
Cuadro N°34 Crecimiento de la oferta de generación a corto plazo	87
Cuadro N°35 Crecimiento de la oferta de generación a corto plazo	88
Cuadro N°36 Cobertura de la demanda a corto plazo	88
Cuadro N°37 Comportamiento de la Reserva a corto plazo	89

FIGURAS

Figura N° 1 Sistema Norte y Norte Medio-Área Operativa N° 1 SEIN	9
Figura N° 2 Sistema Norte-Oriente y Norte Medio-Área Operativa N° 1 SEIN	10
Figura N° 3 Anillamiento estratégico -Área Operativa N° 2 SEIN	11
Figura N° 4 Sistema Sur -Área Operativa N° 3 SEIN	13
Figura N° 5 Máxima Demanda Año 2019 – SEIN	16
Figura N°6 Atlas Solar del Perú	24
Figura N°7 Central Tacna Solar 20 MW	26
Figura N° 8 Central Eólica Tres Hermanas 90 MW	27
Figura N° 9 Mapa Eólico del Perú	28
Figura N° 10 Central RSU de Huaycoloro de 2.4 MW	30
Figura N°11 Potencial Energético Biomasa Residual	32
Figura N°12 Mapa geotérmico del Perú.	35
Figura N°13 Central Hidroeléctrica de Pariac de 18 MW	37
Figura N° 14 Liquidación de los Ingresos mínimos para una Central RER	40
Figura N° 15 Clasificación de la Reserva de Generación	46
Figura N°16 Instalación de Estructuras y paneles solares Central Solar Rubí	75
Figura N°17 Armadura de cimentación de una torre-Central Eólica Wuayra I	76
Figura N°18 Diagrama unifilar CH Ayanunga	77

RESUMEN

Se denominan Recursos Energéticos Renovables en el Perú (RER) , a aquellas fuentes de energía: solar fotovoltaica , eólica , biomasa y aquellas de generación hidroeléctrica con una potencia efectiva menor a 20 MW , y a través del DECRETO LEGISLATIVO N° 1002-2008 se establece que el 5% de la máxima demanda del SEIN debe ser cubierto con generación de energía RER.

En el presente informe se determina la influencia de las Centrales de Generación de Energía RER en la oferta de generación, para la cual se realiza un análisis de la oferta, máxima demanda y reserva efectiva y firme de generación actual y su comportamiento estadístico. Seguidamente se identifican las características de los proyectos de generación con RER y se determinan sus costos de inversión y costos variables de operación, en función a las 4 subastas realizadas en el Perú. Luego se determina el comportamiento de la máxima demanda, oferta y reserva para el periodo 2,019 a 2,023. Así mismo se identifican las implicancias futuras del ingreso de las centrales RER en el parque de generación del Perú.

Se ha determinado que en un corto plazo la presencia de las centrales RER contribuirán en la cobertura de la Maxima demanda operando en forma parcial del total de su capacidad o caso contrario podrá operar con toda su capacidad como unidades de base , desplazando a las centrales termoeléctricas con gas natural de ciclo simple y ciclo combinado. Se ha previsto el ingreso de 2,280.8 MW predominantemente con centrales solares y eólicas, con lo cual se incrementa el porcentaje participación de las centrales RER en 14.5 %

PALABRA CLAVE: Recursos Energéticos Renovables, Oferta de generación.

ABSTRACT

Renewable Energy Resources in Peru (RER), to those energy sources: solar photovoltaic, wind, biomass and those of hydroelectric generation with an effective power less than 20 MW, and through LEGISLATIVE DECREE No. 1002-2008 is established that 5% of the maximum demand of the SEIN must be covered with RER power generation.

This report determines the influence of the RER Power Generation Plants on the generation supply, for which an analysis of the supply, maximum demand and effective and firm reserve of current generation and their statistical behavior is performed. Next, the characteristics of the RER generation projects are identified and their investment costs and variable operating costs are determined, based on the 4 auctions held in Peru. Then the behavior of the maximum demand, supply and reserve for the period 2,019 to 2,023 is determined. Likewise, the future implications of the entry of the RER plants in the generation park of Peru are identified.

It has been determined that in the short term the presence of the RER plants will contribute to the coverage of the Maxima demand by partially operating the total capacity or otherwise it will be able to operate with all its capacity as base units, displacing the thermoelectric plants with natural gas of simple cycle and combined cycle. It is anticipated that 2,280.8 MW will be generated predominantly with solar and wind power plants, which will increase the share of RER plants by 14.5%

KEY WORD: Renewable Energy Resources, Supply of generation.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

El año 2008 se promulgo el Decreto Legislativo 2008 Ministerio de Energía y Minas del Perú , en la cual teniendo en cuenta que la situación socioeconómica del Perú venia experimentando un incremento sostenido, que a su vez genera una mayor consumo de energía eléctrica, cuyos indicadores de crecimiento han sido de 8,3% en 2006 y 10,8% en 2007. Se estimó que hasta el 2,015 la tasa promedio anual de crecimiento será de 7,3%, por lo que, teniendo en cuenta la entrada en vigencia del TLC PERÚ - EEUU; los requerimientos para la oferta de generación en dichos años se estimaron sobre los 3,600 MW, es entonces que la opción más limpia y beneficiosa es la promoción de la oferta mediante recursos energéticos renovables, para reemplazar a la generación de energía electrica con hidrocarburos convencionales tal como el carbón, gas natural y petróleo, los cuales tienen un mayor efecto sobre el medio ambiente por las emisiones de gases de efecto invernadero. La promoción de las energías renovables es asumida como política del estado, para esto se busca eliminar las barreras u obstáculos que impiden la construcción de proyectos con recursos renovables, para esto es necesario cambiar nuestra actual matriz energética tradicionalmente dependiente de los hidrocarburos , por otra en la cual los recursos energéticos renovables participen de manera activa, , por lo tanto es necesario brindar un marco legal que permita el desarrollo de estas, y así mismo sea atractiva para las futuras inversiones , asi como se liberen de aspectos tributarios la importación de equipos o componentes de sistemas renovables. El Ministerio de Energía y Minas establece cada cinco (5) años un porcentaje objetivo en que debe participar, en el consumo nacional de electricidad, la electricidad generada a partir de RER, no considerándose en este porcentaje objetivo a las centrales hidroeléctricas menores a 20 MW , centrales eólicas , centrales solares fotovoltaicas , centrales de energía con Residuos sólidos urbanos y biomasa. Tal porcentaje objetivo será hasta el cinco por ciento (5%) en cada uno de los años del primer quinquenio(hasta el año 2025)

En países como Chile o España y Alemania no se han impuesto límites a la generación de energía eléctrica con recursos energéticos renovables en la oferta global de generación de energía eléctrica.

Para nuestro país , el cual tiene una predominante influencia del gas natural en la oferta de generación de energía en el sistema eléctrico interconectado nacional, se debe determinar qué efectos en costos de generación , uso tecnológico y mitigación al medio ambiente tiene el uso de las centrales de energías renovables , sobre todo en la reserva de generación., se plantea el siguiente problema:

¿CUAL ES LA INFLUENCIA DE LAS CENTRALES CON RECURSOS ENERGETICOS RENOVABLES EN LA OFERTA DE ENERGIA DEL SISTEMA ELECTRICO INTERCONECTADO NACIONAL?

1.2 ANTECEDENTES:

Se tienen los siguientes estudios que sirven como antecedente al presente informe de tesis:

BALDOVINO FERNANDINI, Enrique y RAMOS MARIÑO, Guillermo (2,007) en su tesis para optar el grado de magíster en Administración estratégica en la Pontificia Universidad Católica del Perú , concluyen lo siguiente : El uso de energías renovables sobretodo la energía eólica se presenta como una alternativa para la solución del déficit de energía en zonas en donde la polución es muy intensa. El calentamiento global ha traído como consecuencia la variación de las condiciones climáticas del mundo, de la misma manera la presencia de los residuos radioactivos, las lluvias ácidas, la contaminación atmosférica, el deshielo de los glaciares, etc. Es necesario realizar investigaciones dentro del sector energético global y sus tendencias para poder determinar su potencial real disponible y así mismo de las tecnologías de generación que permitan su aprovechamiento. Las barreras que impiden para el desarrollo de la energía eólica lo constituyen: la ausencia de un marco legal adecuado; la falta de compromiso del estado para orientar adecuadamente una política de estado de incentivos y compromisos ambientales. La escasa Información y documentación referente al potencial eólico real, la cual ha sido obtenida mediante estudios aislados. Del mismo modo la falta de profesionales con competencias que permitan el futuro desarrollo de las energías renovables y la falta de difusión a través de los medios de comunicación acerca de las bondades de esta fuente de energía.

Centro de Estudios Estratégicos de IPAE (2,012) en su informe elaborado para el OSINERGMIN, se concluye lo siguiente: f La provisión de energía eléctrica fue suficiente para acompañar un alto crecimiento de la economía. El factor clave fue la abundancia de gas natural y su uso intensivo aunque no necesariamente eficiente.

La abundancia de gas, propició que la participación de centrales a gas natural sea entre 60% - 45% del total de la potencia instalada. Menos de la mitad proviene de centrales de ciclo combinado. La inversión en generación hidroeléctrica fue limitada. Su participación se redujo a 30% - 35% de la capacidad de generación. El uso de tecnologías limpias de generación ha sido muy limitado, no obstante que a nivel mundial se aceleró su desarrollo comercial, al margen de eso se han desarrollado subastas para la inserción de Recursos Energías renovables , básicamente Centrales Solares y Centrales Eólicas. Aproximadamente entre 11.5% y 8% de la potencia instalada corresponderá a centrales que han cumplido ya con su vida útil.

FALCÓN CORZO, Jorge y ROJAS SEGURA, Yuliana (2,012) en su tesis para optar l grado de magíster en Administración estratégica en la Pontificia Universidad Católica del Perú , concluyen lo siguiente : El crecimiento económico del Perú en esta última década ha generado un mayor consumo de energía eléctrica, la cual necesita ser suministrada de manera urgente con la construcción de nuevos proyectos energéticos. Por lo tanto el Estado debe promover el desarrollo de proyectos de generación de energía eléctrica , impulsando las oportunidades de inversión , creando mecanismos de promoción e incentivos, teniendo en cuenta que existe un potencial energético solar, eólico e hidráulico aun no utilizado, lo cual permitiría mejorar nuestro coeficiente de electrificación. El país tiene una significativa capacidad de generación eléctrica con recursos eólicos en el departamento de Piura e Ica, así mismo un potencial solar considerable en la zona sur. Es importante mejorar y en algunos casos implementar los mecanismos de coordinación entre las diferentes regiones del país, de forma tal que se pueda suministrar la demanda requerida de energía.

Oficina de Estudios Económicos de OSINERGMIN (2,014) en su Informe del año 2014 reporta: La participación de las fuentes RER en la Generación eléctrica del país ha ido

en aumento, aunque de manera moderada. En el año 2008, los recursos energéticos renovables aprovechados representaban tan solo el 0.01% del total de la energía eléctrica generada, mientras que en el año 2013 su participación se incrementó en 2.5%. En el último año, la producción de energía eléctrica mediante recursos energéticos renovables se concentró en centrales hidráulicas con el 58% de participación y solares con el 20%. Le siguen la energía eólica (19%) y la biomasa (3%). En el año 2014 se inició las operaciones de las tres centrales eólicas licitadas en la 1ª subasta RER, con lo que se espera que la generación de energía limpia se incremente en los posteriores años. Los proyectos de generación eléctrica fotovoltaica, las centrales hidroeléctricas con potencia instalada menor a 20 MW y las centrales con aprovechamiento de biomasa y biogás constituyen las tecnologías RER actualmente despachando al SEIN. El uso de estas fuentes de energía constituyen una herramienta eficaz para reducir la emisión de gases de efecto invernadero. (GEI).

MARTINEZ MARTIN, Isabel (2014) en su informe de investigación realizada para GREEN PEACE, concluye lo siguiente: España, así como otros países europeos, implemento un mecanismo de incentivos para los nuevos proyectos con energías renovables básicamente sustentado en las primas de energía, como elemento que garantiza una rentabilidad atractiva para la inversión en nuevos proyectos de generación. Así mismo las inversiones han permitido que la oferta de generación con estas tecnologías se haya incrementado significativamente, pero a partir del año 2009 se tuvo un retroceso, básicamente por la implementación de nuevas normativas, así como por ejemplo la sustitución del llamado Régimen Especial por un régimen retributivo específico, que afecta de forma sustancial a la rentabilidad de las instalaciones RER. La reducción de emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero, son el objetivo principal del nuevo modelo energético sostenible, sería muy importante en los escenarios de transición lineal y, sobre todo, en el responsable: el volumen de emisiones en el escenario de continuidad es de 203,15 millones de toneladas de CO₂, una cifra sencillamente imposible de asumir en el contexto actual de avance del cambio climático. En el escenario lineal, las emisiones

se cifran en 94,5 millones de toneladas y en el escenario responsable en tan solo 15,7 toneladas.

PUMAY MELGAREJO, Paul y PALOMINO NARVAEZ, Carlos (2,014) en su tesis para optar el título de Ingeniero en Energía en la Universidad Nacional del Santa de Perú concluye lo siguiente: Aplicando la técnica de suavizamiento exponencial una serie de tiempo de la demanda en análisis, se tiene como resultado una tasa de crecimiento del 6.59%, cuyo valor permite cubrir las demandas de energía en las horas valles y picos. Proyectándose en función de la tasa de Crecimiento suavizada la serie de tiempo de la demanda a 3 escenarios de crecimiento: Crecimiento medio con una tasa de crecimiento de 6.59%, Crecimiento Optimista con una tasa de crecimiento de 7.59% y Crecimiento Pesimista con una tasa de crecimiento de 5.59%. Como resultado al análisis, es necesario implementar un Plan de obras que incluya la construcción y operación de Centrales Eólicas desde el año 2,017, en un periodo de 10 años con un total de 4,431 MW de Potencia Firme, insertando anualmente al Sistema eléctrico un total de 443.1 MW, del mismo modo el Plan de Obras debe incluir la construcción y operación de nuevas Centrales Hidroeléctricas desde el año 2,018, en un periodo de 20 años con un total de 16,934 MW de Potencia Firme, insertando anualmente al Sistema 846.7 MW.

ORBEZO URQUIZO, Hernán (2,011) en su tesis para optar el título de Magister en Ciencias Energéticas de la Universidad Nacional de Ingeniería en Perú, concluye lo siguiente: El análisis univariante de series temporales con metodología ARIMA (Autoprogressive Integrated Moving Average) debe sr utilizado para describir y predecir el comportamiento a corto plazo de las series energéticas de mayor representatividad , por lo que , debe ser tomada como herramienta para la planificación energética en cualquier zona de concesión, dando respaldo técnico a las decisiones de inversión en la infraestructura eléctrica, toda vez que proporciona una alternativa altamente eficaz para describir y predecir el comportamiento futuro de dichas variables.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO NACIONAL

a. DATOS MARCO :

El Sistema Interconectado Nacional en sus siglas S.E.I.N está conformado por un conjunto de centrales termoeléctricas , hidroeléctricas y con Recursos Energéticos Renovables acopladas a una red central de transmisión conformada por líneas de transmisión de 500, 220, 138 y 60 kV, en las cuales se inyecta y retira la energía, siendo el flujo de potencia suministrado a las diversas zonas de concesión administradas por las Empresas de Distribución de Energía, el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional abarca desde Tumbes a Tacna (ambos casos límites fronterizos) Madre de Dios, Ucayali , Amazonas y San Martín , quedando tan solo Sistema Eléctrico Aislado el SE Iquitos (próximo a integrarse mediante la línea de transmisión Moyobamba-Iquitos)

El Sistema Interconectado Nacional hasta el año 1999 , estaba conformado por 2 sistemas eléctricos mayores (Sistema Eléctrico Interconectado Norte Centro y el Sistema Interconectado Sur , los cuales por estratégica política y seguridad se acoplaron mediante la construcción de la línea de transmisión Mantaro-Socabaya de 220 kV) , en la actualidad esta red de transmisión cubre 23 departamentos del país y es administrado por el Comité de Operación Económica del Sistema (COES) suministrando energía al 88 % de la población nacional.

El COES, es un organismo que opera y administra el sistema eléctrico peruano y planifica las obras de transmisión del sistema con criterios de seguridad , confiabilidad y economía. El COES es una entidad privada sin fines de lucro cuyos aportantes son los agentes del mercado eléctrico. La seguridad del suministro del Sistema eléctrico depende de la disponibilidad y confiabilidad de las centrales de generación y de la planificación de las actividades de mantenimiento preventivo. La adecuada calidad y continuidad del servicio eléctrico queda garantizada teniendo unidades de generación en óptimas condiciones de operación, tanto las que están sincronizadas al SEIN, como las que se encuentran en calidad de reserva rodante o fría.

Ver Anexo N° 1 : Mapa del SEIN.

b. COMPONENTES DEL SISTEMA :

El SEIN está conformado por tres áreas operativas, ubicadas en el ámbito geográfico del país, unidas mediante la red de transmisión de 220 y 500KV. Estas áreas se pueden resumir en tres (03) áreas: área norte, área centro y área sur, las cuales se encuentran interconectadas con los enlaces de transmisión.

ÁREA OPERATIVA N° 1 :

Esta a su vez se compone de 3 Sistemas:

- Sistema Norte (Tumbes y Piura) : Concentrándose la generación de energía en la localidad de Talara, incluyendo la presencia de la Central Eólica y la Planta de Reserva Fría. Se acopla a Ecuador mediante la línea de transmisión de 220 kv Zorritos-Machala (a través del cual se realiza la interconexión eléctrica Perú-Ecuador)
- Sistema Norte medio (Lambayeque, Cajamarca, Ancash, La Libertad) : La generación de energía es distribuida. Se acopla al Sistema Norte mediante la 2 ternas de 220 kv Chiclayo-Piura. La Provincia de Bagua esta acoplada a este sistema mediante una terna de 60 kv. En Lambayeque se ubica estratégicamente la Central de Reserva Fría de Eten y colindante al departamento de la Libertad , la Central Eólica de Cupisnique de 80 MW y también está previsto a mediano plazo la construcción de las Centrales Eólicas de Parque José Quiñones de 250 MW y Cupisnique II de 150 MW. Así mismo el eje central de la red de transmisión esta conformada por una línea de transmisión de 500 kv desde Chiclayo hasta la localidad de Ilo.

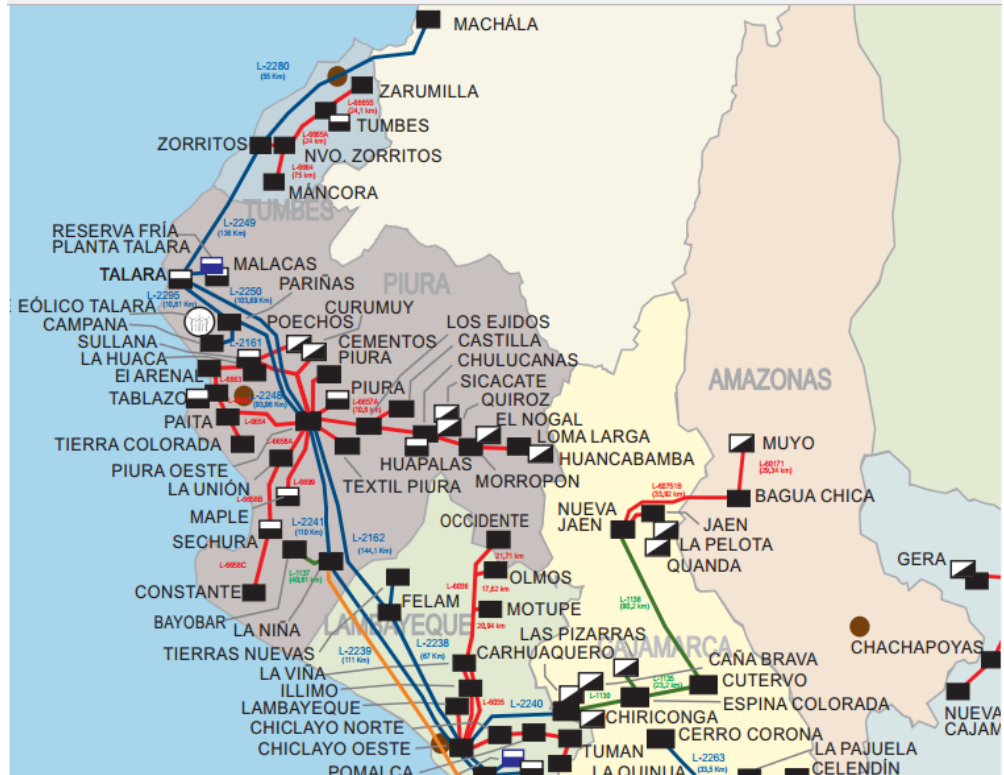


Figura N° 1 Sistema Norte y Norte Medio-Área Operativa N° 1 SEIN

Fuente: COES

- Sistema Norte-Oriente: Las Áreas operativas N° 1 y N° 2 se interconectan mediante 2 ternas de 220 kv y 1 terna de 500 kv desde Santa Rosa (Lima) a Paramonga. Así mismo se cuenta con 2 ternas de 220 kv que parten desde Paraqsha (Cerro de Pasco) hacia la sierra norte del Perú (reforzando el sistema) y hacia la localidad de Vizcarra, desde donde se interconectada Huánuco, San Martín y Ucayali, La Subestación de Potencia Paraqsha 220 KV es el punto medular crítico del Sistema de Transmisión hacia la selva Peruana y es un punto de interconexión de flujo que proviene desde el Area operativa N° 2 hacia la selva Peruana. Se cuenta con un polo de gas natural en Aguaytia y una red de Centrales Hidroeléctricas entre las cuencas del Río Huallaga y Marañón.



Figura N° 2 Sistema Norte-Oriente y Norte Medio-Área Operativa N° 1 SEIN

Fuente: COES

ÁREA OPERATIVA N° 2:

El Área operativa N° 2 cuenta con 4 sistemas eléctricos:

- Sistema Lima: Básicamente la demanda se concentra en la ciudad de Lima , la cual es abastecida con seguridad por una red de Centrales Hidroeléctricas y Termoeléctricas pertenecientes a la Empresa EDEGEL. Su confiabilidad basa en el flujo de entrada y salida de energía hacia el Norte medio (2 ternas de 220 kv y 1 de 500 kv) , hacia el Sistema del Polo Energético de Chilca (5 ternas de 220 kv y 1 terna de 500 kv) y hacia el Sistema centro mediante 4 ternas de 220 kv.



Figura N° 3 Anillamiento estratégico -Área Operativa N° 2 SEIN

Fuente: COES

- Sistema Centro: Conformado por los departamentos de Junín y Cerro de Pasco , donde se concentra una potencial demanda de energía por los centros mineros de la zona. No cuenta con generación de energía significativa. La confiabilidad del sistema lo brinda un conjunto de 4 ternas de 220 KV que fluyen desde el Sistema Polo Hidroenergético del Mantaro hasta la Subestación de Paraqsha.
- Sistema Polo Hidroenergético del Mantaro: Ubicado en el departamento de Huancavelica, es el 2° Centro de Producción de energía más grande del Perú con un total 1500 MW (centrales de Mantaro , Restitución y Cerro del Águila). Se interconecta con el Polo Energético de Chilca, con la Subestación de Paraqsha y con el Área Operativa N° 3 a través de una doble terna de 220 KV Mantaro-Cotaruse-Socabaya.

- Sistema Polo Energético de Chilca. Es el principal centro de generación de energía del Perú con un valor de 2800 MW (más del 25 % del total ofertado en el SEIN) generado con Gas Natural. En el departamento de Ica se concentra las 2 Centrales Eólicas de mayor capacidad del Perú (122 MW) , así como en el futuro se concentraran la mayor parte de proyectos de generación de energía con energía eólica. Este sistema se refuerza con la generación de energía de 60 MW en Marcona. Se une al Área Operativa N° 3 mediante 1 terna de 500 KV.

ÁREA OPERATIVA N° 3: Se tienen 3 sistemas eléctricos:

- Sistema Sur: El sistema sur está conformado por los departamentos de Arequipa-Moquegua y Tacna. Es un sistema que se une al Área Operativa N° 2 a través de la terna de 500 KV Chilca-Montalvo y la doble terna de 220 KV Mantaro-Cotacachi-Socabaya. Se interconecta a través de la Subestación La Yarada con la localidad de Arica (Chile). Es un sistema confiable por la presencia de las 5 Centrales Fotovoltaicas, el Nodo Energético del Sur con 1000 MW, la Reserva Fría de Ilo , Complejo Hidroenergético Charcani y el Complejo Hidroenergético de Aricota ,las cuales brindan una oferta de energía sostenida a este sistema eléctrico.



Figura N° 4 Sistema Sur -Área Operativa N° 3 SEIN

Fuente: COES

- Sistema Cuzco-Apurímac: Conformado por los departamentos de Cuzco y Apurímac, Tan solo cuenta con la Central Hidroeléctrica de Machu Picchu de 186 MW para la cobertura de energía , la cual es reforzada por la doble terna de 220 KV Cotaruse-MachuPichu (en esta línea se ubica el Complejo Minero Las Bambas) y la doble terna Socabaya-Tintaya de 220 KV.
- Sistema Sur-Oriente: Conformada por los departamentos de Puno y Madre de Dios. Tan solo cuenta con la Central Hidroeléctrica de San Gabán 115.7 MW y 5 MW eléctricas generados por grupos electrógenos, además se cuenta con la Central de Reserva Fría en Puerto Maldonado. Su confiabilidad se basa en el flujo de potencia a través de 1 terna de 220 KV desde Montalvo-Puno y 1 terna de 110 KV desde Tintaya-Azangaro.

c. ADMINISTRACIÓN DE LA OFERTA DE ENERGÍA:

En 1992 al producirse la modernización del sector eléctrico y al promulgarse la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844, cuyo objetivo principal es promover la competencia y las inversiones privadas en el sector eléctrico y de la misma forma propicia el mejoramiento del suministro de energía eléctrica en el Perú. El mercado eléctrico está conformado por las siguientes entidades:

- Ministerio de Energía y Minas (MINEM) : Es el organismo rector que define las políticas energéticas del país y otorga los permisos, autorizaciones y concesiones en el mercado de energía eléctrica.

El Ministerio de Energía y Minas tiene por función la promoción del desarrollo integral de las actividades energéticas y mineras, emitiendo normas, fiscalizando y/o supervisando, y conservando y cautelando el uso racional y eficiente de los recursos energéticos de manera sostenible.

Del mismo modo planifica la política energética del país.

- OSINERGMIN: El Organismo Supervisor de las Inversiones de Energía y minera, es una entidad encargada de la supervisión y fiscalización del cumplimiento de las disposiciones legales y técnicas en las actividades desarrolladas por las empresas del sector energético y minero. Fue creada el 31 de diciembre de 1996(Ley N° 26734).

OSINERGMIN posee personería jurídica de derecho público interno y tiene autonomía funcional, técnica, administrativa, económica y financiera. Las labores de regulación y supervisión de esta entidad se rigen por criterios técnicos, de esta manera contribuye en el desarrollo energético del país y la protección de los intereses de la población.

OSINERGMIN tiene asignadas funciones de supervisión, regulación, fiscalización y sanción, normativa, solución de reclamo en segunda instancia administrativa y solución de controversias.

- COES:

El COES se encarga de la administración y operación del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) peruano, posee un Centro de coordinación a tiempo real y de administra el Mercado de Corto Plazo (MCP). Además, el COES es el encargado de realizar el planeamiento de la transmisión, mediante la realización de un plan vinculante (obligatorio) de transmisión.

Tiene como función realizar los análisis eléctricos sobre el comportamiento esperado y proyectado del SEIN y provee de la información de las principales variables con el fin de alcanzar los objetivos de economía, calidad y seguridad en la atención de la demanda de energía según lo establecido por la normativa eléctrica del Perú y según el marco regulatorio vigente. Mediante el Despacho Económico, cuya finalidad es programar diariamente el uso eficiente de los recursos de generación del SEIN, lo cual se realiza con base en los costos de producción y declaraciones de disponibilidad de las empresas de generación y la disponibilidad de la infraestructura de transmisión eléctrica.

La Planificación es aquella actividad mediante la cual el COES establece un Plan de Transmisión con un horizonte de 10 años, con lo cual establece la obligatoriedad en la construcción de futuras instalaciones de transmisión (plan vinculante). Este plan de transmisión se elabora cada 2 años y sirve de insumo al MEM para que dirija o encargue a Pro Inversión para convocar las licitaciones de la concesión de dichas instalaciones de transmisión.

El COES está conformado por los representantes de las empresas de generación, transmisión, distribución y clientes libres.

d. AGENTES DEL MERCADO:

- **GENERACIÓN:** La actividad de la generación está referida a la producción de energía y potencia de las centrales de energía conformantes del SEIN las cuales operan en coordinación a tiempo real para poder cubrir la máxima demanda del sistema y mantener un margen de reserva en condición de reserva rodante para entrar en operación ante cualquier contingencia.
- **TRANSMISIÓN:** La actividad de la transmisión está referida al transporte de la energía desde las centrales de generación de energía hacia los centros de consumo y se compone de líneas o redes de transmisión o barras de base. En el Perú el sistema de transmisión está compuesto por los Sistemas Principales de transmisión (SPT) y por los Sistemas secundarios de transmisión (SST), Sistemas de Transmisión Garantizados y Sistemas de Transmisión Complementario. La Transmisión en el Perú tiene las principales líneas de transmisión:
- **DISTRIBUCIÓN:**

La distribución es aquella actividad económica que tiene por finalidad la administración de una zona de concesión, en la cual la energía eléctrica es suministrada en los usuarios en niveles de media y alta tensión. En estas empresas interviene el concepto de economía de densidad, la cual hace referencia a la reducción de los costos medios conforme se incrementa la densidad de los usuarios dentro de una zona de concesión.

e. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE DEMANDA ELÉCTRICA:

La Máxima demanda para el año 2019 se realizó el 25 de marzo a las 19.00 horas con un máxima demanda histórica de 6,990 MW.

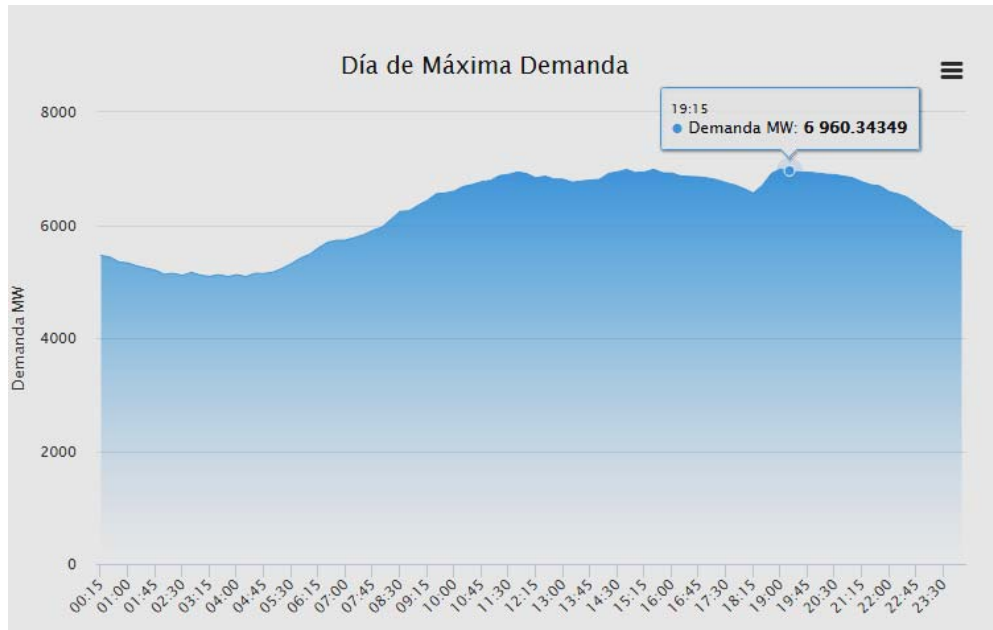


Figura N° 5 Máxima Demanda Año 2019 - SEIN

Fuente: COES

1.4 JUSTIFICACIÓN

La justificación es la siguiente:

El consumo energético per cápita de un país está relacionado con el nivel de desarrollo de su economía. Por ejemplo, Estados Unidos tiene un consumo energético siete veces mayor al peruano. Asimismo, el mayor crecimiento económico conduce a más emisión de gases de efecto invernadero (GEI), como resultado del incremento en la actividad económica. En China e India el crecimiento ha venido acompañado de altos niveles de degradación ambiental e, incluso, de la desaparición de importantes recursos naturales que condicionan su comportamiento macroeconómico en el futuro y sus posibilidades.

En Perú, la generación eléctrica se ha encontrado históricamente concentrada en fuentes hídricas convencionales. En el año 2000 esta fuente representaba el 87% del total de energía producida en territorio peruano, mientras que en 2013 su participación fue de 54%. A pesar de que este tipo de centrales genera un volumen de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) ínfimamente pequeño en el proceso de operación, durante las fases de construcción puede provocar algunos efectos adversos sobre el ambiente. Por ello, el impulso de la explotación de las fuentes de RER (como las fuentes eólicas y solares) en la generación eléctrica ocasiona un impacto ambiental positivo al mitigar las emisiones de GEI en la atmósfera.

En el desarrollo de las fuentes de RER, el estado tiene un papel fundamental, asegurando el acceso, la calidad y facilitando la inversión en infraestructura, además de proteger la neutralidad de mercado. La responsabilidad del Estado es la de establecer objetivos estratégicos claros a largo plazo, asegurando un marco adecuado para su consecución por medio de la regulación económica.

Un objetivo del Perú sería tener hacia 2040 una matriz energética diversificada, competitiva, con énfasis en las fuentes de RER (al menos del 20%) y que fomente la eficiencia energética. Ante este contexto, el Estado peruano ha estado brindando un impulso importante a las fuentes de RER, como la biomasa y biogás, las fuentes solares, eólicas y mini hidráulicas. La energía renovable no convencional (RER) utiliza el flujo inagotable de fuentes naturales de energía (sol, viento, agua, crecimiento de las plantas, movimiento del mar, entre otras) para abastecer la creciente demanda energética. Es por lo tanto justificable determinar cómo influye en la Oferta de Energía en el sistema eléctrico interconectado nacional, la instalación de Centrales de Energía con Recursos Energéticos Renovables.

1.5 HIPÓTESIS

Se plantea la siguiente hipótesis: LA INSTALACIÓN DE CENTRALES CON RECURSOS ENERGETICOS RENOVABLES INFLUYEN EN UNA OFERTA DE ENERGÍA CONFIABLE, ECONÓMICA Y LIMPIA EN EL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL.

1.6 OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL.

Realizar un estudio para la determinación de la influencia de las Centrales con Recursos Energéticos Renovables en la Oferta de Energía del sistema Eléctrico Interconectado Nacional.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una recopilación estadística e información del estado actual de la oferta de generación y demanda en el Sistema Interconectado Nacional del Perú.
- Identificar y determinar las características tecnológicas y económicas de las Centrales con Recursos energéticos Renovables en el Perú.
- Identificar los potenciales proyectos con recursos energéticos renovables en el Perú al corto plazo.
- Elaborar proyecciones del comportamiento de la reserva, oferta y demanda de energía con la inclusión de las Centrales de recursos Energéticos Renovables.
- Estimar los beneficios técnicos y económicos de las Centrales con Recursos Renovables en su participación de la oferta de energía.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES.

2.1.1 GENERALIDADES

La energía renovable está referida a aquellas fuentes de energía disponible no agotable y sirve para nombrar a todas aquellas formas de energía que se obtienen o se generan a partir del uso de recursos naturales y renovables. Según esta definición la energía renovable no es una energía agotable, por el contrario tiene esta característica de poder regenerarse de manera ilimitado, siendo su principal característica, de no emitir gases de efecto invernadero que dañen la atmósfera. Las energías renovables son usadas en la actualidad en diversas aplicaciones y se presentan como una interesante y verdaderamente alternativa a las actuales energías no renovables tal como los hidrocarburos tradicionales (petróleo, gas natural y carbón) y el uranio. Por otro lado, el uso de las energías no renovables, además de estar con reservas limitadas, tienen un efecto nocivo sobre el medio ambiente, generando una mayor alteración al medio ambiente. (Definición ABC, 2017).

El uso de las energías renovables como alternativa empezó a establecerse en el ámbito del crecimiento tecnológico, el crecimiento de la demanda energética, la ciencia y del cuidado del medio ambiente a partir de la reducción y agotamiento de las reservas de otras formas de energía han ido mostrando a lo largo de las últimas décadas del siglo anterior y también por el daño que las mismas generan al medio ambiente. De manera que surge el concepto de desarrollo sostenible, la necesidad de usar las energías renovables también surge con la primera crisis del petróleo de la década del 70, y como una alternativa de solución ante el grave daño que la industrialización y el uso de las energías tradicionales de gran efecto contaminante venía provocando al planeta. La principal característica de la energía renovable es que esta regenera de manera natural a diferencia de los hidrocarburos. En este sentido, dentro de las energías renovables tenemos a la radiación solar, la velocidad del viento y la fuerza del agua (caídas o mareas) estas tres fuentes de energía no se agotan y pueden utilizarse en armonía con el medio ambiente. (Definición ABC, 2017)

Se denomina Energía Renovable al recurso natural que a partir de fuentes de energía primaria considerada inagotable, debido a inmensa reserva disponible de energía que

contiene o por la capacidad de poder regenerarse por medio natural. Teniendo en cuenta su nivel de desarrollo tecnológico y al nivel de penetración en la matriz energética de los países. Las Energías Renovables se clasifican en Renovables No Convencionales y Renovables Convencionales. En la primera clasificación están consideradas las grandes centrales hidroeléctrica con una potencia superior a 20 MW; mientras que en la segunda clasificación se ubican las centras eólicas, solares fotovoltaicas, solares Fototérmicas, geotérmicas, undimotrices, mareomotrices, de biomasa y las centrales hidroeléctricas de hasta una potencia de 20 MW.(OSINERGMIN,2013)

El hombre ha venido utilizando desde hace siglos los recursos energéticos , así tenemos principalmente la energía solar , eólica , la biomasa así como el aprovechamiento hidráulico en menor escala , ya sea para sus actividades de navegación , en el cual la energía eólica era el agente motriz para el desplazamiento de embarcaciones , así como el aprovechamiento hidráulico en accionamiento mecánico de molinos y también para actividades domésticas y artesanales. Con la llegada de la Revolución Industrial del Siglo XVIII y XIX, el uso de las energías renovables cedieron su lugar a los hidrocarburos: carbón, petróleo y gas natural en mínima escala, constituyéndose los dos primeros en los recursos energéticos que permitieron el despegue industrial. La revolución industrial provoco así mismo la polarización entre clases sociales y el nacimiento de los movimientos sindicalistas y diversas corrientes ideológicas de reivindicación social. (OSINERGMIN, 2013)

En nuestro país la generación de energía eléctrica proviene del uso de las fuentes de energía convencional. Hasta inicios dentro del presente siglo, la energía eléctrica producida era proveniente en más del 80% por el aprovechamiento del agua en centrales hidroeléctricas, teniendo una matriz energética de generación limpia. A inicios del año 2005 con el inicio de la explotación de las reservas de gas natural de Camisea y la construcción de las centrales de ciclo combinado tales como la de Kallpa y Chilca , la influencia de los hidrocarburos ha provocado un preponderancia de la participación del gas natural en nuestra matriz energética , con un valor de 52% del total de la energía generada.

Las fuentes de energía no renovables son empleadas en las centrales termoeléctricas convencionales, las cuales se diferencian según el tipo de combustible utilizado, pero en general tienen el mismo principio de generación de energía, el cual está relacionado al aprovechamiento del calor de reacción producto de la combustión de un hidrocarburo. Esto consiste en generar un fluido (gases de la combustión o vapor sobrecalentado) que impulse una turbina el cual se encuentra acoplado a un generador eléctrico. Las centrales hidroeléctricas y parques eólicos tienen también el mismo principio de funcionamiento, pero el fluido de operación es agua o aire, en función a ciertas características de aprovechamiento. La energía solar en cambio, utiliza la radiación solar incidente sobre la superficie terrestre para generar electricidad a través del efecto fotovoltaico, o también aprovecha la energía solar para el calentamiento de superficies curvas en las centrales termosolares. (López Satow, 2009)

El Perú tiene una tradición ser un país cuya generación de energía eléctrica se ha sustentado en fuentes renovables. Hasta el año 2002 la energía generada con centrales hidroeléctricas representaba el 84% del total de la oferta de generación eléctrica en el país. Posteriormente al desarrollarse el Proyecto del gas de Camisea, la participación de las centrales hidroeléctricas ha disminuido peligrosamente, teniendo en la actualidad la generación de electricidad a través del gas natural una participación de 40%. Se estima que durante la próxima década la matriz de generación energética del Perú estará basada en el consumo del gas natural, para esto se debe propender a diversificar las fuentes de energía renovables teniendo en cuenta que este hidrocarburo se agotara en el futuro. Actualmente, los recursos energéticos renovables producen aproximadamente el entre el 4 al 5% de toda la energía eléctrica generada en el país., a pesar de que el Perú cuenta con gran potencial aun por desarrollar. (ESAN, 2016)

2.1.2 TECNOLOGÍAS DE RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES.

En nuestro país las primeras centrales de energía que cubrieron la demanda de electricidad fueron las centrales hidroeléctricas ubicadas en la carretera central cerca a Lima (Huampani, Pablo Boner, Matucana, entre otras), así como el complejo hidroenergetico del Mantaro que se inauguró en el año 1958. Siendo la participación de los hidrocarburos en la generación eléctrica mínima destacándose tan solo la Central

Térmica de Santa Rosa en Lima. La característica de la administración y planificación de la generación de energía eléctrica era centralizada y a cargo del estado peruano. Además no se contaba con una adecuada planificación y proyección futura en el uso de las diversas fuentes de energía.(OSINERGMIN,2017)

El uso desmedido de los derivados de los hidrocarburos ha provocado una dependencia de las matrices energéticas a nivel mundial (y más aún en el Perú) con su respectivo efecto al medio ambiente debido a las variaciones del clima provocadas por las emisiones de gases de efecto invernadero , es en este momento que los recursos energéticos renovables resurgen con éxito creciente , debido a la reducción de costos y el uso de nuevos materiales de mayor eficiencia. En este contexto, en mayo de 2008, se promulgo el Decreto Legislativo 1002 el cual promueve la inversión para la generación de electricidad con el uso de Recursos Energéticos Renovables ('RER',en adelante), considerándose en esta denominación la energía solar , eólica , biomasa , geotérmica, mareomotriz y las pequeñas hidroeléctricas con una potencia efectiva de hasta 20MW. (OSINERGMIN, 2013)

a. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.

Los sistemas solares fotovoltaicos utilizan la célula fotovoltaica y transforman de manera directa la radiación solar incidente en energía eléctrica de corriente continua. El efecto fotovoltaico está referida a la fuerza electromotriz en un material semiconductor producto de la absorción de radiación solar luminosa, en el cual se crean de manera artificial dos regiones, la tipo P que contiene “huecos” cargados positivamente y la tipo N, que contienen electrones adicionales. La unión de estos materiales P y N al ser sometidos a la luz produce un campo electrostático constante, lo que provoca un movimiento de electrones (corriente continua) que fluyen cerrando el circuito con una carga externa. Tradicionalmente, las celdas fotovoltaicas que se fabrican en el mundo a base de silicio principalmente. La eficiencia de las celdas está en el orden de entre 18 y 25%, es decir, que sólo una fracción de la energía luminosa se utiliza realmente en forma de energía eléctrica, este rendimiento es menor cuanto más alta es la temperatura superficial de la celda. (López Satow, 2009)

La corriente eléctrica continua que proporcionan los módulos fotovoltaicos pueden transformarse en corriente alterna mediante un inversor e inyectar la energía a la red eléctrica (para su venta de energía) o bien se genera para el propio autoconsumo. El proceso simplificado es el siguiente: Se genera la energía eléctrica a bajo voltaje (380-800 V) y en corriente continua. Luego se transforma con un inversor en corriente alterna. En plantas de generadoras de potencia inferior a 0.1 MW se inyecta la energía eléctrica directamente a la red de distribución en baja tensión (220V). Y para potencias superiores a 0.1 MW se utiliza un transformador para elevar la energía a media tensión (15 o 25 kV) y luego se inyecta en las redes de transmisión de alta tensión. Las Empresas T-Solar y Solarpack han desarrollado de manera conjunta cinco centrales fotovoltaicas de 20 MW instalados y 16 MW efectivos cada una en el sur del Perú, así tenemos: Majes FV, Tacna FV, Repartición FV, Panamericana FV y Moquegua FV de 16 MW. Con estas instalaciones se pretende atender el contrato de suministro de 173 GWh anuales de electricidad fotovoltaica que el Gobierno peruano les ha adjudicado para un periodo de 20 años. (Guevara, 2016)

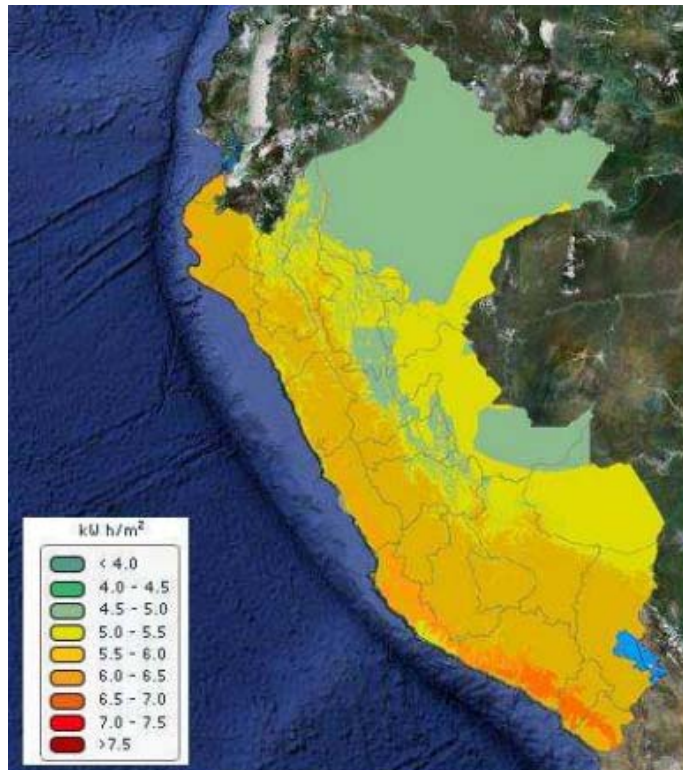


Figura N°6 Atlas Solar del Perú

Fuente: MINEM

En noviembre de 2012 se inauguró la primera central RER en el Perú, en este caso la Central de Tacna Solar en la localidad de Tacna la cual aporta 50,000 MWh /año de energía eléctrica. El 20 de Marzo del 2018 se inauguró la central solar Rubí, siendo la más grande central RER del Perú con 180 MW y el 28 de Mayo del 2018 entro en operación la Central Solar Intipampa, ambas en la localidad Moquegua. (Enel Green, 2019)

El año 2013 el estado peruano a través del OSINERGMIN convocó a la primera subasta RER para Suministro de Energía a Áreas no Conectadas a Red con la cual e debe instalar 196,000 sistemas fotovoltaicos OFF GRID en zonas rurales. El 7 de noviembre 2014, OSINERGMIN se seleccionó la oferta de la empresa Ergon Perú para la ejecución de este proyecto, próximo a culminarse el año 2020. Los sistemas fotovoltaicos a instalar se clasifican en unidades de 100, 400 y 500 Wp. A través del cual mediante la determinación del Cargo RER tarifario el costo mensual es de 9, 38 y 45 soles mensuales según la instalación. (Delta Volt, 2017)

Los grandes proyectos de generación de energía solar a escala comercial pueden requerir grandes cantidades de tierra. Sin embargo, un sistema para una casa habitación no tiene este problema. Los costos iniciales de instalación de un sistema de energía solar pueden ser altos comparados con otras alternativas. Sin embargo, como se señaló en el apartado de ventajas, no existen costos posteriores, por lo que la inversión inicial se recupera rápidamente. Para algunas familias los costos iniciales pueden ser un obstáculo importante, por lo que en muchos países existen apoyos gubernamentales y esquemas de financiamiento. Para el caso peruano se tiene una relación de 94.6 millones de dólares por 20 MW generados. En algunos lugares la luz solar no tiene la intensidad o no es suficientemente constante para proporcionar un flujo de energía permanente. Este prácticamente no es un problema en el sur del Perú, (Arequipa, Moquegua y Tacna)(Ramos, 2016)



Figura N°7 Central Tacna Solar 20 MW

Fuente: Tacna Solar SAC

b. ENERGIA EÓLICA.

Las fuentes de energía renovables (a excepción de la energía geotérmica), e incluso la energía de los combustibles fósiles, provienen, en último término, del sol. El sol irradia 174.423.000.000.000 KWh de energía por hora hacia la Tierra. En otras palabras, la Tierra recibe $1,74 \times 10^{17}$ W de potencia. Tan solo entre el 1% al 2% de la energía proveniente del sol es transformada en energía eólica. Esto supone una energía aproximadamente entre 50 a 100 veces superior a la convertida en biomasa por todas las plantas de la tierra. En la actualidad, las fuentes eólicas más interesantes para aprovechamiento de su energía se ubican en las zonas costeras y marinas y determinados aprovechamientos entre las montañas en las que se puede disponer de más de 3,000 KWh/m²- año. Se tienen tres componentes del viento que determinan su energía disponible, y son: la velocidad del viento, su variación en relación al tiempo y, en menor magnitud, la densidad del aire.(Avellaneda, 2012)

Un generador eólico es una máquina que transforma la energía cinética del viento en fuerza motriz para accionar alabes de una turbina eólica. Según la utilización que se le da a la velocidad del viento, se divide en: aerogeneradores, que utilizan esta energía mecánica en el accionamiento de un generador eléctrico y así producir electricidad, o en aerobombas que utilizan directamente esta energía mecánica en el accionamiento

de una bomba de desplazamiento positivo. En el aerogenerador se producen varios cambios de energía: la energía cinética proveniente del viento se convierte en energía mecánica por medio de un rotor, y posteriormente la energía mecánica se convierte en energía eléctrica a través de un alternador. (San Román, 2013)



Figura N° 8 Central Eólica Tres Hermanas 90 MW

Fuente: Parque Eólico Tres Hermanas SAC

Una de las razones principales para la utilización de tres palas es el momento producido debido a la aceleración de Coriolis constante. Todos los rotores con tres o más palas tienen esta propiedad favorable, por lo cual no induce ninguna carga sobre la estructura misma. En función a este efecto lo que acontece es una simplificación estructural y reducción de los esfuerzos en los materiales de fabricación. La característica fundamental de esta configuración es su mayor estabilidad en la operación respecto a rotores de más de tres alabes. Los rotores de tres alabes tienen velocidades de rotación relativamente bajas, lo son también las de punta de pala, constituyendo una gran ventaja respecto a los monopalas y bipalas debido a la reducción en el nivel de ruido que esto conlleva. Asimismo, de manera diferente a los rotores mono y bipalas, las de tres palas gozan de una gran aceptación debido al impacto visual que producen, llegando actualmente hasta diámetros de 90 metros y con velocidades de hasta 3.5 m/s. (San Roman, 2013)

Tomando como referencia el Atlas Eólico del Perú, se identifica que en los departamentos de Ica, Piura, Lambayeque y algunas zonas de La Libertad se cuentan con potenciales presencias de velocidad de viento. La energía eólica es un recurso abundante, renovable, limpio en referencia al grado de contaminación al medio ambiente, ya que no emite gases de efecto invernadero al reemplazar a las centrales termoeléctricas tradicionales. Su principal inconveniente es la intermitencia de la velocidad viento y su cambio de dirección. El Perú cuenta en operación con las Centrales Eólicas de: Talara (30 MW) , Cupisnique(80 MW) , Marcona(32 MW) , la CE Tres Hermanas (90 MW) y la CE de Wayra de 126 MW . (Guevara, 2019)

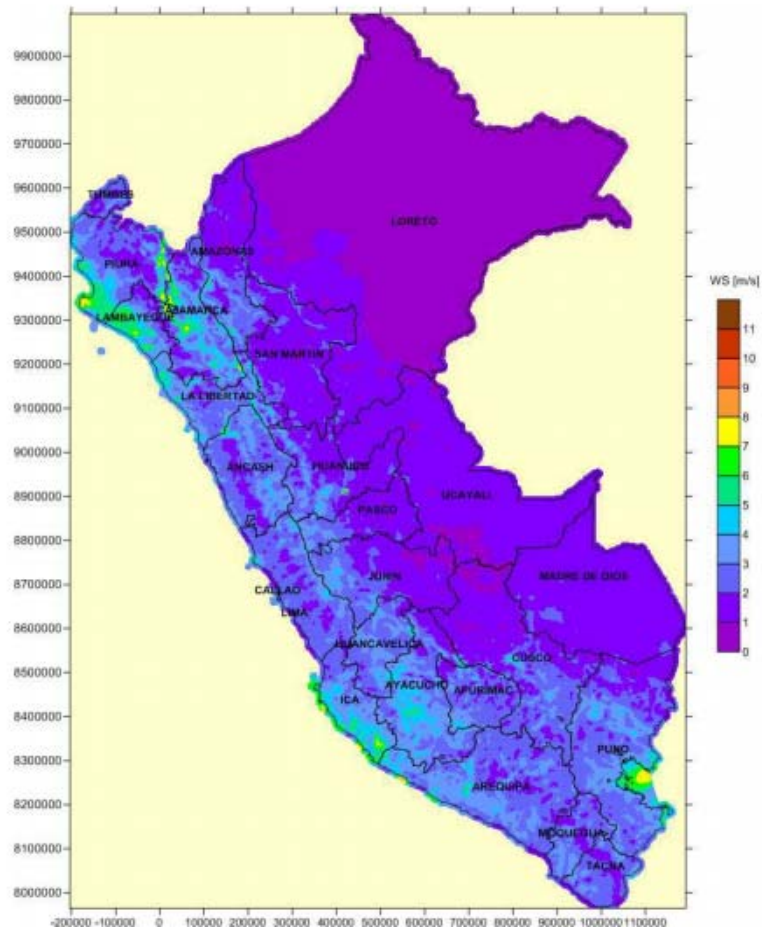


Figura N° 9 Mapa Eólico del Perú

Fuente: MINEM

c. BIOMASA.

La biomasa está referida a todo un conjunto heterogéneo de materias orgánicas, tanto por su origen así como por su naturaleza. En el contexto energético, el término biomasa se refiere para denominar a la fuente de energía renovable basada en el aprovechamiento de la materia orgánica formada por vía biológica en un pasado inmediato o de los productos derivados de ésta descomposición. También se nombran como biomasa a la materia orgánica de las aguas residuales y a los lodos de las depuradoras, así como también a la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, aunque dadas las características específicas de estos residuos se suelen clasificar en un grupo aparte.(Fernández ,2012)

La biomasa tiene carácter de ser una energía renovable ya que su contenido energético procede en como última instancia de la radiación solar fijada sobre los vegetales en el proceso de fotosíntesis. Esta energía es liberada al romperse los enlaces de los compuestos orgánicos en la reacción de combustión, dando como resultado dióxido de carbono y agua. Debido a esto , los productos procedentes de la biomasa que se utilizan para fines energéticos se denominan biocombustibles, pudiendo ser, según su estado físico, biocombustibles sólidos, en referencia a los que son utilizados básicamente para fines térmicos y eléctricos, y líquidos o biocarburantes utilizados en motores de combustión interna. (Fernández, 2012)

Los Residuos Sólidos Urbanos RSU o MSW (por su sigla en inglés: Municipal Solid Waste), estas referidos principalmente a los materiales desechados en los domicilios, pero también incluye algunos desechos comerciales e industriales que son de similar naturaleza, estos son depositados en los vertederos municipales. Los RSU contienen una fracción significativa de celulosa, desechos alimenticios, madera y recortes de poda de árboles, algodón y cuero, metales y vidrios, así como rastros de derivados del petróleo como plásticos, gomas y telas sintéticas.(Castelli,2012)

Tecnologías de recuperación de la energía de los residuos: Se pueden agrupar los procesos de recuperación de la energía de los residuos en dos grupos: Conversión Biológica y Conversión Térmica.

- Conversión Biológica.- Es un proceso efectuado por las bacterias mediante un proceso de digestión anaerobia, donde la fracción orgánica de los residuos se descompone de forma natural en ausencia de aire. Este proceso ocurre en los rellenos sanitarios (generalmente descomposición controlada) donde se produce una mezcla de gases, conocida como biogás, cuyos dos componentes principales son el metano (CH_4) y el dióxido de carbono (CO_2)
- Conversión Térmica.- El proceso térmico consiste en la conversión de los RSU en productos gaseosos, líquidos y sólidos mediante reacciones químicas inorgánicas. La conversión térmica de los residuos puede darse de tres maneras diferentes: combustión, gasificación y pirólisis. En la combustión y en la gasificación la reacción química es exotérmica, lo que significa que se libera la energía. Así mismo en la gasificación se obtiene un producto gaseoso con un poder calorífico inferior que luego puede ser aprovechado en una combustión posterior. En la pirólisis, la reacción es endotérmica, y se obtiene un gas de síntesis cuyo poder calorífico también puede aprovecharse en una combustión posterior. (Castelli, 2012)



Figura N° 10 Central RSU de Huaycoloro de 2.4 MW

Fuente: PETRAMAS SAC

La denominación de biocombustibles líquidos se aplica a una serie de productos de origen biológico posteriormente utilizados como combustibles en sustitución de los

derivados del petróleo o también se utilizan como aditivos en motores de combustión interna. Se pueden utilizar tanto en los motores de encendido por explosión o por encendido por chispa (ciclo Otto), y en los de motores de combustión interna por encendido por compresión (ciclo Diesel). Estos productos se obtienen mediante la transformación de materias primas de origen vegetal y presentan determinadas características físico-químicas similares a los de los combustibles convencionales derivados del petróleo. En algunos países de Europa tal como Francia, a este combustible no tradicional se les denomina “biocarburantes” y se deja la denominación genérica de biocombustible para los productos procedentes de la biomasa que se utilicen en aplicaciones térmicas (incluida la producción de energía eléctrica) y que constituyen el grupo de los biocombustibles sólidos. (Ballesteros y Fernández, 2012)

El biodiésel es un combustible líquido que se obtiene a partir de aceites vegetales y de grasas animales en mezcla con el diesel tradicional. En cuanto a los aceites vegetales, los de colza, girasol y soja son los más usados actualmente. Se encuentran en desarrollo la utilización de aceites de algas, aceites de cocina reciclados y grasas animales. Químicamente los distintos tipos de biodiesel son grupos de ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga (palmítico, oleico, linoleico y linolénico) con metanol o etanol. La reacción química es relativamente sencilla, el aceite o la grasa se calienta con hidróxido de sodio o potasio y metanol o etanol, con lo que la reacción de transesterificación da como resultado al biodiesel en tiempos relativamente cortos con altos rendimientos ya que la posición del equilibrio químico se halla desplazada hacia la formación del éster monoalquílico. El producto final, en este caso el biodiesel, se separa como una capa oleosa que flota sobre la capa acuosa. Actualmente se tienen instalaciones industriales que utilizan aceite de colza y metanol como materia prima y lipasas de origen animal y vegetal como catalizadores de la reacción de transesterificación. En cuanto las propiedades del biodiésel como combustible, éstas son prácticamente las mismas que las del gasoil en cuanto a calor de combustión (-44-45 Mjoulles/kg), densidad y número de cetano. En los motores de combustión interna, el biodiésel puede utilizarse puro o mezclado en distintos porcentajes con el diesel. (Álvarez, 2008)

El término “bagazo” está referido al residuo fibroso resultante de la extracción de jugo de una fruta o planta, para nuestro caso proveniente de la caña de azúcar. El bagazo de caña de azúcar es un material leñoso que consiste en un residuo fibroso obtenido del prensado y extracción de los jugos de la caña de azúcar en los ingenios azucareros. Su composición varía dependiendo del tipo de caña, su madurez, origen de la cosecha y la eficiencia del ingenio. El bagazo de caña de azúcar es el deshecho agrícola más versátiles y útil para ser utilizado en muchas aplicaciones. El avance tecnológico y el surgimiento de la mejora continua de los procesos, se ha logrado diversificar sus aplicaciones, siendo la generación de vapor sobrecalentado para turbinas de vapor en los ingenios azucareros las de mayor aplicación.(Boarini,2006)

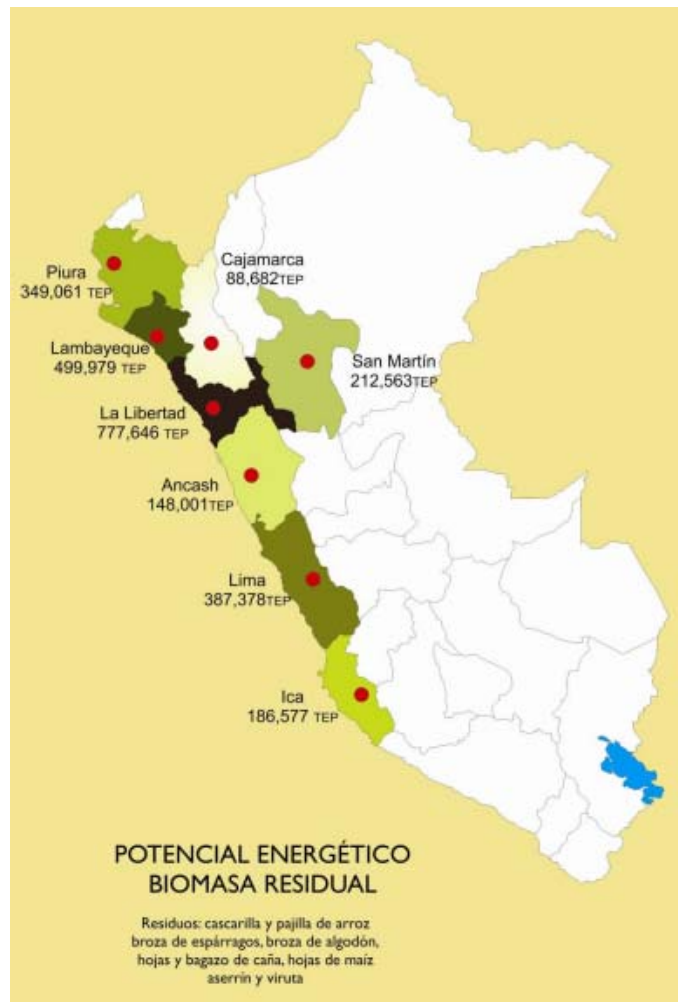


Figura N°11 Potencial Energético Biomasa Residual

Fuente: MINEM

d. RECURSO GEOTÉRMICO.

El recurso geotérmico está referido a la fuente de energía renovable la cual aprovecha la fuente del calor del subsuelo de la tierra para generar energía eléctrica, calor de procesos, proceso de calefacción y generar agua caliente sanitaria. Las aplicaciones de la geotermia es función de la temperatura del recurso geotermal. Los recursos geotérmicos superiores a 150 °C se denominan de alta temperatura y se aprovechan principalmente en la generación producción de electricidad. Cuando la temperatura del yacimiento no es lo suficiente elevado para la generación de energía eléctrica, sus principales aplicaciones son para procesos de calentamiento en los sectores industrial, servicios y residencial. Para el caso de temperaturas inferiores a 100°C puede realizarse un aprovechamiento directo o a través de una bomba de calor geotérmica (climatización). Por último, cuando se trata de recursos de temperaturas inferiores a 100 °C su aplicación se realiza en procesos de obtención de agua caliente sanitaria. Estos niveles de temperatura varían en función a la profundidad según la ubicación geográfica , en un promedio de 18°C por cada 10 metros de profundidad, en algunos lugares de Islandia se alcanza valores cercanos a 30 °C todo el año debido a la inercia térmica del lugar. (TWENERGY, 2012)

El INGEMMET ha realizado importantes estudios de Geotermia en los últimos 5 años, con el fin de promocionar la energía geotérmica como una fuente renovable, sostenible y amigable con el medioambiente. En la actualidad la geotermia es una alternativa para la diversificación de nuestra matriz energética. Entre los estudios integrados más importantes, figuran el “Estudio Geotérmico del Campo Calientes”, “Estudio Geotérmico en Campo Borateras”, “Caracterización y Evaluación del Potencial Geotérmico de la Región Tacna” y la “Caracterización y Evaluación del Potencial Geotérmico de la Región Moquegua”. Del mismo modo el INGEMMET ha elaborado el Mapa de las Zonas Geotérmicas del Perú. El Perú cuenta con un gran potencial de recursos geotérmicos y en ese contexto el INGEMMET en coordinación con la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) y las direcciones regionales de Energía y Minas de Tacna, Moquegua y Puno, empresas privadas y autoridades locales y regionales, han desarrollan actividades para difundir sus beneficios

y métodos de aprovechamiento, cuantificándose un potencial de 3000 MW (INGEMMET, 2016)

El Ministerio de Energía y Minas (MEM) a través de la Dirección General de Electricidad elaboro el año 2011 los resultados del Plan Maestro de Energía Geotérmica del Perú, planteándose las estrategias para el futuro desarrollo y explotación del recurso geotérmico de nuestro país. El estudio fue el resultado del convenio realizado entre el Ministerio de Energía y Minas y el Japan International Cooperation Agency (JICA), esta última entidad efectuó el financiamiento del estudio. La operatividad estuvo a cargo del INGEMMET y la firma japonesa West Japan Engineering Consultans. INGEMMET elaboro el año 2007 el primer mapa geotérmico del Perú identificándose seis zonas geológicamente prospectivas:

Región I (Cajamarca).

Región II (Huaraz).

Región III (Churín).

Región IV (Centro del Perú)

Región V (Cadena de regiones volcánicas que abarcan los departamentos de Tacna, Moquegua, Arequipa y parte de Ayacucho).}

Región VI (Cusco – Puno)(UNMSM,2014)

Se ha cuantificado el potencial geotérmico de 2900 MW a través del INGEMMET. La exploración de los yacimientos geotérmicos se centra en la búsqueda de depósitos con temperaturas superiores a 150°C (para el aprovechamiento de los fluidos geotérmicos en centrales de energía del tipo binaria o de expansión), que son ideales para generación de energía eléctrica y para sistemas de calefacción en zonas andinas o invernaderos. La construcción de una central geotérmica en promedio es de 7 años en su construcción y pruebas, por lo general la perforación del yacimiento geotérmico involucra más del 50 % del tiempo previsto. En el Perú se tienen empresas realizando exploración, así tenemos: Magma Energy Corp., Vancouver, Hot Rock Limited, Brisbane y Andes Power Perú. La Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos Decreto Supremo N° 019-2010-EM) permite el fomento racional y sostenido de los proyectos del recurso geotérmico. Este marco legal reduce los riesgos financieros y costos hundidos futuros ,

alentando al inversionista con la devolución de su garantía, en el supuesto que su solicitud de explotación sea negada y evitándose daños ante las entidades financieras.



Figura N°12 Mapa geotérmico del Perú.

Fuente: INGEMMET-MEM

e. MICROHIDROELÉCTRICA.

Una central hidroeléctrica, es aquella instalación electromecánica que utiliza el potencial de una masa de agua contenida a cierta altura, para transformarla primero en energía mecánica y luego en energía eléctrica. Un sistema de captación de agua provoca un desnivel entre dos cotas geodésicas que provoca una energía potencial acumulada. El flujo del agua a través la turbina provoca en la misma un movimiento giratorio que acciona un alternador. Las turbinas hidráulicas según su configuración o geometría pueden ser del tipo Pelton, Francis, Kaplan, Michelle Banki y Turgo.(López Satow,2009)

Las centrales hidroeléctricas, y dentro de ellas las mini centrales hidroeléctricas, están supeditadas a las peculiaridades y características del terreno donde vayan a instalarse. Durante su puesta en marcha una instalación hidroeléctrica se debe tener en cuenta la

topografía del terreno, ya que esta influirá en la obra civil como en la selección del equipamiento electromecánico. Según el emplazamiento de la central hidroeléctrica se realiza la siguiente clasificación:

- Centrales de pasada. O también de agua fluvente, la cual capta una parte del caudal del río generalmente haciendo unos de un barrage o una bocatoma, lo conducen hacia la central mediante un canal abierto de tipo trapezoidal de concreto y una vez ahí es utilizada a través de una caída de agua en el cual el agua a presión fluye a través de una tubería de presión e inyectada hacia la turbina hidráulica, luego el agua se devuelve al río.(IDAE, 2012)
- Centrales de embalse. Se diseñan debajo de los embalses destinados a usos hidroeléctricos o a otros usos, aprovechando el desnivel creado por la propia presa. Es aquel aprovechamiento de agua en la que se construye un embalse o se aprovecha un lago, en el cual se almacena el agua para usos en periodos de alta demanda de energía, esta agua es proveniente de las aportaciones de los ríos, lluvias y del deshielo. La característica principal de este tipo de instalaciones es que cuentan con la capacidad de regulación del agua almacenada los cuales son aprovechadas en ciertos periodos de demanda. Esta capacidad de controlar la producción se emplea por lo general para proporcionar energía durante las horas punta de demanda. (IDAE, 2012)
- Centrales en canal de riego o de abastecimiento. Se distinguen dos tipos de centrales dentro de este grupo: Aquellas que aprovechan el desnivel existente en el mismo canal. Mediante la instalación de una tubería de presión, paralela al cauce del canal de riego, y se conduce el agua hasta la central, devolviéndola posteriormente a su curso normal mediante un canal. Y aquellas que aprovechan el desnivel existente entre el canal y el curso de un río cercano. La central en este caso se instala próxima al río y se turbinan las aguas excedentes en el canal. (IDAE; 2012)

En el Perú, aquellas centrales Hidroeléctricas con potencias inferiores a 20 MW se consideran dentro de la categoría de Recursos Energéticos Renovables.



Figura N°13 Central Hidroeléctrica de Pariac de 18 MW

Fuente: Statkraft Perú

2.1.3 CONTEXTO DEL MERCADO ENERGÉTICO PERUANO.

a. DECRETO LEGISLATIVO N° 1002-2008.

Tiene por objeto promover el aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables (RER) para mejorar la calidad de vida de la población y proteger el medio ambiente, mediante la promoción de la inversión en la producción de electricidad. Se declara de interés nacional y necesidad pública el uso de los recursos energéticos renovables para la generación eléctrica. El Ministerio de Energía y Minas establece cada cinco (5) años un porcentaje objetivo para la participación de la generación eléctrica mediante tecnología RER en la Oferta total de generación de energía eléctrica. Este porcentaje objetivo es de cinco por ciento (5%) para los primeros diez años, valor que no ha sido renovado en la actualidad. (Gobierno del Perú, 2008)

Para efectos del presente Decreto Legislativo, se entiende como RER a los recursos energéticos tales como biomasa, eólico, solar, geotérmico y mareomotriz. Tratándose de la energía hidráulica, cuando la capacidad instalada no sobrepasa de los 20 MW. Dentro de las ventajas tenemos los siguientes: La generación de energía eléctrica a partir de RER

tiene prioridad en el despacho de energía programado por el Comité de Operación Económica del Sistema (COES), en este caso se considerará un costo variable de producción igual a cero. Los Generadores de energía con Cogeneración o Generación Distribuida conforme lo establezca el Reglamento, deben pagar por el uso de redes de Distribución. Asimismo el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), en coordinación con el Ministerio de Energía y Minas y los Gobiernos Regionales, implementará los mecanismos y acciones correspondientes para el desarrollo de proyectos de investigación sobre energías renovables, promoviendo la participación de universidades, instituciones técnicas y organizaciones de desarrollo especializadas en la materia. (Gobierno del Perú, 2008)

b. Decreto Supremo N° 012-2011-EM (SUBASTA DE ENERGÍA)

Son subastas de adquisiciones de energía eléctrica. Son de tipo financiero, es decir, en las que no se produce una entrega física del producto, ya que lo que se subasta es energía. Reciben el nombre de CESUR: Contratos de Energía para el Suministro de Último Recurso. (Mariño, 2011)

Es el proceso de concurso público convocado por OSINERGMIN con la finalidad de asignar la Tarifa de Adjudicación a cada proyecto de generación con RER hasta cubrir la Energía Requerida, esta última es la cantidad total de energía anual expresada en MWh materia de la Subasta. La Energía Requerida así como la participación de cada tecnología RER para cubrir dicha energía, es determinada por el Ministerio. (Gobierno del Perú, 2011)

Para cada Subasta el Ministerio definirá el porcentaje de participación de cada tecnología RER en la Energía Requerida, considerando el Plan Nacional de Energías Renovables y/o alguno o la combinación de los siguientes aspectos: Proporción inversa al precio monómico (US\$/MWh) de cada tecnología, Proporción directa a la garantía de Potencia Firme por tecnología y por Promoción de la competencia. Cada dos (02) años, el Ministerio debe convocar a Subasta RER en el marco del artículo 2° de la Ley. El OSINERGMIN administra la convocatoria a Subasta hasta la adjudicación de los postores. La modalidad de la subasta es a precio menor, la cual es presentada por los

postores en sobre cerrado detallando la oferta técnica y la oferta económica, el precio base no es publicado hasta la apertura de los sobres. De manera anticipada se publican las capacidades de generación en las diversas barras de generación ubicadas a lo largo del Perú para cada tecnología RER. (Gobierno del Perú, 2011)

c. PRIMA DE ENERGÍA

Es el monto anual necesario para que la Empresa generadora perciba por derecho al Ingreso Garantizado, luego de ser descontados los ingresos netos percibidos por transferencias establecidas por el COES.

La remuneración anual por generación de energía de las Empresas RER conectados al Sistema eléctrico Interconectado Nacional incluyen:

- La valorización a Costo Marginal de Corto Plazo de sus Inyecciones Netas de Energía.
- Una remuneración anual por concepto de Prima, calculado como la diferencia entre la valorización de la Tarifa Adjudicada de la subasta de sus Inyecciones Netas de Energía, hasta el límite de la Energía Adjudicada y la valorización a Costo Marginal de Corto Plazo de las Inyecciones Netas de Energía, hasta el límite de la Energía Adjudicada, más los Ingresos por Potencia.

Este monto anual referente a la Prima es remunerado en cuotas mensuales durante el año siguiente, considerando la tasa de interés mensual de 12 % referida al artículo 79 de la Ley de Concesiones Eléctricas. La primera determinación de la Prima se efectuará considerando la proporción de las inyecciones netas respecto de la Energía Adjudicada, según la fecha de puesta en Operación Comercial, conforme al Procedimiento aprobado por OSINERGMIN. (OSINERGMIN, 2014)

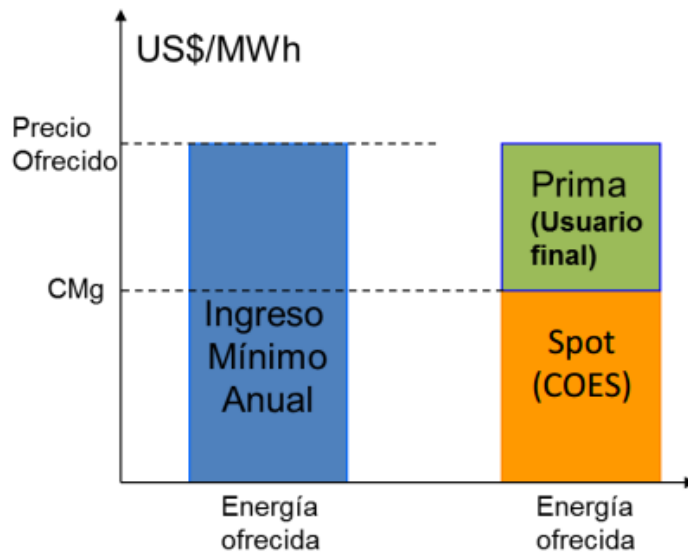


Figura N° 14 Liquidación de los Ingresos mínimos para una Central RER

Fuente: OSINERGMIN

d. NUEVA SUBASTA

A inicios de septiembre 2015, Osinergmin publicó las bases de una la 4° subasta para instalaciones de tecnologías RER con una propuesta de hasta 1,300 GWh. La energía fotovoltaica participo con una producción anual de 415 GWh, la generación eólica con 573 GWh y la generación de energía con biomasa con 312 GWh. Así mismo se adicono una ronda de 450 GWh para la cobertura de la demanda con energía hidroeléctrica. El 16 de febrero 2016 se publicó los resultados de la 4° subasta de recursos energéticos renovables. Se adjudicaron 2 centrales de biomasa para residuos sólidos urbanos con una potencia de 2 MW c/u, 3 centrales eólicas con una potencia total de 162 MW y 2 centrales solares con 184 MW. Mientras que 79.66 MW, son adjudicadas a 6 empresas de generación hidroeléctrica. (DELTAVOLT,2017)

En esta subasta se marcó un hito, en lo referente a los precios de los postores, sobre todo de las centrales fotovoltaicas. El precio de barra de la oferta más favorable para la energía solar fue de 47.98 US\$ por MWh, y de la energía eólica fue de 36,48 US\$ por MWh (estableciéndose contratos de 20 años). En 2016, en Abu Dhabi se anunció una oferta con tecnología fotovoltaica con un precio de 24.2 US\$ por MWh para una

instalación solar de 350 MW. Con estos precios, se demuestra que la energía solar es competitiva frente a la generación de energía mediante del carbón y del gas natural. (DELTAVOLT,2017)

e. INCENTIVOS INVERSIÓN PRIVADA.

Los incentivos para la promoción en el uso de tecnología RER son aun escasos , no se tienen estímulos concretos para la inversión individual privada. Con la excepción para los proyectos y programas de la cooperación internacional y de algunos ONGs, todavía no existen medidas para promover las energías renovables de manera masiva. Concretamente faltan aún incentivos económicos tal como una tasa de interés menor en los préstamos o financiamiento. Existen fondos para proyectos con energías renovables a través del Banco de Desarrollo del Perú COFIDE, pero el acceso a los mencionados créditos a través de la banca comercial para la mayoría de la población es inexistente. Bajo este panorama, la inversión privada es solamente razonable en zonas no conectadas a la red, tal como se ha promocionado en la primera subasta de sistemas no conectados a la red del año 2014. Es por lo tanto aun un problema por resolver para el estado peruano. (DELTAVOLT, 2017)

f. GENERACIÓN DISTRIBUIDA.

A diferencia de los programas de planificación en otros países, en el Perú se concentró en las últimas décadas a la ejecución de proyectos energéticos de gran capacidad y en la dependencia actual del gas natural dentro de nuestra matriz energética. El estado peruano, con fecha 24 de septiembre de 2015, publico el Decreto Legislativo No. 1221, que mejora la regulación en la distribución de electricidad. En su artículo segundo se establece que: los usuarios del servicio público de electricidad que hayan instalado equipos de generación eléctrica renovable no convencional a pequeña escala o de cogeneración, hasta una máxima potencia fijada para cada tecnología, tienen el derecho de disponer de ellos para su autoconsumo o de alguna manera pueden inyectar sus excedentes de electricidad al sistema de distribución, siempre que no afecte la seguridad y confiabilidad del sistema de distribución al cual está conectado.(MINEM ,2017)

Bajo el concepto de redes inteligentes REI, llamadas también SMART GRIDS que son la combinación de tecnologías eléctricas con tecnologías de la comunicación e información (TICs) surge la generación distribuida como solución a la tecnología de suministro de energía eléctrica convencional a un centro de consumo de energía. A nivel europeo, se define el REI como una red eléctrica que puede integrar de manera eficiente el comportamiento y las acciones de los usuarios o consumidores de energía conectados a ella (generadores y consumidores puros, y de aquellos agentes del mercado que son generadores y consumidores a la vez), para asegurar la existencia de un sistema económicamente eficiente y sostenible con bajas pérdidas y altos niveles de calidad y seguridad de suministro, así como de seguridad sistemática. (MINEM, 2018)

2.1.4 PROMOCIÓN A LOS RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES.

a. **PROTOCOLO DE KYOTO:** El Protocolo de Kyoto propuso tres mecanismos para la mitigación con el objeto de asistir a los países firmantes de este acuerdo y lograr sus objetivos:

- Comercio de Emisiones entre países desarrollados: Consiste en la transferencia de reducciones de carbono entre países industrializados basado en la compra de derechos de emisión a países que están por debajo de su cuota de emisión. Las unidades de transacción se denominan Assigned Amount Units (AAU).
- Mecanismo de Implementación Conjunta (IC): Consiste en la transferencia de los créditos de emisiones entre países desarrollados. Se caracteriza por ser un mecanismo sustentado en proyectos y permite acreditar unidades de reducción de emisiones a favor del país inversionista en proyectos de reducción de carbono. Las unidades de venta se denominan Emission Reduction Units (ERU).
- Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL): Permite que proyectos de inversión financiados en países en vías de desarrollo con la finalidad de que puedan obtener beneficios económicos a través de la venta de Certificados de Emisiones Reducidas (CER), mitigando la emisión de gases con efecto invernadero a la atmósfera. El propósito del MDL es ayudar a los países en desarrollo a lograr un desarrollo sostenible, así como contribuir para que los

países puedan cumplir con sus compromisos cuantificados. Este es el único mecanismo que involucra a países vías de desarrollo

- b. COP 21 :** El Acuerdo de París, aprobado el 12 de diciembre de 2015 entrará en vigencia el 1 de enero de 2020, en la práctica el nuevo acuerdo reemplazará al Protocolo de Kioto que se firmó en 1997, hace 22 años. A nivel mundial las Contribuciones Previstas y Nacionalmente Determinadas de los países del mundo (intended Nationally Determined Contributions – INDCs, como se denomina en inglés) que se presentaron hasta octubre año 2015 apuntan a reducir la brecha de reducción de emisiones con un total agregado de emisiones globales de 55-53 mil millones de toneladas para el año 2030 (55 GtCO₂eq) (MINAM, 2015)

El componente de mitigación de la NDC peruana propone una reducción del 30% respecto a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) proyectadas para el año 2030 como parte de un escenario Business as Usual (BaU), lo que representaría una reducción de 89.4 MtCO₂ en dicho año. Un 20% de será implementado a través de inversiones y gastos con recursos internos, públicos y privados (propuesta No Condicionada equivalente a 59 MtCO₂ reducidas en 2030); y un 10% estará supeditado a la disponibilidad de financiamiento externo internacional y condiciones favorables (propuesta condicionada equivalente a 30.4 MtCO₂). En lo referente a la energía, representa 10.8 MtCO₂eq (12%), o Energías renovables con el 19% del total de reducción de emisiones en este sector; diseño de acciones y proyectos (NAMA) relacionadas a energías renovables y eficiencia energética. (MINAM, 2015)

2.2 OFERTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA.

2.2.1 GENERALIDADES:

a. POTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA:

Las Centrales de Energía estas conformadas por un conjunto de componentes electromecánicos que permiten la transformación y producción de potencia efectiva. La Potencia Efectiva neta generada es utilizada para el accionamiento de los servicios ,

destinándose solo lo necesario, la potencia efectiva en su mayor parte es inyectada al SEIN. Referente a la potencia se tienen las siguientes definiciones:

- Potencia Instalada (P_i): O también potencia nominal o de diseño, está relacionada a las condiciones de dimensionamiento o constructivos de la central de energía. Por lo general solo las centrales hidroeléctricas pueden alcanzar en operación su potencia instalada.
- Potencia Efectiva (P_e): Es aquella potencia máxima producida y medida en los bornes del generador de la central de energía, la cual es obtenida con el máximo aprovechamiento de los recursos primarios (caudal, radiación solar, velocidad de viento, etc.). El COES realiza los estudios de Potencia Efectiva anualmente, la cual se declara ante el Osinergmin, para los estudios de determinación los precios de barra anual.
- Potencia Firme (P_f): La potencia firme de una central, es aquella potencia que una central de energía puede aportar al sistema eléctrico en horas de máxima demanda con un alto grado de confiabilidad, teniendo en cuenta una cierta probabilidad de excedencia (para el caso de las centrales hidráulicas). Este concepto de potencia firme de adecuación permite el aseguramiento de la capacidad de generación en el mediano y largo plazo. Así tenemos que dentro del cálculo de la potencia firme no se tienen en cuenta los atributos técnicos de las centrales, tal como tiempo de arranque, incrementos de carga entre otros, es decir para la determinación de la potencia firme no se valoriza la habilidad de la unidad de generación de estar presente frente a requerimientos intempestivos de potencia (dos unidades con igual tasa de indisponibilidad y potencia efectiva, podrían tener la misma potencia firme independiente si una puede tomar con mayor rapidez la carga) ya que los mismos están relacionados al concepto de seguridad y son manejados mediante la planificación en el despacho realizado por el Comité de operación económica del sistema. (Vega, Sánchez Camones, 2013)

Cumple con el criterio de operación lo siguiente:

$$P_f < P_e < P_i$$

b. OFERTA DE GENERACIÓN:

Es igual a la sumatoria de las Potencias Efectivas de las Centrales de Generación de un Sistema Eléctrico.

$$\text{Oferta de Generación}(P_{et}) = \sum_{i=1}^n P_eCH + \sum_{j=1}^m P_eCT + \sum_{k=1}^p P_eCRER \dots \dots (1)$$

Dónde:

$$\sum_{i=1}^n P_eCH = \text{Sumatoria de las Potencias Efectivas de las Centrales Hidroeléctricas acopladas al SEIN}$$

$$\sum_{j=1}^m P_eCT = \text{Sumatoria de las Potencias Efectivas de las Centrales Termoeléctricas acopladas al SEIN}$$

$$\sum_{k=1}^p P_eCRER = \text{Sumatoria de las Potencias Efectivas de las Centrales RER acopladas al SEIN}$$

c. MAXIMA DEMANDA:

Es igual a la sumatoria de las demandas coincidentes de los sectores que corresponde a un sistema de potencia en un mismo instante de tiempo.. Según los bloques horarios del día, se considera horas fuera de Punta al periodo desde las 23.00 horas de un día hasta las 18.00 horas del día siguiente y horas punta desde las 18.00 horas a 23.00 horas de un mismo día , se tienen las siguientes demandas:

$$MD_{HP} = \text{Máxima Demanda en Horas Punta}$$

$$MD_{HFP} = \text{Máxima Demanda en Horas Fuera de Punta}$$

Se considera que Máxima demanda es igual a:

$$D_{max.} = MD_{HP} = \text{Máxima Demanda en Horas Punta}$$

d. RESERVA DE GENERACIÓN:

La disponibilidad de una reserva de generación un sistema eléctrico se caracteriza por la capacidad de respuesta de cada unidad de generación a los cambios de carga. Las centrales hidroeléctricas reaccionan con rapidez a la variación abrupta de carga, mientras que las térmicas son mucho más lentas como las turbinas de vapor, por esta

razón se hace necesario clasificar los tipos de reserva con que el sistema debe contar para satisfacer las necesidades que se puedan presentar.

Una de las garantías de la seguridad de la operación de un sistema eléctrico interconectado es que el margen de su reserva de generación (generación efectiva menos máxima demanda), sea lo suficiente para cubrir contingencias y condiciones operativas de emergencia. (Palomino y Pumay, 2014)

En el Perú, se tiene la siguiente clasificación:

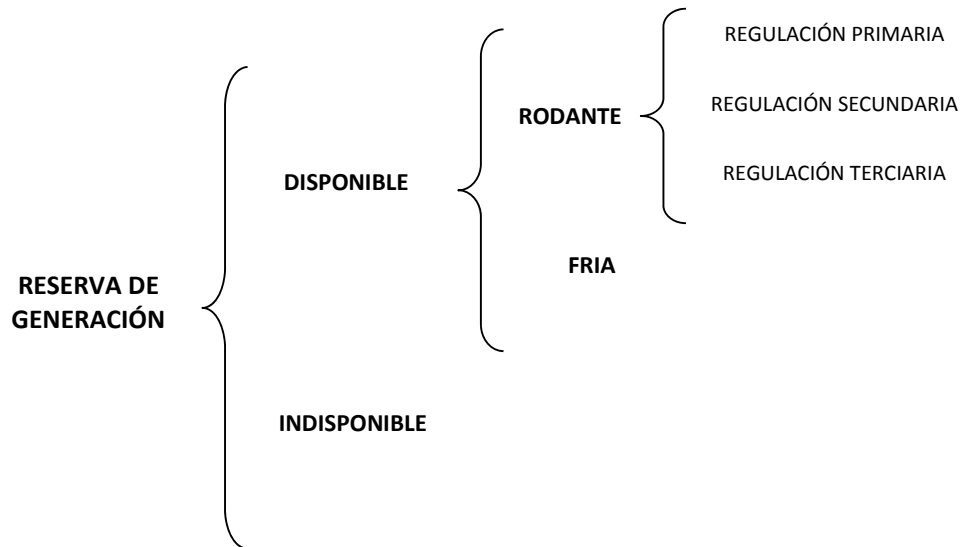


Figura N° 15 Clasificación de la Reserva de Generación

Fuente: Dorregaray-Pontificia Universidad Católica del Perú (2,010)

La reserva de generación es clasificada por el COES-SINAC en dos grandes grupos denominados como reserva disponible y reserva indisponible. La reserva indisponible es aquella capacidad de las centrales que por motivo de tareas de mantenimiento y/o reparación no es posible conectarlas al sistema. La reserva disponible es igual a la sumatoria de capacidad disponible de todas las centrales de generación menos la máxima demanda de generación, la cual a su vez se clasifica en dos tipos de reserva: la primera se denomina reserva no sincronizada o reserva fría, la cual es igual a la sumatoria de las capacidades de potencia disponibles de las unidades no sincronizadas y listas para entrar en operación a solicitud del operador del sistema.

La segunda clasificación denominada reserva en giro o rodante es igual al margen de la capacidad de generación de las centrales en operación para llegar a la máxima potencia de generación disponible en cualquier instante de tiempo. Este margen de capacidad en

generación es igual a la diferencia entre la sumatoria de capacidades disponibles de las unidades sincronizadas al sistema y la sumatoria de sus potencias entregadas al sistema. (Díaz Ávila, 2011)

2.2.2 DESPACHO DE ENERGÍA:

La operación coordinada de un sistema eléctrico tiene diferentes objetivos, entre los más comunes se destacan la seguridad en el abastecimiento de energía y la minimización del costo de la operación del sistema. En base a estos objetivos se pueden definir dos niveles de coordinación: física y económica. En ambos casos existen importantes beneficios de operar en forma coordinada en un sistema eléctrico interconectado. A continuación se detallan las características de esos niveles de coordinación.

a. COORDINACIÓN FÍSICA:

Según las características de la operación de los sistemas eléctricos, la coordinación física se realiza como respuesta a la necesidad de mantener el sincronismo del sistema asegurando el abastecimiento y controlar las variables que permiten mantener la estabilidad en la red de transmisión la cual opera en forma coordinada: frecuencia, voltajes, flujos máximos por las líneas de transmisión, equilibrio generación carga, etc. Además, permite tener un nivel adecuado de seguridad a un costo económico para los usuarios. (Vega, Sánchez Camones, 2013)

Las principales razones para operar coordinadamente un sistema eléctrico en la coordinación física tenemos:

- Necesidad de equilibrio de la generación con la demanda en cada instante con una reserva disponible.
- La regulación de la carga del parque de generación (velocidad de respuesta a las variaciones de la carga la cual varía según la tecnología de generación).
- Presencia de otros requerimientos tal como reactivos para regulación de voltaje, regulación de frecuencia, etc.

Al interconectar los sistemas y operarlos a tiempo real coordinadamente con la reserva del sistema (reserva en giro, reserva fría), al contar con un mayor número de unidades interconectadas, puede ser compartida por una mayor unidad de generación.

Las reservas mínimas en los sistemas eléctricos se determinan bajo diferentes parámetros y varían de un sistema a otro. La reserva de generación se define en función de la unidad de mayor capacidad operando en el sistema (peor caso de falla), disminuyendo la generación de las restantes unidades en una proporción, tal que permita en caso de fallar esta unidad mayor esta pueda ser respaldada con la capacidad disponible de las máquinas que se encuentran operando. Al estar interconectado un mayor número de unidades, el nivel de generación de la reserva por unidad funcionando baja proporcionalmente al número de unidades interconectadas. Esto permite tener reservas adecuadas a un costo económico.

Además se puede reducir el riesgo frente a variaciones hidrológicas en sistemas hidrotérmicos, al proveer un mayor número de unidades generadoras para cubrir la demanda. (Vega, Sánchez Camones, 2013)

b. COORDINACIÓN ECONÓMICA:

La coordinación económica busca operar un sistema de potencia mediante el uso económico de los recursos disponibles. En los mercados latinoamericanos esta coordinación busca lograr la minimización del costo total de la operación desde la perspectiva social. En el óptimo se supone que la coordinación debe maximizar el excedente del productor y del consumidor, operando el sistema de potencia como si estuviera bajo la propiedad de un solo dueño.

La coordinación económica permite aprovechar la complementación existente entre distintas unidades de un parque generador interconectado. La variación de la demanda, tanto diaria como estacional, junto con unidades generadoras con distinta tecnología y costos permite suministrar carga para abastecer la demanda de forma económica, beneficiando al consumidor.

La complementariedad entre distintos tipos de carga (residencial, comercial, industrial) como de las diferencias entre las zonas geográficas y horarias es otra ventaja de la interconexión y coordinación de los sistemas eléctricos.

El organismo encargado de la coordinación económica, tiene a cargo la administración del parque de generación, que corresponde a una instancia de coordinación económica donde el óptimo se alcanza al igualar las ofertas de energía de los generadores y la demanda del sistema eléctrico, determinándose un precio de despacho del mercado. El

operador de la coordinación económica a menudo cumple también la función de coordinación comercial. Para esto debe coordinar los intercambios comerciales entre los diferentes agentes del mercado, en base a los precios spot. Entre las tareas que debe realizar en esta coordinación comercial está la facturación, las liquidaciones y el manejo de diferentes fondos necesarios para el funcionamiento del mercado. (Vega , Sánchez Camones, 2013)

Para los cálculos de despacho de generación se tienen las siguientes ecuaciones:

- **POTENCIA FIRME DESPACHADA:** Es la sumatoria de todas las potencias efectivas despachadas en horas de máxima demanda y es igual a la suma de:

$$P_{fd} = P_{fh} + P_{ft} \dots \dots \dots (2)$$

P_{fd} = Potencia firme despachada.

Además la Potencia firme despachada en horas de máxima demanda debe cubrir la Máxima demanda y las pérdidas técnicas en las redes de transmisión y la regulación de la frecuencia y la tensión, la cual toma el nombre de Reserva Rodante (R_r).

$$P_{fd} = D_{max} + R_r \dots \dots \dots (3)$$

- **RESERVA OPERATIVA DE GENERACIÓN:**

Se obtiene comparando la potencia disponible en el SEIN (considerando las limitaciones reales) con la máxima demanda.

$$R_{og} = P_{et} - D_{max} \dots \dots \dots (4)$$

- **RESERVA FIRME DE GENERACIÓN:** Es la Reserva real de generación disponible, que se obtiene de comparar la Potencia disponible del SEIN con la Potencia firme despachada.

$$R_{fg} = P_{et} - P_{fd} \dots \dots \dots (5)$$

2.2.3 SISTEMAS ELÉCTRICOS:

Se entiende por Sistema Eléctrico de Potencia a aquella infraestructura que reúne diversas actividades, así tenemos la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, esto es generación de energía eléctrica a partir de fuentes de energía primaria tales como el gas natural, petróleo, carbón, recursos renovables y agua , transmisión eléctrica vía una red de líneas de extra, muy alta y alta tensión y redes de distribución

hacia los puntos de consumo a una menor tensión o voltaje. El principal objetivo de un sistema eléctrico es el de satisfacer las necesidades de los usuarios que demandan energía eléctrica. Para alcanzarlo se planifica el sistema eléctrico considerándolo como un conjunto de dispositivos que permitan facilitar dicha energía a los usuarios finales, transportándola desde los lugares donde la misma es generada. Además, y es aquí donde reside la complejidad de la planificación, del control y del estudio de sistemas eléctricos, dicha planificación deberá realizarse de forma que el sistema resulte lo más económico y fiable posible, entre otras características al mismo tiempo y cuya importancia no es tan relevante. (Palomino y Pumay, 2014)

Un corte del suministro de energía eléctrica puede deberse a distintas causas, tal como un cortocircuito, la caída de estructuras de transmisión, errores en la operación y control del sistema eléctrico y a menor medida por acciones de sabotaje. Sin importar las causas, es evidente también que es imposible que un sistema eléctrico de potencia sea inmune a una contingencia inesperada, debiéndose aceptar las interrupciones del suministro de energía como una situación normal, aunque no deseable. Por lo tanto es necesario reducir la duración de una interrupción durante los cuales se corta el suministro eléctrico, sin importar la causa se debe restaurar el sistema a su condición inicial. (Palomino y Pumay, 2014)

El concepto de confiabilidad en el sistema eléctrico, es definido por la NERC de la siguiente manera: “El grado en que el desempeño de los elementos del sistema eléctrico resulta en un nivel de potencia despachada a los consumidores que posee un estándar aceptable y responde a la capacidad deseada. Se tienen 2 conceptos que se encuentran ligados a la definición de confiabilidad:

La seguridad (“security”): está referida a la capacidad del sistema eléctrico de absorber los shocks de demanda, es decir que el sistema tenga la capacidad de abastecer a los consumidores ante una intempestiva variación en la demanda en un corto plazo. La seguridad del sistema es considerada como un factor de suma importancia, debido a que el servicio no es exclusivo de ningún usuario, es decir no es posible apropiarse de toda la seguridad del sistema. La seguridad beneficia a todos los usuarios por igual y está

relacionada con que los grupos generadores brinden una respuesta oportuna debido a las fluctuaciones de la demanda.

La adecuación (“adequacy”): esta referida a la capacidad del sistema eléctrico para absorber la fluctuación de la demanda en el mediano y largo plazo, siendo esta característica considerada un bien privado bajo ciertos requerimientos en el diseño del sistema eléctrico. La adecuación del sistema está orientada básicamente a que el sistema eléctrico cuente con la oferta necesaria para cubrir con los requerimientos de demanda en el mediano y largo plazo. (Díaz Ávila, 2011)

El COES es una entidad privada, sin fines de lucro y con personería de Derecho Público. Está conformado por todos los Agentes del SEIN (Generadores, Transmisores, Distribuidores y Usuarios Libres) y sus decisiones son de cumplimiento obligatorio por los Agentes. Su finalidad es coordinar la operación de corto, mediano y largo plazo del SEIN al mínimo costo, preservando la seguridad del sistema, el mejor aprovechamiento de los recursos energéticos, así como planificar el desarrollo de la transmisión del SEIN y administrar el Mercado de Corto Plazo (COES,2017)

2.3 METODOS DE PROYECCIÓN.

2.3.1 TÉCNICAS PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN.

Son estimaciones del comportamiento futuro de las variables en análisis que se utilizan para elaborar un pronóstico, esta técnica de proyección tiene su aplicación de carácter especial lo que hace de su selección un problema de decisión influido por diversos factores. (Castillo, 2014)

En el ámbito de la proyección son múltiples las técnicas metodológicas existentes para estimar el comportamiento futuro de alguna de las variables del proyecto, esto obliga al analista a tomar en cuenta un conjunto de variables para cada método.

Tales como:

- La validez de los resultados de la proyección que están íntimamente relacionada con la calidad de la información de entrada que sirvieron de base para los pronósticos.

- La selección del método dependerá principalmente de la cantidad y calidad de la información estadística disponibles, también de los resultados esperados. La efectividad del método seleccionado se evaluará en función de su precisión, sensibilidad y objetividad..
- La precisión se percibe con cualquier error en el pronóstico porque tendrá asociado un costo. Aunque no puede exigirse una certeza total a alguno de los métodos, de esta forma solo se exige que garantice una reducción al mínimo del costo del error en la proyección.
- Sensibilidad, se percibe al situarse en un medio variable, la cual debe ser lo suficientemente estable para enfrentar cambios agudos.
- Objetividad, la información que se tome como base de la proyección debe garantizar su validez y oportunidad en una situación histórica.

Estos resultados que se obtienen son indicadores de referencia para una estimación definitiva, la cual tiene un margen de error. Esta deberá complementarse con el juicio y las opiniones de un experto.(Castillo,2014)

Por pronóstico se entiende a aquella afirmación sobre el corto , mediano o largo plazo, la cual bajo determinadas condiciones, en un momento y lugar determinados sucederá un acontecimiento o acontecimientos con cierta probabilidad muy próxima a la precisión en la ocurrencia. Por lo que todo pronóstico significa una afirmación basada en una teoría demostrada, según la moderna lógica científica. En la práctica muy raras veces puede establecerse un pronóstico en el sentido exacto del término, ya que las teorías no son perfectas ni lo suficientemente completas para que puedan abarcar todos los factores de un problema. (Echevarría, 1966)

En el ámbito económico, sin embargo, es más adecuado en la mayoría de los casos hablar de proyección y no de pronóstico. La proyección se entiende como la afirmación sobre el futuro desarrollo condicionando a determinadas premisas que sólo posee una probabilidad limitada de ocurrencia. De tal manera, las predicciones económicas son, actualmente proyecciones y no pronósticos, aunque se utilizan ambos términos. Se puede distinguir las proyecciones según puntos y aquellas según intervalos. El término perspectivas, se emplea más en las economías planificadas como previsiones a largo

plazo, en función de magnitudes futuras y no en simples extrapolaciones tendenciales. Así mismo la profecía es una afirmación de largo plazo sin ningún fundamento o base técnica. A ambos términos les falta la condición previa para ser pronóstico, en este caso la teoría completa o al menos parcial. (Echevarría, 1966)

2.3.2 EXTRAPOLACIÓN:

El método de extrapolación es un método científico lógico que consiste en suponer que el curso de los acontecimientos continuará en el futuro, convirtiéndose en las reglas que se utilizarán para llegar a una nueva conclusión. Es decir, se afirma a ciencia cierta que existen unos axiomas y éstos son extrapolables a la nueva situación. La base para una extrapolación será el conocimiento sobre el reciente desarrollo del fenómeno. Se precisa al menos dos observaciones secuenciales hechas en puntos conocidos en el tiempo. Las observaciones son habitualmente registradas como variables cuantitativas, medidas con algún tipo de escala. El material consiste en una serie cronológica. No obstante, nada impide extrapolar tendencias que se describan enteramente en términos cualitativos. (Wikipedia, 2016)

2.3.3 MEDIAS MÓVILES:

Es una técnica que utiliza la información estadística, y es considerada como técnica naïve (en sentido amplio aquel procedimiento que repite en forma mecánica un comportamiento pasado) y de alisado, esta última en el sentido de modelar las variaciones de una serie de datos pueda presentar, sean estas de tipo estacional (sólo en determinados momentos del año), cíclicas (recurrentes cada ciertos años, es decir, debidas al momento del ciclo económico) o erráticas. (Instituto Klein, 2004)

La técnica de medias móviles construye una nueva serie de tiempo a partir de la media de un número determinado de puntos o datos, a la cual se va añadiendo sucesivamente un dato nuevo y quitando, al mismo tiempo, el más dato más antiguo de los datos incluidos en la media anterior.

La expresión general de una media móvil de orden "n" consistiría en calcular una serie que para cada momento y toma el siguiente valor:

Media móvil anual o de orden 12 (con 12 datos mensuales)

$$M_t^{12} = \frac{y_1 + y_{t-1} + y_{t-2} + \dots + y_{t-11}}{12} \dots \dots (6)$$

La variable “n” es un indicador de cuantos periodos habrán que tomarse para calcular el promedio, esto puede variar entre 3 a 5 , dependiendo de cuantos elementos tiene la serie de tiempo.(Instituto Klein, 2004)

El método de pronóstico móvil simple se utiliza cuando se quiere dar más importancia a conjuntos de datos más recientes para obtener la previsión. Cada punto de una media móvil de una serie temporal es la media aritmética de un número de puntos consecutivos de la serie, donde el número de puntos es elegido de tal manera que los efectos estacionales y / o irregulares sean eliminados. El pronóstico de promedio móvil es óptimo para patrones de demanda aleatorios o nivelados donde se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos mediante un enfoque en períodos de demanda reciente.(Salazar,2011)

2.3.4 SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL:

El método de suavizamiento exponencial se considera como una evolución del método de media móvil ponderado, en éste caso se determina el promedio de una serie de tiempo con un mecanismo de autocorrección que permite ajustar los pronósticos en dirección opuesta a las desviaciones del pasado mediante una corrección que se ve afectada por un coeficiente de suavizamiento. Así entonces, este modelo de pronóstico precisa tan sólo de tres tipos de datos: el pronóstico del último período, la demanda del último período y el coeficiente de suavizamiento. El pronóstico de suavizamiento exponencial simple es óptimo para patrones de demanda aleatorios donde se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos mediante un enfoque en períodos de demanda reciente, este posee una ventaja sobre el modelo de promedio móvil ponderado ya que no necesita de una gran cantidad de períodos y de ponderaciones para lograr los resultados. (Salazar,2014)

Este método necesita tan solo el pronóstico más reciente, una constante de suavización (es un valor arbitrario entre 0 y 1)y el último dato real , y de esta forma se elimina la necesidad de almacenar grandes cantidades de datos pasados. El suavizamiento exponencial necesita de un valor inicial. Si se tiene información disponible se puede

emplear un promedio sencillo para iniciar la operación, si la información no es confiable entonces se puede hacer una predicción subjetiva. La fórmula utilizada es la siguiente:

$$S_T = \alpha * X_T + (1 - \alpha) * S_{T-1} \dots \dots \dots (7)$$

Dónde:

S_T = Promedio ponderado o suavizado para un periodo futuro.

α = Constante de suavización ($0 < \alpha < 1$)

X_T = Dato real del periodo T

S_{T-1} = Pronóstico del Periodo T

La ecuación anterior nos indica que el pronóstico, para el periodo (t+1), es un promedio ponderado para el valor real en el periodo t y el pronóstico para el periodo t; los factores asignados al valor real en el periodo t es α , y que el asignado al pronóstico en el periodo t es (1- α). El pronóstico con suavizamiento exponencial para cualquier periodo, también es un promedio ponderado de todos los valores reales anteriores para la serie de tiempo, si esta consiste en tres periodos de datos : Y_1, Y_2, Y_3 . Para iniciar los cálculos, sea F_1 igual al valor real de la serie de tiempo en el periodo 1 ; esto es , $F_1 = Y_1$
En consecuencia el pronóstico para el periodo 2 es :

$$F_2 = \alpha * Y_1 + (1 - \alpha) * F_1 = \alpha * Y_1 + (1 - \alpha) * Y_1 = Y_1 \quad (8)$$

Así el pronóstico para el periodo 2 , con suavizamiento exponencial , es igual al valor real de la serie de tiempo en el periodo 1.

El pronóstico para el periodo 3 es :

$$F_3 = \alpha * Y_2 + (1 - \alpha) * F_2 = \alpha * Y_2 + (1 - \alpha) * Y_1 \quad (9)$$

Al sustituir esta ecuación en la correspondiente para F_4 se obtiene:

$$F_4 = \alpha * Y_3 + (1 - \alpha) * F_3$$

$$F_4 = \alpha * Y_3 + (1 - \alpha) * [(\alpha * Y_2) + (1 - \alpha) * Y_1]$$

$$F_4 = \alpha * Y_3 + \alpha * (1 - \alpha) * Y_2 + (1 - \alpha)^2 * Y_1$$

Por consiguiente, F_4 , es un promedio ponderado de los tres primeros valores de la serie de tiempo . La suma de los coeficientes o factores de ponderación de : Y_1, Y_2, Y_3 es igual a uno. Luego se hace un razonamiento semejante para demostrar que , en general,

cualquier pronóstico F_{i+1} es un promedio ponderado de todos los valores previos de la serie de tiempo.(Pumay y Palomino,2014)

2.3.5 SERIES DE TIEMPO:

Una serie de tiempo es un conjunto de datos numéricos que se obtienen para períodos regulares a través del tiempo. Esta información puede ser muy variada, generalmente son usados para evaluar el comportamiento de las ventas de una empresa, o para evaluar el comportamiento del caudal de agua de un río o el comportamiento de la velocidad del viento pero en general pueden aplicarse a cualquier tipo de área. Este comportamiento puede tener características de tipo estacional, o cíclico o siguen alguna tendencia ya sea a la baja, de subida o sin variación. Las organizaciones en general evalúan periódicamente el comportamiento de su actividad y/o productos a fin de pronosticar los sucesos futuros en base a lo que ha ocurrido en el pasado, lo que sucede en el presente y elabora la tendencia a comportarse en el futuro. El comportamiento de las series de tiempo, se debe a 4 componentes: la tendencia, la variación cíclica, la variación estacional y la variación irregular. (Urbina,2016)

La tendencia secular, es aquella que se presenta a lo largo plazo sin alteraciones de una serie de tiempo. Esta tendencia puede ser de tipo lineal o no lineal, así como también creciente o decreciente y también como una combinación de alguna de las anteriores. Muchos productos, servicios e indicadores económicos tienen un comportamiento de este tipo, y su análisis se realiza en base a información de varios años, teniendo en cuenta los períodos que más se ajustan a cada actividad, pudiendo ser semestrales, trimestrales, mensuales, semanales, etc. La segunda componente es la variación cíclica en la que a través del período de un tiempo analizado se producen ascensos y descensos en varias oportunidades. Este tipo de comportamiento está asociado a las variaciones de carácter económico. (Urbina,2016)

La tercera componente es la variación estacional, que se caracteriza la variación regular dentro de un año y que a su vez se repite sucesivamente, así tenemos la producción de algunas frutas y/o comestibles o ventas asociadas a productos como ropa de temporada. La última componente es la componente irregular que se adiciona las

características anteriores pero además tiene un comportamiento extraño e imprevisible que se presenta generalmente en el corto plazo. Para poder pronosticar cual es el comportamiento futuro de una variable en función a estas características de comportamiento es necesario modelarlo matemáticamente. Existen métodos llamados métodos de suavizamiento porque su objetivo es suavizar la variación causada por el componente irregular de la serie de tiempo, estos métodos son: el de medias móviles, promedios móviles ponderados y suavizamiento exponencial. La tendencia lineal es la más sencilla de representar, y utilizar. (Urbina, 2016)

2.3.6 VALIDEZ DE UN RESULTADO:

a. GRADO DE CONFIABILIDAD.

Bajo la denominación genérica de confiabilidad se agrupan todo un conjunto de métodos y técnicas utilizadas por los investigadores para estimar el grado de precisión con el que están midiendo sus variables. La confiabilidad indica la consistencia del proceso de medición de los resultados. La consistencia, precisión o estabilidad temporal del proceso de medición suele expresarse mediante un coeficiente de confiabilidad que varía entre 0 a 1. (Barraza, 2007)

b. COEFICIENTE DE REGRESIÓN LINEAL.

En estadística, el coeficiente de determinación, denominado R^2 y pronunciado R cuadrado, es un estadístico usado en el contexto de un modelo estadístico cuyo principal propósito es predecir futuros resultados o probar una hipótesis. El coeficiente determina la calidad del modelo para replicar los resultados, y la proporción de variación de los resultados que puede explicarse por el modelo (Wikipedia, 2016)

El R^2 es el porcentaje de variación de la variable de respuesta que explica su relación con una o más variables predictoras. Por lo general, mientras mayor sea el R^2 , mejor será el ajuste del modelo a sus datos. El R^2 siempre se encuentra entre 0 y 100%. El R^2 también se conoce como el coeficiente de determinación o determinación múltiple (en la regresión lineal múltiple). (Minitab, 2016)

CAPÍTULO III

MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES.

3.1.1 INVENTARIO DE CENTRALES TERMOELÉCTRICAS

Cuadro N°1 Centrales Termoeléctricas Convencionales conformantes del SEIN

CENTRAL	PROPIETARIO	POT. EFECTIVA (MW)	COMBUSTIBLE	HEAT RATE(Unid/kWh)
Turbo Gas Natural Malacas TG6	ENEL PIURA	51.3	Gas Natural	9.766
Turbo Gas Natural Malacas AB	ENEL PIURA	85.1	Gas Natural	11.544
Turbo Gas Natural Malacas 4B	ENEL PIURA	20.9	Gas Natural y Agua	12.187
CT Oquendo	SDF Energía	29.4	Gas Natural	10.501
Turbo Gas Natural Santa Rosa UTI 6	ENL PERU	47.8	Gas Natural-BD5	11.309-0.271
Turbo Gas Natural Santa Rosa UTI 5	ENEL PERU	45.8	Gas Natural-BD5	11.337-0.269
Turbo Gas Natural Santa Rosa TG7	ENEL PERU	113.6	Gas Natural	10.795
Turbo Vapor de Shougesa	SHOUGESA	62.3	Residual 500	0.332
Grupo Diesel Shougesa	SHOUGESA	1.2	Diesel B5	0.198
Turbo Gas Natural Aguaytía TG1	TERMOSELVA	90.1	Gas Natural	11.381
Turbo Gas Natural Aguaytía TG2	TERMOSELVA	86	Gas Natural	11.276
GN CC TG3 Ventanilla (S/f/a)	ENEL PERU	219.4	Gas Natural	7.412
GN CC TG3 Ventanilla (c/f/a)	ENEL PERU	16	Gas Natural	7.629
GN CC TG4 Ventanilla (S/f/a)	ENEL PERU	219.9	Gas Natural	7.412
GN CC TG3 Ventanilla (c/f/a)	ENEL PERU	16	Gas Natural	7.629
Turbo Gas Natural santa Rosa TG8	ENEL PERU	187.8	Gas Natural	10.278
Turbo Gas Natural Las Flores	KALLPA	195.4	Gas Natural	9.774
Turbo Gas TG1 El Tablazo	SDE Piura	26.4	Gas Natural	12.574
Taparachi Grupo Diesel N° 1 al 4	SAN GABAN	4.1	Diesel B5-S50	0.145
Bellavista ALCO Grupo Diesel N° 1	SAN GABAN	1.3	Diesel B5-S50	0.312
Chilina GD N° 1 al 2	EGASA	10.1	R500 y Diesel B5	0.219
Chilina Turbo gas	EGASA	11.8	Diesel B5-S50	0.375
Mollendo 1 GD	EGASA	24.5	Residual 500	0.209
Ilo 2 TV Carbón 1	ENGIE	140.3	Carbón	0.358
Independencia GD(ExCalana)	EGESUR	23.0	Gas Natural	8.888
Turbo Gas Natural Pisco (ex Mollendo)	EGASA	70.3	Gas Natural	13.094
CC Santo Domingo	TERMOCHILCA	303.3	Gas Natural	9.869
GN CC Chilca	ENERSUR	815.2	Gas Natural	6.716
GN CC Kallpa	KALLPA	863.4	Gas Natural	6.357
GN CC Fenix	FENIX POWER	567.2	Gas Natural	6.357
Turbo gas natural CC Chilca 2	ENGIE	111.8	Gas Natural	6.788
Reserva Fría Talara	ENEL PIURA	127.9	Diesel B5-S50	0.237
Reserva Fría Ilo	ENGIE	460.0	Diesel B5-S50	0.231
Reserva Fría Puerto Eten	COBRA	228.1	Diesel B5-S50	0.237
Nodo Energético del Sur ILO	ENGIE	600	Diesel B5-S50	0.231
Reserva Fría Pucallpa	I&E del Perú	40	Diesel B5-S50	0.258
Reserva Fría Puerto Maldonado	I&E del Perú	18	Diesel B5-S50	0.253
Nodo Energético del Sur Puerto Bravo	SAMAY	600	Diesel B5-S50	0.233
CT RECKA	SM CERRO VERDE	177.4	Diesel B5-S50	0.242
TOTAL		6,840.8		

Fuente: OSINERGMIN

En el último cuadro en referencia a las Unidades de los Consumos específicos tenemos lo siguiente:

Biodiesel y Residuales 6 y 500 : kg/KWh.

Carbón: kg/KWh.

Gas Natural: MBTU/KWh.

3.1.2 INVENTARIO DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS:

Cuadro N°2 Centrales Hidroeléctricas conformantes del SEIN

CENTRAL	PROPIETARIO	POTENCIA EFECTIVA(MW)	ENERGIA MEDIA(GWH)	FACTOR DE PLANTA	CAUDAL TURBINABLE(m³/sg)	RENDIMIENTO KWH/m³
Cahua	STATKRAFT PERU	43.1	261.4	69.2 %	22.86	0.524
Cañón del Pato	EGENOR	263.5	1,598.0	69.2 %	77.0	0.951
Carhuaquero	EGENOR	95.1	651.2	78.2 %	23.0	1.148
Carhuaquero IV	EGENOR	10.0	77.1	88.0 %	2.50	1.111
Caña Brava	EGENOR	5.7	21.5	43.1 %	19.5	0.081
Mantaro	ELECTROPERU	678.7	5,689.3	96.7 %	105.62	1.785
Restitución	ELECTROPERU	219.4	1,723.3	89.6 %	104.76	0.582
Callahuanca	EDEGEL	80.4	606.7	86.1 %	20.5	1.089
Huampani	EDEGEL	30.2	252.8	95.6 %	18.5	0.453
Huinco	EDEGEL	267.8	1,079.0	46.0 %	26.04	2.857
Matucana	EDEGEL	137.0	845.1	70.4 %	15.84	2.402
Moyopampa	EDEGEL	66.1	552.8	95.5 %	17.5	1.049
Yanango	CHINANGO	42.6	269.0	72.1 %	20.0	0.592
Chimay	CHINANGO	152.2	936.4	70.2 %	82.0	0.516
Malpaso	STATKRAFT PERU	48.0	255.5	60.8 %	71.0	0.188
Oroya	STATKRAFT PERU	9.5	73.3	88.0 %	6.45	0.409
Pachachaca	STATKRAFT PERU	9.6	53.9	64.0 %	6.56	0.407
Yaupi	STATKRAFT PERU	113.7	860.2	86.4 %	29.05	1.087
Gallito Ciego	STATKRAFT PERU	38.1	172.5	51.7%	44.80	0.236
Pariac	STATKRAFT PERU	5.0	37.5	86.5 %	2.2	0.625
Huanchor	S.MINERA CORONA	19.6	166	96.7 %	10	0.544
Misapuquio	SN POWER PERU	3.9	20.7	60.7 %	2	0.542
San Antonio	SN POWER PERU	0.6	3.5	64.5 %	2.92	0.059
San Ignacio	SN POWER PERU	0.4	3.8	108.2 %	2.5	0.044
Huayllacho	SN POWER PERU	0.2	1.1	59.9%	0.15	0.37
Yuncan	ENERSUR	136.7	917.0	76.6 %	29.58	1.284
Quitaraca	ENERSUR	115.3	699.1	69.2 %	15.0	2.135
Santa Rosa I	ELECTRO SANTA ROSA	1	7.8	88.8%	5.50	0.051
Santa Rosa II	ELECTRO SANTA ROSA	1.7	11.2	75.2%	5	0.094
Curumuy	SINERSA	12.5	64.2	58.6 %	36.0	0.096
Poechos I	SINERSA	15.4	82.0	60.8 %	45.0	0.095
Poechos II	SINERSA	10.0	50.0	57.1 %	60.0	0.046
Charcani I	EGASA	1.7	13.8	91.1 %	10.0	0.048
Charcani II	EGASA	0.6	5.2	99.7 %	4.8	0.035
Charcani III	EGASA	4.6	31.7	79.0 %	8.51	0.150
Charcani IV	EGASA	15.3	89.6	66.9 %	15.0	0.283
Charcani V	EGASA	144.6	576.4	45.5 %	22.32	1.800
Charcani VI	EGASA	8.9	54.8	70.0 %	15.0	0.166
Aricota I	EGESUR	22.5	84.3	42.8 %	4.6	1.359
Aricota II	EGESUR	12.4	46.4	42.7 %	4.6	0.749
Machupichu	EGEMSA	184.3	1,478.1	91.5 %	62.0	0.826
San Gabán	SAN GABAN	115.7	783.0	77.2 %	19.88	1.617
La Joya	GEPSA	9.6	54.7	65.0 %	10.0	0.267
Santa Cruz I	HIDRO. SANTA CRUZ	7.0	29.5	48.4 %	6.0	0.322
Santa Cruz II	HIDRO. SANTA CRUZ	7.4	33.0	50.9 %	6.0	0.343
Roncador	MAJA ENERGIA	3.8	28.1	84.5 %	12.0	0.088
Platanal	CELEPSA	222.5	1,100.0	56.4 %	40.99	1.508
Pumacana	ELECTRICA SANTA ROSA	1.8	4.5	28.5 %	2.52	0.198
Huasahuasi I	HIDRO. SANTA CRUZ	7.9	42.5	61.4 %	11.23	0.195
HUasahuasi II	HIDRO. SANTA CRUZ	8.0	42.5	60.6 %	11.35	0.196
Yanapampa	ELECTRICA YANAPAMPA	4.2	28.0	76.1 %	20.27	0.058
Nueva Imperial	HIDROCAÑETE	4.0	25.0	71.3 %	4.88	0.228
Pizarras	ELECTRICA RIO DOBLE	19.2	85.0	50.5 %	22.00	0.242
Huanza	EMP. GENER. HUANZA	98.1	426.0	49.6 %	16.32	1.670
Runtullo III	EMP. GENER. JUNIN	20	120.0	68.5 %	5.38	1.033
Runtullo I	EMP. GENER. JUNIN	19.0	80.0	48.1 %	28.36	0.186
Canchayllo	ALDANA CONTRATISTAS	3.7	25.2	77.6 %	4.84	0.212
Cheves	EMP. ELECT. CHEVES	167.7	25.2	1.7%	33.00	1.412
Santa Teresa	LUZ DEL SUR	97.4	25.2	2.9%	61.0	0.444
Cerro del Águila	KALLPA GENERACION	525.0				
TOTAL		4,370	23,380.3	69.4 %		

Fuente: COES-SINAC

3.1.3 INVENTARIO DE CENTRALES RER EN EL PERÚ.

Se cuenta a la fecha con las siguientes Centrales RER acopladas al SEIN:

Cuadro N° 3 Centrales de Generación RER conformantes del SEIN

CENTRAL	PROPIETARIO	POT. EFECTIVA (MW)	RER	ENERGIA ANUAL GWh
CT Paramonga	AIPSA	23.0	Bagazo	97.75
GB Huaycoloro	PETRAMAS	4.4	RSU-Metano	28.3
CB La Gringa V	CONS.ENERGIA LIMPIA	3.0	RSU-Metano	14.02
Tacna FV	CONS TACNA SOLAR	20	Solar	47.2
Majes FV	GRUPO T SOLAR GLOBAL	20	Solar	37.63
Repartición FV	GRUPO T SOLAR GLOBAL	20	Solar	37.44
Panamericana FV	CONSORCIO PANAMERICANA	20	Solar	50.68
Moquegua FV	Solar Pack	16	Solar	43
Central Eólica Talara	Countor Global	30	Viento	119.67
Central Eólica Cupisnique	Countor Global	80	Viento	302.95
Central Eólica Marcona	Consortio Cobra Perú	32	Viento	148.38
Central Eólica Tres Hermanas	Parque Eólico Tres Hermanas SAC	97.5	Viento	415.78
CS Rubí	ENGIE	144.4	Solar	415.00
Central Eólica Wayra I	ENEL GREEN POWER	126	Viento	
Central Solar Intipampa	ENGIE	40	Solar	
Central Térmica Doña Catalina	CONSOCIO ENERGIA LIMPIA	14.50	Biomasa	
TOTAL		690.8		

Fuente: OSINERGMIN

3.1.4 INVENTARIO DE PROYECTOS RER EN EL PERÚ

Cuadro N°4 Centrales de Generación RER Proyectadas según Subastas

CENTRAL	PROPIETARIO	POT. EF. (MW)	RER	Cost.Op U\$/MWh	INVERSION (Millones U\$)	OPERACION
Central Eólica DUNA Cajamarca	GR Taruca SAC	18	Viento	26.1	51.79	2020
Central Eólica HUAMBOS Cajamarca	GR Paino SAC	18	Viento	26.1	46.79	2020
Central Huaycoloro II Lima	Empresa Concesionaria Energía Limpia SAC	2	Biomasa RSU	48	77	2020
Central Callao	Empresa Concesionaria Energía Limpia SAC	2	Biomasa RSU	48	77	2020
CH AYANUNGA Huánuco	ENEL GREEN POWER	20	Hidro	43.98	56.5	2020
CH AYI Ayacucho	Concesionaria Hidroeléctrica Sur Medio S.A	14.5	Hidro	45.4	28.5	2020
CH KUSA	Concesionaria Hidroeléctrica Sur Medio S.A.	0.2	Hidro	45.4	29.3	2020
TOTAL		74.7				

Fuente: OSINERGMIN

Cuadro N° 5 Centrales de Generación RER Hidráulicas con concesión temporal

C.H San Gaban III	PUNO	HYDRO GLOBAL PERU	205.8	Agua	2023
C.H Molloco	AREQUIPA	GENERADORA ELECTRICA MOLLOCO	120	Agua	2023
C.H Pucara	CUSCO	EMPRESA DE GENERACION HIDROELECTRICA DEL CUSCO	178	Agua	2023
C.H Tulumayo IV	JUNIN	EGEJUNIN	56.2	Agua	2023
C.H Tulumayo V	JUNIN	EGEJUNIN	83.2	Agua	2023
C.H Veracruz	CAJAMARCA	COMPÑIA ENERGETICA VERACRUZ	635	Agua	2023
C.H Viroc	LIMA	AMAZONAS GENERACION	13	Agua	2023
C.H Cativen I-II	LA LIBERTAD	CIA MINERA PODEROSA	30	Agua	2023
C.H Nueva Esperanza	HUANUCO	NUEVA ESPERANZA ENERGY	9.2	Agua	2023
C.H Pallca	LIMA	CARBON LATAM PERU	10	Agua	2023
C.H Curibamba	JUNIN	ENEL GENERACION	195	Agua	2023
C.H Olmos I	LAMBAYEQUE	SINERSA	51	Agua	2024
C.H Belo Horizonte	HUANUCO	ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION	180	Agua	2024
C.H Chadin II	CAJAMARCA	AC ENERGIA	600	Agua	2024
C.H Cola I	LA LIBERTAD	HIDROELECTRICA COLA	13	Agua	2024
C.H Tarucani	AREQUIPA	AREQUIPA TARUCANI	49	Agua	2024
C.H Huatziroki	JUNIN	Empresa Hidroeléctrica de la Selva	19.2	Agua	2024
C.H Colca	JUNIN	Empresa Hidroeléctrica Junín	12	Agua	2024
C.H Karpa	HUANUCO	Hidroeléctrica Karpa	19	Agua	2024
C.H Laguna Azul	AREQUIPA	Empresa Mamacocha	20	Agua	2024
C.H Hydrika I	ANCASH	Hydrika I SAC	6.6	Agua	2024
C.H Hydrika II	ANCASH	Hydrika II SAC	4	Agua	2024
C.H Hydrika III	ANCASH	Hydrika III SAC	10	Agua	2024
C.H Hydrika IV	ANCASH	Hydrika IV SAC	8	Agua	2024
C.H Hydrika V	ANCASH	Hydrika V SAC	10	Agua	2024
C.H Hydrika VI	ANCASH	Hydrika VI SAC	9	Agua	2024
C.H Vilcanota 5	CUZCO	EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA LUCUMA	19	Agua	2025
C.H San Jose I	AYACUCHO	HBHENERGIA PERU S.A.C	20	Agua	2025
C.H San Jose II	AYACUCHO	HBHENERGIA PERU S.A.C	13	Agua	2025
C.H Tocache I	SAN MARTIN	HIDRO TOCACHE S.A.C	17	Agua	2025
C.H Tocache II	SAN MARTIN	HIDRO TOCACHE S.A.C	9	Agua	2025
C.H Sanay I y II	AREQUIPA	ELECTROGENERADORA VICTORIA S.A.C	16	Agua	2025
C.H Esperanza	AYACUCHO	MONSPI PERU S.A.C	20	Agua	2025
C.H Puente de Castañeda	CUZCO	HIDROELECTRICA PUENTE DE CASTAÑEDA S.A.C	17	Agua	2025
TOTAL			3,469.2		

Fuente: OSINERGMIN

Cuadro N° 6 Centrales de Generación RER Solar con concesión temporal

CENTRAL	LUGAR	PROPIETARIO	POT. EF. (MW)	RER	FECHA DE CULMINACION DE ESTUDIOS
C.S Repartición SOWITEC	AREQUIPA	SOWITEC OPERATION PERU S.A	40	Solar	2023
C.S Parque Los Héroes	TACNA	LINDA ENERGY S.A.C	40	Solar	2023
C.S Parque Solar Los Héroes	TACNA	SOWITEC OPERATION PERU S.A	40	Solar	2023
C.S Parque Fotovoltaico Paracas	ICA	GENERACION SOLAR PERU S.A.C	50	Solar	2023
C.S Parque Fotovoltaico Nazca	ICA	GENERACION SOLAR PERU S.A.C	50	Solar	2024
C.S Parque Fotovoltaico Taqana	TACNA	GENERACION SOLAR PERU S.A.C	50	Solar	2024
C.S Mistiso I	AREQUIPA	ENERGIA Y RECURSOS AMBIENTALES DEL PERU S.A	150	Solar	2024
C.S Parque Los Héroes 80 MW	TACNA	LINDA ENERGY S.A.C	80	Solar	2024
C.S Parque Gallinazos 2	TACNA	NUEVA ENERGY S.A.C	80	Solar	2025
C.S Parque Matarani	AREQUIPA	GREENERGY PERU S.A.C	80	Solar	2025
C.S Parque Duna	CAJAMARCA	GREENERGY PERU S.A.C	120	Solar	2025
TOTAL			780		

Fuente: OSINERGMIN

Cuadro N° 7 Centrales de Generación RER Eólica con concesión temporal

C.E Colan	PIURA	ENERGIAS EOLICAS DEL PERU S.A	60	Eólico	2023
C.E Poroma	ICA	ABENGOA PERU S.A	50	Eólico	2024
C.E Prada	ICA	ENEL GREEN POWER PERU S.A	120	Eólico	2024
C.E Parque José Quiñones	LAMBAYEQUE	AUSTR ENERGIA S.A.C	250	Eólico	2024
C.E Parque Nazca	ICA	ENEL GREEN POWER PERU S.A	100	Eólico	2024
C.E Almirante Grau	PIURA	COUNTOURGLOBAL PERU S.A.C	75	Eólico	2024
C.E Cupisnique II	LA LIBERTAD	COUNTOURGLOBAL PERU S.A.C	150	Eólico	2025
C.E Punta Balcones	PIURA	ENEL GREEN POWER PERU S.A	100	Eólico	2025
SUB TOTAL			905		

Fuente: OSINERGMIN

Cuadro N° 8 Centrales de Generación RER Biomasa con concesión temporal

C.T OLPESA	SAN MARTIN	OLEOGINOSAS DEL PERU	2.2	Biogás	2023
C.T Callao	LIMA	Empresa Concesionaria Energía Limpia	2.4	Biomasa	2024
C.T Huaycoloro II	LIMA	Empresa Concesionaria Energía Limpia SAC	2	Biomasa	2024
SUB TOTAL			6.6		

Fuente: OSINERGMIN

3.1.5 ESTADÍSTICAS DE DEMANDA Y OFERTA EN EL SEIN.

Cuadro N°9 Evolución de Máxima Demanda

AÑO	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
DEMANDA (MW)	3350	3510.3	3936.6	4198.7	4322.4	4578.9	5290.9
AÑO	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
DEMANDA (MW)	5575.2	5737.3	6274.6	6492.4	6583.7	6710	6990

Fuente: COES-SINAC

Cuadro N°10 Evolución de la Oferta de Potencia

FUENTE/AÑO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
HIDRO(MW)	2603	2626	2626	2626	2785	2789	2769	2780	2888	3098
GAS NATURAL(MW)	238	238	253	602	731	1073	1556	1556	2049	2641
CARBON(MW)	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
BD 5(MW)	990	986	950	569	469	452	441	425	425	325
RESIDUAL (MW)	411	411	411	398	345	345	245	245	245	244
RER (MW)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
OFERTA EFECTIVA (MW)	4383	4402	4381	4336	4471	4800	5152	5147	5748	6463
FUENTE/AÑO	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
HIDRO(MW)	3109	3126.5	3288.0	3216.0	3265.4	4370.0	4859.9	5013.4	5094.7	
GAS NATURAL(MW)	2646	3217.5	3780.0	3910.0	3939.5	3849.0	3999.8	4382.0	4205.1	
CARBON(MW)	141	140.6	140.8	139.8	139.8	141.9	141.9	140.3	140.3	
BD 5(MW)	300	329.3	330.6	320.0	896.7	820.8	2392.0	2399.0	2398.5	
RESIDUAL (MW)	205	239.8	240.0	258.0	276.0	237.8	224.2	213.6	96.9	
RER (MW)	15	94.5	160.0	210.0	274.8	395.6	395.6	743.5	690.8	
OFERTA EFECTIVA (MW)	6416	7148.2	7939.4	8053.8	8792.2	9815.1	12013.4	12891.8	12626.3	

Fuente: COES-SINAC

3.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 OPERATIVIDAD FIRME DE LAS CENTRALES DE ENERGÍA: las contingencias que se suscitan en el SEIN provocan que la mayor parte de las centrales de energía operen con un factor característico, así tenemos:

- a. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS: Los factores de planta son parámetros característicos que permiten determinar la potencia efectiva real para una central hidroeléctrica, esto debido a la hidrología peruana, la cual se caracteriza por tener dos periodos hídricos : estiaje (falta de agua) y avenida (exceso de agua con lodos debido a las lluvias). Según la siguiente ecuación, el factor de planta medio, mide el grado de utilización de la capacidad efectiva de una central de generación eléctrica.

$$\text{Factor de Planta Medio} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Horas de operacion al año}}{\text{N}^\circ \text{ de Horas anuales}} * 100 \% \dots \dots (8)$$

Con lo cual la Potencia efectiva real de una central hidroeléctrica ante una contingencia se obtiene según la siguiente ecuación:

$$Potencia\ Efectiva\ Firme = Potencia\ Efectiva * Factor\ de\ Planta\ medio.. (9)$$

- b. CENTRALES TERMOELÉCTRICAS: Las centrales termoeléctricas están afectados por el factor de disponibilidad. La Tasa de Indisponibilidad Fortuita obtenida según el Informe N° 056-2013 GART “Determinación del MRFO (margen de Reserva Firme Objetivo del SEIN) y del TIF (Tasa de Indisponibilidad fortuita de la Central Termoeléctrica, es un parámetro que permite corregir las indisponibilidades de las centrales termoeléctricas, para esto el valor declarado es de 3.55 %. Por lo tanto la Potencia efectiva real de una central termoeléctrica es:

$$Factor\ de\ Disponibilidad = 1 - Factor\ de\ Indisponibilidad \dots (10)$$

$$Potencia\ efectiva\ firme = Factor\ de\ Disponibilidad * Potencia\ efectiva.. (11)$$

- c. CENTRALES RER SOLARES: Las centrales solares cuentan con el principal inconveniente, su factor de presencia el cual es cero para la cobertura de la máxima demanda en horas de la noche.
- d. CENTRALES RER EÓLICAS: Para las centrales eólicas, la variabilidad de la magnitud y la dirección del viento juegan un papel importante en la determinación de la Potencia efectiva real que producen:

Se presentan los factores de planta característicos para las centrales eólicas peruanas:

Cuadro N°11 Factores de Planta de Centrales Eólicas

Central Eólica	Factor de Planta
CE Cupisnique	43 %
CE Talara	46%
CE Marcona	55 %
CE Tres hermanas	58 %

Fuente: COES-SINAC

3.2.2 TRATAMIENTO DEL INVENTARIO ESTADÍSTICO: Teniendo como referencia la información estadística de los cuadros N° 1 al 10 de este capítulo se tiene la siguiente metodología para el tratamiento de la información:

- Tratamiento de la máxima demanda, aplicando técnicas de proyección, determinándose la tasa de crecimiento de la demanda para la información estadística 2,001 al 2,016.
- Tratamiento de la oferta, se establece el comportamiento de la oferta de generación de la potencia efectiva y de la potencia firme en función a la información histórica 2,001 al 2,016, determinándose el porcentaje de participación de las tecnologías de generación existente.
- Tratamiento de la Reserva. Se determina el valor de la reservas de generación efectiva y de la reserva firme de generación.
- Se identifican los principales de proyectos de generación con recursos RER y convencionales para un periodo de proyección 2,017- 2,023. Con esa información se determina la cobertura de la máxima demanda y se identifica cual es la influencia de la generación de energía RER en la oferta de generación del Perú.

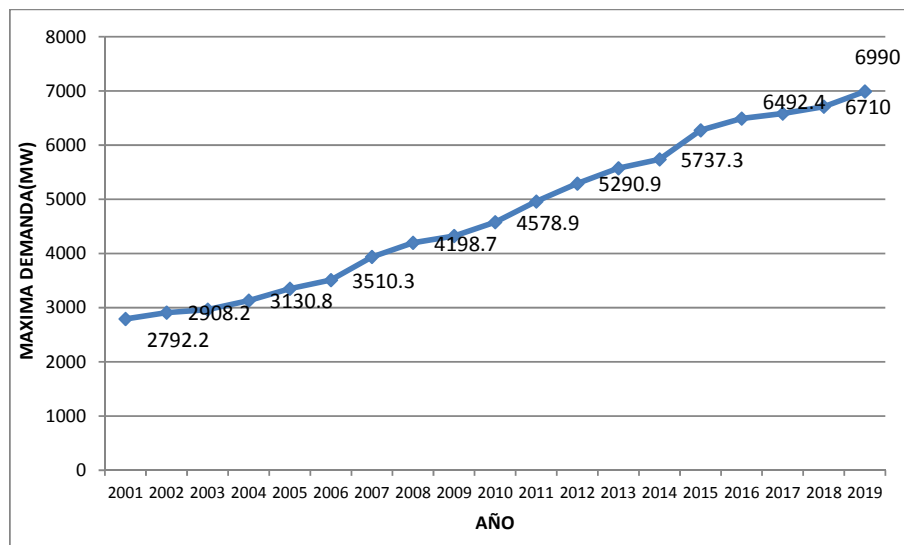
CAPÍTULO IV:
CÁLCULOS Y DISCUSIÓN DE
RESULTADOS

4.1 OFERTA Y DEMANDA DE GENERACIÓN EN EL SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO NACIONAL.

4.1.1 EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA.

Se tiene la evolución de la demanda requerida por el Sistema Interconectado Nacional desde el año 2,001 hasta el año 2019. En el cual se visualiza un crecimiento moderado de la demanda desde un valor de 2,792.2 MW a un valor de 6,492.4 MW. El año 2,002 una reducción de la demanda, como consecuencia de los cambios políticos que se presentaron durante la gobernabilidad del país. Seguidamente el ritmo de crecimiento de la demanda a tenido un valor alto en el año 2,007 con las inversiones mineras y el repunte del País en el ranking de las exportaciones.

Cuadro N°12 Evolución de la Demanda en el SEIN Periodo 2001-2019



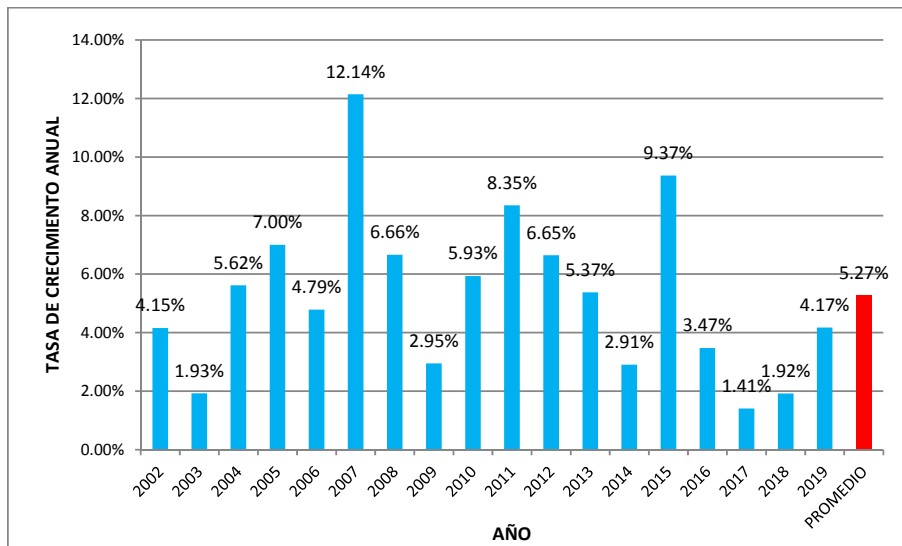
Fuente: Elaboración propia.

La tasa de crecimiento anual de la demanda ha tenido un valor máximo para el año 2,007 con un valor de 12.14%, mientras que el valor mínimo se produjo el año 2,003 con un valor de 1.93 %.

Así mismo la tasa de crecimiento de la demanda para el periodo de análisis es igual a 5.27 %.

$$i_D = \left(\frac{D_{2019}}{D_{2001}} \right)^{\frac{1}{18}} - 1 = \left(\frac{6,990}{2,792.2} \right)^{\frac{1}{18}} - 1 = 0.0527 = 5.27 \%$$

Cuadro N°13 Evolución de la Tasa de crecimiento de la Demanda en el SEIN Periodo 2001-2019

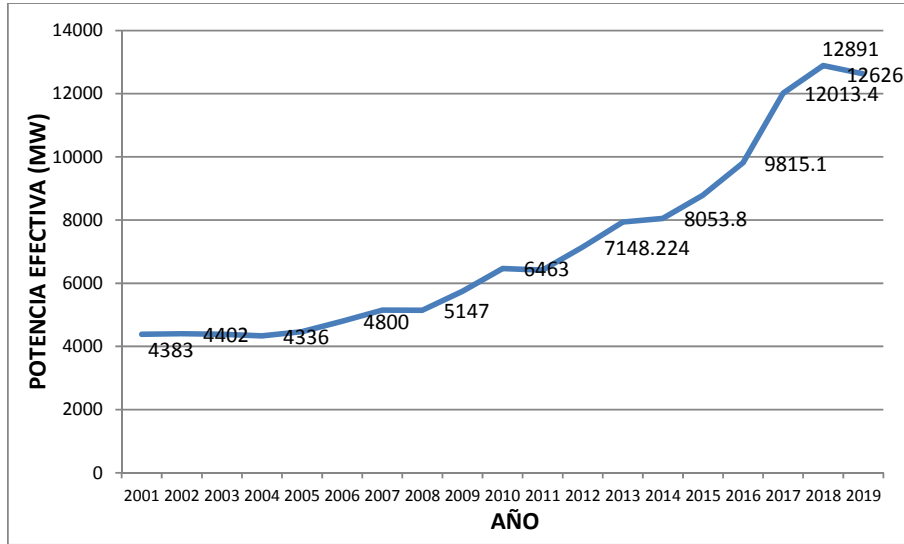


Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 EVOLUCIÓN DE LA OFERTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA.

Se tiene la evolución de la oferta de generación de energía en el Sistema Interconectado Nacional desde el año 2,001 hasta el año 2,019. En el cual se visualiza tres etapas durante la evolución de la oferta de energía. En un primer periodo un crecimiento moderado de la demanda desde un valor de 4,383 MW el año 2,001 como Potencia efectiva hasta un valor de 4,471 MW el año 2,005 , periodo en el cual no hubieron incremento significativo de nuevas obras de generación de energía. A inicios del año 2,006 se inicia el despegue en la presencia de nuevas centrales termoeléctricas con Gas Natural. Seguidamente en los años 2,009 , 2,010, 2,011 , 2,013 y 2,016 , el parque de generación de energía supero el 11 % de crecimiento. Esto el timo se consigue debido a la presencia de la central de Ciclo combinado Chilca (2,009) , Kallpa (2,010) , Centrales de Edegel (2,011) , Fénix Power y Termochilca (2,013) y Nodo Energético del Sur y Central Hidroeléctrica Cerro del Águila.

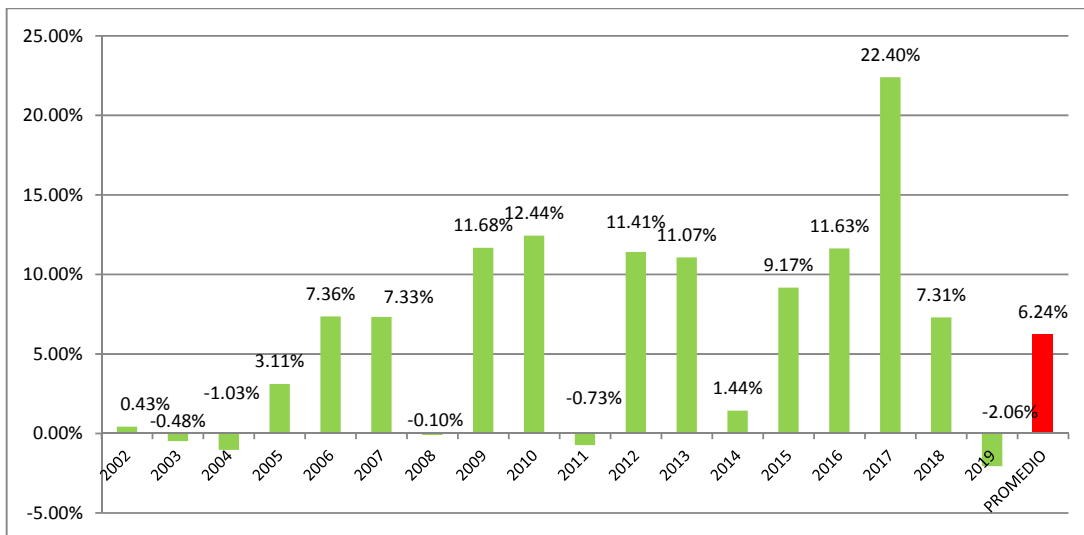
Cuadro N°14 Evolución de la Oferta de generación en el SEIN Periodo 2001-2019



Fuente: Elaboración propia.

La tasa de crecimiento anual de la oferta de generación ha tenido un valor máximo para el año 2010 con un valor de 12.44% , mientras que entre los años 2002 al 2004 se tuvo un déficit en la tasa de crecimiento de la oferta de generación. El valor promedio anual es de 6.24 %.

Cuadro N°15 Evolución de la Tasa de crecimiento de la Oferta en el SEIN Periodo 2001-2019



Fuente: Elaboración propia.

Para determinar la tasa de crecimiento de la oferta en el periodo de tiempo analizado tenemos:

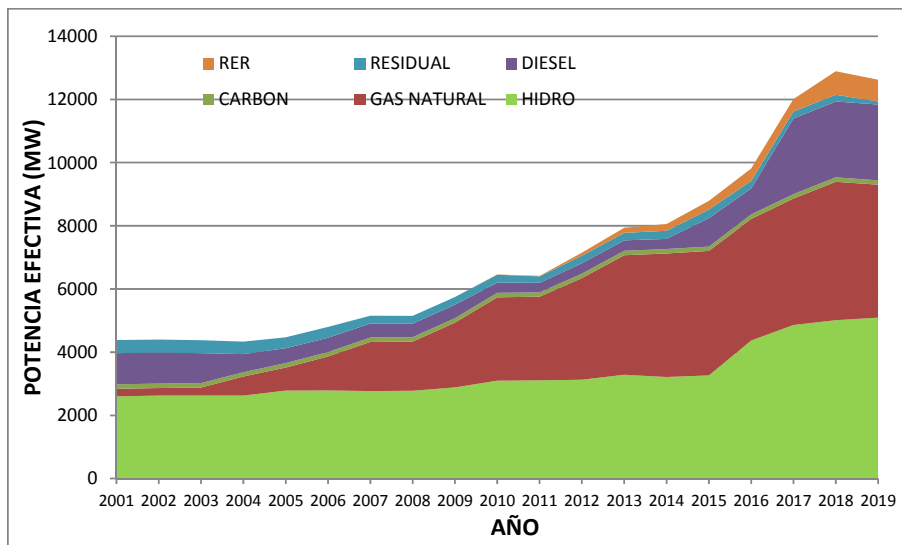
$$i_0 = \left(\frac{O_{2019}}{O_{2001}}\right)^{1/18} - 1 = \left(\frac{12,626}{4,383}\right)^{\frac{1}{18}} - 1 = 0.0624 = 6.24 \%$$

El crecimiento de la oferta de generación ha tenido para el gas natural un crecimiento desde 238 MW el año 2,001 hasta un valor de 3,849 MW de potencia efectiva el año 2,016, con una tasa de crecimiento de 20.39 %. Desarrollándose desde el año 2,006 con el uso del gas de Camisea en las centrales de ciclo combinado de Chilca , Kallpa , Fénix y Ventanilla y por las centrales de Termochilca , santa Rosa e Independencia.

La oferta de generación hidroeléctrica 2,603 MW hasta un valor de 4,370 MW , destacándose la entrada al SEIN , las CH de Carro del Águila , Chaclla y el Platanal. Tan solo ha alcanzado una tasa de crecimiento de tan solo 3.51 %. La oferta de carbón se mantenido constante con la generación de energía con la CT de Ilo con un valor de 141.9 MW.

La oferta de generación termoeléctrica con petróleo diesel y residual se ha reducido desde 990 MW a 828.8 MW y desde 411 MW a 237.8 MW respectivamente., y a reducción porcentual desde 1.24 % y 3.58 % respectivamente. Mientras con la oferta con RER se ha incrementado hasta un valor de 395.6 MW

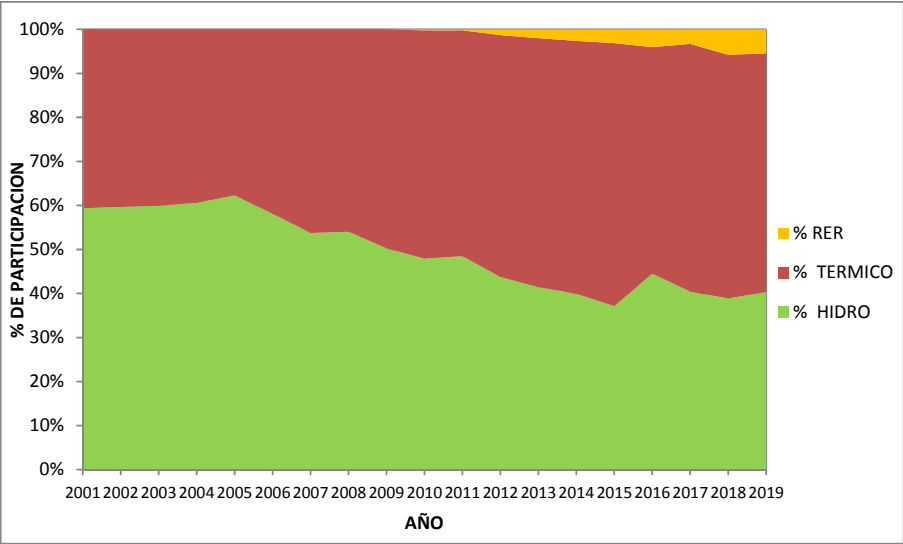
Cuadro N°16 Evolución de la Oferta de generación en el SEIN Periodo 2001-2019



Fuente: Elaboración propia.

Con referencia al porcentaje de participación de las fuentes de generación de energía , la generación de energía hidroeléctrica que para el año 2,001 represento el 59.31 % de la oferta de generación , actualmente tan solo representa el 44.52 % de la oferta de generación. Mientras que la generación termoeléctrica ha incrementado su porcentaje de participación desde 40.61 % (2,001) hasta un valor de 51.45 % (2,016) , con lo cual el parue de generación es mayoritariamente térmico , con una fuerte dependencia del gas natural. La oferta de generación con gas natural es de 3,849 MW (70 % de la oferta termoeléctrica). Así mismo desde el año 2,010 se han instalado un conjunto de centrales con Recursos Energéticos Renovables, representando a la fecha el 4.03 % de la oferta de generación (por debajo del valor normado que es de 5 %)

Cuadro N°17 Porcentaje actual de participación de las distintas fuentes de generación en la Oferta de Energía en el SEIN Período 2001-2019



Fuente: Elaboración propia.

Para determinar la tasa de crecimiento de la oferta de generación hidroeléctrica en el periodo de tiempo analizado tenemos:

$$i_{OH} = \left(\frac{OH_{2019}}{OH_{2001}} \right)^{1/18} - 1 = \left(\frac{5,094.7}{2,603} \right)^{\frac{1}{18}} - 1 = 0.03 = 3.81 \%$$

Para determinar la tasa de crecimiento de la oferta de generación termoeléctrica con gas natural en el periodo de tiempo analizado tenemos:

$$i_{OGN} = \left(\frac{OGN_{2019}}{OGN_{2001}} \right)^{1/18} - 1 = \left(\frac{4,205}{238} \right)^{\frac{1}{18}} - 1 = 0.1730 = 17.30 \%$$

Para determinar la tasa de crecimiento de la oferta de generación termoeléctrica con petróleo diesel en el periodo de tiempo analizado tenemos:

$$i_o = \left(\frac{O_{2019}}{O_{2001}} \right)^{1/18} - 1 = \left(\frac{2,396.5}{990} \right)^{\frac{1}{18}} - 1 = 0.0503 = 5.03 \%$$

Para determinar la tasa de crecimiento de la oferta de generación termoeléctrica con petróleo residual en el periodo de tiempo analizado tenemos:

$$i_o = \left(\frac{O_{2019}}{O_{2001}} \right)^{1/18} - 1 = \left(\frac{96.9}{411} \right)^{\frac{1}{18}} - 1 = -0.077 = -7.70 \%$$

Para determinar la tasa de crecimiento de la oferta de generación con recursos energéticos renovables en el periodo de tiempo 2010-2019, tenemos:

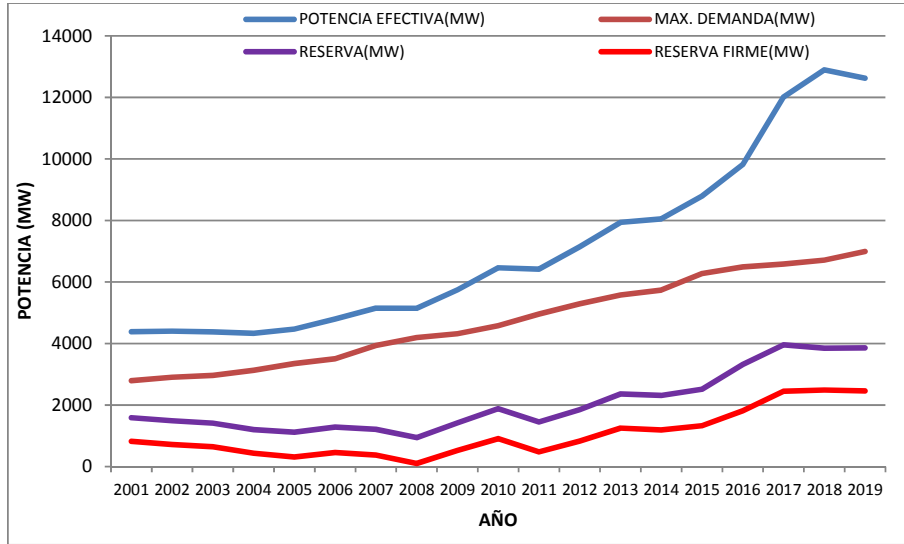
$$i_o = \left(\frac{O_{2019}}{O_{2010}} \right)^{1/9} - 1 = \left(\frac{690.8}{14} \right)^{\frac{1}{9}} - 1 = 0.9151 = 91.51 \%$$

4.1.3 COMPORTAMIENTO DE LA RESERVA DE GENERACIÓN:

La reserva de generación tiene dos valores: la reserva efectiva (en función a la oferta efectiva de generación) y la reserva firme (afectada por los factores de disponibilidad, factor de planta para cada tipo de central en función a las contingencias a la que se somete técnicamente cada tecnología de generación)

La Reserva efectiva ha variado desde valores de 1,590 MW a 3,322 MW (entre 36.29 % a 30.57 %), mientras que la reserva firme ha variado desde valores de 825 MW a 1,815 MW (entre 22.81% a 24.10 % desde el año 2,001 al año 2,019 respectivamente)

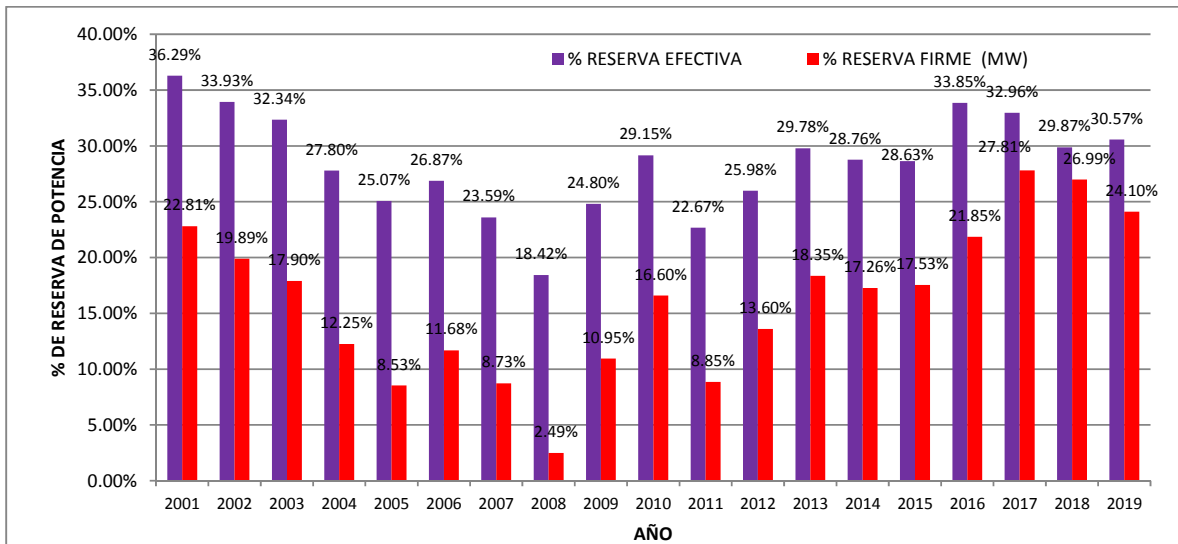
Cuadro N°18 Comportamiento de la Reserva de generación en el SEIN Período 2001-2019



Fuente: Elaboración propia.

En el año 2,008 se presentó un reducción considerable de la reserva efectiva y firme (alcanzando esta última valores de 4.9 %), lo que se considera muy crítico para un sistema eléctrico, teniendo en cuenta que el valor objetivo para el Perú es de 23.45 %.(Reserva efectiva)

Cuadro N°19 Comportamiento Porcentual de la Reserva de generación en el SEIN Periodo 2001-2019



Fuente: Elaboración propia.

4.2 PARQUE DE GENERACIÓN CON RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES.

4.2.1 OBRAS DE GENERACIÓN RELEVANTES:

a. CENTRAL SOLAR RUBI:

Se presenta la siguiente información comercial:

Tipo de Contrato Suministro : RER (4ta Subasta)

Firma de Contrato : 17.05.2016

Energía Ofertada : 415,00 GWh/año

Precio de la Energía Ofertada : 47,98 US\$/MWh

Puesta en Operación Comercial : 31.03.2018

Monto de la Inversión : 165 MM U\$



Figura N°16 Instalación de Estructuras y paneles solares Central Solar Rubí

Fuente: Osinergmin (2,017)

b. CENTRAL EÓLICA PARQUE NAZCA (WAYRA I):

Se presenta la siguiente información comercial:

Tipo de Contrato Suministro : RER (4ta Subasta)

Firma de Contrato : 17.05.2016

Energía Ofertada : 573,00 GWh/año

Precio de la Energía Ofertada : 37.83 US\$/MWh

Puesta en Operación Comercial : 31.03.2018

Monto de la Inversión : 165.8 MM U\$

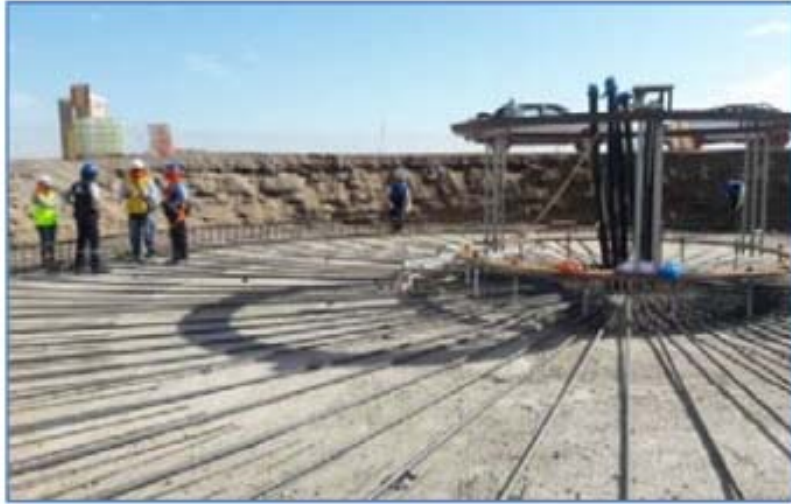


Figura N°17 Armadura de cimentación de una torre-Central Eólica Wuayra I

Fuente: Osinergmin (2,017)

c. CENTRAL TERMOELÉCTRICA DE BIOMASA HUAYCOLORO II.

Se presenta la siguiente información comercial:

Tipo de Contrato Suministro	: RER (4ta Subasta)
Firma de Contrato	: 17.05.2016
Energía Ofertada	: 14.50 GWh/año
Precio de la Energía Ofertada	: 77 US\$/MWh
Puesta en Operación Comercial	: 31.12.2017
Monto de la Inversión	: 2.5 MM U\$

d. CENTRAL HIDROELÉCTRICA RER AYANUNGA .

Se presenta la siguiente información comercial:

Tipo de Contrato Suministro	: RER (4ta Subasta)
Firma de Contrato	: 17.05.2016
Energía Ofertada	: 131.65 GWh/año
Precio de la Energía Ofertada	: 43.98 US\$/MWh
Puesta en Operación Comercial	: 31.12.2017
Monto de la Inversión	: 48.3 MM U\$

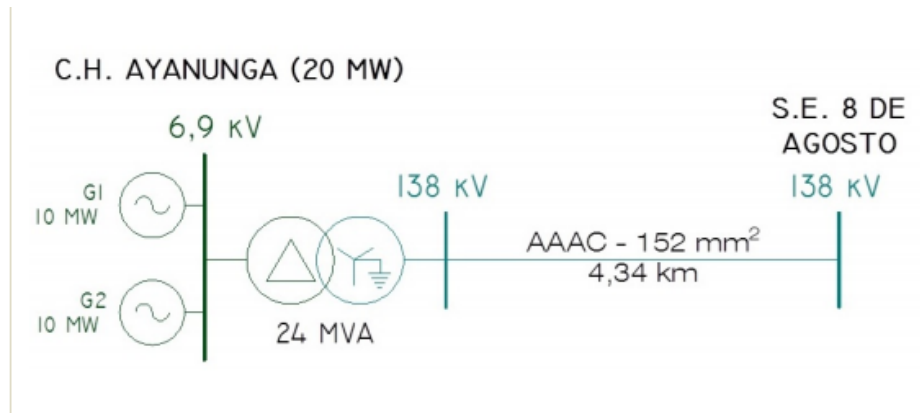


Figura N°18 Diagrama unifilar CH Ayanunga

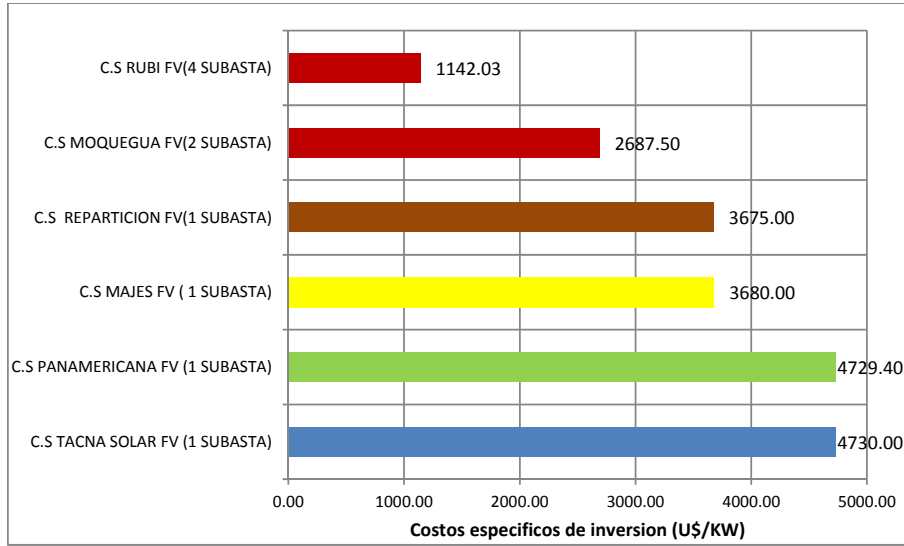
Fuente: Osinergmin (2,017)

4.2.2 BENCHMARKING ENTRE INDICADORES DE CENTRALES DE ENERGÍA RER:

a. PARA CENTRALES SOLARES CON TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA.

Se tiene el comparativo entre los costos específicos de inversión entre centrales solares fotovoltaicas realizadas en las subastas aplicadas al Perú, en el cual en la 1 subasta se tienen indicadores que varían entre 4,730 a 3,675 U\$/KW ofertados el 2,010. La Central Tacna Solar FV se caracteriza por utilizar 76,824 módulos fotovoltaicos YINGLI 290Wp del tipo monocristalino de silicio "tipo-n", con alta sensibilidad frente a las impurezas metálicas, y con transformación de alta eficiencia de luz infrarroja en corriente y un menor ritmo de degradación inicial. Sumado al uso de cristal de alta transmisión, el resultado es un módulo solar de alta eficiencia, de última generación, que ofrece un rendimiento impresionante de 20.1 %. Mientras que la Central Solar Rubí ha optado por paneles fotovoltaicos tipo monocristalino de alta pureza de silicio, con alta sensibilidad y eficiencia 20.1 % de la marca REISEN 320 Wp. En el mercado internacional los precios de los paneles se han reducido un 80 % durante los 5 años, según la prestigiosa Consultora Unión Española Fotovoltaica (UNEF), con el cual las subastas de RER realizadas en Chile, Perú, Colombia y México han dado lugar a precios competitivos para el ingreso de los sistemas de generación de energía fotovoltaico en los países mencionados. Para nuestro caso los costos de inversión se han reducido en 76 %

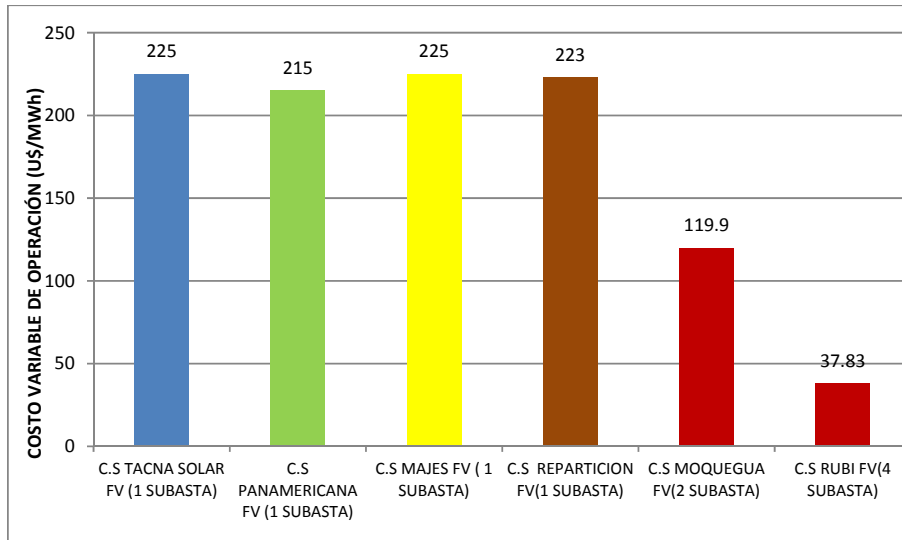
Cuadro N°20 Comportamiento de los Costos Específicos de Inversión para Centrales Solares



Fuente: Elaboración propia.

Con referencia a los costos variables de operación estos han sido ofertados en las subastas RER desde el año 2,010 al 2,016 con una reducción del 83.27 %. (tan solo 5 años).

Cuadro N°21 Comportamiento de los Costos Variables de operación para Centrales Solares



Fuente: Elaboración propia.

Se tiene el cuadro comparativo entre los CVO de Centrales Térmicas en operación actual en el SEIN y la Central Térmica Solar Rubí , en donde esta última presenta costos de operación más económicas que la Centrales Termoeléctricas del Tipo turbinas a vapor , grupos electrógenos con ciclo diesel y las centrales con turbinas a gas operando con BD5 como combustible.

Cuadro N°22 Benchmarking Centrales Térmica Central Solar Rubí

CENTRAL DE ENERGIA	AÑO	TECNOLOGIA	COMBUSTIBLE	CVO	DIFERENCIA
Central Termica Santa Rosa UTI 6	1990	BRAYTON	Gas Natural	37.54	-0.8%
Central Termica Malacas (Renovada)	2007	BRAYTON	Gas Natural	28	-35.1%
Central Termica RETCKA	2016	BRAYTON	BD5	124.91	69.7%
Central Termica SHOUGESA	1964	RANKINE	R500	64.52	41.4%
Central Termica ILO 2	1975	RANKINE	Carbon	27.81	-36.0%
Central Termica Tumbes	1975	DIESEL	BD5	55.73	32.1%
Central Solar Rubi	2018	SOLAR FV	Solar	37.83	

Fuente: Elaboración propia

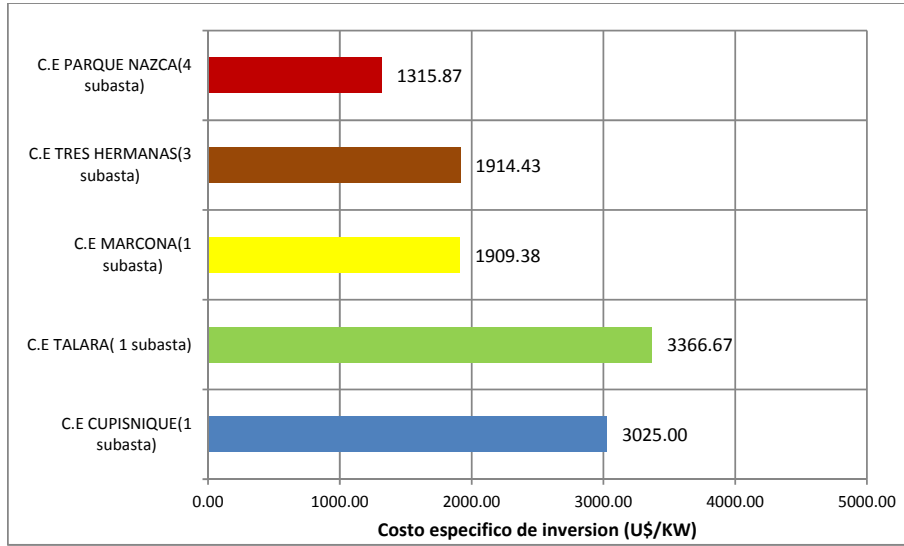
b. PARA CENTRALES EÓLICAS.

Se tiene el comparativo entre los costos específicos de inversión entre centrales eólicas realizadas en las subastas aplicadas al Perú, en el cual en la 1 subasta se tiene un valor máximo de 3,366.67 U\$/KW para la Central Eólica de Talara y este se a reducido a un valor de 1,315.17 U\$/KW , lo que representa una reducción porcentual de 60.9 % en costos.

La Central Eólica cuenta con cuenta con 17 aerogeneradores, modelo V100 de 1.8 MW c/u, formado por 3 palas de 49 metros de longitud c/u y un ángulo de 120º entre ellas. La torre metálica que soporta al aerogenerador es de 80 m (3 cuerpos). La turbina V100 esta diseñada para vientos débiles (inferiores a 6 m/sg)

La Central Eólica de Pampa Nazca cuenta con 42 Aerogeneradores de 3.15 MW cada uno de ellos , los equipos de la marca ACCIONA , Modelo AW3150 La versión del AW3000 de 125 metros de rotor optimiza la captación de energía en emplazamientos de velocidades de viento medias desde 3.5 a 25 m/sg , con baja intensidad de turbulencias. Certificado para las clases IEC IIb/IIIa.

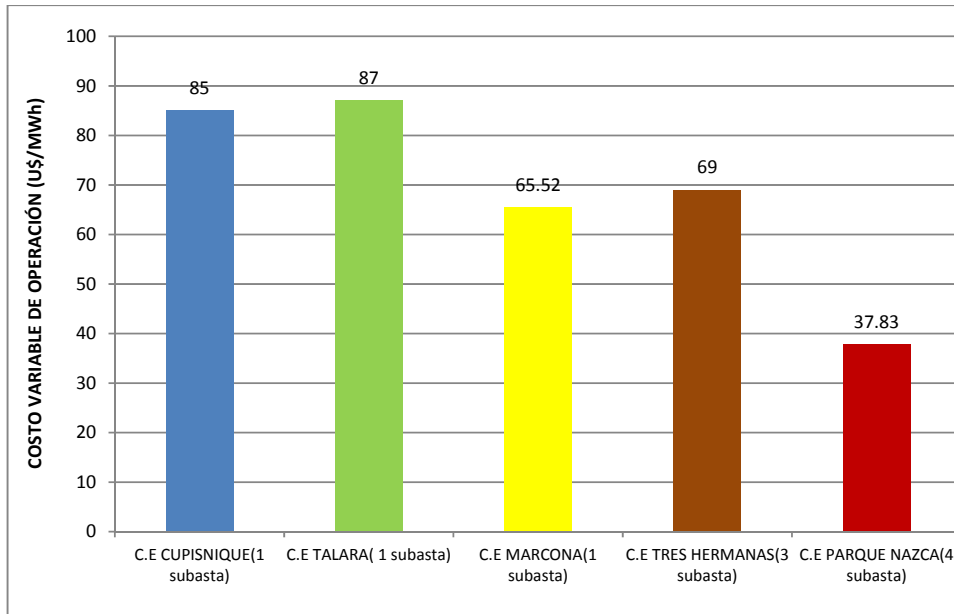
Cuadro N°23 Comportamiento de los Costos Específicos de Inversión para Centrales Eólicas



Fuente: Elaboración propia.

Con referencia a los costos variables de operación estos han sido ofertados en las subastas RER desde el año 2,010 al 2,016 con una reducción del 55.5 %. (tan solo 5 años).

Cuadro N°24 Comportamiento de los Costos Variables de operación para Centrales Eólicas



Fuente: Elaboración propia.

Se tiene el cuadro comparativo entre los CVO de Centrales Térmicas en operación actual en el SEIN y la Central Eólica de Parque Nazca, en donde esta última presenta costos de operación más económicas que la Centrales Termoeléctricas del Tipo turbinas a vapor, grupos electrógenos con ciclo diesel y las centrales con turbinas a gas operando con BD5 como combustible.

Cuadro N°25 Benchmarking Centrales Térmica y Central Eólica Parque Nazca

CENTRAL DE ENERGIA	AÑO	TECNOLOGIA	COMBUSTIBLE	CVO	DIFERENCIA
Central Termica Santa Rosa UTI 6	1990	BRAYTON	Gas Natural	37.54	-0.8%
Central Termica Malacas (Renovada)	2007	BRAYTON	Gas Natural	28	-35.1%
Central Termica RETCKA	2016	BRAYTON	BD5	124.91	69.7%
Central Termica SHOUGESA	1964	RANKINE	R500	64.52	41.4%
Central Termica ILO 2	1975	RANKINE	Carbon	27.81	-36.0%
Central Termica Tumbes	1975	DIESEL	BD5	55.73	32.1%
Central Eolica Parque Nazca	2018	EOLICA	Viento	37.83	

Fuente: Elaboración propia

c. PARA CENTRALES CON BIOMASA.

Se tiene el comparativo entre los costos específicos de inversión entre centrales con biomasa, específicamente con residuos sólidos urbanos realizadas en las subastas aplicadas al Perú, en el cual en la 1 subasta se tiene un valor de 2,625 U\$/KW para la Central de Biomasa de Huaycoloro I y un costo de inversión para la Central de Biomasa Huaycoloro II de 1,041.67 U\$/KW, lo que representa una reducción porcentual de 60.3 % en costos.

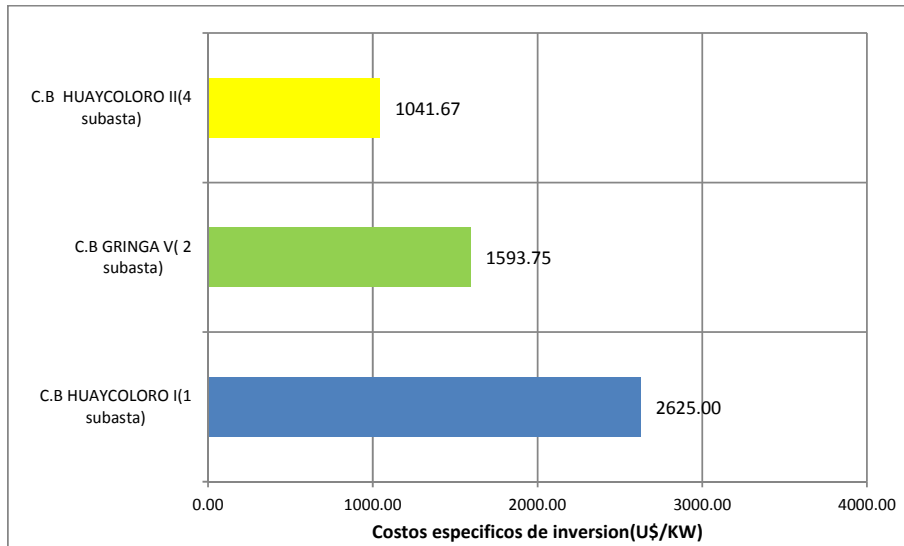
La Central de Biomasa Huaycoloro I y II se caracterizan por ser Centrales que generan metano como combustible a partir del tratamiento de Residuos sólidos urbanos

El proyecto está compuesto por 250 pozos de captación de biogás; un gaseoducto de más de 15 km y una moderna estación de succión y quemado automatizada.

La central de biomasa Huaycoloro I genera energía eléctrica, está compuesta por 3 Grupos Electrógenos CAT que operan con el Ciclo Otto a partir de la basura, emplea el metano generado en las plataformas del relleno sanitario Huaycoloro (Lima)

La central de biomasa Huaycoloro II, está ubicada en el relleno sanitario del mismo nombre y la conforman 02 Grupos Electrógenos Caterpillar (Modelo CG170-12)

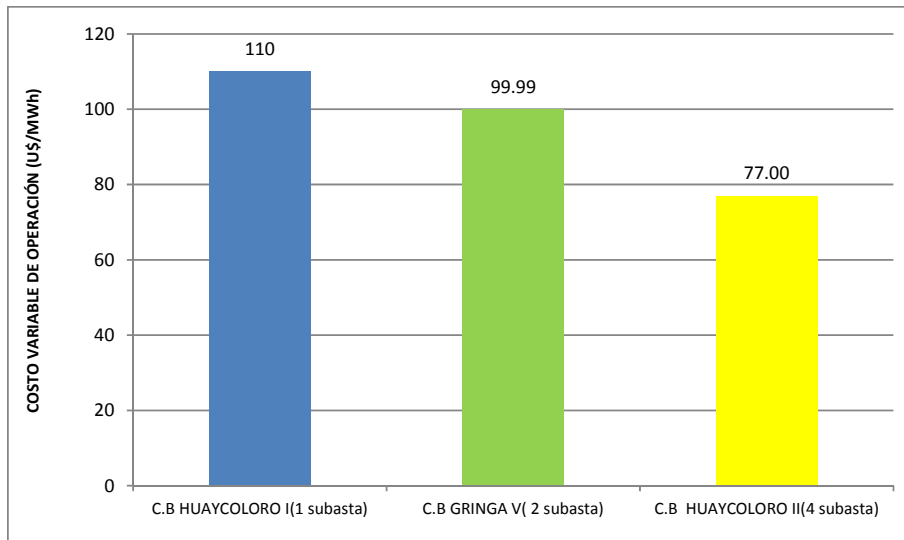
Cuadro N°26 Comportamiento de los Costos Específicos de Inversión para Centrales con biomasa



Fuente: Elaboración propia.

Con referencia a los costos variables de operación estos han sido ofertados en las subastas RER desde el año 2,010 al 2,016 con una reducción del 30.0 %. (tan solo 5 años).

Cuadro N°27 Comportamiento de los Costos Variables de operación para Centrales con Biomasa



Fuente: Elaboración propia.

Se tiene el cuadro comparativo entre los CVO de Centrales Térmicas en operación actual en el SEIN y la Central de Biomasa Huaycoloro II, en donde esta última aún tiene costos variables de operación muy elevados para entrar en competencia con las centrales termoeléctricas convencionales.

Cuadro N°28 Benchmarking Centrales Térmica y Central con Biomasa Huaycoloro II

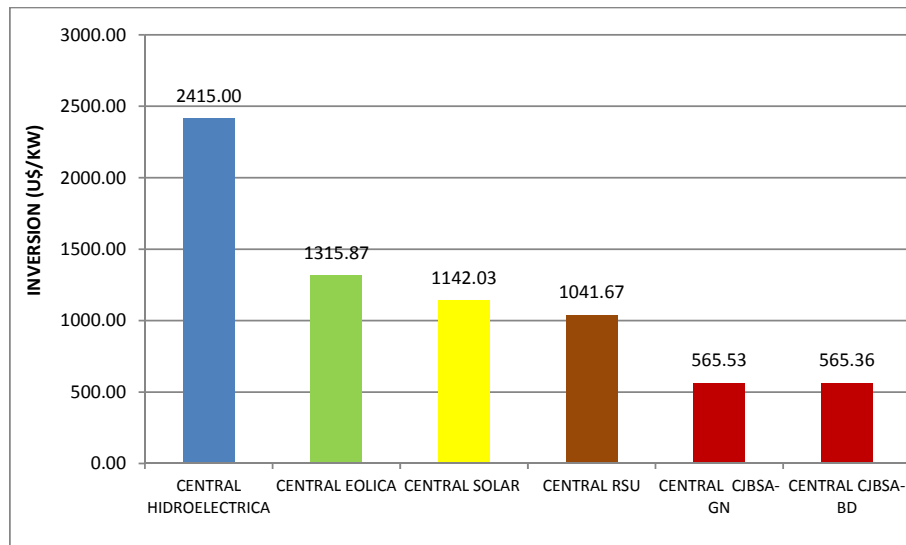
CENTRAL DE ENERGIA	AÑO	TECNOLOGIA	COMBUSTIBLE	CVO	DIFERENCIA
Central Termica Santa Rosa UTI 6	1990	BRAYTON	Gas Natural	37.54	-105.1%
Central Termica Malacas (Renovada)	2007	BRAYTON	Gas Natural	28	-175.0%
Central Termica RETCKA	2016	BRAYTON	BD5	124.91	38.4%
Central Termica SHOUGESA	1964	RANKINE	R500	64.52	-19.3%
Central Termica ILO 2	1975	RANKINE	Carbon	27.81	-176.9%
Central Termica Tumbes	1975	DIESEL	BD5	55.73	-38.2%
Central de Biomasa Huaycoloro II	2020	M.C.I	Biomasa	77	

Fuente: Elaboración propia

d. BENCHMARKING DE COSTOS DE INVERSIÓN ENTRE CENTRALES RER:

Se tiene el comparativo de costos específicos de operación, en el cual el más alto aun es para la centrales hidroeléctricas RER con un valor de 2,415 U\$/KW , cerca al doble delo que cuestan invertir las centrales eólicas , solares y de biomasa con residuos sólidos urbanos. Los costos específicos de inversión son aún muy elevados comparados a los valores de las centrales termoeléctricas que operan con el ciclo Brayton simple abierto.

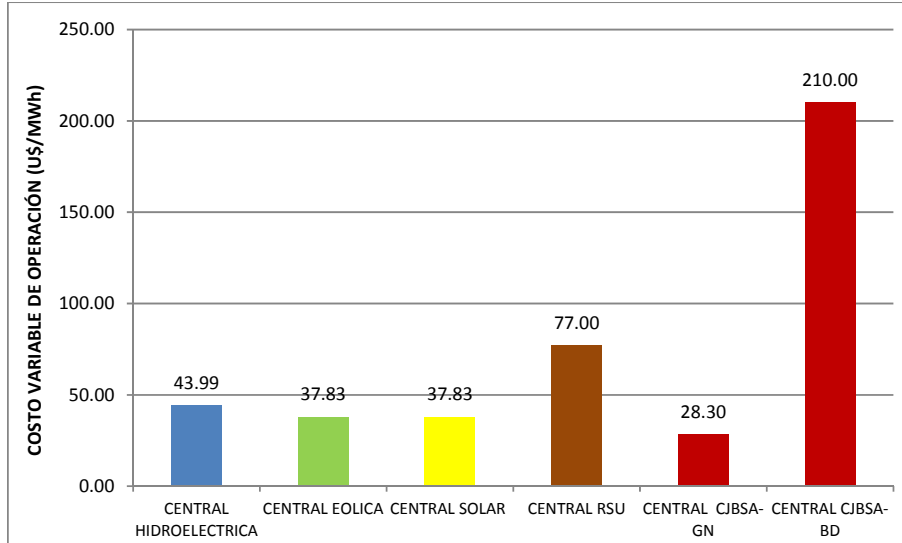
Cuadro N°29 Comportamiento de los Costos Específicos de Inversión para Centrales RER



Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las Centrales RER, la central eólica y la solar presentan un mejor valor económico en su costo variable de operación el cual es 37.83 U\$/MWh, valor con el cual están cercanos al costo marginal del SEIN el oscila entre 35 a 38 U\$/MWh, resultando un costo muy competitivo en el mercado de generación de energía del Perú.

Cuadro N°30 Comportamiento de los Costos Variables de operación para Centrales RER

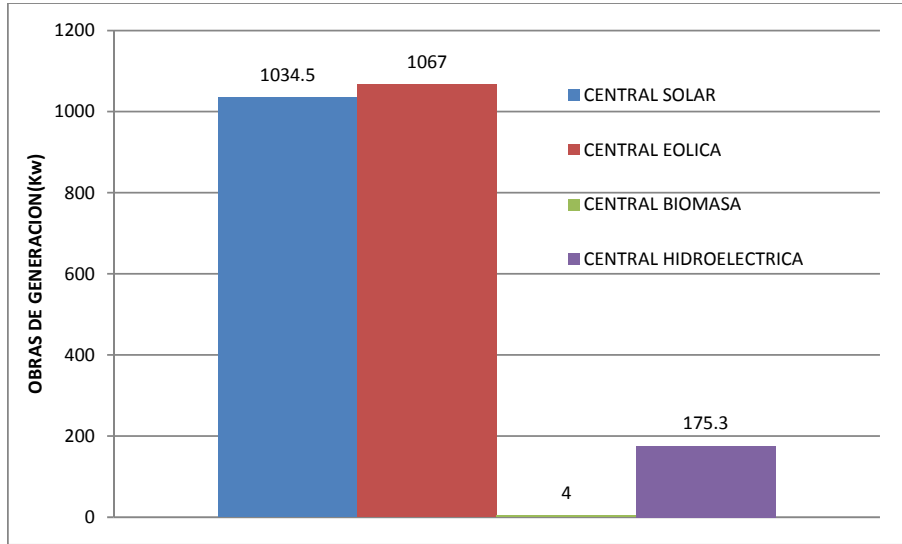


Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 CRECIMIENTO DE RECURSOS RENOVABLES EN LA OFERTA DE GENERACIÓN:

Se presenta el listado de obras de generación RER a corto plazo (2,023) son de 2,280.8 MW de Potencia Efectiva, de las cuales el 46.78 % corresponden a obras de generación de energía con centrales eólicas (1,067 MW) , y el 45.35 % corresponden a generación de energía con centrales solares fotovoltaicas(1,034.5 MW), esto se debe a los incentivos propuestos en las subastas de RER realizadas en el Perú , que hacen atractivas al inversiones en el Perú . Mientras que la generación de energía con centrales hidroeléctricas RER tan solo 7.7 % (175.3 MW) , finalmente los proyectos de generación de energía con biomasa ,específicamente con RSU son muy escasos con tan solo 0.17 % (4 MW).

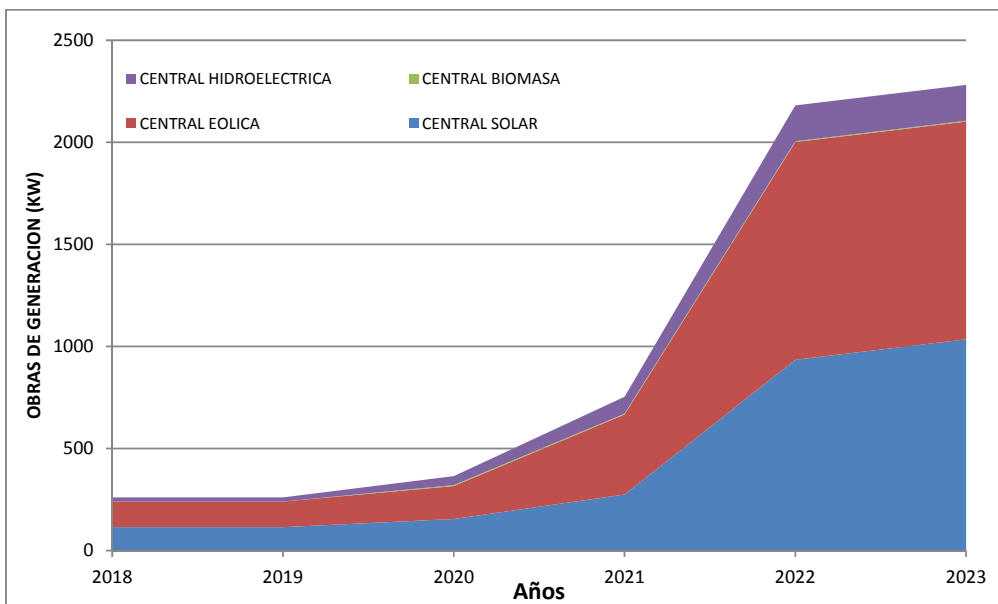
Cuadro N°31 Obras de generación de energía RER a corto plazo



Fuente: Elaboración propia

Se tiene un crecimiento alto entre los años 2,020 al 2,022 , incrementándose la potencia efectiva con centrales RER desde 364.8 MW a 2,180 MW (lo que representa un total del 498 %), con una fuerte presencia compartida entre centrales solares fotovoltaicas y centrales eólicas.

Cuadro N°32 Crecimiento de la generación RER a corto plazo



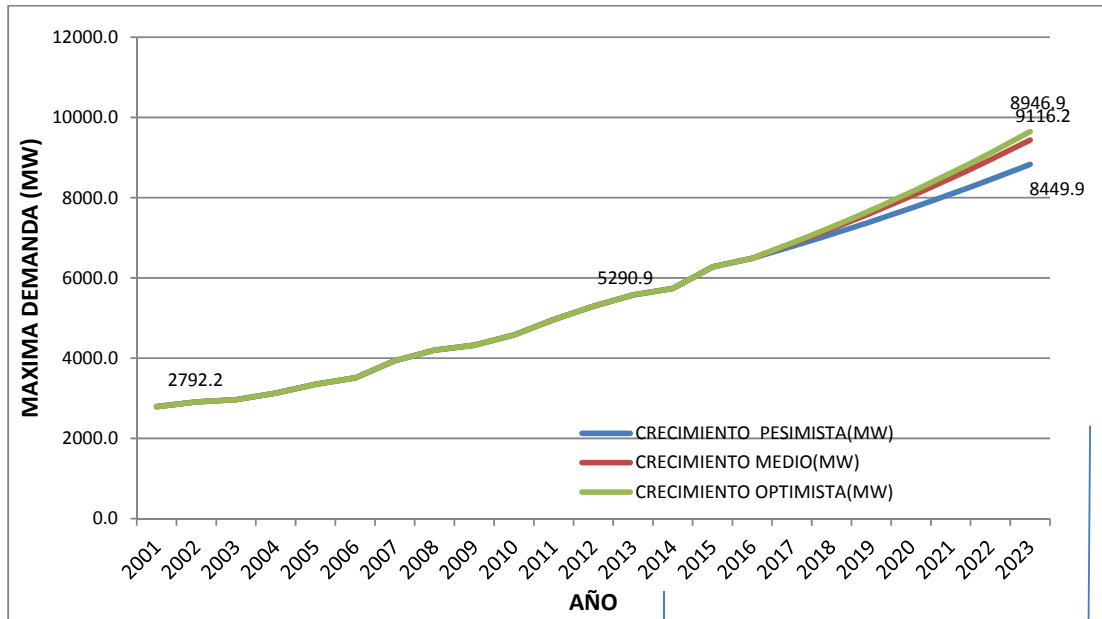
Fuente: Elaboración propia

4.3 PROYECCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA OFERTA Y LA DEMANDA DE ENERGÍA.

4.3.1 CRECIMIENTO DE LA DEMANDA

Se presenta el comportamiento del crecimiento de la máxima demanda en tres situaciones: Crecimiento medio (5.27 %) relacionada a la tasa de crecimiento evaluado desde el año 2,002 al año 2,019, crecimiento optimista relacionada a la tasa de crecimiento promedio anual (6.27 %) y un crecimiento pesimista de 4.27 % (1% menos al valor medio), proyectado al año 2,023. (7 años)

Cuadro N°33 Crecimiento de la máxima demanda a corto plazo



Fuente: Elaboración propia

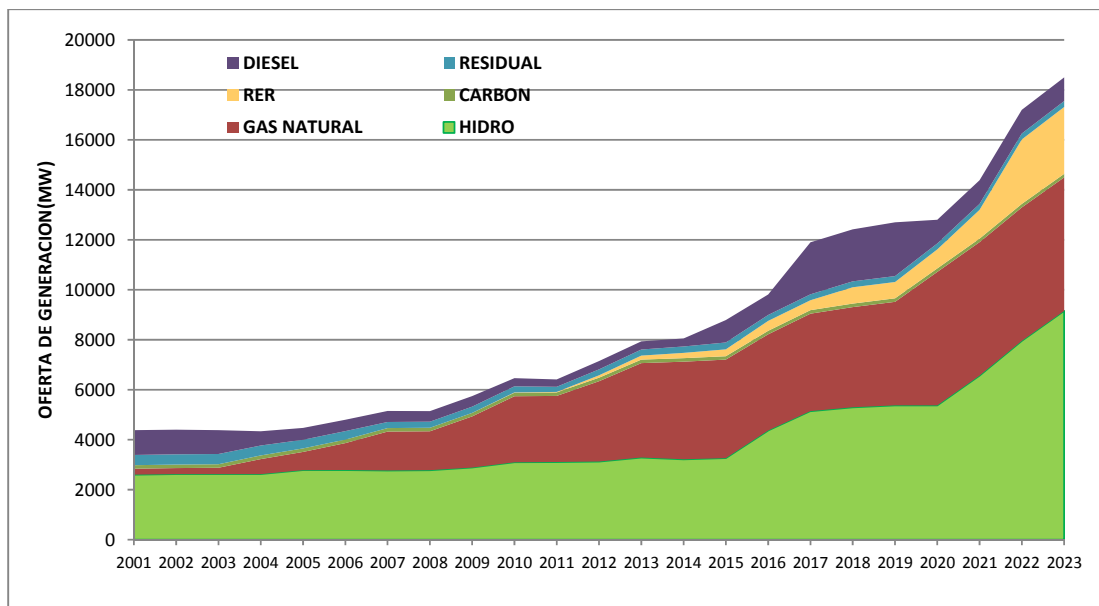
4.3.2 CRECIMIENTO DE LA OFERTA DE GENERACIÓN.

Teniendo en cuenta los Cuadros N° 3,4,5,6,7 y 8 del Capítulo III se ha construido el gráfico de crecimiento de la Oferta de generación de energía en el corto plazo (hasta el año 2,023) , en el cual se visualiza que el parque de generación crecerá fundamentalmente en los siguientes periodos :

- Ingreso de las Centrales Termoeléctricas del Nodo Energético del sur en el año 2,017, con un total de 1,200 MW operando con combustible BD5. Estas para el año 2,020 se reconvertirán a gas natural como parte del proyecto Gasoducto Sur del Perú. Con esta reconversión se reduce la oferta de generación con petróleo Biodiesel BD5 , así como la generación de energía con Carbón y Petróleo R500 no presenta ningún tipo de crecimiento.

- Desde el año 2,020 se tendrá un incremento de la Potencia Efectiva de las Centrales Hidroeléctricas Convencionales, iniciando con 1,200 (2,021), 1,400 (2,022) y 1200 MW (2,023) aproximadamente. Recuperando el parque hidroeléctrico su presencia en la generación de energía en el Perú.
- Mientras que las Centrales RER entre los años 2,020 al 2,022, incrementan su potencia efectiva desde 690.8 MW a 2,180 MW (lo que representa un total del 315.6 %), con una fuerte presencia compartida entre centrales solares fotovoltaicas y centrales eólicas.

Cuadro N°34 Crecimiento de la oferta de generación a corto plazo



Fuente: Elaboración propia

Se presenta el cuadro del comportamiento de la distribución porcentual de la oferta de generación efectiva , realizando un comparativo entre los años 2,016 y 2,023 para las tecnologías de generación presentes , así tenemos:

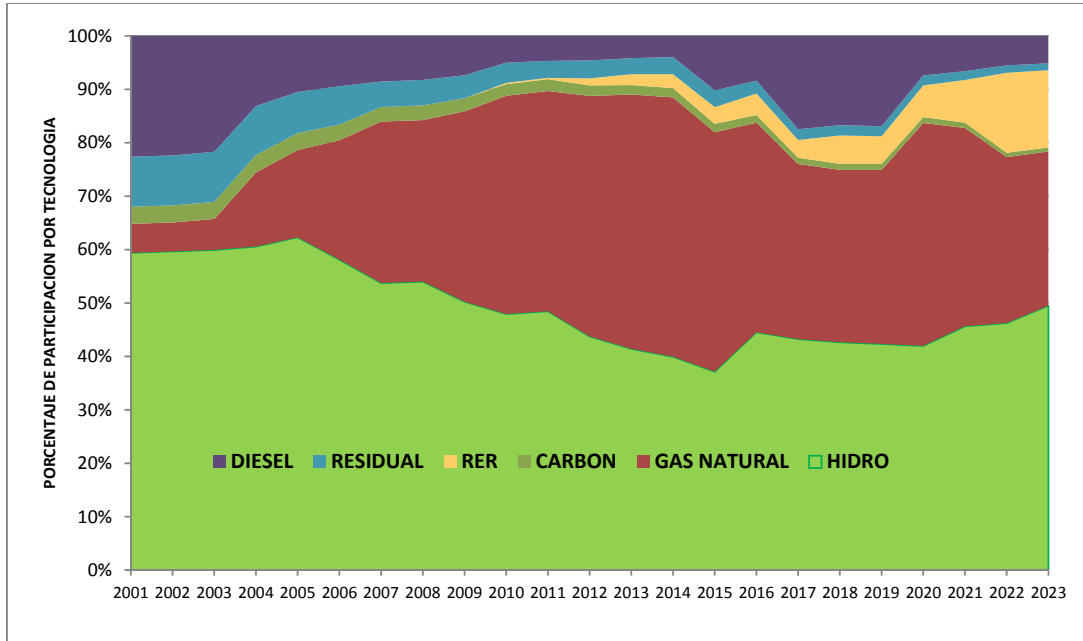
Centrales Hidroeléctricas convencionales: 36.7 % a 49.5 %, incrementando su participación en 34.88 %.

Centrales RER: 3.3 % a 14.5 % (incrementando su participación en 490 %).

Centrales Termoeléctricas con Gas Natural: 32.3 % a 28.9 %, reduciendo su participación en 10.5 %.

Centrales Termoeléctricas convencionales totales (incluido gas natural) : 60 % a 36 % , reduciendo su participación en 59.4 %

Cuadro N°35 Crecimiento de la oferta de generación a corto plazo

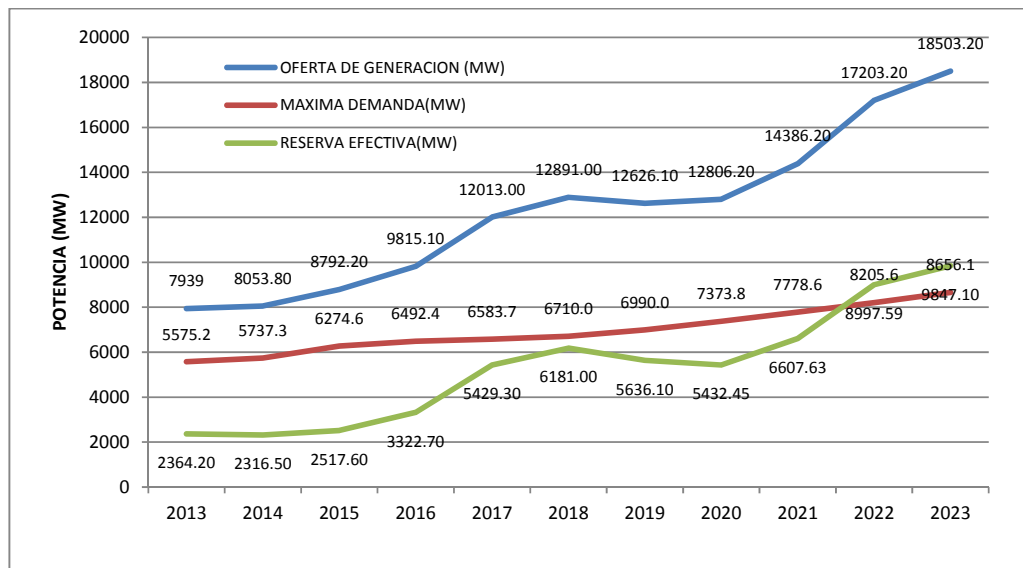


Fuente: Elaboración propia

4.3.3 COBERTURA DE LA DEMANDA.

Se tiene el cuadro de cobertura de la demanda a corto plazo en la cual se observa un incremento sustancial de la oferta de generación.

Cuadro N°36 Cobertura de la demanda a corto plazo



Fuente: Elaboración propia

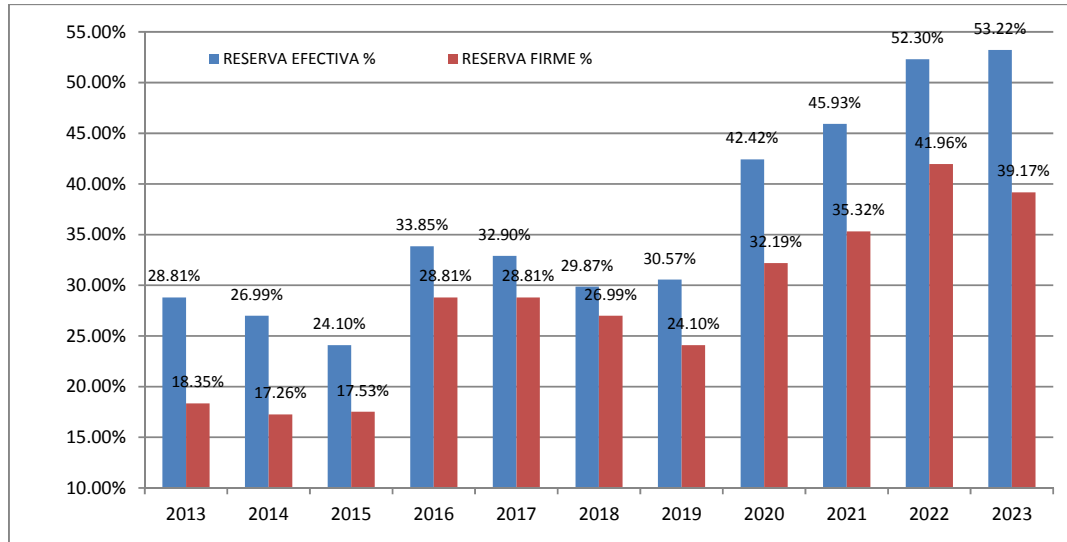
4.3.4 CONDICIONES DE LA RESERVA DE GENERACIÓN

Referente a las características de la reserva de generación de energía efectiva y reserva firme, esta se incrementa sustancialmente según las siguientes características:

Reserva efectiva de generación desde 30.57 % el año 2,019 a 53.22 % para el año 2,023.

Reserva firme de generación desde 24.10 % el año 2,019 a 39.17 % para el año 2,023.

Cuadro N°37 Comportamiento de la Reserva a corto plazo



Fuente: Elaboración propia

4.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

- Según la tesis de BALDOVINO FERNANDINI, Enrique y RAMOS MARIÑO, Guillermo (2,007) en la cual se concluyen que el uso de energías renovables y en especial de la energía eólica constituye una herramienta eficaz para la solución de muchos de los problemas energéticos que vive el país con el valor agregado del beneficio ambiental que las barreras para el desarrollo de la energía eólica la constituyen: la falta de un marco legal y normativo; la inexistencia de institucionalidad orientada a incentivar la actividad en este campo, en el presente informe luego de 10 años transcurridos se demuestra que la política energética ha cambiado sustancialmente en el Perú con el DECRETO LEGISLATIVO N° 1002-2008 .en el cual establece que el 5% de la demanda debe ser cubierto con generación de energía RER, los incentivos a la inversión y sobre todo por la aplicación de las subastas de energías renovables. Coincidiendo que dentro de las tecnologías RER , la generación de energía

eólica , es la mas atractiva con una oferta de generación próxima a instalarse 905 MW con centrales eólicas.

- Coincidiendo con el informe del Centro de Estudios Estratégicos de IPAE (2,012) en su informe elaborado para el OSINERGMIN, en la cual se concluye que : lo siguiente: La abundancia de gas, propició que la inversión de centrales a gas natural ciclo combinado y ciclo simple , mientras que la inversión por la generación hidroeléctrica fue limitada , reduciéndose su porcentaje de participación, y además el uso de tecnologías limpias de generación ha sido muy limitado, no obstante que a nivel mundial se aceleró su desarrollo comercial, al margen de eso se han desarrollado subastas para la inserción de Recursos Energías renovables , básicamente Centrales Solares y Centrales Eólicas. Con el presente informe se demuestra que a corto plazo esta situación se va a revertir, incrementándose la presencia de las Centrales RER a un 14.5% , así como el incremento de la presencia de las centrales hidroeléctricas a un valor 49.5 % (valor que se había reducido en un periodo de 15 años) , así como la participación del gas natural en la generación de energía se reduce en un valor 28.9 %.
- Así como FALCON CORZO, Jorge y ROJAS SEGURA, Yuliana (2,012) manifestaron que : El crecimiento actual del país genera una mayor demanda de energía, la cual debe ser atendida con recursos energéticos renovables, acorde con la corriente de respeto al medio ambiente y que el país tiene una significativa capacidad de generación eléctrica en la zona central y norte del país, pero escasa en el sur. Esta situación se revierte con la generación de energía con Centrales RER las cuales se ubican estratégicamente en la zona Sur (centrales solares) , Zona Centro(Centrales eólicas) y Zona norte (centrales solares y centrales eólicas)
- De la misma manera a lo reportado por la Oficina de Estudios Económicos de OSINERGMIN (2,014) en su Informe del año 2014 : La participación de las fuentes RER en la Generación eléctrica del país ha ido en aumento, aunque de manera moderada. En el año 2008, las fuentes RER constituían menos del 0.01% del total de la energía eléctrica producida, mientras que en el 2019 su contribución se elevó a 5.7 % . Así tenemos que según el presente informe de tesis la participación de la generación de energía con Centrales RER se incrementara desde 5.7 % (año 2,019) a 14.5 % (año 2,023)

- Coincidiendo con MARTINEZ MARTIN, Isabel (2,014) en su informe de investigación realizada para GREEN PEACE en el cual manifiesta que España, como otros países europeos, apostó por un sistema de incentivos a las energías renovables apoyado en las primas, como elemento que garantizase una atractiva rentabilidad a la inversión en nuevas instalaciones. De la misma manera los procesos de las 4 Subastas de RER ha incentivado que las tecnologías de generación de energía solar fotovoltaica y eólica se han atractivas para su inversión en el Perú, con precios de generación competitivos, con valores de 37.03 U\$/MWh , así como con costos de inversión que se han reducido a 1,315.87 y 1,142.03 U\$/KW para centrales eólicas y solares respectivamente.

CONCLUSIONES
Y
RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se realizó un tratamiento de la información estadística de la oferta y demanda de la generación de energía en el sistema Eléctrico Interconectado Nacional determinándose que la máxima demanda tiene un crecimiento de 5.27 % para el periodo de 2,001 al 2,019. Con valores de 6,990 MW para la máxima demanda y de 12,626 MW para la oferta efectiva de generación, con una tasa de crecimiento promedio anual de 6.24 %. Esto conlleva a una reserva efectiva de 34.57 % y una reserva firme de 24.10 %.
- Los principales proyectos de generación instalados es: (periodo 2,016-2,019) son : Central Solar Rubí de 144.48 MW , Central Eólica Parque Nazca de 126 MW , Central Termoeléctrica de Biomasa Huaycoloro II de 2.4 MW y la Central Hidroeléctrica RER Ayanunga de 20 MW en proceso aun .
- Dentro de los incentivos para la instalación de las Centrales RER , tenemos la reducción de los costos de inversión y los costos de operación, los cuales se han reducido considerablemente en el lapso de un periodo de 5 años, así tenemos el caso de las Centrales Eólicas cuya inversión se ha reducido desde 3,366.67 U\$/KW a 1,313.87 U\$/KW , mientras que su costo variable de operación se ha reducido el 55.5 % desde 87 U\$/MWh a 55.5 U\$/MWh.
- Se ha elaborado una proyección del comportamiento de la máxima demanda y de la oferta de generación con las obras de centrales de energía próximo a instalarse en el corto plazo, determinándose para el año 2,023 una máxima demanda de 8,565.1 MW. Mientras que la oferta de generación se ha incrementado a un valor de 18,503.20 MW y oferta de generación firme de 14,230 MW , con lo cual la reserva de generación efectiva se ha incrementado a 53.22 % y la reserva firme de generación es de 39.17 % , valores aceptados y confiables , teniendo en cuenta con el valor de 23.45 % para una reserva de generación hace sostenible y confiable aun sistema eléctrico.
- Dentro de los beneficios de instalar centrales RER en el sistema eléctrico interconectado nacional es que contribuyen en tener una oferta de generación producida con tecnologías limpias sin emisiones de dióxido de carbono y sobre todo

que para el periodo de análisis en el corto plazo van a desplazar de la operación a las centrales termoeléctricas que operan con ciclo simple y gas natural , y para el año 2,022 a 2,023 compartirán la cobertura de la máxima demanda con las centrales de ciclo combinado de gas natural. Así como el exceso de ambas tecnologías de generación de energía en el futuro pueden permitir la futura interconexión eléctrica regional con Ecuador y Chile.

- Se demuestra la hipótesis planteada , con lo cual la instalación de Centrales con recursos energéticos renovables RER influyen en la oferta de generación , contribuyendo en el sistema eléctrico SEIN , en tener una generación de energía confiable (básicamente dependiente de la radiación solar y de la velocidad del viento, desplazando en parte el uso de combustible derivados del petróleo y al gas natural), sus costos de operación son económicos y sobre todo contribuyen a la preservación del medio ambiente al no emitir dióxido de carbono o gases de efecto invernadero al medio ambiente.

RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar un estudio complementario para determinar el efecto de la interconexión regional, en función al incremento de la oferta de generación de energía en el Perú, sobre todo debido a que los costos de generación se reducirán al utilizar centrales de energía RER.
- Complementario a este informe de tesis, se puede realizar una simulación del comportamiento en el largo plazo de la oferta de generación de energía en el Perú que incluyan las Centrales RER y así poder analizar el desempeño de los sistemas eléctricos de potencia en el cual existan centrales RER acoladas a el.
- Se debe tener en cuenta que los costos de inversión y la tecnología de las Centrales RER se irán reduciendo y mejorando respectiva, ente a medida del paso de los años. Con lo cual el efecto fututo de las Centrales RER sera mucho mayor en la mejora de la generación de energía.
- Se debe tener en cuenta que aun no se tiene un valor exacto de las Reservas probadas de gas natural, para lo cual los incentivos para la generación de energía con centrales RER deben darse con mayor énfasis teniendo en cuenta que las centrales RER utilizan fuentes de energía inagotables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TESIS

BALDOVINO FERNANDINI, Enrique y RAMOS MARIÑO Guillermo. Propuesta estratégica para el desarrollo de la energía eólica en el Perú. Tesis para optar el Grado de Magister en Administración Estratégica de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú. 2007. 269 p.

FALCON CORZO, Jorge y ROJAS SEGURA, Yuliana . Plan estratégico para la generación de energía eléctrica fluvial en el Perú. Tesis para optar el Grado de Magister en Administración Estratégica de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú. 2012. 186 p.

PUMAY MELGAREJO, Paul y PALOMINO NARVAEZ, Carlos. ESTUDIO DE LA PROYECCION DE LA RESERVA DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA PARA CONFIABILIDAD DEL SISTEMA ELECTRICO INTERCONECTADO DEL PERU. Tesis para optar el título de Ingeniero en Energía. Universidad nacional del Santa. Perú. 2014.165 p.

ORBEZO URQUIZO, Hernán. Análisis estocástico ARIMA para el modelamiento y predicción de la demanda eléctrica en el sector residencial Lima Sur. Tesis para optar el Grado de Ciencias Energéticas. Universidad nacional de Ingeniería. Perú. 2011. 75 p.

TEXTOS

GUEVARA, Robert. Módulo de Plantas Generadoras de Potencia. Universidad Nacional del Santa. 2016.83 p.

OUNG, Kit. Energy Management in Business: The Manager's Guide to Maximising and Sustaining Energy Reduction. Routlge Edition. 2016. 278 p.

ISBN 1317143671

SANCHEZ DIEZ, Luis. MODELOS DE POLIGENERACIÓN ENERGÉTICA DISTRIBUIDA EN ÁREAS RESIDENCIALES. Editorial Lulu.com. España. 2014. 120 p.
ISBN 1471714101

SKIBA, Yuri. Métodos Y Esquemas Numéricos: Un Análisis Computacional. Universidad Autónoma de Mexico.2005. 456 p.
ISBN 9703220231

VASQUEZ MARTIN, Marta. Decisiones en torno a modelos energéticos y cambio climático: En Energías y cambio climático. Ediciones de la Universidad de Salamanca. España .2014. 136 p-

LINKOGRAFÍA

CENTRO DE ESTUDIOS ESTRATÉGICOS DE IAE : Prospectiva del Sector Eléctrico al 2018.OSINERGMIN. Perú. 2014. [Consulta: 25 de junio del 2017].Disponible en:
http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Otros-Estudios/Consultoria/Prospectiva-SectorElectrico.pdf

GEOTUTORIALES. Pronóstico de Demanda con Media Móvil Simple. Gestión de Operaciones. 2011. [Consulta: 20 de diciembre del 2016].Disponible en:
<http://www.gestiondeoperaciones.net/proyeccion-de-demanda/pronostico-de-demanda-con-media-movil-simple/>

INGENIERÍA INDUSTRIAL ONLINE: Suavización exponencial simple. Ingeniería Industrial online. 2014. . [Consulta: 14 de mayo del 2017].Disponible en:
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/pron%C3%B3stico-de-ventas/suavizaci%C3%B3n-exponencial-simple/>

LICY, GONZALO: Los recursos energéticos renovables. Consultoría Energetica especializada. 2,014. [Consulta: 20 de julio del 2017].Disponible en:
<http://www.santivanez.com.pe/wp-content/uploads/2012/07/01recursosrenovables.pdf>

MARTINEZ MARIN, Isabel. Informe: El impacto de las energías renovables en la economía con el horizonte 2030. Elaborado por Abay Analistas Económicos y Sociales para GREENPEACE. España. 2014 [Consulta: 28 de diciembre del 2016].Disponible en:

<http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/2014/Report/cambio-climatico/Informe%20ER%20Economi%CC%81a.pdf>

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Decreto Legislativo 1002. Gobierno del Peru. 2008. [Consulta: 27 de agosto del 2017].Disponible en:

http://www2.osinerg.gob.pe/EnergiasRenovables/contenido/Normas/DL_No_1002.pdf

OFICINA DE ESTUDIOS ECONÓMICOS: REPORTE DE ANÁLISIS ECONÓMICO SECTORIAL -SECTOR ELECTRICIDAD – El Uso de los Recursos Energéticos Renovables No Convencionales y la Mitigación del Cambio Climático en el Perú. OSINERGMIN. 2014. [Consulta: 27 de mayo del 2017].Disponible en:

http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/RAES/RAES_Electricidad_Noviembre_2014_OEE.pdf

OSINERGMIN. Recursos Energéticos Renovables . Gobierno del Peru.2,017. [Consulta: 17 de mayo del 2017].Disponible en:

<http://www2.osinerg.gob.pe/EnergiasRenovables/contenido/IntroduccionEnergiasRenovables.html>

OSINERGMIN. Margen de Reserva del sector eléctrico del Perú. Oficina de Estudios Económicos de OSINERGMIN.2,017. [Consulta: 08 de mayo del 2017].Disponible en:

http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Otros-Estudios/Tesis/Margen-Reserva-Sector-ElectriPeru.pdf

ANEXOS

ÍNDICE DE LOS ANEXOS

ANEXO N° 1 MAPA DEL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL-PERÚ

ANEXO N° 2 RESULTADOS 1 SUBASTA DE RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES

ANEXO N° 3 RESULTADOS 2 SUBASTA DE RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES

ANEXO N° 4 RESULTADOS 3 SUBASTA DE RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES

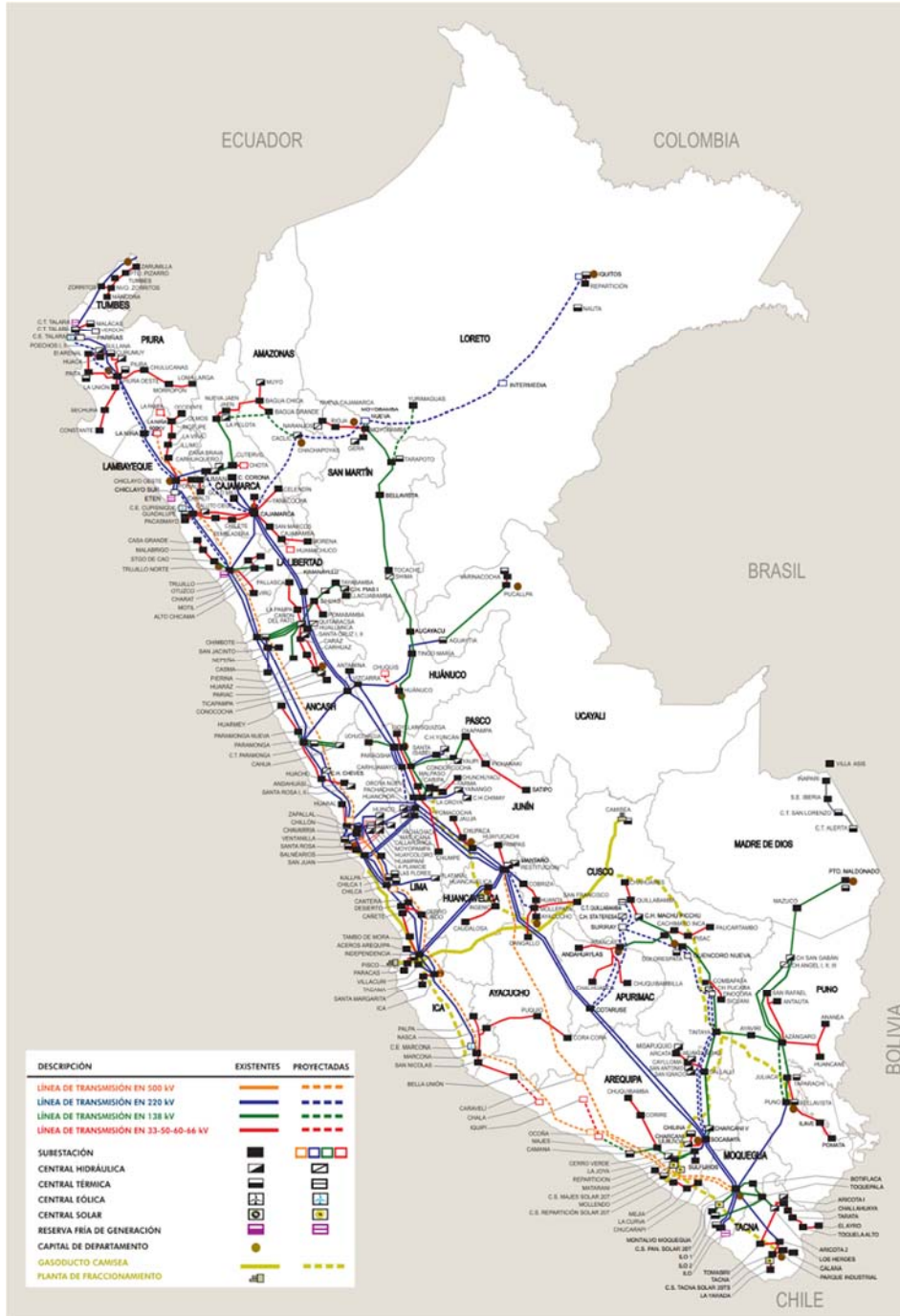
ANEXO N° 5 FICHA TÉCNICA CENTRALES CON BIOMASA EL PERÚ

ANEXO N° 6 FICHA TÉCNICA CENTRALES SOLARES DEL PERÚ

ANEXO N° 7 FICHA TÉCNICA CENTRALES EÓLICAS DEL PERÚ

ANEXO N° 8 FICHA TÉCNICA CENTRAL HIDROELÉCTRICA AYANUNGA

ANEXO N° 1 MAPA DEL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL-PERÚ



Fuente : COES SINAC

ANEXO N° 2 RESULTADOS 1 SUBASTA DE RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLE

ANEXO 2: ADJUDICATARIOS BIOMASA, EÓLICA Y SOLAR

Tecnología	Postor	Proyecto	Punto de Suministro	Precio Ofertado (Ctv US\$/kWh)	Potencia a instalar (MW)	Factor de planta (%)	Energía Ofertada (GWh/año)	Energía Adjudicada (GWh/año)	% min Energía Adjudicación Parcial	Fecha de Puesta en operación comercial	Condición
Biomasa	Agro Industrial Paramonga S.A.A.	Central de Cogeneración Paramonga I	Paramonga Existente 138 kV	5,200	23,000	57,000%	115,000	115,000		31/03/2010	Adjudicado en 1° Ronda
Biomasa	Petramas S.A.C.	Huaycoloro	Cajamarquilla 220 kV	11,000	4,400	73,000%	28,295	28,295		01/07/2011	Adjudicado en 1° Ronda
Eólica	Consorcio "Cobra Perú S.A. / Perú Energía Renovable S.A."	Marcona	Marcona 220 kV	6,552	32,000	52,930%	148,378	148,378		01/12/2012	Adjudicado en 1° Ronda
Eólica	Energía Eólica S.A.	Central Eólica Talara	Talara 220 kV	8,700	30,000	46,000%	119,673	119,673		29/06/2012	Adjudicado en 1° Ronda
Solar	Consorcio Panamericana Solar 20TS (Grupo T-Solar Global, S.A. / Solarpack Corporación Tecnología, S.L.)	Panamericana Solar 20TS	Ilo ELP 138 kV	21,500	20,000	28,900%	50,676	50,676		30/06/2012	Adjudicado en 1° Ronda
Solar	Grupo T-Solar Global, S.A.	Majes Solar 20T	Repartición 138 kV	22,250	20,000	21,500%	37,630	37,630		30/06/2012	Adjudicado en 1° Ronda
Solar	Grupo T-Solar Global, S.A.	Repartición Solar 20T	Repartición 138 kV	22,300	20,000	21,400%	37,440	37,440		30/06/2012	Adjudicado en 1° Ronda
Solar	Consorcio Tacna Solar 20TS (Grupo T-Solar Global, S.A. / Solarpack Corporación Tecnología, S.L.)	Tacna Solar 20TS	Tacna (Los Héroes) 66 kV	22,500	20,000	26,900%	47,196	47,196		30/06/2012	Adjudicado en 1° Ronda
Eólica	Energía Eólica S.A.	Central Eólica Cupisnique	Guadalupe 220 kV	8,500	80,000	43,000%	302,952	302,952	75,000%	29/06/2012	Adjudicado en 2° Ronda

Fuente : OSINERGMIN

ANEXO N° 3 RESULTADOS 2 SUBASTA DE RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES

ANEXO 2: ADJUDICATARIOS BIOMASA, EÓLICA Y SOLAR

Tecnología	Postor	Proyecto	Barra de Oferta	Precio Monómico (US\$/MWh)	Potencia de la Central (MW)	Factor de Planta (%)	Energía Ofertada Anual (GWh)	Energía Adjudicada (GWh/año)	% mín Energía Adjudicación Parcial	Fecha de Puesta en Operación Comercial	Condición
Biomasa Residuos Urbanos	CONSORCIO ENERGÍA LIMPIA	La Gringa V	Lima 220 kV	99,99	2,00	80,00%	14,02	14,02	50,00%	31/07/2014	Adjudicado
Eólica	CONSORCIO TRES HERMANAS	Parque Eólico Tres Hermanas	Marcona 220 kV	69,00	90,00	52,73%	415,76	415,76		31/12/2014	Adjudicado
Solar	SOLARPARCK CORPORACION TECNOLOGICA S.L.	MOQUEGUA FV	Ilo ELP 138 kV	119,90	16,00	30,50%	43,00	43,00	50,00%	31/12/2014	Adjudicado

Handwritten signatures in blue ink, including a small mark on the left and three larger, stylized signatures across the bottom of the table area.

Fuente : OSINERGMIN

ANEXO N° 4 RESULTADOS 3 SUBASTA DE RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES

 Ruth Alejandra Ramos Pizarro
NOTARIA DE LIMA

ANEXO 1.2: RELACION DE POSTORES ADJUDICADOS - PRIMERA RONDA
(TECNOLOGÍAS BIOMASA, EÓLICA Y SOLAR)

Tecnología	Postor	Proyecto	Barra de Oferta	Precio Monómico (USD/MWh)	Potencia de la Central (MW)	Energía Ofertada Anual (GWh)	Energía Adjudicada (GWh/año)	% min Energía Adjudicación Parcial	Condición
Biomasa Residuos Urb.Biogás	EMPRESA CONCESIONARIA ENERGIA LIMPIA S.A.C.	CT. BIOMASA CALLAO	Ventanilla 220 kV	77.00	2.00	14.500	14.500		Adjudicado
Biomasa Residuos Urb.Biogás	EMPRESA CONCESIONARIA ENERGIA LIMPIA S.A.C.	CT. BIOMASA HUAYCOLORO II	Santa Rosa 220 kV	77.00	2.00	14.500	14.500		Adjudicado
Eólica	ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.	Central Eólica Parque Nazca	Poroma 220 kV	37.83	126.00	573.000	573.000	92.13%	Adjudicado
Solar	ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.	Central Solar Rubi	Montalvo 220 kV	47.98	144.48	415.000	415.000	95.90%	Adjudicado

 Ruth Alejandra Ramos Pizarro
NOTARIA DE LIMA

ANEXO 2.2: RELACION DE POSTORES ADJUDICADOS - SEGUNDA RONDA
(TECNOLOGÍAS BIOMASA, EÓLICA Y SOLAR)

Tecnología	Postor	Proyecto	Barra de Oferta	Precio Monómico (USD/MWh)	Potencia de la Central (MW)	Energía Ofertada Anual (GWh)	Energía Adjudicada (GWh/año)	% min Energía Adjudicación Parcial	Condición
Eólica	GR PAINO S.A.C.	Parque Eólico Huambos	Carhuaquero 138 kV	36.84	18	84.600	84.600	40.00%	Adjudicado
Eólica	GR TARUCA S.A.C.	Parque Eólico Duna	Carhuaquero 220 kV	37.79	18	81.000	81.000	40.00%	Adjudicado
Solar	ENERSUR S.A.	Intipampa	Moquegua 138 kV	48.5	40	108.404	108.404		Adjudicado

 Ruth Alejandra Ramos Pizarro
NOTARIA DE LIMA
ANEXO 3.2: RELACION DE POSTORES ADJUDICADOS
(TECNOLOGÍA HIDROELÉCTRICA)

Tecnología	Postor	Proyecto	Barra de Oferta	Precio Monómico (USD/MWh)	Potencia de la Central (MW)	Energía Ofertada Anual (GWh)	Energía Adjudicada (GWh/año)	% min Energía Adjudicación Parcial	Condición
Hidroeléctrica	EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA RIO BAÑOS S.A.C.	C.H. Rucuy	Zapallal 220 kV	40,00	20,00	110,00	110,00	5,00%	Adjudicado
Hidroeléctrica	ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.	C.H. Ayanunga	Tingo Maria 138 kV	43,98	20,00	131,65	131,65		Adjudicado
Hidroeléctrica	CONSORCIO HIDROELÉCTRICO SUR-MEDIO	C.H. Kusa	Marcona 220 kV	45,40	15,55	72,53	72,53	90,00%	Adjudicado
Hidroeléctrica	CONSORCIO HIDROELÉCTRICO SUR-MEDIO	C.H. Allí	Marcona 220 kV	45,40	14,51	69,32	69,32	90,00%	Adjudicado
Hidroeléctrica	CONSORCIO HYDRIKA 6	C.H. Hydrika 6	Huallanca 138 kV	45,90	8,90	60,00	60,00	90,00%	Adjudicado
Hidroeléctrica	EDEGEL S.A.A.	C.H. Her 1	Callahuanca 220 kV	58,20	0,70	4,66	4,66		Adjudicado

Fuente : OSINERGMIN

ANEXO N° 5 FICHA TÉCNICA CENTRALES CON BIOMASA EL PERÚ

ANEXO N° 5-1 CENTRAL TÉRMICA DE HUAYCOLORO I

CENTRAL TERMOELÉCTRICA HUAYCOLORO			
DENOMINACIÓN	CENTRAL TERMOELÉCTRICA HUAYCOLORO		
EMPRESA CONCESIONARIA	PETRAMÁS S.A.C.		
TECNOLOGÍA	Generación Termoeléctrica - Biomasa		
UBICACIÓN Departamento Provincia Distrito Altitud	Lima Huarochiri Huaycoloro 60 msnm		
DATOS TÉCNICOS DE CENTRAL Potencia Instalada Número de Unidades de Generación Fuente de Energía	4,0 MW 3 Grupos Diesel Gas		
DATOS MOTOR COMB. INTERNA Potencia Nominal Marca Nivel de Tensión	Motor 1 1,6 MW Caterpillar 0,48 kV	Motor 2 1,6 MW Caterpillar 0,48 kV	Motor 3 1,6 MW Caterpillar 0,48 kV
DATOS DE TRANSFORMADOR Potencia Nivel de Tensión	2 x 3MVA 0,48/22,9 kV		
DATOS DE CONTRATO Tipo de contrato Firma de Contrato Puesta en Operación Comercial (POC) Energía Anual Ofertada Precio de energía Ofertado	Contrato RER (Primera Subasta) 31.03.2010 12.11.2011 28 295 MWh 11 Ctps.US\$ / kWh		
INFORMACIÓN RELEVANTE	<ul style="list-style-type: none"> El 20.02.2010, Petramás obtuvo la buena pro para suministrar energía eléctrica por 20 años al Estado Peruano por un total de 28 295 MWh por año, dentro del marco de la "Primera Subasta para el Suministro de Energía Eléctrica, con Recursos Energéticos Renovables (RER) al Sistema Eléctrico (SEIN)". El proyecto está compuesto por 250 pozos de captación de biogás; un gaseoducto de más de 15 km y una moderna estación de succión y quemado automatizada. La central genera energía eléctrica a partir de la basura, emplea el biogás generado en las plataformas del relleno sanitario Huaycoloro para la generación eléctrica, para lo cual se ha instalado una moderna estación automatizada de limpieza de biogás, una moderna central de Generación de 4,8 MW, una sala de control, una subestación de elevación de voltaje de 480V a 22 kV, una red de sub transmisión de 5,5 Km y una S.E. de recepción (Luz del Sur) para la interconexión con las redes del SEIN. La Central Termoeléctrica Huaycoloro ingresó en operación comercial el 12.11.2011 (Carta COES/DP-644-2011), con una potencia efectiva de 2,4 MW; posteriormente, el 29.12.2011, mediante Carta COES/DP-847-2011 se actualizó la potencia efectiva de la C.T a 3,41 MW a partir del 06.01.2011. Monto aproximado de la inversión es de 10,5 MM US\$. 		



Planta de tratamiento de Biogás



Quemador de Biogás



Grupos de Generación 3 x 1,6 MW



Fuente : OSINERGMIN

ANEXO N° 5-2 CENTRAL TÉRMICA LA GRINGA V

DENOMINACIÓN	CENTRAL DE BIOMASA LA GRINGA V
EMPRESA CONCESIONARIA	CONSORCIO ENERGÍA LIMPIA
TECNOLOGÍA	Generación con Biogás
UBICACIÓN	
Departamento	Lima
Provincia	Huachipa
Distrito	Huaycoloro
Altitud	60 msnm
DATOS TÉCNICOS DE CENTRAL	
Potencia Instalada	3,2 MW
Número de Unidades de Generación	2 Grupos Electrógenos
Fuente de Energía	Residuos Urbanos (Gas de Huaycoloro)
DATOS DEL GRUPO	
Potencia Nominal	2x1,6 MW (Caterpillar G3520C)
Velocidad	1 200 RPM
Tensión de Generación	0,48 kV
DATOS DEL TRANSFORMADOR	
Potencia Nominal	2 MVA
Relación de Transformación	0,48/21,3 kV
DATOS DE CONTRATO	
Tipo de contrato	Contrato RER (Segunda Subasta)
Firma de Contrato	30.09.2011
Puesta en Operación Comercial (POC)	29.06.2015 (solicitó ampliación hasta el 01.09.2015)
Energía Anual Ofertada	14 016 MWh
Precio de energía Ofertado	9,999 Cts.US\$ / kWh
Barra de Conexión	Subestación Huachipa 22,9 kV/60 kV (LDS)
INFORMACIÓN RELEVANTE	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ La C.T.B. La Gringa V se encuentra ubicada en las proximidades de Cajamarquilla, provincia de Huachipa, departamento de Lima. Contempla la instalación de dos grupos electrógenos de 1,6 MW (c/u) que utilizarán el excedente de biogás de la C.T.B. Huaycoloro. ▪ La Empresa "Petramás S.A.C." está asumiendo las acciones del Concesionario "Energía Limpia" propietaria del Proyecto Central Biomasa "La Gringa", asumiendo las obligaciones de la inversión del costo total del proyecto. ▪ La concesionaria solicitó al MINEM, la ampliación de la POC, incrementando la carta fianza en 20%, la nueva POC, será el 31.10.2014. El 03.06.2014 con R.M. N° 260-2014-MEM/DM el MINEM aprobó la modificación del Contrato de Concesión. ▪ El proyecto se retrasó por el cambio de motores Jenbacher 420 (1,4 MW) por Caterpillar 3520 (1,6 MW); por lo cual solicitó la modificación de la fecha de POC del 31.10.2014 al 31.12.2014. ▪ La concesionaria incremento su garantía solicitando la ampliación de la POC para el 31.03.2015. ▪ Con carta COES/D/DP-412-2015 del 10.03.2015 el COES aprobó el Estudio de Operatividad de la C.T. La Gringa V. ▪ La concesionaria ha solicitado la modificación del cronograma de ejecución de obras y extensión de la fecha de POC del 01.04.2015 al 30.06.2015, por razones de fuerza mayor (daño de equipos al ser descargados), para lo cual incrementó la carta fianza en 50%. ▪ Se otorgó la ampliación de la POC hasta el 29.06.2015 ▪ Con R.D. N° 063-2015-GRL-GRDE-DREM del 25.06.2015, el Gobierno Regional de Lima otorga la concesión definitiva de generación con Recursos Energéticos Renovables. ▪ La concesionaria ha solicitado modificación de la fecha de POC hasta el 01.09.2015, por razones de fuerza mayor (demora en otorgamiento de concesión definitiva) ▪ La concesionaria presentó las pruebas en blanco de sus equipos. 	



Ubicación



Pozos de extracción de gas

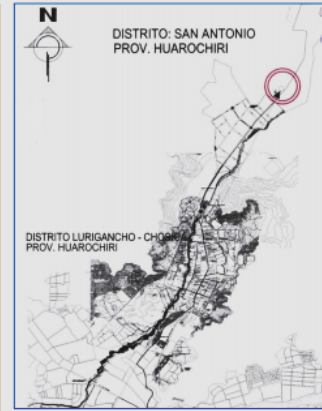


Planta de captura de biogás

Fuente: OSINERGMIN

ANEXO N° 5-3 CENTRAL TÉRMICA DE HUAYCOLORO II

CENTRAL TERMOELÉCTRICA DE BIOMASA HUAYCOLORO II (2,4 MW)			
EMPRESA CONCESIONARIA		EMPRESA CONCESIONARIA ENERGÍA LIMPIA S.A.C.	
DESCRIPCIÓN			
El proyecto comprende la implementación de la nueva Central Térmica Biomasa Huaycoloro II, la cual usará el biogás generado en el relleno sanitario de Huaycoloro.			
UBICACIÓN			
Departamento	Callao		
Provincia	Huachochi		
Distrito	San Antonio		
Altitud	60 msnm		
DATOS DE LA CENTRAL			
Potencia Instalada	2,4 MW		
Tipo de Central	Termoeléctrica de Biomasa		
N° de Unidades de Generación	2		
Fuente de Energía	Biogás		
DATOS DEL MOTOR			
	Motor 1	Motor 2	
Potencia Nominal	1,2 MW	1,2 MW	
Velocidad Angular	1500 rpm	1500 rpm	
Marca	Caterpillar (Modelo CG170-12)	Caterpillar (Modelo CG170-12)	
Año de Fabricación	2016	2016	
DATOS DEL GENERADOR			
	G1	G2	
Potencia Nominal	1,2 MW	1,2 MW	
Tensión de Generación	0,48 kV	0,48 kV	
Factor de Potencia	0,8	0,8	
Marca	Caterpillar (MG/MIB 450L B4)	Caterpillar (MG/MIB 450L B4)	
Año de Fabricación	2016	2016	
DATOS DEL TRANSFORMADOR			
	T1	T2	
Potencia Nominal	1,5 MVA	1,5 MVA	
Relación de Transformación	0,48/22,9 kV	0,48/22,9 kV	
Marca	Por definir	Por definir	
Año de Fabricación	-	-	
DATOS DE CONTRATO		HITOS	
Tipo de Contrato	Suministro RER (4ta Subasta)	Cierre Financiero	22.12.2016 (si)
Firma de Contrato	17.05.2016	Llegada de Equipos	31.08.2017 (no)
Energía Ofertada	14,50 GWh/año	Inicio de Obras	01.05.2017 (si)
Precio de la Energía Ofertada	77,00 US\$/MWh	Inicio de Montaje	01.07.2017 (si)
Puesta en Operación Comercial	31.12.2017	POC	31.12.2017 (no)
INFORMACIÓN RELEVANTE			
<ul style="list-style-type: none"> La Concesión Definitiva para desarrollar la actividad de generación eléctrica en la futura Central de Biomasa Huaycoloro II de 2,4 MW, fue otorgada mediante R.D. N° 025-2018-GRL-GRDE-DREM del 28.02.2018. El 16.02.2016 se adjudicó a EMPRESA CONCESIONARIA ENERGÍA LIMPIA S.A.C. con el proyecto C.T. Biomasa Huaycoloro II, como parte de la Cuarta Subasta de Suministro de Electricidad con Recursos Energéticos Renovables. La firma del Contrato de Concesión para el Suministro de Energía Renovable al SEIN se dio el 17.05.2016. La vigencia de este contrato es de 20 años. El proyecto cuenta con el CIRA y el instrumento ambiental. La Concesionaria está realizando el trámite para el cambio de nombre por el de Central Termoeléctrica Doña Catalina. Las obras del proyecto se iniciaron el 01.05.2017. Los Grupos de Generación llegaron al lugar de las obras el 10.07.2017 y fueron instalados en sus bases. El 19.01.2018, el COES aprobó el Estudio de Operatividad del proyecto. La POC estaba prevista para el 31.12.2017 la cual no se cumplió, por ello la Concesionaria incrementó su Carta Fianza y solicitó al MINEM la ampliación de plazo de la POC hasta el 31.03.2018. La concesionaria realizó un nuevo pedido de ampliación de plazo de la POC para el 01.06.2018 por problemas en la etapa de pruebas finales (falta de uno de los transformadores de tensión) El avance físico es de 98 %. El monto de inversión aproximado será de 2,5 MM US\$, según lo indicado por la Concesionaria. 			



Grupos CAT N° 1 y 2 de la Central



S.E. Transformación 1,5 MVA - 0,48/22,9 kV

Fuente: OSINERGMIN

ANEXO N° 6 FICHA TÉCNICA CENTRALES SOLARES DEL PERÚ

ANEXO N° 6-1 CENTRAL SOLAR TACNA

DENOMINACIÓN	CENTRAL TACNA SOLAR
EMPRESA CONCESIONARIA	TACNA SOLAR S.A.C.
TECNOLOGÍA	Solar Fotovoltaica – Módulos Móviles
UBICACIÓN	
Departamento	Tacna
Provincia	Tacna
Distrito	Tacna
Altitud	560 msnm
DATOS TÉCNICOS	
Potencia Instalada	20 MW
Punto de Oferta	Barra Los Héroes 66 kV
Cantidad de Módulos Fotovoltaicos	74 988 (290 W pico c/u)
Cantidad de Seguidores Solares	182
Cantidad de Centros de Transformación (C.T.)	16 (1,25 MW c/u)
Nivel de Tensión de Transformadores de C.T.	0,3/23 kV (1,25 MVA)
Cantidad de Inversores	32 (625 kW c/u)
Tensión de Entrada a Inversores (1Ø)	0,5 - 0,825 kV – DC (Corriente Continua)
Tensión de Salida de Inversores (3Ø)	0,3 kV – AC (Corriente Alterna)
Factor de Planta	26,9%
DATOS DE CONTRATO	
Firma de Contrato	31.03. 2010
Puesta en Operación (POC)	31.10.2012
Energía Anual Ofertada	47 196 MWh
Precio de la Energía Ofertado	22,5 Ctsv. US\$/kWh
INFORMACIÓN RELEVANTE	
<ul style="list-style-type: none"> La central está constituida por 74 988 Módulos Fotovoltaicos de 290 W pico c/u, todos ellos de estructura metálica en acero galvanizado. La estructura está anclada sobre pilotes circulares de hormigón. La Central está equipada con 182 sistemas de seguimiento solar. La central consta de 16 Centros de Transformación (C.T.) de 1,25 MW c/u; cada C.T. está equipada con 2 Inversores de 625 kW c/u. Existen 4 Anillos en 23 kV (cada Anillo agrupa 4 C.T.). Desde c/u de los 4 Anillos se alimenta al Transformador de 20 MVA (23/66 kV). La línea de transmisión 66 kV (5,4 km) conecta la C.S. Tacna (S.E. Parque Solar) con la S.E. Los Héroes del SEIN. Mediante R.M. N° 299-2011-MEM/DM del 04.07.2011 se otorgó la Concesión Definitiva de Generación. Con R.S. N° 025-2012-EM del 08.02.2012 se otorgó Concesión Definitiva para desarrollar la actividad de transmisión eléctrica a favor de GTS Tacna Solar S.A.C. Mediante R.M. N° 231-2011-MEM/DM del 11.05.2011, se autorizó la modificación de Contrato, estableciendo como nueva fecha para la Puesta en Operación Comercial para el 31.10.2012. La Puesta en Operación Comercial se dio el 31.10.2012. La C.S. Tacna actualmente está entregando al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional una potencia de 16 MW. El periodo de generación diario es de 06:00 a 17:30 horas aproximadamente. Monto de inversión: 94,6 MM US\$ 	



Plano de Ubicación



Módulos Solares Instalados



Fuente: OSINERGMIN

ANEXO N° 6-2 CENTRAL SOLAR MOQUEGUA

DENOMINACIÓN	MOQUEGUA FV
EMPRESA CONCESIONARIA	MOQUEGUA FV S.A.C.
TECNOLOGÍA	Solar Fotovoltaica – Módulos Móviles
UBICACIÓN	Moquegua Mariscal Nieto Moquegua 1 410 msnm
DATOS TÉCNICOS	<p>Potencia Instalada: 16 MW</p> <p>Punto de Oferta: Barra 138 kV S.E. Ilo ELP</p> <p>Barra de Conexión: Barra de 23 kV - S.E. Panamericana Solar</p> <p>Cantidad de Centros de Transformación (C.T.): 16 (1 250 kVA c/u)</p> <p>Nivel de Tensión de Transformadores de C.T.: 0,3/23 kV</p> <p>Cantidad de Inversores: 26 (24 x 625 kW + 2 x 500 kW)</p> <p>Tensión de Entrada a Inversores (1ϕ): 0,5 - 0,825 kV – DC (Corriente Continua)</p> <p>Tensión de Salida de Inversores (3ϕ): 0,3 kV – AC (Corriente Alterna)</p> <p>Factor de planta: 30,5%</p>
DATOS DE CONTRATO	<p>Firma de Contrato: 30.09.2011</p> <p>Puesta en Operación Comercial (POC): 31.12.2014</p> <p>Energía Anual Ofertada: 43 000 MWh</p> <p>Precio de la Energía Ofertado: 11,99 Cts. US\$/kWh</p>
INFORMACIÓN RELEVANTE	<ul style="list-style-type: none"> La central utiliza el potencial lumínico del sol para generar electricidad limpia y renovable (Los módulos fotovoltaicos capturan la potencia del sol y la transforman en electricidad). La central está ubicada en el km 1 190 de la Panamericana Sur. La central está constituida por Módulos Fotovoltaicos de 280 W pico c/u, instalados sobre estructuras metálicas en acero galvanizado. La estructura está anclada sobre pilotes circulares de hormigón. La central está equipada con sistemas de seguimiento solar. El seguidor solar de un eje horizontal consta de una serie de vigas de torsión orientadas en dirección Norte-Sur sobre las que se encuentran montados los módulos solares fotovoltaicos en filas. La central consta de 16 Centros de Transformación (C.T.) de 1 250 kVA c/u. Mediante Resolución Directoral N° 348-2012-MEM/AAE (21.12.2012) se aprobó la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) de la central. El 31.10.2012 con R.M. 496-2012-MEM/DM se aprobó la concesión definitiva de generación de energía eléctrica. El Estudio de Pre Operatividad se aprobó mediante Carta COES/D/DP-761-2011 (13.12.2011). El 03.10.2013 se otorgó la concesión definitiva para desarrollar la actividad de transmisión de energía eléctrica en la L.T. 22,9 kV S.E. Moquegua FV-S.E. Panamericana Solar mediante la R.S. 062-2013-EM. Mediante Oficio N° 1415-2014-MEM/DGE del 26.08.2014 se establece extender la fecha POC hasta el 31.03.2015. El inicio de obra se realizó en el segundo trimestre del 2014. Con carta COES/D/DP-1754 el COES certificó el inicio de operación comercial de la central a partir del 31.12.2014. La inversión del proyecto es de 43 MM US\$.



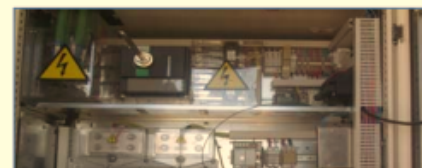
Plano de Ubicación



Módulos fotovoltaicos instalados



Vista de los módulos instalados



Fuente: OSINERGMIN

ANEXO N° 6-3 CENTRAL SOLAR PANAMERICANA

DENOMINACIÓN	PANAMERICANA SOLAR
EMPRESA CONCESIONARIA	PANAMERICANA SOLAR S.A.C.
TECNOLOGÍA	Solar Fotovoltaica – Módulos Móviles
UBICACIÓN	Moquegua Departamento Provincia Mariscal Nieto Distrito Moquegua Altitud 1 410 msnm
DATOS TÉCNICOS	Potencia Instalada 20 MW Punto de Oferta Barra Ilo ELP 138 kV Cantidad de Módulos Fotovoltaicos 72 000 (290 W pico c/u) Cantidad de Seguidores Solares 174 Cantidad de Centros de Transformación (C.T.) 16 (1,25 MW c/u) Nivel de Tensión de Transformadores de C.T. 0,3/23 kV Cantidad de Inversores 32 (625 kW c/u) Tensión de Entrada a Inversores (1Ø) 0,5 - 0,825 kV – DC (Corriente Continua) Tensión de Salida de Inversores (3Ø) 0,3 kV – AC (Corriente Alterna) Factor de Planta 28,9%
DATOS DE CONTRATO	Firma de Contrato 31.03.2010 Puesta en Operación Comercial (POC) 31.12.2012 Energía Anual Ofertada 50 676 MWh Precio de la Energía Ofertado 21,5 Cts. US\$/kWh
INFORMACIÓN RELEVANTE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La central se ubicada en el km 1.190 de la Panamericana Sur en los distritos El Algarrobal y Moquegua. ▪ La Central utiliza el potencial lumínico del sol para generar electricidad limpia y renovable (Los módulos fotovoltaicos capturan la potencia del sol y la trasforma en electricidad). ▪ La central está constituida por 72 000 Módulos Fotovoltaicos de 290 W pico c/u, todos ellos de estructura metálica en acero galvanizado. La estructura está anclada sobre pilotes circulares de hormigón. La central está equipada con 174 sistemas de seguimiento solar. ▪ La central consta de 16 Centros de Transformación (C.T.) de 1,25 MW c/u; cada C.T. está equipada con 2 Inversores de 625 kW c/u. Existen 4 Anillos en 23 kV (cada Anillo agrupa 4 C.T.); desde c/u de los 4 Anillos se alimenta al Transformador de 20 MVA (23/138 kV). ▪ La Concesión Definitiva de Generación se otorgó mediante Resolución Ministerial N° 272-2011-MEM/DM del 22.06.2011. ▪ El 08.07.2012 el MINEM mediante R.S. N° 075-2012-EM otorgó la Concesión Definitiva de Transmisión para la L.T. 138 kV Planta de Generación Solar Panamericana Solar 20TS – Derivación L.T. CT Ilo – S.E. Toquepala. La fecha de Puesta en Operación Comercial se modificó del 30.06.2012 al 31.12.2012. ▪ La Puesta en operación Comercial se dio el 31.12.2012. ▪ La central actualmente está entregando al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional una potencia de 16 MW. ▪ El periodo de generación diario es de 06:00 a 17:30 horas aproximadamente. ▪ Monto de Inversión: 94,588 MM US\$



Plano de Ubicación



Instalación de Módulos Fotovoltaicos



Fuente: OSINERGMIN

ANEXO N° 6-4 CENTRAL SOLAR REPARTICIÓN

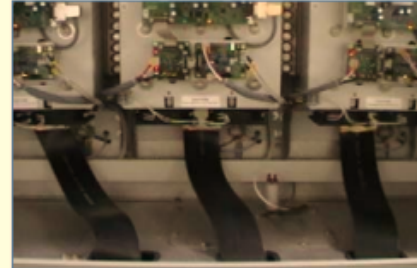
DENOMINACIÓN	CENTRAL SOLAR REPARTICIÓN 20T
EMPRESA CONCESIONARIA	GRUPO T SOLAR GLOBAL S.A.
TECNOLOGÍA	Solar Fotovoltaica – Módulos Fijos
UBICACIÓN	
Departamento	Arequipa
Provincia	Caylloma
Distrito	La Joya
Altitud	1 187 msnm
DATOS TÉCNICOS	
Potencia Instalada	20 MW
Punto de Oferta	Barra de Repartición 138 kV
Cantidad de Módulos Fotovoltaicos	55 704 (Módulos de 350, 370, 390 y 410 W)
Cantidad de Centros de Transformación	16 (1 250 kW c/u)
Nivel de Tensión de Transformadores Secos	0,3/23 kV-1,4 MVA
Cantidad de Inversores	32 (625 kW c/u)
Tensión de Entrada a Inversores (1Ø)	0,5 - 0,825 kV – DC (Corriente Continua)
Tensión de Salida de Inversores (3Ø)	0,3 kV – AC (Corriente Alterna)
Factor de Planta	21,4%
DATOS DE CONTRATO	
Firma de Contrato	31.03. 2010
Puesta en Operación Comercial (POC)	31.10.2012
Energía Anual Ofertada	37 440 MWh
Precio de la Energía Ofertado	22,3 Ctsvs. US\$/kWh
INFORMACIÓN RELEVANTE	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ La central está constituida por 55 704 módulos fotovoltaicos de capa fina con potencias de 350, 370, 390 y 410 W, todos ellos orientados hacia el Norte y con una inclinación de 15° sobre la horizontal. ▪ La central consta de 16 Centros de Transformación (C.T.) de 1,25 MW c/u; cada C.T. está equipada con 2 Inversores de 625 kW c/u. Existen 2 Anillos en 23 kV (Anillos 1 y 2, cada Anillo agrupa 8 C.T.) Desde c/u de los 2 Anillos se alimenta al Transformador de 20 MVA (23/138 kV). ▪ La radiación solar máxima en la zona del proyecto, esto es, en la localidad de San José es de 724 W/m². ▪ Mediante R.M. N° 243-2011-MEM/DM del 23.05.2011 se otorgó la Concesión Definitiva de Generación. ▪ Con R.S. N° 035-2012-EM del 23.02.2012 se otorgó la Concesión Definitiva de Transmisión, ambas a favor de GTS Majes S.A.C. ▪ Mediante R.M. N° 228-2012-MEM/DM se aprobó la modificación de la Puesta en Operación Comercial del 30.06.12 al 31.10.2012. ▪ La Puesta en operación Comercial se dio el 31.10.2012. ▪ La central actualmente está entregando al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional una potencia de 20 MW (al medio día). ▪ El periodo de generación diario es de 06:30 a 17:30 horas aproximadamente. ▪ Monto de Inversión: 73,5 MM US\$ 	



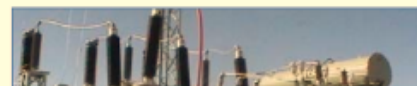
Plano de Ubicación



Instalación de Módulos Fotovoltaicos



Circuito de Salida (A.C.) de Inversores (3Ø)



Fuente: OSINERGMIN

ANEXO N° 6-5 CENTRAL SOLAR MAJES

DENOMINACIÓN	CENTRAL MAJES SOLAR 20T
EMPRESA CONCESIONARIA	GRUPO T SOLAR GLOBAL S.A.
TECNOLOGÍA	Solar Fotovoltaica – Módulos Fijos
UBICACIÓN	Departamento: Arequipa Provincia: Caylloma Distrito: Majes Altitud: 1 680 msnm
DATOS TÉCNICOS	Potencia Instalada: 20 MW Punto de Oferta: Barra de Repartición 138 kV Cantidad de Módulos Fotovoltaicos: 55 704 (Módulos de 350, 370, 390 y 410 W) Cantidad de Centros de Transformación: 16 (1 250 kW c/u) Nivel de Tensión de Transformadores Secos: 0,3/23 kV (1,4 MVA) Cantidad de Inversores: 32 (625 kW c/u) Tensión de Entrada a Inversores (1Ø): 0,5 - 0,825 kV– DC (Corriente Continua) Tensión de Salida de Inversores (3Ø): 0,3 kV– AC (Corriente Alterna) Factor de Planta: 21,5%
DATOS DE CONTRATO	Firma de Contrato: 31.03.2010 Puesta en Operación Comercial (POC): 31.10.2012 Energía Anual Ofertada: 37 630 MWh Precio de la Energía Ofertado: 22,25 Ctsv US\$/kWh
INFORMACIÓN RELEVANTE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La central está constituida por 55 704 módulos fotovoltaicos de capa fina con potencias de 350, 370, 390 y 410W, todos ellos orientados hacia el Norte y con una inclinación de 15° sobre la horizontal. ▪ La central consta de 16 Centros de Transformación (C.T.) de 1,25 MW c/u; cada C.T. está equipada con 2 Inversores de 625 kW c/u. Existen 2 Anillos en 23 kV (Anillos 1 y 2, cada Anillo agrupa 8 C.T.). Desde c/u de los 2 Anillos se alimenta al Transformador de interconexión al SEIN de 20 MVA (23/138 kV). ▪ La radiación solar máxima en la zona del proyecto, esto es, en las Pampas de Majes es de 724 W/m². ▪ Mediante R.M. N° 244-2011-MEM/DM del 23.05.2011 se otorgó la Concesión Definitiva de Generación, a favor de GTS Majes S.A.C. ▪ Con R.S. N° 020-2012-EM del 02.02.2012 se otorgó la Concesión Definitiva de Transmisión, a favor de GTS Majes S.A.C. ▪ La S.E. Majes Solar (S.E. Pedregal) alimenta a la Barra Principal de 138 kV. A dicha Barra llega la L.T. 138 kV S.E. Majes (SEIN) - S.E. Majes Solar; y de dicha Barra parte la L.T. 138 kV S.E. Majes Solar (138 kV) - S.E. Camaná (SEIN). ▪ Mediante R.M. N° 227-2012-MEM/DM se aprobó la modificación de la Puesta en Operación Comercial del 30.06.12 al 31.10.2012. ▪ La Puesta en operación Comercial se dio el 31.10.2012. ▪ La C.S. Majes actualmente está entregando al Sistema Interconectado Nacional una potencia de 20 MW (al medio día). ▪ El periodo de generación diario es de 06:30 a 17:30 horas aproximadamente. ▪ Monto de Inversión: 73,6 MM US\$



Plano de Ubicación



Disposición Final de Módulos Fotovoltaicos



Centro de Transformación de Corriente Continua a Corriente Alterna



Fuente: OSINERGMIN

ANEXO N° 6-6 CENTRAL SOLAR RUBI

CENTRAL SOLAR RUBÍ (144,48 MW)

EMPRESA CONCESIONARIA	ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.		
DESCRIPCIÓN	La central tendrá una capacidad de 144,48 MW, que se obtendrá mediante la instalación de 560880 módulos fotovoltaicos de 320 W. La conexión al SEIN se realizará a través de la L.T. 220 kV S.E. Rubí - S.E. Montalvo, de simple circuito de 21,51 km.		
UBICACIÓN	Departamento: Moquegua Provincia: Mariscal Nieto Distrito: Moquegua Altitud: 1 410 msnm		
DATOS DE LA CENTRAL	Potencia Instalada: 144,48 MW N° de Módulos en serie: 30 Tipo de Módulos: Reisen Potencia de Módulos: 320 W N° de Inversores: 164 Tipo de Inversores: Fimer R11015TL Potencia de Inversores: 1,025 MVA Tensión de Salida de Inversores: 0,4 kV - AC Tipo de Estructura: Seguidor Horizontal de 1 eje Ángulo de Seguimiento: 45° N° de Centros de Transformación: 41 Potencia por Centro de Transformación: 3,524 MW Relación de Transformación: 0,4/33 kV		
DATOS DEL TRANSFORMADOR	T1	T2	
Potencia Nominal	70/90 MVA	70/90 MVA	
Relación de Transformación	33/220 kV	33/220 kV	
Marca	Chint Eléctric	Chint Eléctric	
Año de Fabricación	2017	2017	
DATOS DE CONTRATO	HITOS		
Tipo de Contrato	Suministro RER (4ta Subasta)	Cierre Financiero	15.12.2015 (si)
Firma de Contrato	17.05.2016	Llegada de Equipos	18.08.2017 (si)
Energía Ofertada	415,00 GWh/año	Inicio de Obras	30.11.2016 (si)
Precio de la Energía Ofertada	47,98 US\$/MWh	Inicio de Montaje	31.05.2017 (si)
Puesta en Operación Comercial	30.01.2018	POC	30.01.2018 (si)
INFORMACIÓN RELEVANTE	<ul style="list-style-type: none"> La Concesión Definitiva para desarrollar la actividad de generación eléctrica en la futura central de 144,48 MW, fue otorgada mediante R.M. N° 328-2017-MEM/DM del 02.08.2017. El 25.10.2017, el Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (COES) aprobó el Estudio de Operatividad de la central. El proyecto cuenta con Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) aprobado para la Central Solar Fotovoltaica, caminos de acceso y L.T. 220 kV S.E. Rubí - S.E. Montalvo. El 31.10.2017, el COES autorizó la Conexión para las Pruebas de Puesta en Servicio de la central. El 10.11.2017, se conectó por primera vez la C.S.F. Rubí con una potencia de 3,5 MW. Durante pruebas, el 29.01.2018, generó 152,6 MW. El avance físico global es de 100%. El 29.01.2018, el COES aprobó la Puesta en Operación Comercial de la C.S. Rubí, con una potencia instalada nominal de 144,48 MW, a partir de las 00:00 horas del 30.01.2018. El monto de inversión aproximado fue de 165 MM US\$, según lo indicado por la Concesionaria. 		



Ubicación



Vista de los paneles solares



Caseta de inversores y transformadores

Fuente: OSINERGMIN

ANEXO N° 7 FICHA TÉCNICA CENTRALES EÓLICAS DEL PERÚ

ANEXO N° 7-1 CENTRAL EÓLICA DE TALARA

DENOMINACIÓN	CENTRAL EÓLICA TALARA
EMPRESA CONCESIONARIA	ENERGÍA EOLICA S.A.
TECNOLOGÍA	Generación Eólica
UBICACIÓN	
Departamento	Piura
Provincia	Pariñas
Distrito	Talara
Altitud	11 msnm
DATOS TÉCNICOS	
Potencia Instalada	30 MW
Punto de Oferta	S.E. Pariñas
Cantidad de Aerogeneradores	17
Potencia de Aerogenerador	1,8 MW c/u
DATOS DE CONTRATO	
Firma de Contrato	31.03. 2010
Puesta en Operación (POC)	30.08.2014
Energía Anual Ofertada	119 673 MWh
Precio de la Energía Ofertado	8,7 Cts. US\$/kWh
INFORMACIÓN RELEVANTE	
<ul style="list-style-type: none"> La central se encuentra ubicada en la costa Peruana, en el departamento de Piura, en la provincia de Pariñas, a una altura de 11 msnm, en la pampa "La Campana" a 10 km de la ciudad de Talara. El área total del campo que alberga los aerogeneradores es de 700 hectáreas. Cuenta con 17 aerogeneradores, modelo V100 de 1,8 MW c/u; formado por 3 palas de 49 metros de longitud c/u y un ángulo de 120° entre ellas. Dentro de cada aerogenerador, se encuentra la caja multiplicadora, el generador eléctrico, el transformador de baja tensión a media tensión y los equipos de control. Cada aerogenerador V100 de 1,8 MW está provisto de un transformador trifásico tipo seco, con refrigeración forzada por aire, ubicado en la parte trasera de la góndola (sus características principales son: potencia primario 2 100 kVA, potencia secundario (690 V) 1900 kVA, potencia secundario (480 V) 200 kVA, frecuencia 60 Hz, tensión primaria 30 kV y tensión secundaria 690/480 V.) La torre metálica que soporta al aerogenerador es de 80 m (3 cuerpos). Cada aerogenerador ocupa un área de 80 m², distanciados a 1,5 veces en diámetro que forman las palas (150 m) y 3 veces del diámetro en paralelo (300 m), distancia que permite evitar el efecto Estela (cola de viento turbulento). La energía generada se inyecta al SEIN a través de la L.T. 220 kV que parte de la S.E. Central Eólica Talara (30/220 kV) y se interconecta a la S.E. Pariñas. La interconexión comprende de un sistema de simple barra en la subestación de la central y una celda en la S.E. Pariñas. El EIA se aprobó mediante R.D. N° 016-2011-MEM/AAE del 19.01.11; asimismo, mediante R.S. N° 033-2011-EM del 26.04.11 se otorgó la Concesión Definitiva de Generación y con R.S. N° 045-2011-EM del 01.06.11 se aprobó la Concesión Definitiva de la L.T. Con carta COES/D/DP-344-2014 del 17.03.2014 se aprobó el Estudio de Operatividad de la C.E. Talara. La Supervisión de la ejecución de la obra estuvo a cargo de "SISENER ING". Las pruebas de comisionamiento se culminaron satisfactoriamente. 	



Plano de Ubicación



Vista de los aerogeneradores montados



Vista de montaje de polos de seccionador tripolar 220 kV

Fuente: OSINERGMIN

ANEXO N° 7-2 CENTRAL EÓLICA DE MARCONA

DENOMINACIÓN	CENTRAL EÓLICA PARQUE EÓLICO MARCONA
EMPRESA CONCESIONARIA	PARQUE EÓLICO MARCONA S.R.L. (COBRA PERÚ)
TECNOLOGÍA	Energía Eólica
UBICACIÓN	
Departamento	Ica
Provincia	Marcona
Distrito	Marcona
Altitud	200 msnm
DATOS TÉCNICOS	
Potencia Instalada	32 MW
Punto de Oferta	Barra Marcona 220 kV
Cantidad de Aerogeneradores	11
Modelo de Aerogeneradores	8 - SWT-3,15-108 y 3-SWT 2,3-108
Potencia de Aerogenerador	8 x 3,15 MW + 3 x 2,3 MW
TRANSFORMADORES	
Cantidad de Transformadores	11
Potencia	2,6 MVA y 3,4 MVA.
Tensión	0,69 kV/20 kV
DATOS DE CONTRATO	
Firma de Contrato	31.03. 2010
Puesta en Operación (POC)	25.04.2014
Energía Anual Ofertada Precio de la Energía Ofertado	148 378 MWh 6,552 ctvs. US\$/kWh
INFORMACIÓN RELEVANTE	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El proyecto contempló la instalación de 11 Aerogeneradores (8 x 3,15 MW + 3 x 2,3 MW). ▪ Los 11 Aerogeneradores tienen una tensión de generación de 0,69 kV. Se agrupan en 3 bloques, interconectados entre sí. Luego, cada uno de estos bloques se conecta a la S.E. de la Central Eólica en el nivel de 20 kV. En la S.E. se instaló un transformador 20/220 kV (35 MVA), el cual se conecta a la S.E. Marcona existente. ▪ El 13.08.2012, mediante R.S. N° 097-2012-EM, se otorgó la Concesión Definitiva de Generación y el 31.10.2012, mediante R.S. N° 104-2012-EM se otorgó la Concesión Definitiva de Transmisión. ▪ La potencia generada se inyecta al SEIN mediante una L.T. de 31 km en 220 kV que conecta la S.E. Central Parque Eólico Marcona con la S.E. Marcona existente. ▪ Con carta COES/D/DP-105-2014 del 27.01.2014 se aprobó el estudio de operatividad del Parque Eólico Marcona y su Línea de Transmisión. ▪ La R.M. N° 301-2013-MEM aprobó la modificación de la Puesta en Operación Comercial para el 21.03.2014. ▪ Con Carta COES/D/DP-530-2014 del 23.04.2014 se aprueba la Operación Comercial del Parque Eólico Marcona desde las 00:00 horas del día 25.04.2014. ▪ La inversión total informada por la concesionaria fue de 61,1 millones US\$. 	



Ubicación del Proyecto



Montaje de Palas



Fuente: OSINERGMIN

ANEXO N° 7-3 CENTRAL EÓLICA DE CUPISNIQUE

DENOMINACIÓN	CENTRAL EÓLICA CUPISNIQUE
EMPRESA CONCESIONARIA	ENERGIA EOLICA S.A.
TECNOLOGÍA	Generación Eólica
UBICACIÓN	
Departamento	La Libertad
Provincia	Pacasmayo
Distrito	Cupisnique
Altitud	20 msnm
DATOS TÉCNICOS	
Potencia Instalada	80 MW
Punto de Oferta	Barra Guadalupe 220 kV
Cantidad de Aerogeneradores	45 x 1,8 MW (3 en reserva)
Potencia de Aerogenerador	1,8 MW c/u
Cantidad de Circuitos de Aerogeneradores	6 (4 x 12,6 MW, 1 x 14,4 MW y 1 x 16,9 MW)
Nivel de Tensión de Transformadores	0,69/30 kV (2,1 kVA)
Factor de Potencia de Generadores	0,95
Factor de Planta	43%
DATOS DE CONTRATO	
Firma de Contrato	31.03. 2010
Puesta en Operación (POC)	30.08.2014
Energía Anual Ofertada	302 952 MWh
Precio de la Energía Ofertado	8,5 Cts. US\$/kWh
INFORMACIÓN RELEVANTE	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ La central se encuentra ubicada en la costa peruana, entre los puertos de Malabrigo y Puémape, en las pampas de Cupisnique. ▪ La central cuenta con 45 Aerogeneradores de 1,8 MW c/u. dispuestos estratégicamente en 6 Celdas de Transformación de 30 kV. ▪ La marca y modelo de los aerogeneradores instalados es VESTAS, modelo V100 de 1,8 MW, el cual posee un rotor a barlovento equipado con tres palas a 120° entre ellas. ▪ Dentro de cada aerogenerador, se encuentran la caja multiplicadora, el generador eléctrico, el transformador de baja tensión a media tensión y los equipos de control. ▪ Cada aerogenerador V100 de 1,8 MW está provisto de un transformador trifásico tipo seco, con refrigeración forzada por aire, ubicado en la parte trasera de la góndola (sus características principales son: potencia primario 2 100 kVA, potencia secundario (690 V) 1900 kVA, potencia secundario (480 V) 200 kVA, frecuencia 60 Hz, tensión primaria 30 kV y tensión secundaria 690/480 V.) ▪ Cada aerogenerador V100 de 1,8 MW está provisto de un transformador trifásico tipo seco, con refrigeración forzada por aire, ubicado en la parte trasera de la góndola (sus características principales son: potencia primario 2 100 kVA, potencia secundario (690 V) 1900 kVA, potencia secundario (480 V) 200 kVA, frecuencia 60 Hz, tensión primaria 30 kV y tensión secundaria 690/480 V.) ▪ La torre metálica que soporta al aerogenerador es de 80 m (3 cuerpos). ▪ La torre metálica que soporta al aerogenerador es de 80 m (3 cuerpos). ▪ El EIA se aprobó mediante R.D. N° 008-2011-MEM/AAE del 07.01.11. ▪ Mediante R.S. N° 029- 2011-EM del 15.04.11 se otorgó Concesión Definitiva de Generación. ▪ Con Carta COES/D/DP-343-2014 del 17.03.2014 se aprobó el Estudio de Operatividad de la C.E. Cupisnique. ▪ Las pruebas de comisionamiento se culminaron satisfactoriamente. ▪ Con carta COES/D-644-2014, el COES declara fundado el recurso de reconsideración presentado por la concesionaria, señalando que la POC de la central es el 30.08.2014. ▪ La inversión aproximada es de 242 MM US\$ 	



Plano de Ubicación



Vista de los Aerogeneradores montados



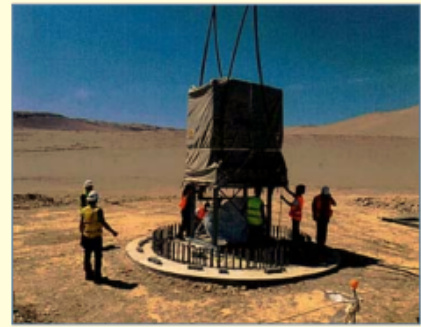
Fuente: OSINERGMIN

ANEXO N° 7-4 CENTRAL EÓLICA TRES HERMANAS

DENOMINACIÓN	CENTRAL EÓLICA PARQUE EÓLICO TRES HERMANAS
EMPRESA CONCESIONARIA	PARQUE EÓLICO TRES HERMANAS S.A.C.
TECNOLOGÍA	Generación Eólica
UBICACIÓN	
Departamento	Ica
Provincia	Nazca
Distrito	Marcona
Altitud	496 msnm
DATOS TÉCNICOS	
Potencia Instalada	90 MW
Punto de Oferta	Subestación Marcona 220 kV
Cantidad de Aerogeneradores	33 (8x2,3 MW-25x3.15 MW)
Nivel de Tensión de Transformadores	0,69/20 kV (2,6 MVA y 3,4 MVA)
Modelo de Aerogenerador	SWT-2.3-108, SWT-3.15-108
Velocidad	4 m/s
DATOS DE CONTRATO	
Firma de Contrato	30.09.2011
Puesta en Operación (POC)	31.12.2015
Precio de la Energía Ofertado	8,9 Cts. US\$/kWh
Energía Anual	415 760 MWh
INFORMACIÓN RELEVANTE	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ La central se encuentra ubicada en la costa peruana, en las cercanías al mar, en el distrito de Marcona, provincia de Nazca y departamento de Ica. ▪ La central consta de un conjunto de 33 aerogeneradores dispuestos en alineaciones distribuidas perpendicularmente a los vientos dominantes en la zona. ▪ Los circuitos eléctricos de media tensión del parque eólico se proyectan en 20 kV y conectan transformadores de cada turbina con la S.E. de la central. ▪ El proyecto contempla implementar una bahía de salida en el lado de 220 kV de la S.E. C.E. Parque Eólico Marcona para recepcionar la conexión proveniente de la C.E. Tres Hermanas. ▪ Con R.D. N° 251-2013-MEM/AAE del 28.08.2013 se aprobó el Estudio de Impacto Ambiental. Mediante Oficio N° 2827-2013-MEM/AAE del 22.10.2013 se aprobó el informe de mejora tecnológica. ▪ Con R.M. N° 362-2013-MEM/DM se aprobó la primera modificación del contrato, cambiándose la POC del 31.12.2014 al 31.12.2015. Esto se debió a demoras en la aprobación del EIA. ▪ Con R.S. N° 049-2014-EM del 11.07.2014 se otorga la concesión definitiva de generación con recursos energéticos renovables a favor de Parque Eólico Tres Hermanas S.A.C. ▪ El transformador de potencia, las unidades de potencia de los alternadores, las palas, los cuerpos de la torre, los nacelles, los bujes, los cables, el hierro para las cimentaciones y todos los pernos se encuentran en la zona de montaje. ▪ La concesionaria ha concluido el Estudio de Operatividad, a la fecha se encuentra en proceso de revisión y levantamiento de observaciones. ▪ El avance de obras del proyecto es de 58,6%. ▪ La inversión aproximada será de 185,7 MM US\$. 	



Piano de Ubicación



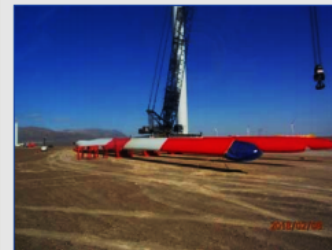
Unidades de Potencia en la zona de obra



Fuente: OSINERGMIN

ANEXO N° 7-5 CENTRAL EÓLICA WAYRA

CENTRAL EÓLICA WAYRA I (PARQUE NAZCA) (126 MW)															
EMPRESA CONCESIONARIA	ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.														
DESCRIPCIÓN	La central tendrá una capacidad de 126 MW, que se obtendrá mediante la instalación de 42 aerogeneradores de 3,15 MW. La conexión al SEIN se realizará a través de la L.T. 220 kV S.E. Flamenco - S.E. Poroma, de simple circuito de 0,685 km.														
UBICACIÓN	<table border="1"> <tr> <td>Departamento</td> <td>Ica</td> </tr> <tr> <td>Provincia</td> <td>Nazca</td> </tr> <tr> <td>Distrito</td> <td>Marcona</td> </tr> <tr> <td>Altitud</td> <td>27 msnm</td> </tr> </table>			Departamento	Ica	Provincia	Nazca	Distrito	Marcona	Altitud	27 msnm				
Departamento	Ica														
Provincia	Nazca														
Distrito	Marcona														
Altitud	27 msnm														
DATOS DE LA CENTRAL	<table border="1"> <tr> <td>Potencia Instalada</td> <td>126 MW</td> </tr> <tr> <td>N° de circuitos</td> <td>7</td> </tr> </table>			Potencia Instalada	126 MW	N° de circuitos	7								
Potencia Instalada	126 MW														
N° de circuitos	7														
DATOS DEL AEROGENERADOR	<table border="1"> <tr> <td>N° de unidades</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>Potencia Nominal</td> <td>3,15 MW</td> </tr> <tr> <td>Tensión de Generación</td> <td>12 kV</td> </tr> <tr> <td>Factor de Potencia</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Marca</td> <td>ACCIONA (Modelo AW3150)</td> </tr> <tr> <td>Año de Fabricación</td> <td>-</td> </tr> </table>			N° de unidades	42	Potencia Nominal	3,15 MW	Tensión de Generación	12 kV	Factor de Potencia	-	Marca	ACCIONA (Modelo AW3150)	Año de Fabricación	-
N° de unidades	42														
Potencia Nominal	3,15 MW														
Tensión de Generación	12 kV														
Factor de Potencia	-														
Marca	ACCIONA (Modelo AW3150)														
Año de Fabricación	-														
DATOS DEL TRANSFORMADOR	Transformador de Potencia	Transformador del Aerogenerador													
Potencia Nominal	120/150 MVA	42x3,4 MVA													
Relación de Transformación	33/220 kV	12/33 kV													
Marca	Por definir	Por definir													
Año de Fabricación	-	-													
DATOS DE CONTRATO	HITOS														
Tipo de Contrato	Suministro RER (4ta Subasta)	Cierre Financiero	15.12.2015 (si)												
Firma de Contrato	17.05.2016	Llegada de Equipos	13.09.2017 (si)												
Energía Ofertada	573,00 GWh/año	Inicio de Obras	16.01.2017 (si)												
Precio de la Energía Ofertada	37,83 US\$/MWh	Inicio de Montaje	22.09.2017 (si)												
Puesta en Operación Comercial	31.03.2018	POC	31.03.2018												
INFORMACIÓN RELEVANTE	<ul style="list-style-type: none"> La Concesión Definitiva para desarrollar la actividad de generación eléctrica en la futura Central Eólica Nazca de 126 MW, fue otorgada mediante R.M. N° 290-2016-MEM/DM del 18.07.2016. Con R.M. N° 314-2017-MEM/DM del 25.07.2017, se aprobó el cambio de nombre de la Central Eólica Nazca, por Central Eólica Wayra I. El 18.01.2018, el COES aprobó el Estudio de Operatividad del proyecto. El 26.01.2018, el COES autorizó la Conexión para las Pruebas de Puesta en Servicio de la Central. El 04.02.2018, se energizó por primera vez la L.T. 220 kV Poroma-Flamenco por pruebas. El 06.02.2018, se sincronizó por primera vez la C.E. Wayra I con el SEIN, como parte de sus pruebas de operación con una generación de 8 MW. La C.E. Wayra I, actualmente viene inyectando energía al SIEN. Actualmente se realizan pruebas de carga a los circuitos del 1 al 7. El avance físico global es de 97%. La POC estaba prevista para el 31.03.2018. La concesionaria solicitó ampliación de plazo para la POC hasta el 30.05.2018, la cual está pendiente de definición por el MINEM. El monto de inversión aproximado será de 165,8 MM US\$, según lo indicado por la Concesionaria. La ruta crítica del proyecto estuvo en el montaje de los componentes de los aerogeneradores, debido a las condiciones especiales del viento, necesarios para el montaje de los nacelles, aspas y torres. Fuertes vientos en la zona de trabajo motivaron atrasos en el montaje de aerogeneradores, motivo por el cual la Concesionaria solicitó al MINEM la ampliación de plazo de la POC. 														
DIAGRAMA UNIFILAR															



Fuente: OSINERGMIN

ANEXO N° 8 FICHA TÉCNICA CENTRAL HIDROELÉCTRICA AYANUNGA

EMPRESA CONCESIONARIA		ENERGÉTICA MONZÓN	
DESCRIPCIÓN			
La central tendrá una capacidad de 20 MW, que se obtendrá mediante el aprovechamiento de los ríos Ayanunga y Pan de Azúcar, con una altura neta de 184,7 m y un caudal nominal de 12,2 m³/s.			
UBICACIÓN			
Departamento	Huánuco		
Provincia	Huamalíes		
Distrito	Monzón		
Altitud	920 msnm		
DATOS DE LA CENTRAL			
Potencia Instalada	20 MW		
Tipo de Central	De pasada		
Salto Neto – Salto Bruto	184,7 m -		
Caudal Nominal	12,2 m³/s		
Recurso Hídrico	Ríos Ayanunga y Pan de Azúcar		
DATOS DE LA TURBINA		Turbina G1	Turbina G2
Tipo de Turbina	Francis de eje Horizontal	Francis de eje Horizontal	
Potencia Nominal	10,4 MW	10,4 MW	
Caudal Nominal	6,1 m³/s	6,1 m³/s	
Marca	Por definir	Por definir	
Año de Fabricación	-	-	
DATOS DEL GENERADOR		G1	G2
Potencia Nominal	12 MVA	12 MVA	
Tensión de Generación	6,9 kV	6,9 kV	
Factor de Potencia	0,85	0,85	
Marca	Por definir	Por definir	
Año de Fabricación	-	-	
DATOS DEL TRANSFORMADOR		T1	
Potencia Nominal	24 MVA		
Relación de Transformación	6,9/138 kV		
Marca	Por definir		
Año de Fabricación	-		
DATOS DE CONTRATO		HITOS	
Tipo de Contrato	Suministro RER (4ta Subasta)	Cierre Financiero	15.12.2015 (si)
Firma de Contrato	17.05.2016	Llegada de Equipos	31.07.2018
Energía Ofertada	131,65 GWh/año	Inicio de Obras	01.12.2016 (si)
Precio de la Energía Ofertada	43,98 US\$/MWh	Inicio de Montaje	15.12.2017 (no)
Puesta en Operación Comercial	31.12.2018	POC	31.12.2018
INFORMACIÓN RELEVANTE			
<ul style="list-style-type: none"> El 16.02.2016 se adjudicó a ENEL GREEN POWER PERÚ S.A. con el proyecto C.H. Ayanunga, como parte de la Cuarta Subasta de Suministro de Electricidad con Recursos Energéticos Renovables. El proyecto cuenta con aprobación de estudio de Impacto Ambiental. El COES aprobó la actualización del Estudio de Pre Operatividad del proyecto. La Empresa Energética Monzón S.A.C., no viene cumpliendo, de acuerdo a la verificación efectuada, con las actividades del cronograma vigente. No se cumplió con el Hito de Inicio de montaje electromecánico programado para el 15.12.2017, ante el incumplimiento, según el Numeral 8.3 del Contrato RER, la Concesionaria incrementó en 20% su Garantía de Fiel Cumplimiento. El avance físico de la obra es de 20%. La POC está prevista para el 31.12.2018. La Concesionaria solicitó al MINEM la ampliación de plazo de la POC, por motivos de factores de frenaje surgidos en la obra, el cual viene siendo evaluado por la DGE. El monto de inversión aproximado será de 48,3 MM US\$, según lo indicado por la Concesionaria. El principal factor de frenaje es la superposición de servidumbre entre las líneas de transmisión, de las Centrales 8 de Agosto y Ayanunga, no se pueden definir por conflictos con los poseedores de los terrenos, motivados por la paralización de la obra de la C.H. 8 de Agosto desde abril 2016. La ruta crítica del proyecto, está en la definición de la línea de transmisión, inicialmente se había previsto conectarse a la Subestación de la C.H. 8 de Agosto, pero por motivos de la culminación de las obras de esta Subestación no se concreta la ruta final de la línea, se está buscando una alternativa de solución. 			



Ubicación



Camino de acceso a Cámara de Carga (tramo 1)



Puente 1 hacia Casa de Máquinas



Fuente: OSINERGMIN

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

26%

INDICE DE SIMILITUD

29%

FUENTES DE
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.uns.edu.pe

Fuente de Internet

12%

2

www.osinergmin.gob.pe

Fuente de Internet

2%

3

biblioteca.uns.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

www.osinerg.gob.pe

Fuente de Internet

1%

5

www.monografias.com

Fuente de Internet

1%

6

docplayer.es

Fuente de Internet

1%

7

www.um.edu.uy

Fuente de Internet

1%

8

es.scribd.com

Fuente de Internet

1%

9

www.scribd.com

Fuente de Internet

1%

10	esdocs.com Fuente de Internet	1%
11	Submitted to Universidad de Manizales Trabajo del estudiante	1%
12	deltavolt.pe Fuente de Internet	1%
13	www2.osinerg.gob.pe Fuente de Internet	1%
14	Submitted to UNIBA Trabajo del estudiante	1%
15	www.ingemmet.gob.pe Fuente de Internet	1%
16	www.santivanez.com.pe Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado