



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras distribuir, combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial y, a pesar que son nuevas obras deben siempre rendir crédito y ser no comerciales, no están obligadas a licenciar sus obras derivadas bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>



N° 066-2024

CONSTANCIA

El que suscribe, director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica, hace constar que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud de la **Tesis** cuyo título es:

“LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE ICA, REGIÓN Y PROVINCIA DE ICA, AÑO 2022”

Presentado por:

HUERTA MIRANDA, CARLOS FERNANDO

EGRESADO del nivel de **PREGRADO** de la Facultad **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA** – Escuela Profesional de **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**. El resultado obtenido es un porcentaje de **SEIS POR CIENTO (6%)**, por el cual se le otorga el calificativo de:

APROBADO

Se adjunta al presente, el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 02 de Abril del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. José Luis Donayre Pasache
DIRECTOR DE UNIDAD

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



INFORME FINAL DE TESIS

“Las energías renovables y el desarrollo sostenible en la Ciudad de Ica, Región y Provincia de Ica, año 2022”.

Línea de investigación: Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

Presentado por:

CARLOS FERNANDO HUERTA MIRANDA

Ica, Perú

2024

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a mis padres, que siempre estuvieron guiándome y formándome en cada aspecto de mi vida; a mis hijos, que son la motivación en seguir el camino para crecer profesionalmente y como persona; a mis amigos, que estuvieron siempre alentando a superarme siendo el apoyo constante e incondicional.

Carlos Fernando Huerta Miranda

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por ser la guía en cada paso de mi vida, por darme la oportunidad de seguir este camino con mucha fortaleza y rodearme de buenas personas; agradecer también a mis padres, por el apoyo incondicional en todo el trayecto de mis estudios y estar pendiente en cada escalón logrado; agradecer también a los buenos amigos que me rodean, siendo el punto de apoyo en mi carrera universitaria y guiarme con sus experiencias en este trabajo final.

ÍNDICE

Portada.	I
Dedicatoria.	II
Agradecimientos	III
Índice.	IV
- Índice de contenidos.	V
- Índice de tablas.	VI
- Índice de figuras.	VII
Resumen	VIII
Abstract.	IX

CUERPO DEL INFORME FINAL

I. Introducción.	10
II. Estrategia metodológica.	21
III. Resultados.	30
IV. Discusión.	45
V. Conclusiones.	46
VI. Recomendaciones.	47
VII. Referencias bibliográficas.	48

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN.....	11
1.1.	Planteamiento del Problema	11
1.2.	Antecedentes de la Investigación.....	12
1.2.1	Antecedentes Internacionales	12
1.2.2.	Antecedentes Nacionales	14
1.2.3.	Antecedentes Locales	15
1.3.	Teoría Relacionada al Tema	16
1.4.	Formulación del problema.....	23
1.4.1.	Problema general:.....	23
1.4.2.	Problemas Específicos	23
1.5.	Justificación e importancia de la investigación.....	24
1.5.1.	Justificación.....	24
1.6.	Objetivos	24
1.6.1.	Objetivo general	24
1.6.2.	Objetivos específicos.....	24
1.7.	Hipótesis y variables de la investigación	24
1.7.1.	Hipótesis.....	24
II.	ESTRATEGIA METODOLOGICA.....	25
2.1.	Diseño de la investigación.....	25
2.1.1.	Tipo de Investigación	25
2.1.2.	Nivel de investigación	25
2.2.	Variables, Operacionalización.....	25
2.2.1.	Del Problema General	25
2.2.2.	De las Dimensiones	26
2.3.	Población y muestra	26
2.4.	Planteamiento de energías renovables de la región Ica	27
2.4.1.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
2.4.2.	Viabilidad de las energías renovables en la región Ica.	27

2.4.4. Validación y confiabilidad del instrumento	28
III RESULTADOS	29
3.1 Aspectos Generales del medio ambiente en la Región Ica.....	29
3.1.1 Aspecto físico ambiental	29
3.1.2 Aspectos geológicos estructurales	29
3.1.2 Aspectos climatológicos.....	31
3.1.2 Aspectos hidrológicos	32
3.2. Desarrollo de ingeniería para una planta fotovoltaica en la región Ica.	34
3.2.1 Macro y micro localización.	34
3.2.2 Desarrollo del proceso productivo planta fotovoltaica.	39
3.2.3 Equipos y componentes requeridos para planta fotovoltaica	40
3.2.4 Dimensionamiento por etapas de proceso planta eólica.....	45
3.3. Desarrollo de ingeniería para una planta eólica en la región Ica.....	47
3.3.1 Macro y micro localización.	47
3.3.2 Desarrollo del proceso productivo planta eólica.....	52
3.3.3 Equipos y componentes para planta eólica	57
3.3.4 Dimensionamiento y cálculos de planta eólica	66
IV. DISCUSIÓN.	78
V. CONCLUSIÓN.	80
VI. RECOMENDACION.	81
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I: Tabla I Datos de la capacidad máxima de inyección por sub estación eléctrica	35
Tabla II: Sub estaciones eléctricas del área centro 1	36
Tabla III: Datos del mapa fotovoltaico de la región Ica.	37
Tabla IV: Estadísticas de la potencia fotovoltaica de la región Ica.	37
Tabla V: Ponderación entre los distritos de Marcona y Paracas.....	52
Tabla VI: Ranking de factores entre los distritos de Marcona y Paracas.....	52
Tabla VII: Producción energética del parque eólico.	74
Tabla VIII: Tipo de pérdidas del parque eólico.....	74
Tabla IX: Porcentaje de utilización capacidad instalada hasta el 2035	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de potencial fotovoltaico en la región Ica.	36
Figura 2: Potencia fotovoltaica especifica (%) en la región Ica.	38
Figura 3: Potencia fotovoltaica especifica – función de distribución en la región Ica.	38
Figura 4: Diagrama de proceso para planta fotovoltaica en la región Ica.....	40
Figura 5: Equipos y componentes para planta fotovoltaica en la región Ica.	41
Figura 6: Módulos fotovoltaicos	42
Figura 7: Inversor para módulos fotovoltaicos	43
Figura 8: Estructura metálica para paneles solares	44
Figura 9: Transformador de potencia 20MVA, 23/220KV	44
Figura 10: Estación de monitoreo y control.....	45
Figura 11: Diagrama de proceso con equipos requeridos.....	47
Figura 12: Mapa eólico en las cuatro estaciones de la región Ica.....	49
Figura 13: Escala de medición del viento	50
Figura 14: Esquema simple planta eólica.....	54
Figura 15: Potencia generada según tipo aerogeneradores	55
Figura 16: Flujograma del proceso de planta eólica propuesta	57
Figura 17: Generador eólico SWT-108.....	58
Figura 18: Interior de góndola del generador eólico SWT-108.....	59
Figura 19: Cable desnudo de aleación de aluminio.....	61
Figura 20: Aisladores poliméricos	62
Figura 21: Barras colectoras	63
Figura 22: Interruptor de potencia	63
Figura 23: Transformador elevador de potencia	64
Figura 24: Estructura de barra línea de transmisión.....	65
Figura 25: Malla y red de puesta a tierra.....	66
Figura 26: Curva de potencia de aerogenerador Siemens SWT-2.3-108.....	68
Figura 27: Rosa de los vientos del parque eólico Tres hermanas, Marcona	69
Figura 28: Distribución Weibull de vientos en el distrito de Marcona	70
Figura 29: Mapa de densidad de potencia en el distrito de Marcona.....	71
Figura 30: Efecto colina de los vientos	72
Figura 31: Diagrama unifilar del parque eólico	75
Figura 32: Disposición optima del parque eólico.....	76
Figura 33: Ubicación factible para parque eólico en Marcona.....	77

RESUMEN

La industria energética contribuye de forma significativa al calentamiento global, sobre todo debido a la importante cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la combustión de combustibles fósiles y la liberación de emisiones fugitivas. Las energías renovables, como la solar, la hidráulica, la geotérmica, la mareomotriz, la biomasa y la eólica, son cada vez más reconocidas como alternativas viables a las fuentes tradicionales de generación de electricidad, como el carbón, el petróleo y el gas natural. Esto se debe sobre todo a que no emiten gases de efecto invernadero (GEI) durante su fase operativa, aunque sí los generan a lo largo de su ciclo de vida. Por lo tanto, la incorporación de estas fuentes de energía en el marco energético peruano reducirá la liberación de emisiones de gases de efecto invernadero al medio ambiente. La propuesta plantea la implementación de un parque fotovoltaico y eólico como medio de generación de electricidad limpia. Esta iniciativa pretende suministrar electricidad a los hogares de Perú aprovechando el recurso abundante y renovable de la energía eólica. Se prevé que la progresiva adopción de fuentes de energía renovables para la generación de electricidad tenga un impacto positivo en la reducción de las emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq) dentro de esta industria. Asegurar la adhesión del Perú a las reducciones previstas en la Contribución Nacional y en los convenios internacionales de la Conferencia de las Partes (COP).

Palabras clave: renovable, fotovoltaico, eólico, generación.

ABSTRACT

The energy industry is a significant contributor to global warming, mostly because of the substantial quantity of greenhouse gas emissions produced from the combustion of fossil fuels and the release of fugitive emissions. Renewable energies, including solar, hydro, geothermal, tidal, biomass, and wind, are increasingly being recognised as viable alternatives to traditional electricity generation sources such as coal, oil, and natural gas. This is mostly due to their lack of greenhouse gas (GHG) emissions during their operational phase, however they do generate GHGs throughout their life cycle. Hence, incorporating these energy sources into the Peruvian energy framework will reduce the release of greenhouse gas emissions into the environment. The proposal suggests the implementation of a photovoltaic and wind farm as a means of generating clean electricity. This initiative aims to supply electricity to households in Peru by harnessing the abundant and renewable resource of wind power. The progressive adoption of renewable energy sources for electricity generation is anticipated to have a positive impact on reducing carbon dioxide equivalent (CO₂ eq) emissions within this industry. To ensure Peru's adherence to the reductions outlined in the National Contribution and the international conventions of the Conference of the Parties (COP).

Keywords: renewable, photovoltaic, wind, generation.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

En estos momentos, un problema que agobia a todas a toda la especie humana resulta ser el cambio climático, problema que se ha agudizado en estas últimas ocho décadas donde se han arrojado a la atmosfera miles de millones de toneladas del material carbono, conforme lo señalan los cuadros estadísticos de distintos investigadores, de las diversas ramas del conocimiento humano, esto ha hecho que la temperatura atmosférica global se incremente en 1.1°C, trayendo consigo los diversos estragos a niveles meteorológicos, en una zonas lluvias excesivas en otra parte sequias extremas, con el consiguiente sufrimiento de los pobladores de las zonas afectadas, esto ha atraído la atención a los gobernantes de distintas naciones y de los investigadores, que se han reunido en distintos foros internacionales para plantear las ordenanzas de mitigación de esta gran problema, a nivel de Sudamérica también se ha obrado con reuniones, foros, concilios eventos que han validado los conceptos dados a nivel global, en nuestra patria siguiendo en esta línea se ha tomado una decisión de índole política como el fundar el Ministerio del Ambiente, institución que contempla la creación de toda la normatividad, así como de su implementación, acompañan en esta decisión los diversos ministerios como el de Vivienda Construcción y Saneamiento, que últimamente ha presentado el Código Técnico de Construcción Sostenible, que en su primera etapa era de cumplimiento voluntario y que en esta presentación se ha hecho de cumplimiento obligatorio y de distintas manera los diversos ministerios, con todas estas decisiones se está tratando de proteger el hábitat natural que se ha obtenido en largos años de evolución y que por las actividades extractivistas e industrias que no cumplen con las prescripciones medio ambientalistas se está llegando a niveles extremos, algunos investigadores apocalípticos están proyectando que para el 2050 el nivel de incremento de temperatura estará llegando a niveles de los 4°C y conforme a las simulaciones computacionales, se estarán llegando a niveles extremos de supervivencia humana con todos los males y consecuencias que estas acarreen, porque se trata de tomar medidas correctivas a distintos niveles por lo que tomemos ahora como medidas de mitigación tendrán sus beneficios a futuro

Las energías renovables como conocimiento de la ciencia existen desde tiempos inmemoriales, así lo demuestran los conocimientos ancestrales de los pobladores de múltiples países; tal es el caso de Perú e Ica, que han olvidado con el transcurrir de los años y a la aplicación de las tecnologías actuales, el aumento de la polución se ha incrementado en la ciudad de Ica, no solamente con la falta de una precisa administración de los desechos de naturaleza sólida, sino por el aumento del transporte urbano con vehículos de dos

tiempos altamente contaminantes, los criterios expuestos por el Desarrollo sostenible deben de imponerse y hacer del conocimiento de los conductores políticos y planificadores de nuestra ciudad, pero para que esto ocurra tiene que haber una adecuada sensibilización de los pobladores en distintas materias de las energías renovables así como el criterio del desarrollo sostenibles, también es importante el conocimiento de la eficiencia energética estos temas ya no se deben encontrar dentro de los ambientes académicos, estos deben ser internalizados en el poblador común y corriente de la ciudad de Ica, en este desafío la universidad cumple un papel muy importante con la difusión de estos conceptos y como va evolucionando, en materia de implantación como conocimiento del poblador iqueño y lo más importante como se va aplicando, estas son las interrogantes que me planteo y como se está utilizando estos conocimientos en las distintas facetas del desarrollo iqueño.

1.2. Antecedentes de la Investigación

La presente investigación tiene como base científica y teórica los siguientes trabajos previos internacionales, nacionales y locales; dichas investigaciones han sido realizadas anteriormente y tienen relación con la problemática planteada en este estudio

1.2.1 Antecedentes Internacionales

A. Guterres (2008), en su publicación científica respecto al cambio climático, nos dice que “Al aumentar la temperatura la tierra es menos productiva y el proceso de urbanización se acelerará, generando competencia adicional para la obtención de los escasos recursos y servicios públicos de las ciudades del mundo entero. También aumentará la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores como resultado del cambio climático, así como también el costo de los alimentos y de la energía. Es muy probable que aumenten la tensión social y los conflictos políticos, tanto a nivel interno como entre países” [1]. Sobre los desplazamientos humanos como consecuencia a largo plazo del cambio climático “, la gente también se movilizará en grandes masas, pero lo hará durante períodos de tiempo más largos y en direcciones más diversas. Algunas se desplazarán a regiones más hospitalarias en sus mismos países de origen, mientras que otras tendrán que dejar sus países e ingresar a otros Estados. Debido a que están surgiendo nuevas formas y patrones de movilizaciones, los conceptos que tradicionalmente se utilizaban para clasificar los diferentes tipos de movilizaciones son cada vez más borrosos y se haría necesario revisarlos con fines de adecuación” [1].

M. Paricahua (2021) anota que, el acrecentamiento de la temperatura en la tierra se considera un peligro que perjudica la estabilidad de naturaleza económica, política y social de las naciones. Por lo cual, múltiples profesionales dedicados a la ciencia han alertado sobre las consecuencias devastadoras que el cambio climático le está trayendo al mundo. Las alteraciones del clima cada vez se tornan más visibles, tal es el caso de las

precipitaciones de mayor severidad y extensas, las inundaciones, helas y sequías que ponen el peligro a todo el planeta. En paralelo, a causa de la ola de calor se ha dado paso a la propagación de patologías, entre estas, fiebre amarilla, dengue, y la malaria, etcétera. Lo indicado posibilita comprender que en este siglo las variaciones que sufrirá el clima irán acrecentándose. Sobre la acción de la ciencia respecto al cambio climático “Los científicos ya han dado la voz de alarma, el cual debe generar conciencia en las sociedades para revertir y mitigar los efectos que produce el cambio climático, este cambio debe partir como iniciativa de los políticos con una educación y difusión permanente sobre el cambio climático. El derecho a la vida de todas las especies que habitamos este planeta es más importante y debe estar por encima de todo interés del hombre y los gobiernos en busca de la dominación de la especie si se sigue vulnerando el equilibrio que debe existir entre las comunidades y su hábitad solo terminaremos por desaparecerla, por más investigaciones que hagamos sobre el tema si no cambiamos nuestros hábitos estaremos condenados a la extinción” [2].

J. Ros & C. Amiama (2023) Sobre los métodos ágiles de proyectos de energías renovables, que se desarrollaron para hacer frente a los altos niveles de incertidumbre inherentes a los proyectos de TI, son más flexibles y capaces de reaccionar ante los cambios. “En el sector de la construcción es común pensar que las metodologías predictivas son las ideales para gestionar los proyectos. Sin embargo, aplicar métodos basados en Agile en las diferentes etapas del ciclo de vida de un proyecto de construcción podría ser clave para entregar proyectos de mejor calidad con la ventaja de adaptarse mejor al contexto del proyecto y abordar los retos del mercado actual. El presente trabajo tiene como propósito la formulación de una metodología para la gestión de proyectos de construcción de energías renovables, a través de principios y prácticas ágiles, como una solución a las dificultades actuales para la gestión de proyectos de este tipo de proyectos. Aclarar que en este trabajo no se busca prescindir de las metodologías tradicionales frente a las metodologías ágiles, sino la comparación entre ambas y el análisis de la posibilidad de implantar nuevos enfoques en el sector de la construcción de proyectos de energías renovables. Palabras clave: Metodologías ágiles; construcción; energías renovables” [3].

J. Simón (2023) Sostiene que “Uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas es el de garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos” [4]. También afirma que “Este ODS se ha visto aumentada su importancia debido al cambio climático, a la Guerra de Ucrania ya la crisis económica y energética en la que estamos sumidos. Por ello, se decide a estudiar los factores que influyen en la aceptación de las dos principales fuentes de energía que tienen la consideración de verdes y no contaminantes: las renovables y la energía nuclear” [4]. Identifica los factores que llegan a influir en la respuesta a su pregunta de investigación.

Posteriormente, elaboró un cuestionario, que fue distribuido por las redes sociales, y en el que obtuvo 603 respuestas válidas. Con dicha base de datos, se elaboraron dos modelos de mínimos cuadrados ordinarios, uno relativo a la aceptación de las energías renovables y, el otro, afecto a la cuestión de la energía nuclear. Una vez ajustados ambos modelos, identifiqué varios factores que el legislador español y comunitario, así como las empresas, han de tener en cuenta a la hora de desarrollar proyectos relacionados con las energías verdes. Concluyendo que “La percepción ciudadana sobre las energías renovables se ve influenciada por tres variables fundamentales: el nivel de renta, las creencias religiosas y la conciencia ambiental. Por su parte, son muchos más los factores que determinan la postura de la ciudadanía en relación con la energía nuclear: el género, el nivel de renta, la ideología política, las creencias religiosas, el nivel y tipo de estudios, la cultura científica y la concienciación ecológica” [4].

1.2.2. Antecedentes Nacionales

J. Li Loo (2023, en su tesis respecto a las energías renovables no convencionales en el Perú, plantea que “El Decreto Legislativo N° 1002, Decreto Legislativo de promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables, es el instrumento normativo de mayor relevancia para la promoción de generación con recursos energéticos renovables pues establece que el gobierno debe llevar a cabo subastas para adjudicar proyectos RER. Sin embargo, después de la cuarta subasta, el gobierno no convocó ninguna nueva, y ante la ausencia de este régimen promocional, los inversionistas no han tenido incentivos para desarrollar nuevas Centrales RER” [5]. Así mismo identifica que “la ausencia de bloques horarios en las licitaciones de suministro eléctrico para atender el mercado regulado, y la presencia de regulaciones desfasadas en el sector eléctrico como la declaración de precios de gas natural. Estas barreras deben ser superadas a efectos de que los inversionistas vean atractivo construir nuevas Centrales RER sin la necesidad de que exista un régimen promocional que les otorgue un ingreso garantizado” [5]. Finalmente concluye que “El desarrollo de nuevas Centrales RER también requiere de medidas complementarias que desarrollen nuevas tecnologías como la eficiencia energética, las redes inteligentes, la generación distribuida, la electromovilidad y el hidrógeno verde. La sinergia entre el uso de RER en la producción y estas nuevas tecnologías facilitará el proceso de transición energética, y en consecuencia, acelerará la descarbonización de nuestra matriz energética” [5].

B. Montoya & M. Bardales (2023) Plantea una alternativa de sostenibilidad energética que destaca el uso de energía eólica para el abastecimiento de las viviendas asentadas en el distrito de Huaros. Afirman que “Los cortes de suministro eléctrico en áreas rurales afectan la vida cotidiana y generan diversos impactos sociales y económicos. Por ello, para abordar esta problemática, se evaluó el potencial eólico y la idoneidad de turbinas eólicas verticales como solución para satisfacer la demanda eléctrica en Huaros” [6]. El enfoque de su trabajo combina elementos “cuantitativos y cualitativos, incluyendo el diseño, desarrollo y validación de la solución. Se aplicaron medidas estadísticas, cálculos y gráficas, como la rosa de los vientos, para analizar el potencial del viento. Los datos meteorológicos revelaron velocidades del viento que superan los requisitos mínimos, con velocidades típicas de 1.5 a 3.5 m/s. Además, el estudio comprendió la evaluación de la demanda energética anual, resultando en 55.76 MW en el período 2021- 2022”[6]. El análisis mostró un aumento constante en el consumo eléctrico, posiblemente debido al uso creciente de dispositivos electrónicos, a pesar de la disminución en el crecimiento poblacional. Adicionalmente, se compararon aspectos técnicos de turbinas verticales, destacando “la turbina tipo tulipán como una opción práctica debido a su capacidad de arranque en velocidades de viento bajas. En resumen, este trabajo busca promover tecnologías sostenibles para el suministro eléctrico basado en energías limpias en Huaros, ofreciendo soluciones eficaces para las intermitencias en el servicio de electricidad y proporcionando una perspectiva para futuros proyectos de energía en Huaros y comunidades similares” [6].

1.2.3. Antecedentes Locales

J. Angulo & K. Naquiche (2023) Establecen que en el Perú “El consumo interno y las características térmicas de las viviendas en las diferentes zonas son materia de estudio en los últimos años, basándose en criterios que mejoren las condiciones en que se encuentran, realizando diversos acondicionamientos contribuyentes de materiales ambientales e implementación de energías renovables” [7]. Desarrollan su tesis con la finalidad de “Proponer la implementación de la energía fotovoltaica para optimizar el diseño de una vivienda autosustentable. La zona de estudio está ubicada en la provincia de Nazca, distrito de Marcona. Se diseñó una vivienda basada en materiales locales, como ladrillos de adobe y sistemas medioambientales, como paneles fotovoltaicos; aprovechando la radiación solar de la zona, brindando así la validez en el desarrollo del diseño, además de incentivar el interés social en las viviendas que carecen de este recurso actualmente. La investigación presenta una metodología de alcance descriptivo, enfoque cuantitativo y un diseño no experimental. Los softwares empleados son AutoCAD y DIALUX” [7].

R. Ormeño (2022), Analiza los problemas del progreso sostenible en correlación en los estudios de energía producida por el viento, con la finalidad de “examinar la energía

producida por el viento y su aporte a la disminución de gases de efecto invernadero. Para alcanzar este propósito, se hicieron encuestas, para conocer la variedad de normas de progreso sostenible y así determinar algunos ciertos datos de la contaminación del medio ambiente producidos por los estudios eólicos” [8]. Las preguntas fueron formuladas en base a los conceptos derivados de la investigación bibliográfica y la retroalimentación obtenida de los pobladores de los sitios de estudio situados en la región Ica. Los parámetros considerados fueron: aceptación social, rentabilidad social, malestar cultural, consecuencias ambientales, utilidad económica y factores técnico-ecológicos. Se empleó una técnica de observación multicriterio para analizar los valores alcanzados en las relaciones de favoritismo. Se asignaron valores iguales a cada uno de los indicadores. La selección de los lugares de estudio se basó en las funciones de distinción a partir de los datos adquiridos de la matriz de flujo neto de Leopold, que representa las relaciones medias de aceptación por parte de los estudiosos. Además, se evaluó el respaldo de la sociedad y los datos se sometieron a un análisis cualitativo.

1.3. Teoría Relacionada al Tema

Las energías renovables constituyen fuentes energéticas que proceden del uso de recursos de la naturaleza siendo éstos, la biomasa animal o vegetal, agua, sol, viento. Una de sus particularidades es que no emplean combustibles de origen fósil el cual perjudica devastadoramente al ambiente y los ecosistemas; si no recursos naturales infinitamente renovables que resulta ser una alternativa amigable.

El crecimiento sostenido, está basada en la famosa frase que alude a que el desarrollo que posibilita satisfacer los requerimientos de la actualidad no tiene que involucrar la capacidad de producción de generaciones próximas; por lo tanto, se debe garantizar un balance entre un crecimiento económico sano con el cuidado del hogar universal y estar acorde con el bienestar de los pobladores.

Energías Renovables

Las energías renovables se caracterizan por ser fuentes de energía respetuosas con el medio ambiente, ilimitadas y progresivamente competitivas. Las principales diferencias entre las fuentes de energía renovables y los combustibles fósiles radican en su gran diversidad, abundancia y aplicabilidad mundial. Sin embargo, su atributo más notable es la ausencia de emisiones de gases de efecto invernadero, responsables del cambio climático, así como de emisiones nocivas. Además, sus gastos disminuyen constantemente, mientras que la pauta general de los gastos en combustibles fósiles es la contraria, a pesar de sus fluctuaciones cíclicas.

Las energías renovables abarcan una gama diversa de fuentes, como la geotérmica, la eólica, la hidráulica, la hidroeléctrica y la biomasa, que se consideran de gran importancia. Cada una de ellas posee atributos y aplicaciones posibles distintos, aunque todas comparten

el rasgo común de ser higiénicas y ofrecer una gama de usos amplia y en continua expansión.

Los principales beneficios de su utilización incluyen la ausencia de emisiones de gases de efecto invernadero, la sostenibilidad, que se alinea con el principio de inagotabilidad de las fuentes, la disminución de la dependencia de los combustibles fósiles para obtener energía, el aumento de la sostenibilidad económica en relación con su utilización y las políticas aplicadas por las naciones en la COP21 para descarbonizar la economía mundial. Algunos de los inconvenientes asociados a las turbinas eólicas y los paneles solares son la necesidad de importantes inversiones iniciales para su desarrollo, la necesidad de grandes extensiones de terreno para la producción de energía y los posibles impactos medioambientales, como la mortalidad de aves y otras especies causada por las turbinas eólicas y los reflejos emitidos por los paneles solares, entre otras preocupaciones.

Mapa Climático

Según SENAMHI (2003), la Clasificación Climática de Warren Thornthwaite indica que en la costa los climas tienden a ser áridos y templados, mientras que en la sierra suelen ser fríos y lluviosos, por otro lado, la selva presenta climas cálidos y lluviosos. Considerando a Ica como el departamento en estudio, se afirma posee 7 tipos de climas (Figura 5 y 6), predominando los climas áridos y desérticos, sin embargo, el clima que prevalece es el árido - templado con carencia de humedad en todo el año, característico de las provincias de Pisco, Chincha, Palpa, y Nazca. Por otro lado, los distritos de Ocucaje y Marcona presentan humedad de neblinas en los meses de invierno e inicios de primavera (mayo – octubre). En San Juan de Marcona, los veranos son calurosos, áridos y húmedos, mientras que los inviernos en su mayoría despejados y secos. Durante el año, la temperatura oscila entre los 15 °C a 27 °C, variando esporádicamente bajo los 14 °C o arriba de los 28 °C.

Energía Solar

Se define como aquella energía proveniente del sol y se considera una de las fuentes principales de las energías renovables. Su aplicación beneficia a la satisfacción de la demanda que generan las viviendas por la amplia densidad poblacional, abarcando un gran porcentaje dentro de las distintas energías que genera el ser humano. Por ello, es considerada como la principal energía de origen natural y de las fuentes energéticas que posee el planeta tierra, recibiendo la radiación solar que interactúa con la 41 superficie. Una característica que sobresale en la energía solar es que se puede aprovechar, almacenar y convertir su potencial mediante paneles fotovoltaicos o colectores solares (Fundación A., 2023). Además, Henning et al. (2012) indica que los requerimientos energéticos principales de las viviendas radican en la refrigeración y/o calefacción, variando acorde al tipo de construcción que se concrete y a las condiciones climáticas características del lugar.

Energía Fotovoltaica

La energía fotovoltaica se considera como la energía base que permite convertir la energía solar en energía eléctrica esto debido a que el efecto fotovoltaico permite la generación de una tensión eléctrica para conseguir una corriente eléctrica. Previamente, se debe tener en cuenta los materiales existentes en estado cristalinos para que en este estado presenten un alto grado de ordenamiento, es decir, ocupar posiciones específicas en el interior del cristal la energía fotovoltaica se desarrolla mediante un sistema que contiene 4 componentes importantes como el panel solar, la batería, el controlador y el inversor, estableciendo la cantidad energía disponible como resultado final. La energía en mención presenta como base el uso de células solares, o también conocidas como fotovoltaicas, captadas mediante componentes semiconductores cristalinos que interactúan entre sí y producen energía eléctrica, predominando el silicio como material principal en este sistema. El proceso inicia cuando el sol desprende radiación hacia el exterior de su propia masa, brindando una porción al planeta tierra que se define como constante solar. Esta energía es totalmente limpia, pero almacenarlo es una tarea complicada que debe evolucionar en su diseño constantemente para que se optimice el sistema completo y logre un desarrollo sostenible. la aplicación de energías renovables direccional desarrollo mediante 3 puntos claves como el cuidado ambiental, la competitividad y la disminución de pobreza, pues la implementación de las energías limpias enfrenta de forma directa el uso indiscriminado del petróleo, limitando los gases en la atmosfera y evitando los cambios bruscos del clima. La competitividad se visualiza en el aumento del aprovechamiento de fuentes renovables en los distintos países del mundo, acrecentando el mercado de las energías renovables y la evolución de los lineamientos del cuidado del ambiente.

Energía Eólica

La capacidad de producción de energía de una turbina eólica, ya sea en términos mecánicos o eléctricos, está muy influida por los parámetros del viento predominantes en el lugar de su instalación.

La capacidad de producción de un emplazamiento estándar puede presentar una variación significativa de dos a tres veces en comparación con un emplazamiento excepcional, estableciéndose así una correlación directa entre la rentabilidad de un proyecto y la disponibilidad de recursos eólicos locales. Por lo tanto, es imprescindible realizar un análisis técnico exhaustivo de las propiedades eólicas de un emplazamiento concreto antes de proceder a un proyecto de cualquier envergadura.

Desarrollo Rural

El desarrollo rural se refiere a la mejora de los aspectos económicos, sociales y culturales de una región rural, teniendo en cuenta al mismo tiempo la preservación del entorno natural. Este proceso pretende tener un impacto positivo en el bienestar de la población local y promover la integración de la región en el conjunto de la sociedad.

Desarrollo Sostenible

Para la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se define «el desarrollo sostenible como la satisfacción de «las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades». (Informe titulado «Nuestro futuro común» de 1987, Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo), el desarrollo sostenible ha emergido como el principio rector para el desarrollo mundial a largo plazo. Consta de tres pilares, el desarrollo sostenible trata de lograr, de manera equilibrada, el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente

Proyectos de desarrollo

Son muchas las definiciones de proyecto que existen y que podrían darse al respecto. Para nuestro trabajo se han tomado en consideración tres definiciones, complementarias una con otra, para ser analizadas y tenerlas en cuenta: “Proceso único que conlleva un conjunto de actividades planificadas, ejecutadas y evaluadas que, con recursos humanos, técnicos y financieros finitos, trata de obtener unos objetivos en un plazo determinado, con un comienzo y un fin claramente identificables” (Carrión y Berastegi, 2010, p. 8) “Un proyecto social es la unidad mínima de asignación de recursos, que a través de un conjunto integrado de procesos y actividades pretende transformar una parcela de la realidad, disminuyendo o eliminando un déficit, o solucionando un problema” (Cohen y Martínez, s/f, p. 3).

Ley de Concesiones Eléctricas (LCE, Decreto Ley N° 25844)

Mediante esta Ley se estableció que se constituyen servicios públicos de electricidad: a) El suministro regular de energía eléctrica para uso colectivo o destinado al uso colectivo, hasta los límites de potencia fijados por el Reglamento; y, b) La transmisión y distribución de electricidad. Además, se constituyó que el Servicio Público de Electricidad es de utilidad pública. Por lo cual, se requiere concesión definitiva para cada una de las siguientes actividades:

- La generación de energía eléctrica que utilice recursos hidráulicos, con potencia instalada mayor de 500 KW
- La transmisión de energía eléctrica, cuando las instalaciones afecten bienes del Estado y/o requieran la imposición de servidumbre por parte de éste.
- La distribución de energía eléctrica con carácter de Servicio Público de Electricidad, cuando la demanda supere los 500 KW.
- La generación de energía eléctrica con recursos Energéticos Renovables conforme a la Ley de la materia, con potencia instalada mayor de 500 KW. (Decreto Ley N° 25844, 1992).

Por otro lado, a través de este dispositivo legal, se estableció que:

...las concesiones y autorizaciones serán otorgadas por el Ministerio de Energía y Minas, que establece para tal efecto un Registro Único de Concesiones Eléctricas a nivel nacional, en el cual se inscriben las concesiones otorgadas y las solicitudes en trámite presentadas ante el Ministerio y los Gobiernos Regionales [y que] las actividades de generación, transmisión y distribución, que no requieren de concesión ni autorización, pueden ser efectuadas libremente cumpliendo las normas técnicas y disposiciones de conservación del medio ambiente y del Patrimonio Cultural de la Nación. (Decreto Ley N° 25844, 1992).

Ley que Asegura el Desarrollo Eficiente de la Generación (Ley N°28832)

Esta Ley tuvo como objetivo asegurar el desarrollo eficiente de la Generación Eléctrica, perfeccionando las reglas establecidas en la Ley de Concesiones Eléctricas con la finalidad de:

- Asegurar la suficiencia de generación eficiente que reduzca la exposición del sistema eléctrico peruano a la volatilidad de precios y a los riesgos de racionamiento prolongado por falta de energía; asegurando al consumidor final una tarifa eléctrica más competitiva.
- Reducir la intervención administrativa para la determinación de los precios de generación mediante soluciones de mercado.
- Adoptar las medidas necesarias para propiciar la efectiva competencia en el mercado de generación.
- Introducir un mecanismo de compensación entre el SEIN y los Sistemas Aislados para que los Precios en Barra de estos últimos incorporen los beneficios del gas natural y reduzcan su exposición a la volatilidad del mercado de combustibles. (Ley N° 28832, 2006).

La norma marca las pautas respecto de los contratos entre el generador y el distribuidor destinadas al servicio público de electricidad, mencionando que, las ventas de electricidad de generador a distribuidor pueden ser: a) mediante contratos sin licitación, donde los precios no podrán ser superiores a los Precios en Barra, desarrollado en la Ley de Concesiones Eléctricas; y, b) mediante contratos resultantes de licitaciones. Asimismo, se desarrolló la figura de la licitación como medida preventiva para el abastecimiento oportuno de energía eléctrica, desarrollando los plazos, las bases, el precio, las condiciones y obligaciones de los contratos derivados de un proceso de licitación.

Política Energética Nacional del Perú, 2010-2040 (Decreto Supremo N° 064- 2010-EM)

Con fecha 24 de noviembre de 2010 se aprobó la Política Energética Nacional del Perú para el periodo del 2010 – 2040, tomando como referencia los lineamientos del Plan Estratégico de Desarrollo Nacional - Plan Perú 2021, elaborado por el Centro de

Planeamiento Estratégico - CEPLAN, “promoviendo la eficiencia energética y el desarrollo de las energías renovables a nivel local, regional y nacional” (Decreto Supremo N° 064-2010-EM, 2010). Los objetivos de la Política son:

1. Contar con una matriz energética diversificada, con énfasis en las fuentes renovables y la eficiencia energética.
2. Contar con un abastecimiento energético competitivo.
3. Acceso universal al suministro energético.
4. Contar con la mayor eficiencia en la cadena productiva y de uso de la energía.
5. Lograr la autosuficiencia en la producción de energéticos.
6. Desarrollar un sector energético con mínimo impacto ambiental y bajas emisiones de carbono en un marco de Desarrollo Sostenible.
7. Desarrollar la industria del gas natural, y su uso en actividades domiciliarias, transporte, comercio e industria, así como la generación eléctrica eficiente.
8. Fortalecer la institucionalidad del sector energético.
9. Integrarse con los mercados energéticos de la región, que permita el logro de la visión de largo plazo.

En su exposición de motivos se menciona que existe una relación muy estrecha entre crecimiento económico y consumo de energía y que la energía, presente en todas las actividades productivas, constituye un indicador del nivel de desarrollo del país. Se menciona que la energía también es responsable de la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que es una de las causas del Cambio Climático, el cual es de interés a nivel nacional e internacional. Se concluye que la política es necesaria toda vez que se debe afrontar las necesidades futuras de energía y posibilitar el desarrollo sostenible del país (Ministerio de Energía y Minas, 2012).

Plan Energético Nacional 2014-2025

El Plan Energético Nacional 2014-2025 es un documento preparado por el Ministerio de Energía y Minas - MINEM con el apoyo de una Comisión Consultiva que tuvo como fin, plantear una propuesta de plan para el mediano plazo (hasta el horizonte 2025) y la preparación de una propuesta para institucionalizar el proceso de planeamiento energético en el Perú (Ministerio de Energía y Minas, 2014).

En ese sentido, se proyecta el consumo final de energía, oferta de energía, infraestructura de transporte y distribución, las medidas de inclusión social energética, empleo de energías renovables, eficiencia energética, integración energética, cambio climático y panorama de las inversiones. Sin embargo, no se establecen objetivos claros ni medidas concretas para alcanzarlos a largo plazo.

Decreto Legislativo N° 1002 Generación de Electricidad con Recursos Energéticos Renovables (RER)

Este Decreto Legislativo declaró de interés nacional y necesidad pública el desarrollo de nueva generación eléctrica mediante el uso de Recursos Energéticos Renovables, tales como Energía eólica, solar, bioenergía, mareomotriz y geotermia e introdujo incentivos para promover la inversión en generación eléctrica a partir de estos recursos. Se estableció un costo marginal de cero para las centrales RER, por lo cual tendrían prioridad en el despacho. Además, se ha establecido un esquema de devolución de impuestos en los proyectos de RER en el cual se realiza un mecanismo de depreciación acelerada de hasta el 20% de los gastos de inversión en maquinaria, equipos y obras de construcción civil que influye en la determinación de la base imponible para efectos tributarios.

Empresas Eléctricas

Estas son las empresas de generación, transmisión y distribución eléctrica, tanto privadas como estatales. En lo que respecta a las empresas estatales, el Fondo Nacional de Financiamiento del Estado (FONAFE) es la entidad que agrupa a las empresas del Estado con el objeto de normar y dirigir la actividad empresarial del aparato estatal y que también incluye a ADINELSA, la empresa estatal que administra la infraestructura de electrificación rural subsidiada por el Estado.

Tipos de mercado

En el negocio eléctrico, las empresas generadoras, distribuidoras y los clientes finales, son los agentes que participan activamente en el mercado eléctrico. Con la aprobación del Decreto Ley N.º 25844, Ley de Concesiones Eléctricas (LCE), se definieron como actividades del mercado eléctrico peruano, la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica. “La generación es la actividad que desarrolla la transformación de energía en cualquiera de sus formas a energía eléctrica y se encuentra en una estructura de mercado de libre competencia” (Wong, 2019, p. 9Por), donde la iniciativa privada rige las decisiones de inversión en centrales de generación. Las ventas de electricidad por parte de los generadores se realizan bajo dos tipos de contratos: contratos con distribuidores eléctricos para los usuarios menores, los cuales están regulados por la legislación nacional y los supervisa OSINERGMIN; y contratos de venta de energía (PPAs, por sus siglas en inglés), celebrados libremente entre los generadores y los grandes consumidores, que son aquellos con una capacidad de consumo eléctrico mayor a 2.5 MW, a los cuales pueden unirse libremente aquellos que tienen una capacidad de consumo de entre 0.2 MW y 2.5 MW (Dammert, 2018).

Mercado Spot

Donde por defecto o por acuerdo, se acepta que los precios de electricidad sean equivalentes a los valores de costo marginal, los cuales varían cada 15 minutos como

resultado de la operación de despacho económico del SEIN (Dirección General de Electricidad del MINEM, 2012, p. 31), coordinado por el COES.

Mercado Libre

Donde por acuerdo de las partes, los precios y condiciones de suministro se negocian libremente (Dirección General de Electricidad del MINEM, 2012, p. 31), entre los generadores y los grandes consumidores con una capacidad de consumo eléctrico mayor a 2.5 MW o aquellos que de manera voluntaria quieran hacerlo y tengan una capacidad de consumo de entre 0.2 MW y 2.5 MW.

Mercado Regulado

Donde por acuerdo de las partes, se aceptan los precios determinados por el regulador OSINERGMIN, así como las condiciones de suministro establecidas en la norma respectiva” (Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas, 2012, p. 31)

El objetivo de la regulación es el logro de un mercado eficiente y sostenible en el corto, mediano y largo plazo. La regulación se ejerce por parte del Estado cuando no existen condiciones adecuadas para la competencia, sea por el número de empresas del sector o por las características del mismo. Por ello, la regulación trata en lo posible de simular un mercado competitivo o promover la creación de un mercado con dichas características. Solo cuando ello no es posible, se aplican plenamente los mecanismos regulatorios como son el “Price” o “Revenue Cap”, la tasa interna de retorno o la empresa modelo eficiente. (Dammert, 2018).

Mercado de Subastas

En este tipo de mercado, se establecen los precios de compra y venta de electricidad por medio de subastas de energía (Dirección General de Electricidad del MINEM, 2012, p. 31). En nuestro país, existen dos tipos de mercados de subastas, uno para la promoción de Recursos Energéticos Renovables (RER) on-grid y otro para el suministro de energía renovable a áreas no conectadas a la red (off-grid o Instalaciones RER Autónomas) (OSINERGMIN, 2017, p. 103).

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general:

PG1: ¿Qué ENERGÍAS RENOVABLES se puede aplicar frente al DESARROLLO SOSTENIBLE en la CIUDAD DE ICA, Provincia y Región de Ica, año 2021?

1.4.2. Problemas Específicos

PE1.- ¿En qué medida la ENERGÍA FOTOVOLTAICA influye en la IMPORTANCIA DE LA NATURALEZA?

PE2.- ¿En qué medida la ENERGÍA EOLICA influye en las TECNOLOGÍAS LIMPIAS?

1.5. Justificación e importancia de la investigación

1.5.1. Justificación

El estudio se justifica por la importancia de conocer cuáles son las energías renovables que deben utilizarse en nuestra ciudad de Ica, de acuerdo con sus ventajas geográficas, latitud y longitud de ubicación en la parte central del Perú.

Porque además el estudio daría a conocer las medidas de mitigación recomendables a usarse.

La importancia del estudio es necesaria, que estos conceptos se internalicen en la memoria colectiva de los pobladores de Ica, que las medidas que se recomienden tendrían impacto en la mitigación de los efectos de gas invernadero, disminución de carbono en la atmósfera, dando a la larga calidad de vida al poblador iqueño y además sumaría al cuidado del hogar universal.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Describir cómo las ENERGÍAS RENOVABLES influyen en el DESARROLLO SOSTENIBLE en la ciudad de Ica.

1.6.2. Objetivos específicos

OE1: Demostrar cómo la ENERGÍA FOTOVOLTAICA influye en la IMPORTANCIA DE LA NATURALEZA.

OE2: Averiguar cómo la ENERGÍA EÓLICA influye en las TECNOLOGÍAS LIMPIAS..

1.7. Hipótesis y variables de la investigación

1.7.1. Hipótesis

Hipótesis general:

Verificar que las ENERGÍAS RENOVABLES influyen en el DESARROLLO SOSTENIBLE en la CIUDAD DE ICA, Provincia y Región de Ica, año 2022.

Hipótesis específicas:

HE1: Analizar cómo la ENERGÍA FOTOVOLTAICA influye en la IMPORTANCIA DE LA NATURALEZA.

HE2: Verificar cómo la ENERGÍA EÓLICA influye en las TECNOLOGÍAS LIMPIAS.

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA.

2.1. Diseño de la investigación.

Para la presente investigación, dado que se permite el manejo de datos medibles, en consecuencia, el diseño de la investigación es descriptivo - exploratorio, se realizará el manejo de datos mediante la ponderación y tabulación del impacto de las energías renovables para el desarrollo sostenible de la Región Ica en el año 2022.

2.1.1. Tipo de Investigación

La investigación correlacional la podemos considerar no experimental, dado que las condiciones de las energías renovables y desarrollo sostenible no son manipulables, por tal razón, nos limitamos a la observación y análisis, debido a que no podemos intervenir sobre el comportamiento de las variables.

2.1.2. Nivel de investigación

La investigación se considera descriptiva porque se muestran las características de la funcionalidad e impacto de las energías renovables en la región Ica.

El desarrollo de la investigación es de tipo Aplicada porque se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos, a fin de aplicarlas en el proceso del análisis de criticidad y disponibilidad de los equipos de la planta hpgr y zarandas.

2.2. Variables, Operacionalización.

2.2.1. Del Problema General

Variable Independiente Energía renovables

El avance de la producción de energías renovables se ha visto impulsado por los compromisos establecidos en el Protocolo de Kioto (1997), un pacto que facilitó la adopción de fuentes de energía renovables durante un largo periodo de tiempo. Según Sgroi et al. (2018), la utilización de la investigación multidisciplinar ha facilitado el desarrollo de incentivos y políticas que promueven la utilización eficiente de los recursos naturales. Del mismo modo, la aceptación de estas fuentes de energía se ha visto obstaculizada durante un período de seis años como resultado de las disparidades tecnológicas con el sistema eléctrico actual y la necesidad de una estrategia de incentivos para garantizar su competitividad económica (Furlan & Mortarino, 2017). Sin embargo, la utilización de fuentes de energía renovables, como la solar, la hidráulica, la geotérmica, la mareomotriz y la eólica, ayuda a reducir las consecuencias medioambientales al abstenerse de emitir gases de efecto invernadero durante su funcionamiento, a diferencia de las fuentes convencionales (Pehnt, 2006).

Variable Dependiente Desarrollo sostenible

El progreso de cualquier zona depende en gran medida de la accesibilidad y utilización de sus recursos energéticos. En consecuencia, la revisión del marco económico y la posterior formulación de políticas deben incorporar la preocupación energética a la agenda nacional. La política económica y social hace hincapié explícitamente en la incorporación de los principios y conceptos de Consumo y Producción Sostenibles, así como en la Eficiencia en la Utilización de los Recursos. Se hace hincapié en los siguientes aspectos

- Incremento sostenido de la producción nacional de energía, minimizando los impactos ambientales y sociales negativos.
- Diversificación e incremento del uso gradual de las fuentes de energía alternativas.
- Satisfacción de la demanda de los usuarios e incremento de la eficiencia en el consumo energético nacional.
- Desarrollo de una cultura energética orientada a la sostenibilidad de todos los actores sociales.

2.2.2. De las Dimensiones

Variable Independiente

- Emisiones de CO2 evitadas directa e indirectamente por la tecnología.
- Capacidad solar instalada (Agua caliente con energía solar, energía solar concentrada), capacidad eólica instalada.
- Electricidad generada con tecnologías solares y eólicas.
- Número de personas beneficiadas de las tecnologías instaladas.

2.3. Población y muestra

Población

Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 174).

El presente plan de estudio se realizará en la región de Ica, por ser la unidad de análisis que se nombra en el título, se tomará en consideración los datos y muestras como también está dirigido a desarrollar y estudiar los usos y costumbres de la población iqueña, en materia de las energías renovables y utilizar su conocimiento en materia del cuidado del ambiente y luego potenciar esos conocimientos para ser utilizados en aplicar medidas de preservación medio ambiental.

Muestra

Subgrupo de la población del cual se recolectan los datos y debe ser representativo de ésta” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 173).

Es así que, en la presente investigación, la muestra será tomada por los equipos que resulten críticos como resultado del procesamiento y elaboración del a matriz de criticidad y calculo de la disponibilidad.

2.4. Planteamiento de energías renovables de la región Ica.

2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

La observación:

Se verifico mediante la observación a la energía renovables y su aporte al desarrollo sostenible de la región.

La encuesta

En ella se obtuvo la información necesaria para el nivel de conocimiento con el cuentan los Técnicos especialistas referentes a la utilización de energías renovables y contaminación ambiental, y el desarrollo sostenible.

La entrevista

Esta técnica se utilizó para recoger la información con la elaboración del cuestionario referente a las variables de estudio y de personas relacionados con el problema en estudio

Instrumentos de recolección de datos

Guía de observación

Este instrumento se utilizó con el fin de conocer la situación del detrimento del medio ambiente en acuerdo con los efectos producidos por las energías renovables en la región.

Cuestionario

Es un instrumento adaptado en un cuestionario, que fue elaborado según criterios de Catota y Moreno (2011). Para determinar los variados indicadores relacionados con las variables de estudio, así como los efectos del medio ambiente del distrito.

2.4.2. Viabilidad de las energías renovables en la región Ica.

La región de Ica comprende las provincias de Chincha, Pisco, Nazca e Ica, situadas a lo largo de la costa. En primer lugar, se examinará el mapa eólico de la región y, a continuación, se evaluarán los criterios antes mencionados para la ubicación de parques eólicos con el fin de identificar un emplazamiento potencial dentro de esta provincia.

El mapa eólico de la región Ica revela que la provincia de Chincha tiene un potencial eólico limitado en las proximidades de la costa, como lo indica una velocidad media del viento inferior a 5 m/s. Por lo tanto, en el caso de que el proyecto se situara en esta provincia, sería necesaria una distancia considerable mar adentro, lo que podría suponer un aumento de los costes para el desarrollo del proyecto. Por consiguiente, este sitio quedaría excluido del estudio. Aunque el proyecto se encuentra muy cerca de comunidades aledañas como Sunampe, Tambo de Mora, Chincha Alta y Baja, entre otras.

Por el contrario, la región costera de la provincia de Pisco presenta un importante potencial eólico, con velocidades medias que oscilan entre 3 y 9 m/s, como indica el mapa eólico de la región de Ica. Sin embargo, como se anticipó, los vientos de alta velocidad se concentran

predominantemente a pocos kilómetros de la costa, mientras que una parte significativa de la línea de costa se encuentra dentro de los límites de la Reserva Nacional de Paracas. Según el SERNANP (2017), el área total de la extensión es de 335'000 hectáreas, de las cuales el 35% corresponde a tierra firme y el 65% restante a aguas marinas. En resumen, no es factible plantear el proyecto en esta provincia debido al extenso tamaño del área protegida. Además, las localidades están situadas a una distancia considerable de la región con un fuerte potencial eólico.

Del mismo modo, el mapa de vientos de la región de Ica indica que la zona costera de la provincia de Nazca presenta un importante potencial eólico, como lo demuestran los niveles de intensidad del viento que oscilan entre 5 y 10 m/s. No obstante, una parte importante del litoral costero se sitúa a lo largo de los límites de la Reserva Nacional de San Fernando. Esta reserva tiene una extensión de 154'716 hectáreas y está habitada en su mayoría por diversas especies marinas y marino-costeras, entre ellas lobos marinos, pingüinos, nutrias y cetáceos (SERNANP, 2017). En el mismo sentido, la Zona Reservada Punta San Juan se ubica en la periferia del borde costero marítimo, abarcando una importante extensión de terreno de alrededor de 54 hectáreas. Además, cabe señalar que la región cuenta con una diversa gama de especies, incluyendo pingüinos de Humboldt, lobos marinos y aves guaneras (MINAM, 2017). Otro aspecto a tener en cuenta es la región costera de la provincia de Ica, la cual, a diferencia de las localidades anteriores, carece de áreas protegidas a lo largo de su litoral, tanto terrestre como marino. Asimismo, las intensidades de viento oscilan entre 3 y 9 m/s. De ahí que la región costera en cuestión sirva como localización inicial a evaluar para llevar a cabo la investigación. No obstante, es imprescindible evaluar a fondo todos los parámetros para la ubicación de un parque eólico antes de excluir un emplazamiento concreto.

2.4.4. Validación y confiabilidad del instrumento

La validación y confiabilidad del instrumento se ejecutará mediante el juicio de los expertos.

III RESULTADOS

3.1 Aspectos Generales del medio ambiente en la Región Ica.

3.1.1 Aspecto físico ambiental

El territorio Regional, abarca dos zonas naturales: Costa y Sierra. La costa ocupa el 79.1% de la superficie departamental y se caracteriza por tener un piso altitudinal bajo, que va desde los 2 440 m.s.n.m, las estribaciones de la cordillera Occidental de los Andes llegan hasta el mar, formando pequeñas playas rocosas y acantilados circundados por lomas y pampas eriazas sin vegetación. En líneas generales el clima se caracteriza por su uniformidad en transcurso del año, con escasa precipitación pluvial y recursos hídricos escasos pero con gran potencial edáfico.

La Sierra, tiene un 20.9% de la superficie departamental; presente una topografía bastante abrupta (accidentada) con bruscas elevaciones en la parte Occidental, el punto más alto se encuentra en San Pedro de Huacarpana (Chincha) 3 774 m.s.n.m., gran parte de su territorio, no son aptas para la agricultura salvo los pequeños valles interandinos formados por ríos y quebradas; pero existen grandes extensiones de pastos naturales para la explotación de ganado de altura (camélidos) y es de gran potencial minero (metálico-no metálico). El clima es variado, presenta un clima de cálido a frígido con lluvias estacionales y son las nacientes de los ríos que bajan a la vertiente occidental.

3.1.2 Aspectos geológicos estructurales

Características litológicas – Hitos geográficos mas importantes del departamento de Ica.

Orográficos: Las variadas prominencias y depresiones de los cerros que se levantan al Norte, Este y Oeste del departamento de Ica, han producido una típica configuración geográfica, que tiene 140 Km. de largo desde Chincha, Pisco, Ica, Villacurí y Wuayurí; y por ancho, más o menos 40 Km. y otra hoya a un desnivel más bajo, en plena Costa, que se inicia desde Palpa hasta Acarí, encerrada por contrafuertes andinos y marítimos, conocida por eso, en el campo de la arqueología como la Hoya de Río Grande de Nasca.

Los Andes Peruanos se extienden como una columna vertebral, con montes de Sur a Norte y ramificaciones a la Costa Litoral y al otro lado de la Región Inter Andina, formando Hoyas o Cuencas con numerosos cerros dentados, en cuyas bases por los deshielos y filtraciones atmosféricas, se forman ciénagas y lagos sugestivos rodeados de matorrales. En las planicies viven manadas de camélidos (vicuña) crece el dorado "ichu" (paja) y la grama verdosa; a veces, los filones y cimas de los cerros cubiertos de nieve, se vuelven en verano de un color rojizo, amarillento o plomizo. Por el Oriente de la Hoya de Nasca pasan tres sistemas de Cordilleras Andinas que se desprenden del Nudo de Cusco. La Cordillera

Occidental Marítima, la Central y la Oriental, están a tan corta distancia unas de otras, que hacen variar el ambiente, produciendo un contraste único en el mundo geográfico, porque impiden el paso de los vientos alisios de la Selva para hacer juego con la corriente peruana del Mar Pacífico. Por esa causa no existe esa constante llovizna en estas costas de Ica como suceden en las pampas de Lachay en Huacho; en las cumbres de Pasamayo, en Ancón; en las faldas y ensenadas de Lurín; en los repliegues rocosos de Chilca y Mala.

Entre las cadenas de rocas que descienden de la Cordillera de Lucanas hasta la Hoya de Nasca, se pueden nombrar, por el Norte, la de "Pinchango", junto al poblado de Palpa; por el Este la de "Illakata" (Cerro Blanco), de cuyo monte se conserva una sugestiva leyenda; por el Oeste, a orillas del Mar, circundan los cerros de "Tunga", que se elevan hasta 1,690 m.s.n.m. y "Koyungo" a 1,790 metros de altura. Todos juntos forman una cadena a orillas del Mar, cual una "Cordillera Marítima sin nieve".

En los cerros de Illa-Kata, Tunga y Marcona, que pertenecen geológicamente a la era terciaria y secundaria, se encuentran fósiles de la misma época, cuyos restos afloran en cantidad numerosa. En la Hoya de Sakako, entre los páramos de Acarí y Nasca y en la de Callango, se descubren, también, grandes depósitos o panteones de ballenas, cuyos restos paleontológicos nos demuestran que el Mar Pacífico, en una época remota, habría cubierto toda esa faja costanera y que al retirarse por algún cataclismo o hundimiento de tierra, dejó tras de sí a sus habitantes, los cuales actualmente se hallan petrificados quizás por acción del terreno calcáreo que los rodea.

Aquella "Cordillera Marítima sin nieve" que cortada por los ríos de Nasca e Ica sigue su ruta hacia el Norte, formando un contrafuerte marítimo hasta tocar por el lado Norte, los páramos de Pisco donde desaparece. Este contrafuerte o cadena de rocas en el departamento de Ica, impide el paso de las aguas subterráneas que bajan de la Cordillera hacia el mar. Por eso, el Valle de Ica, es geológicamente un inmenso plato subterráneo de agua que aflora sobre la tierra, formando pequeñas lagunas y oasis, como Huacachina, Oro-Vilca, Saraja y la Victoria. En la actualidad, estas lagunas tienden a secarse por una serie de pozos tubulares que se han abierto en todos los sectores para irrigar las tierras de cultivo. Quizás cuando lleguen las aguas de Choclococha, en abundancia, podrían revivir estas lagunas que eran una atracción turística en Ica.

La región Ica, presenta las siguientes características geomorfológicas.

Accidentes litorales: El litoral del departamento de Ica es reducido; pero forma parte del flanco occidental de la Cordillera de Los Andes, con un relieve muy accidentado, en el que destacan las quebradas profundas, erosionada por los ríos; estribaciones andinas, formadas por cadenas de montañas que van perdiendo elevación hacia la costa.

- La Bahía de Paracas, cerca de la ciudad de Pisco.
- La Península de Paracas, unos Km. más al Sur.
- La Bahías de la Independencia, mucho más al Sur y frente a éstas las Islas Independencia y Santa Rosa.

Valles: Poseen un tamaño considerable y muestran una elevada productividad. Se dedican principalmente al cultivo del algodón.

- El valle de Chincha, ubicado en la parte baja del río San Juan, se divide en los ríos Conta y Chico, y es conocido por sus cultivos de algodón, sorgo, maíz, vid, frutales y otros
- Valle de Pisco, donde está la ciudad de Pisco. Ambas zonas geográficas desempeñan un papel crucial en el cultivo del algodón y la vid, así como en la formación de los valles circundantes, ya que se extienden desde las regiones costeras hasta las estribaciones andinas.
- Valle de Ica, se clasifica como valle interior debido a su situación geográfica a unos 60 kilómetros del océano. La ciudad de Ica desempeña un papel vital para facilitar su desarrollo. Se dedica al cultivo de diversos productos agrícolas, como algodón, vid, paltas, mangos, sandías, pecanas y pan de azúcar, entre otros.
- Los de Palpa, Río Grande, Ingenio y Nasca, que confluyen al Río Grande. Los principales son río Grande, Palpa, Vizcas, Ingenio, Aja, Tierras Blancas, Taruga, Pajonal, Los valles presentan rasgos distintivos como su posicionamiento interno y su reducido tamaño, al estar situados en el piedemonte andino.

3.1.2 Aspectos climatológicos

En el departamento de Ica dos tipos de climas:

- El clima sub – tropical – árido de la costa, que está bajo la influencia de la Corriente Peruana, que es templada, cálida, húmeda, pero sin lluvias regulares. La temperatura aumenta, sin embargo, hacia el interior de la costa, mientras que disminuye la humedad.
- El clima templado – cálido de la región yunga, con escasa humedad atmosférica y también escasas precipitaciones durante los meses de verano.

El departamento de Ica experimenta un clima templado y desértico debido a su ubicación geográfica en el hemisferio sur. Las regiones costeras presentan elevados niveles de humedad atmosférica, mientras que las zonas del interior experimentan un descenso. Las precipitaciones son escasas y suelen ser inferiores a 15 mm. Las precipitaciones de intensidad significativa, aunque de breve duración y de origen extrazonal, son poco frecuentes. En la región andina, las precipitaciones presentan patrones estacionales y mayores niveles de intensidad.

En Ica, las temperaturas máximas absolutas se registran en 32,3 °C, mientras que en Pisco alcanzan los 27,4 °C. Las temperaturas mínimas absolutas en Ica son de 9,8 °C, mientras que en Pisco son de 12,6 °C. Los desiertos de Pisco, Ica y Nasca experimentan abundante insolación. La zona de Pisco-Paracas experimenta el Viento de Paracas, una poderosa brisa marina que ayuda a despejar el cielo en estas regiones y en los desiertos circundantes.

El clima en la región andina se caracteriza por condiciones templadas cálidas en los Yungas, templadas secas en los Quechuas y templadas frías en los sectores de Sunis y puna que forman parte de su área. Los múltiples fenómenos atmosféricos en el Perú explican la variada climatología de sus diferentes regiones geográficas.

3.1.2 Aspectos hidrológicos

El sistema hidrográfico del departamento de Ica comprende:

- El nombre del río es San Juan o río Chincha. El río nace en la región occidental de la meseta de Castrovirreyna, que forma parte del departamento de Huancavelica. En su tramo inferior, crea un amplio valle donde se sitúa la ciudad de Chincha Alta. Tiene una longitud aproximada de 136 km y una pendiente media de 3%. En ciertos sectores existe una pendiente más pronunciada, observándose una pendiente máxima de 5% en la región alta que abarca desde el estero de la quebrada Palmera hasta el municipio de San Juan de Castrovirreyna. El origen de las aguas se remonta a una secuencia de diminutas lagunas situadas en las proximidades de la divisoria de aguas que delimita las cuencas de los ríos Cañete y Mantaro.
- El río Pisco. Su origen se remonta a la meseta de Castrovirreyna, donde confluyen los ríos Chiris y Huaytará, ubicada en el punto más alto de la región Pámpano. El río Chiris sirve como fuente primaria de agua, originándose en la región más alta de la cuenca donde convergen los ríos Santa Ana y Luicho. Estos ríos tienen su origen en una secuencia de lagunas diminutas, como Pultoc, Agnococha y Tacococha. El cauce inferior del río crea un amplio valle que se utiliza con fines agrícolas. La ciudad de Pisco se encuentra en su extremo occidental. El río Pisco y sus afluentes presentan una extensión longitudinal de aproximadamente 472 kilómetros, abarcando desde su origen hasta su estuario. A lo largo de esta longitud, se evidencia una pendiente promedio de 3%, con ciertos tramos que presentan pendientes más pronunciadas, llegando hasta 8%. Esto es particularmente evidente en el segmento que conecta el nacimiento del río Santuario con su estuario en el río Chiris, así como en el sector de la quebrada Veladero, afluente situado en la margen derecha del río Pisco. Partiendo de la localidad de Pámpano, donde nace el río Pisco, sigue una trayectoria ligeramente meandriforme hasta llegar a la localidad de Huáncano, donde toma una dirección general este-oeste. A partir de la localidad de Humay, el valle se ensancha significativamente y la pendiente del

río se hace más gradual, facilitando la acumulación de sustancias en suspensión y dando lugar a la creación de una planicie aluvial compacta o cono de deyección que se extiende hacia el océano. El río Pisco, como la mayoría de los ríos costeros, exhibe un patrón hidrológico muy errático y torrencial. Con base en los datos pluviométricos disponibles, se ha demostrado que las precipitaciones se concentran mayormente entre los meses de diciembre y abril, mientras que la ocurrencia de sequías severas se observa a lo largo del período comprendido entre julio y noviembre.

- El río Ica. El río en la provincia de Ica tiene gran importancia debido a su característica distintiva de fluir en dirección norte-sur, paralelo a la costa en lugar de horizontalmente, a diferencia de otros valles alrededor de la costa peruana. El Sistema Choclococha está conformado por la cuenca integrada del río Ica, la cual es creada por la cuenca natural del río Ica en la vertiente del Pacífico, y una porción de la cuenca alta del río Pampas en la vertiente del Atlántico. La región considerada tiene una extensión territorial de 8.103 kilómetros cuadrados, abarcando desde los orígenes del río Pampas hasta el estuario del río Ica en el Océano Pacífico. Sus coordenadas geográficas precisas son las siguientes 13°10'-14°53'S y 75°01'-75°54'O. La cuenca del río Ica se caracteriza por tener una longitud relativamente pequeña en comparación con otros ríos costeros del Perú, abarcando una distancia de 220 km. La formación de esta cuenca está influenciada por las variaciones anuales en los niveles de agua, que van desde 700.000.000 m³ durante los períodos de abundancia de agua hasta 800.000.000 m³ durante los períodos de inundaciones limitadas. La cuenca se caracteriza por una importante elevación de 4,65 metros, que contribuye al carácter rápido e intenso de las crecidas. El torrente del valle de Ica recibe la influencia de varios afluentes, entre ellos las quebradas Huaccayroc, Tambillos, Trapiche, Cansas, Yauca del Rosario y Tingue, en su recorrido. Este sector se distingue por la pronunciada inclinación de la topografía y la importante fuerza de erosión hídrica, lo que conduce a la configuración distintiva en forma de V en la sección superior del valle y sus quebradas. La cuenca tiene su origen en un conjunto de diminutas lagunas situadas en la región central de la meseta de Castrovirreyna. En particular, las lagunas de Quinsacocha y Pariona, que se extienden a lo largo de 230 km, presentan una trayectoria suroeste hasta llegar a la cabecera del valle de Ica. Posteriormente, transicionan en dirección norte-sur, apartándose de los patrones típicos este-oeste observados en los valles de la costa peruana, El río termina en el fundo Callango y sigue en dirección Este a Oeste, intersectándose con el sector Ramadillas, ubicado a 64 kilómetros de su origen. El río Ica presenta una importante variabilidad en su caudal, con un volumen máximo

promedio de 300.000.000 m³. Los cauces del río son turbulentos y descienden rápidamente debido a la poca profundidad de su cuenca. El ancho del cauce varía entre 22 y 25 metros, y en la parte alta del río existen varias bocatomas: La Achirana, Macacona y Quilluay. Actualmente, el cauce de las lagunas Choclococha y Orcococha se encuentra en crecimiento, lo que le permite transportar agua de mayo a noviembre, según las necesidades del valle.

- El nacimiento de este río se remonta a la región de la meseta de Castrovirreyna. El represamiento y desvío de la laguna de Choclococha, cerca de Castrovirreyna, han provocado un aumento de su caudal, creando un valle bajo muy productivo para la agricultura. En su región central se encuentra la ciudad de Ica.
- El Río Grande. El río nace en la región sur de la meseta de Castrovirreyna y su caudal se expande a medida que atraviesa la provincia de Lucanas en Ayacucho. Esto da lugar a la formación de varios afluentes, como Ingenio, Palpa Vizcas, Tierras Blancas, Aja y Taruga en Nasca, entre otros. La construcción y crecimiento de una serie de pequeños valles han sido facilitados por el sistema hidrográfico establecido por el río Grande y sus afluentes. En conjunto, los valles utilizan un volumen medio anual de agua superficial que fluye en dirección suroeste y que asciende a 321.357 millones de metros cúbicos. Las aguas subterráneas se recuperan para fines agrícolas mediante pozos entubados y pozos a cielo abierto, además de las aguas superficiales obtenidas de las descargas intermitentes de los ríos.
- Río Santa Cruz; La ubicación geográfica de la cuenca se sitúa en el sector más occidental, es decir, en el estuario del río Grande. Las pampas de Huayur^o-La Chimba la dividen de la red hidrográfica del río Ica, mientras que una barrera montañosa la separa del río Grande. El cauce presenta una amplitud limitada, caracterizada por un flujo de agua mínimo o insignificante, con un ancho máximo aproximado de 2,5 km.
- Río Palpa; El río Llauta, que lleva su nombre, fluye aguas arriba de la población de Llauta, donde confluyen los ríos Huicuta y Palmadera. En Hacienda Dionisio, el río tiene un cauce estrecho con una pendiente media del 5% y desemboca en el río Grande.

3.2. Desarrollo de ingeniería para una planta fotovoltaica en la región Ica.

3.2.1 Macro y micro localización.

En Perú tenemos por el Sur, en los Departamentos de Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna, zonas donde la radiación solar es de las más altas del mundo (entre 6 a 7 kWh/m²). y es estable a lo largo de los períodos anuales, a diferencia de otras fuentes de energía como el

agua; la zona Sur del Perú al presentar altos índices de radiación solar representa la región con mayor potencial para el uso de tecnología fotovoltaica, además los costos de generación con esta tecnología se han reducido en unas 10 veces en los últimos 8 años, por lo tanto, la planta debe localizarse en alguno de estos puntos. Debido a que el presente estudio se desarrolla en la región Ica, se expondrá el mapa de energía solar de la región.

Los posibles emplazamientos deben estar situados en las proximidades de las subestaciones del SEIN, donde existe la capacidad necesaria para la implantación de la generación de RER. La zona designada para su consideración debe poseer una extensión de terreno de 45 hectáreas, que requiera poco movimiento de tierras para su nivelación. Las conclusiones del estudio “Estudio de la Máxima Capacidad de Generación No Convencional (Eólica y Solar Fotovoltaica) a ser Instalada en el SEIN (CMGNC)” realizado por la consultora “Electrical Studies Consultant” Para conocer los mayores niveles de inyección de generación no convencional en el SEIN para el año 2018 a nivel nacional, hemos elaborado un listado de subestaciones que podemos participar en la quinta subasta RER. Este listado toma en cuenta las características del proyecto propuesto, el cual se enfoca en la zona sur del país, así como la tensión nominal de entrega (220Kv) de la subestación a conectar.

Tabla I Datos de la capacidad máxima de inyección por sub estación eléctrica

S/E del Sitio Candidato	Area	Vnon [kV]	GENER EÓLICA	GENER SOLAR	Total Inyección Simple [MW]	Total Inyección Multiple por Sitio	Total Inyección Multiple por Area	Total CMGNC en el SEIN
ZORRITOS	Area Norte	220.0		X	150	80	720	1656
TALARA		220.0	X	X	430	80		
PARINAS		220.0	X	X	230	80		
PIURA OESTE		220.0	X	X	540	80		
LA NIÑA		220.0	X	X	600	80		
CHICLAYO OESTE		220.0	X		500	80		
FELAM		220.0	X		270	80		
GUADALUPE		220.0	X		550	80		
CUPISNIQUE		220.0	X		340	80		
HUACHO	Area Centro 1	220.0	X		350	80	332	
ICA		220.0	X	X	150	80		
MARCONA		220.0	X	X	300	80		
TRES HERMANAS		220.0	X	X	12	12		
OCONA		500.0		X	500	80		
SAN JOSE	Area Sur Oeste	500.0	X	X	500	80	604	
MONTALVO		500.0		X	500	80		
SOCABAYA		220.0		X	340	80		
SANTUARIO		138.0	X		140	80		
REPARTICIÓN		138.0		X	85	40		
MAJES		138.0		X	80	42		
TOQUEPALA		138.0		X	0	0		
ARICOTA 2		138.0		X	0	0		
CAMANA		138.0		X	90	42		
ILO3		138.0		X	20	80		
LOS HÉROES	220.0		X	70	80			

Para realizar un proyecto de una planta solar fotovoltaica es de vital importancia tener en cuenta parámetros importantes como: recurso Solar, área disponible, clima local, topografía de la zona, regulaciones locales del uso de tierras, accesibilidad a la zona y distancia al

punto de conexión (subestación). Como nos encontramos situados en la región Ica una de las siguientes sub estaciones del área centro 1

Tabla II Sub estaciones eléctricas del área centro 1

HUACHO	Area Centro 1	220.0	X		350	80	332
ICA		220.0	X	X	150	80	
MARCONA		220.0	X	X	300	80	
TRES HERMANAS		220.0	X	X	12	12	
OCONA		500.0		X	500	80	

Para minimizar la pérdida de energía durante la transmisión y mejorar la estabilidad de la red, es crucial tener en cuenta la distancia entre la ubicación de la planta y el punto de conexión a la red. En este sentido, es preferible una distancia más corta.

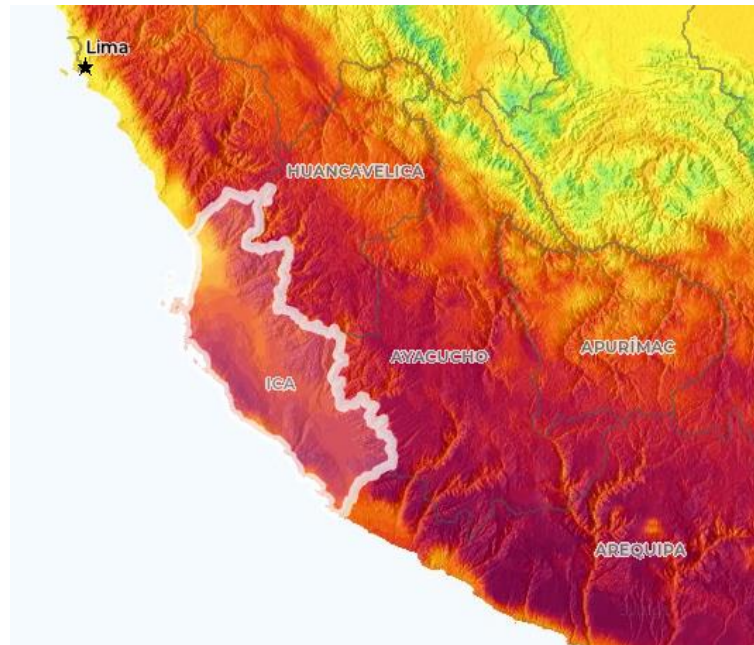


Fig. 1 Mapa de potencial fotovoltaico en la región Ica.

La región Ica, presenta un área de 21261.91 *kilometros*²; Las estadísticas regionales de recurso solar y potencia fotovoltaica de salida se calculan a partir de promedios a largo plazo basados en el período comprendido entre 1994/1999/2007 (según la región) y 2018. Las estadísticas se prepararon para el estudio fotovoltaico mediante el uso del software de uso libre mediante la web www.globalsolaratlas.com

Tabla III Datos del mapa fotovoltaico de la región Ica.

INFORMACIÓN DEL ÁREA				
Datos del mapa (rango mínimo-máximo)				Por día
Potencia fotovoltaica específica	PVSALIDA	4.13	— 5.56	kWh/kWp
Irradiación normal directa	DNI	3.74	— 7.10	kWh/ m ² ▾
Irradiación horizontal global	GHI	5.09	— 6.74	kWh/ m ² ▾
Irradiación horizontal difusa	DIF	1.62	— 2.39	kWh/ m ² ▾
Irradiación inclinada global	GTI	5.17	— 7.05	kWh/ m ² ▾
Inclinación óptima de los módulos fotovoltaicos	OPTA	12	— 19	°
Temperatura del aire	TEMPERATURA	7.8	— 23.0	°C ▾
Elevación del terreno	ELE	0	— 0	metro ▾

Tabla IV Estadísticas de la potencia fotovoltaica de la región Ica.

Estadísticas	
Potencia fotovoltaica específica	
Promedio	5.16 kWh/kWp
Máximo	5.56 kWh/kWp
Percentil 90	5.41 kWh/kWp
Percentil 75	5.32 kWh/kWp
Percentil 50 (Mediana)	5.21 kWh/kWp
Percentil 25	5.07 kWh/kWp
Percentil 10	4,88 kWh/kWp
Mínimo	4.13 kWh/kWp



Fig. 2 Potencia fotovoltaica específica (%) en la región Ica.

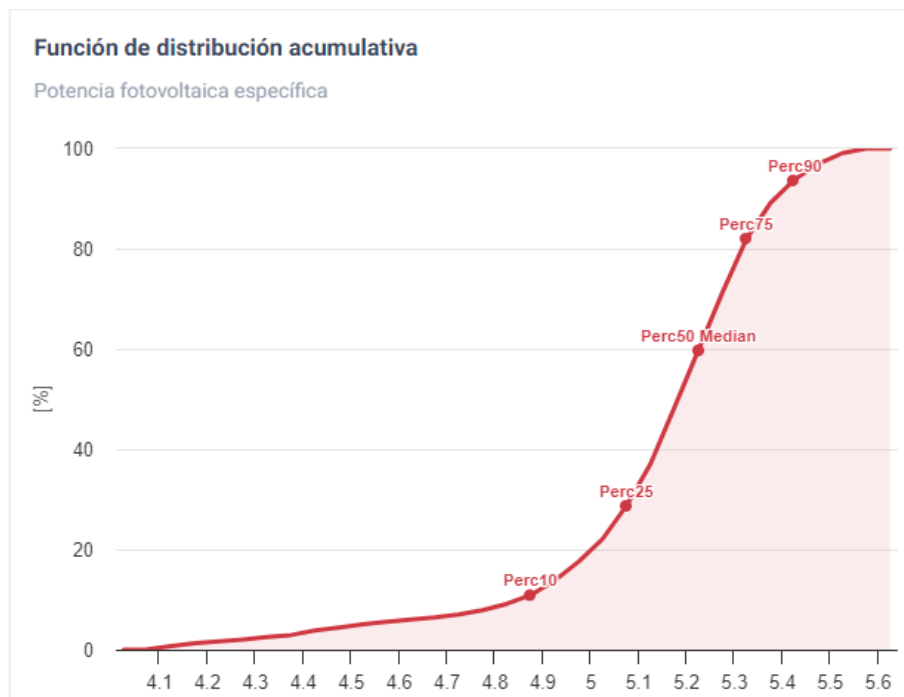


Fig. 3 Potencia fotovoltaica específica – función de distribución en la región Ica.

3.2.2 Desarrollo del proceso productivo planta fotovoltaica.

Se plantean 05 etapas para el desarrollo del proceso productivo de una planta de energía fotovoltaica en la región Ica.

Generación

La conversión de la energía solar en energía eléctrica se produce rápidamente. La tecnología fotovoltaica aprovecha el efecto fotoeléctrico, en el que los semiconductores del panel solar captan y convierten la radiación solar en energía eléctrica. El diseño de la planta requiere la conexión en serie de 19 paneles, cada uno con una tensión de 40,9 V. Esta disposición es crucial para mantener una tensión máxima de 800 V a la entrada del inversor. Por lo tanto, es imprescindible controlar la salida de tensión de los generadores para garantizar que la entrada de potencia adecuada se ajusta a los parámetros de funcionamiento de la etapa posterior.

Conversión

La conversión de la corriente continua generada por los generadores en corriente alterna es necesaria para facilitar la entrega de esta forma específica de corriente a las redes. La función principal del inversor es producir una forma de onda sinusoidal y transmitir una tensión de 3 x 320 V CA, derivada de un rango de 510 - 800 V CC de energía proporcionada por los generadores, funcionando a una frecuencia de 60 Hz. Controlar los parámetros de salida de los inversores es vital para mantener valores de tensión estables y vigilar eficazmente los problemas de distorsión armónica que pueden tener efectos adversos en todo el sistema, incluyendo tanto la planta como la red.

Transformación

Para cumplir los requisitos de conexión de la subestación, es necesario convertir la tensión de salida de la etapa de conversión (0,3 KV) en los valores deseados para las líneas de alta tensión (220 KV). Para este proceso se han diseñado dos subetapas. La primera etapa implica una transformación de 0,3 a 33 KV, mientras que la segunda etapa implica una transformación de 33 a 220 KV. En la primera etapa, se requiere un transformador con una potencia de 1600 KVA a la salida de cada equipo inversor. En la segunda etapa, es necesario un transformador con una potencia de 20 MVA. Para garantizar la tensión correcta en cada etapa, es crucial controlar los valores de entrada y salida de cada transformador.

Transmisión

La energía generada en la central debe transmitirse a la subestación de conexión seleccionada en función de la subasta del MEM. El cálculo y el control de las pérdidas de transmisión de energía, así como el cumplimiento de los valores eléctricos especificados en el diseño de la planta, dependen de la distancia entre la planta de generación y la subestación.

Conexión

Previo a la conexión de la energía generada en la subestación del SEIN a la red nacional, es imperativo asegurar que los parámetros se apeguen a las especificaciones señaladas en el contrato con el MEM y a los requisitos especificados en la "Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos". OSINERGMIN supervisa y regula el cumplimiento de esta norma y de los parámetros establecidos en el contrato.

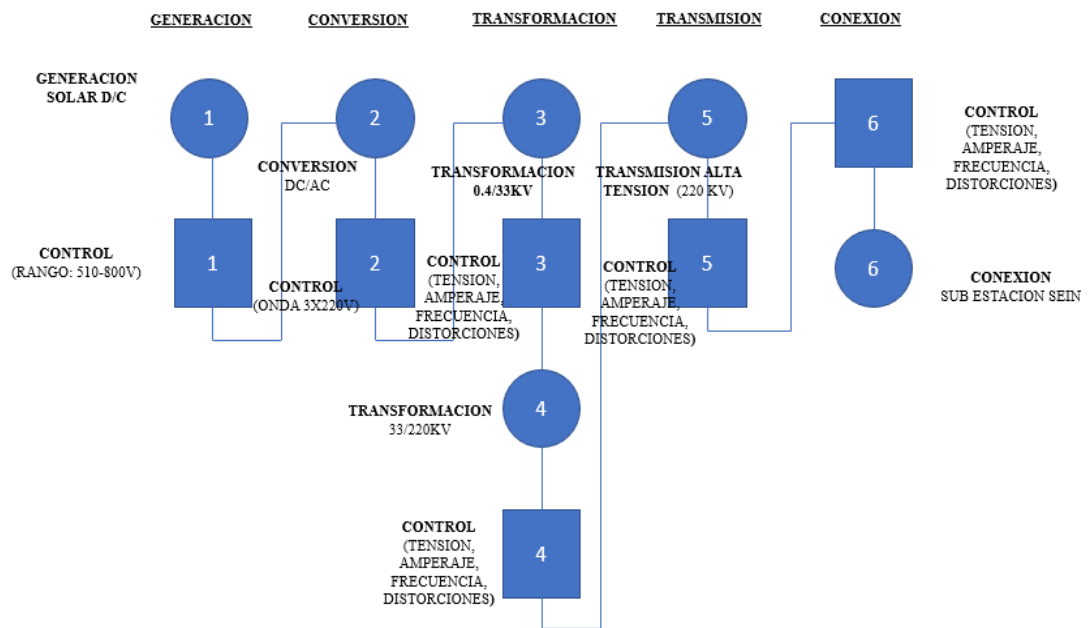


Fig. 4 Diagrama de proceso para planta fotovoltaica en la región Ica.

3.2.3 Equipos y componentes requeridos para planta fotovoltaica

El estudio sugiere la implantación de una planta solar con tecnología fotovoltaica, que se conectará directamente a la red nacional. Este enfoque elimina la necesidad de componentes de almacenamiento de energía y, en su lugar, se centra en el mantenimiento de componentes esenciales como generadores solares, inversores y transformadores.

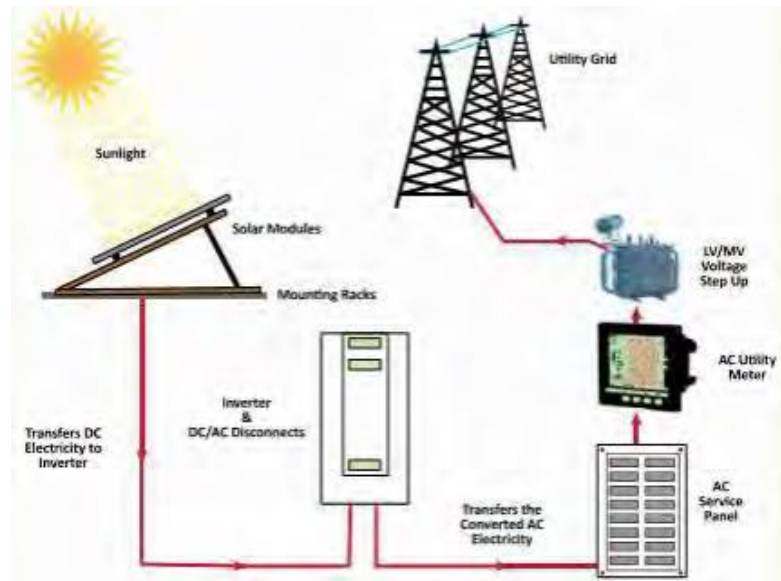


Fig. 5 Equipos y componentes para planta fotovoltaica en la región Ica.

Módulos fotovoltaicos

La técnica de conversión de la radiación solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico es un método silencioso y respetuoso con el medio ambiente que elimina la necesidad de componentes mecánicos. El efecto fotovoltaico se refiere a un fenómeno observado en los semiconductores, en el que el paso de la luz solar sobre las células fotovoltaicas semiconductoras induce el flujo de electrones. El producto final de una célula solar fotovoltaica (FV) es la energía en corriente continua (CC). Una central fotovoltaica consta de varias células interconectadas en módulos, que a su vez se interconectan en cadenas para generar la potencia de CC necesaria. A la hora de realizar una instalación, es fundamental utilizar el mismo modelo y las mismas características eléctricas.

Para poder captar la energía solar, los módulos que componen el generador deben de situarse de la manera que puedan captar la mayor cantidad de energía. El dimensionamiento del generador dependerá de:

- La orientación de la superficie del generador fotovoltaico.
- La aplicación que se le va a dar: aislado, conectado a red, etc.
- El tiempo de uso a lo largo de un periodo.



Fig. 6 Módulos fotovoltaicos

Inversor

Los componentes mencionados son esenciales para la conversión de corriente continua (CC) en corriente alterna (CA) con el fin de establecer un enlace con la red eléctrica. Los inversores están interconectados con múltiples módulos en una serie de cadenas paralelas. El inversor tiene la función de alinear la instalación con la red, lo que se traduce en la producción de electricidad de calidad superior que cumple los requisitos del operador. Además, el inversor asume la responsabilidad de asegurar la desconexión en los casos en que los valores se desvíen de los umbrales predeterminados, al tiempo que supervisa el control de las tensiones, la frecuencia y la impedancia de la red. Los parámetros principales que definen a un inversor son los siguientes:

- Tensión nominal (V): Tensión que se aplica a las conexiones de entrada del inversor.
- Potencia activa (W): Potencia real entregada por el inversor.
- Capacidad de sobrecarga: Capacidad del inversor para entregar una potencia más elevada a la nominal.
- Rendimiento: cociente entre la potencia de salida y de entrada del inversor.

Las características deseables para un inversor son las siguientes:

- Fiabilidad, sobre todo con los picos de arranque.
- Buen control de la regulación de tensión y frecuencia
- Que ofrezca seguridad.
- Rendimiento elevado para un rango alto de potencias.

Para la instalación se requerirá un inversor que sea capaz de trabajar con el máximo rendimiento para poder extraer la máxima potencia posible del sistema.



Fig. 7 Inversor para módulos fotovoltaicos

Soporte

Estos permiten que los módulos fotovoltaicos se fijen de forma segura al suelo en un ángulo de inclinación fijo o en marcos que permitan el seguimiento solar. Además, deberá cumplir con lo siguiente:

- Situar a los paneles en una altura que supere 1 metro con respecto al suelo.
- Debe estar conectada a una toma de tierra que cumpla con las especificaciones que dicte la normativa.
- Debe ser resistente a las exigencias mecánicas y a la corrosión.



Fig. 8 Estructura metálica para paneles solares

Transformador elevador

Para alcanzar la tensión de red en el punto de conexión, es imprescindible que la salida de los inversores en el caso de las centrales experimente una subida de tensión. El transformador nº 1 se encarga de convertir la salida de los inversores (0,4 kV) en la tensión de red intermedia (23 kV). Posteriormente, el transformador nº 2 aumenta la tensión para igualarla a la de la subestación de enlace SEIN (220 kV).



Fig. 9 Transformador de potencia 20 MVA, 23/220 KV

Interfaz a la conexión de red

Aquí es donde se exporta la electricidad a la red. La subestación también dispondrá de las celdas de interfaz con la red necesarias, como CC y desconexiones, para la protección y alineación de la central fotovoltaica, así como de equipos de medida. La subestación y el

punto de medida se encuentran en la propiedad del operador de la red y se encuentran fuera de los límites de la central fotovoltaica.



Fig. 10 Estación de monitoreo y control

3.2.4 Dimensionamiento por etapas de proceso planta eólica

Generación

Generadores fotovoltaicos

$$\# \text{ módulos} = \frac{\text{Potencial}_{\text{total}}}{\text{Potencial}_{\text{Módulo}}} = \frac{2000 \text{ KWp}}{320 \text{ Wp}} = 62500 \text{ módulos}$$

Módulos en serie

$$\# \text{ módulos serie} = \frac{V_{\text{max}_{\text{inversor}}}}{V_{\text{max}_{\text{Módulo}}}} = \frac{800\text{V}}{40.9\text{V}} = 19.55 = 19 \text{ paneles}$$

$V_{\text{max}_{\text{inversor}}}$ = Voltaje máximo de entrada del inversor

$V_{\text{max}_{\text{Módulo}}}$ = Voltaje máximo por cada módulo

Módulos en paralelo (cadena)

$$\# \text{ módulos Cadena} = \frac{P_{\text{max}_{\text{generacion}}}}{P_{\text{max}_{\text{cadena}}}} = \frac{20000000\text{W}}{19 \times 320\text{Wp}} = 3289 = 3290 \text{ cadenas}$$

$P_{\text{max}_{\text{generacion}}}$ = Potencia total

$P_{\max_{\text{Cadena}}} = \text{Potencia máxima por cadena}$

Módulos por inversor

$$\# \text{ módulos por inversor} = \frac{P_{\max_{\text{inversor}}}}{P_{\max_{\text{modulo}}}} = \frac{1440000W}{320Wp} = 4500 \text{ módulos/inversor}$$

$P_{\max_{\text{inversor}}} = \text{Potencia máxima del inversor}$

$P_{\max_{\text{modulo}}} = \text{Potencia máxima por modulo}$

Conversión

Inversores:

$$\# \text{ inversores} = \frac{N_{\text{paneles}}}{N_{\text{paneles por inversor}}} = \frac{62500}{4500} = 14 \text{ inversores}$$

$N_{\text{paneles}} = \text{Numero total de paneles}$

$N_{\text{paneles por inversor}} = \text{Numero de paneles por inversor}$

Cadenas por inversores:

$$\# \text{ inversores} = \frac{N_{\text{Cadenas}}}{N_{\text{inversores}}} = \frac{3290}{14} = 234 \text{ cadenas/inversores}$$

$N_{\text{paneles}} = \text{Numero total de cadenas}$

$N_{\text{inversores}} = \text{Numero total de inversores}$

Voltaje en la entrada de inversores

$$V_{\text{Ent inv}} = N_{\text{m serie}} \times V_{\text{prom mod}} = 19 \times 37.3 = 708 V$$

$V_{\text{Ent inv}} = \text{Voltaje entrada en inversor}$

$N_{\text{m serie}} = \text{Numero de módulos en serie}$

$V_{\text{prom mod}} = \text{Voltaje promedio por módulo}$

- Rango de entrada fabricante: 510 – 800 V

Amperaje de inversores

$$A_{\text{inversor}} = N_{\text{cadenas}} \times A_{\text{prom cad}} = 234 \times 8.6 = 2010.4 A$$

$A_{\text{inversor}} = \text{Amperaje en el inversor}$

$A_{\text{prom cad}} = \text{Amperaje promedio por cadena}$

- Máximo amperaje según fabricante: 2664 A.

Transformación.

Transformador 1-0.4/33Kv

$$P_{\text{Trf 1}} = \frac{P_{\text{total}}}{N_{\text{inversores}}} = \frac{20\ 000\text{KVA}}{14} = 1428\ \text{KVA}$$

$P_{Trf 1}$ = Potencia de transformador elevador numero 1

P_{total} = Potencia total del sistema

$N_{inversores}$ = Numero de inversores

- Se recomienda transformador 1600 KVA

Transformador 2-33/220Kv

$P_{Trf 2} = P_{total sistema} = 20\ 000\ KVA$

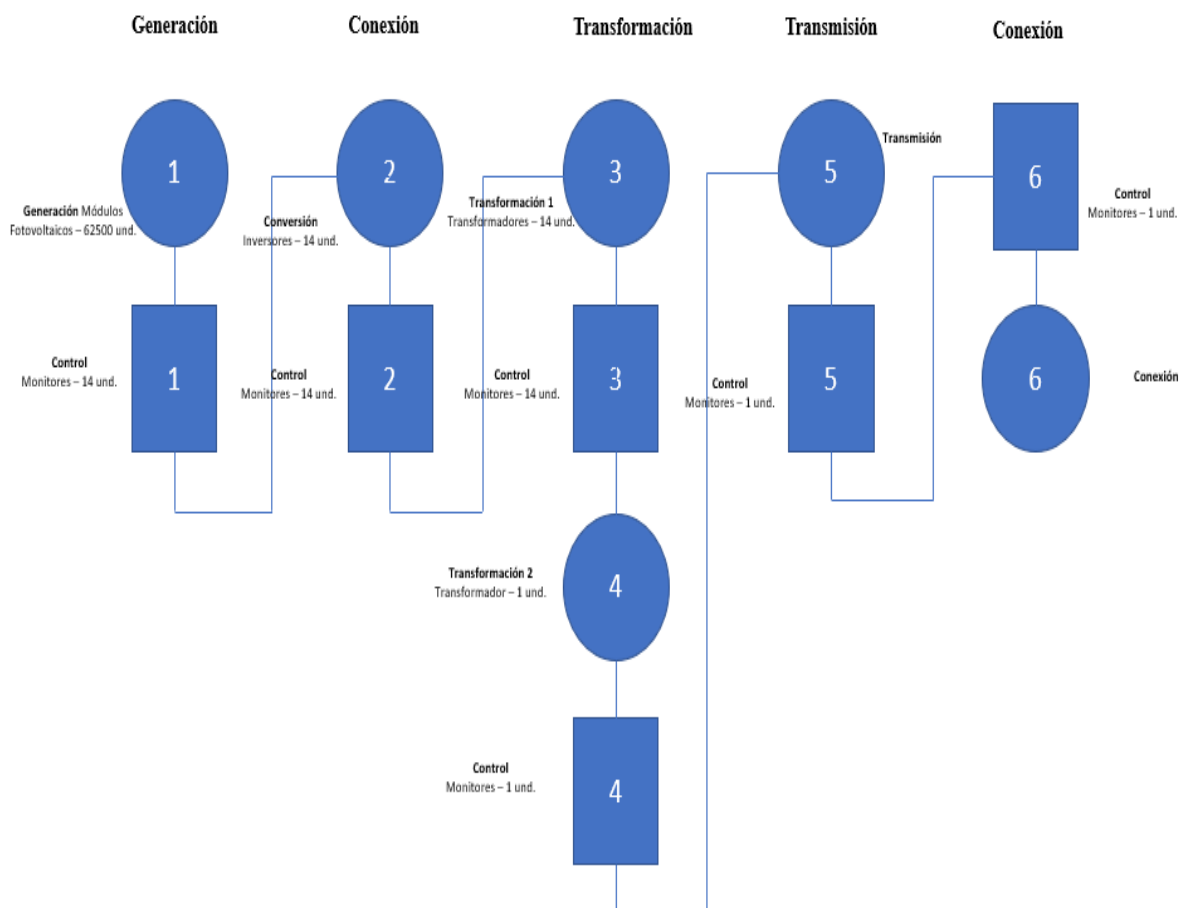


Fig. 11 Diagrama de proceso con equipos requeridos

3.3. Desarrollo de ingeniería para una planta eólica en la región Ica

3.3.1 Macro y micro localización.

La instalación industrial de una nueva planta generadora de energía eólica cuenta con dos definiciones importantes: su localización y su diseño. Antes de iniciar con la fase de diseño, se debe planificar la localización del nuevo centro, con el objetivo de conseguir la mayor

cuota de mercado posible, la ubicación del mercado objetivo para el proyecto fue definida en base a dos factores importantes: el potencial eólico regional y el número de proyectos mineros de cada región. En base a estos dos factores se define que la ubicación geográfica del mercado y por ser tema de estudio sería la región de Ica. Considerando las características del servicio ofrecido, es conveniente que la planta generadores de energía eólica sea ubicada en la región de Ica.

Para definir la micro localización de la planta generadora de energía eólica se deben establecer factores predominantes, los cuales servirán como guía para determinar las potenciales ubicaciones del proyecto. En este caso, se han determinado dos factores predominantes para la elección de la ubicación del proyecto: la disponibilidad de materia prima y la cercanía a los clientes. A continuación, se procederá a explicar cada uno de los factores predominantes.

La materia prima principal para la generación de energía eólica es el viento. En la industria eólica es muy importante poder describir la variación de las velocidades del viento. Este es el factor más importante no solo para definir la ubicación del parque, sino que también para seleccionar el mejor diseño de aerogeneradores y para que los inversionistas puedan estimar sus ingresos. Para comprender mejor este factor, a continuación, se presenta una breve explicación sobre el comportamiento del viento.

Una consideración importante para la selección del lugar es minimizar la distancia que se recorre desde el parque eólico hasta llegar a los clientes. En este caso, la distancia recorrida es aquella en la cual se transporta la energía eléctrica producida en la planta, a través del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) hasta los puntos de demanda de la energía eléctrica.

Dentro de la región de Ica, el área que posee el mayor número de proyectos mineros a realizarse en los próximos años es el distrito de Marcona en la provincia de Nazca. Otra provincia en la que existen proyectos mineros es la de Pisco.

Distrito de Marcona: es el distrito más extenso de los 5 distritos de la Provincia de Nazca. Tiene una superficie de 1955.36 km², se encuentra a una altura de 45 metros sobre el nivel del mar y cuenta con 12709 habitantes. El distrito cuenta con dos puertos y un aeropuerto. Además, dentro del distrito existen yacimientos de hierro que son explotados a tajo abierto y a gran escala

El distrito de Paracas se distingue por ser el más extenso de los ocho distritos que conforman la Provincia de Pisco. Tiene una superficie de 1.440,68 km² y una altitud de 7 metros sobre el nivel del mar. Su población es de 7522 habitantes. El distrito en cuestión ha sido designado oficialmente como reserva regional para las especies de aves migratorias, y una parte importante de su árido paisaje se encuentra dentro de la Reserva Nacional de Paracas.

El principal factor que influye en la producción de energía eólica es la presencia de viento, cuya velocidad desempeña un papel crucial en la generación de energía eléctrica. La velocidad del viento en diversos lugares geográficos fluctúa en función de la estación del año. Esto se debe a que los cambios en la temperatura ambiente durante ciertos meses del año hacen que las masas de aire se muevan a mayor velocidad en comparación con otros meses.

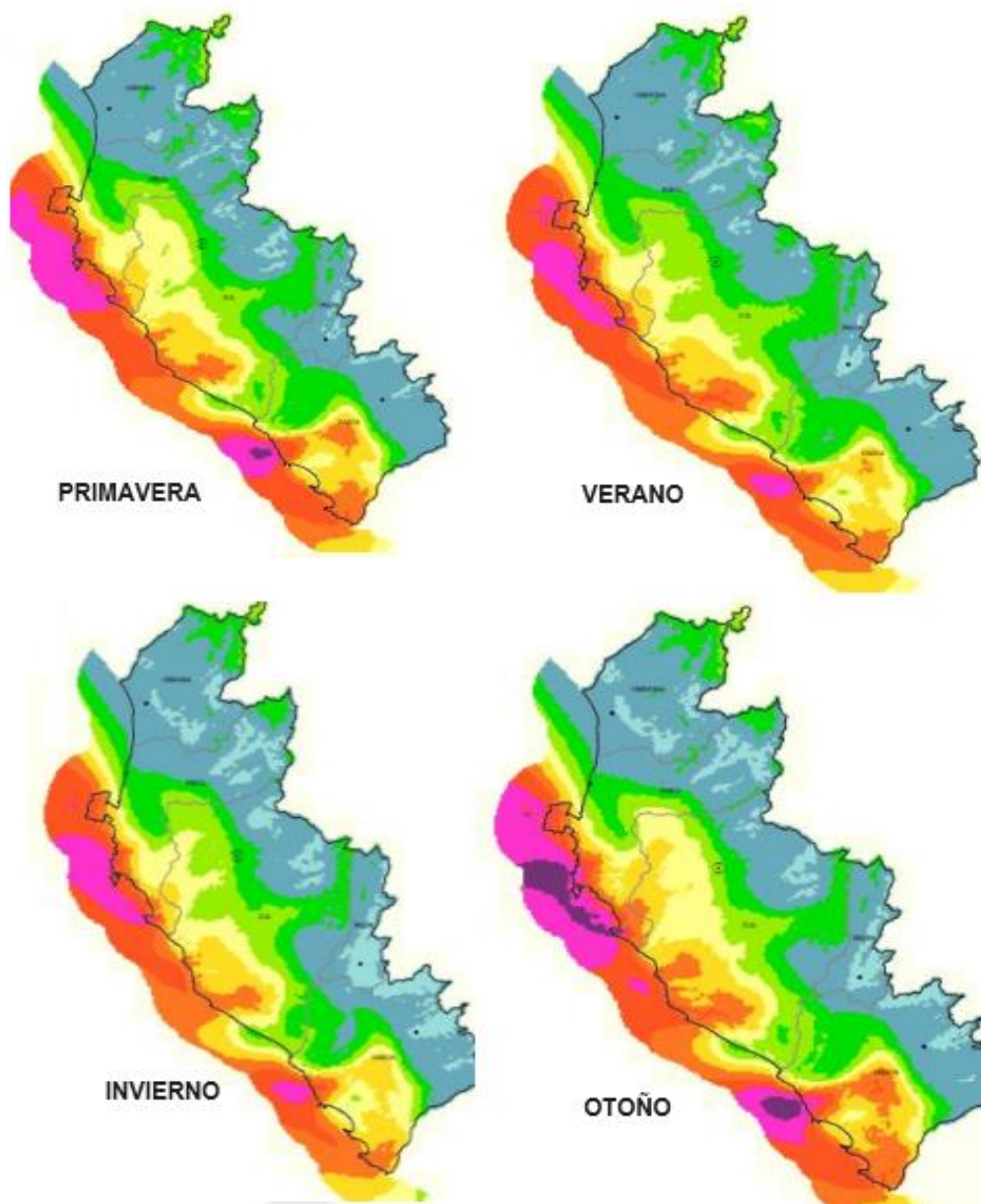


Fig. 12 Mapa eólico en las cuatro estaciones de la región Ica.

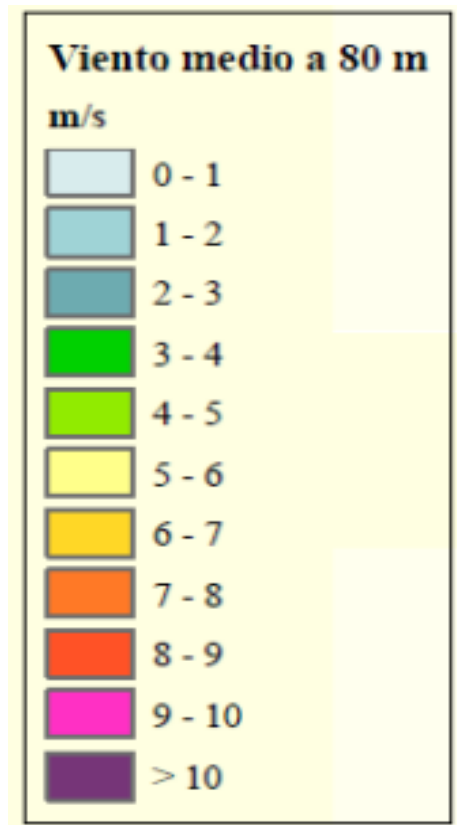


Fig. 13 Escala de medición del viento.

Los gráficos anteriores muestran la variación de la velocidad del viento observada en las regiones señaladas durante las distintas estaciones del año.

En lo que respecta al distrito de Paracas, se aprecia que la velocidad del viento en las zonas costeras oscila entre 8 y 10 m/s durante la mayor parte del año, pero supera los 10 m/s durante el invierno. En contraste, la región costa presenta velocidades de viento que oscilan entre 8 m/s y 9 m/s de manera constante en el transcurso del año. Teniendo en cuenta que el objetivo de esta investigación es evaluar la viabilidad de una central eléctrica en tierra, sólo se tendrán en cuenta las velocidades del viento en la zona costera, que son muy adecuadas para este fin. A esta región se le ha asignado una calificación de 5 puntos. En cuanto a Marcona, las velocidades medias del viento fluctúan entre 6 m/s y 7 m/s, superando ocasionalmente los 8 m/s a lo largo del año. Por lo tanto, se puede deducir que la velocidad del viento en esta región es muy favorable para la ejecución del proyecto. A esta región se le ha asignado una calificación de 4 puntos.

Marcona es una ciudad que ha experimentado un importante crecimiento comercial debido a sus extensas actividades de extracción de minerales en la región. Una de las actividades más significativas es la extracción masiva de mineral de hierro para el mercado mundial. En esta localidad trabaja el único fabricante de hierro de Perú, Shougang Hierro Perú. Según el

Ministerio de Energía y Minas, dicha empresa experimenta un crecimiento constante de su capacidad de producción debido a la presencia de ventajas comparativas dentro de la mina. Estas ventajas incluyen un notable aumento del contenido de hierro de 47% a 58%, una ubicación estratégica que permite el transporte eficiente del mineral a través de una cinta transportadora, importantes reservas probadas de hierro y el establecimiento de un puerto interno. Además, la empresa tiene previsto emprender una iniciativa de ampliación de la mina, junto con un proyecto de tratamiento de los subproductos producidos por la mina.

Actualmente, Paracas está experimentando un importante auge de la actividad inmobiliaria. La construcción y venta de pisos y condominios en esta zona comenzó hace cuatro años. Paracas se ha convertido en un destacado destino de inversión junto al mar, lo que ha provocado un aumento significativo del valor de los terrenos. Además, es importante tener en cuenta que la Reserva Natural de Paracas se encuentra dentro de este distrito en particular y tiene una extensión considerable. Paracas se considera un lugar adecuado para la ejecución de proyectos debido al reciente desarrollo inmobiliario en las inmediaciones y a la existencia de una reserva natural. Por consiguiente, se asigna una puntuación de 2 puntos a este elemento. Marcona es el distrito más extenso de la provincia de Nazca. Posee una importante extensión de terreno, parte del cual ha sido destinado a empresas mineras y proyectos de desarrollo de energía eléctrica. Además, esta zona está experimentando una importante expansión económica, lo que hace suponer que la ciudad también está experimentando un aumento de población. No obstante, debido a su gran extensión geográfica, habrá mucho terreno accesible. Por lo tanto, se puede afirmar que Marcona presenta atributos favorables en relación con este elemento concreto, lo que justifica la asignación de 3 puntos.

El distrito de Paracas se distingue por su relieve costero, árido y llano. Es una región desprovista de montañas, presentando características de velocidad constante. De acuerdo a esta descripción, Paracas tiene una clase de rugosidad de 1, lo que indica que el terreno es altamente apto para la ejecución del proyecto. La clasificación para este aspecto en esta ubicación es de 4 puntos. Por el contrario, la zona de Marcona tiene un perfil geográfico que es representativo del paisaje árido comúnmente visto a lo largo de la costa central y sur de Perú. La región abarca mesetas, pampas y colinas elevadas, con una variada gama de playas. En base a estos atributos, se puede inferir que Marcona está clasificado como un terreno de clase 1.5, lo que indica su idoneidad para la implementación del proyecto. Por ello, se le ha asignado una puntuación de 3 puntos en este aspecto.

Para valorar las alternativas recomendadas es necesario asignar pesos a las distintas variables geográficas. El grado de relevancia de cada elemento en la elección del emplazamiento viene determinado por el peso que se le asigna.

Los factores son:

- A. Disponibilidad de materia prima
- B. Cercanía a los clientes
- C. Disponibilidad de terreno
- D. Características geográficas del terreno (Rugosidad del terreno)
- E. Existencia de reservas naturales o parques nacionales cercanos

Tabla V Ponderación entre los distritos de Marcona y Paracas.

	A	B	C	D	E	Conteo	Pond.
A		1	1	1	1	4	33.3%
B	0		1	1	1	3	25.0%
C	0	0		1	1	2	16.7%
D	0	0	1		0	1	8.3%
E	0	0	1	1		2	16.7%
Total						12	100.0%

Tabla VI Ranking de factores entre los distritos de Marcona y Paracas.

Candidatos		Paracas		Marcona	
Factor	Peso	Calif.	Puntaj.	Calif.	Puntaj.
Materia Prima	33.3%	5	1.667	4	1.333
Mercado	25.0%	2	0.500	5	1.250
Disponibilidad de Terreno	16.7%	2	0.333	3	0.500
Rugosidad de Terreno	8.3%	4	0.333	3	0.250
Reservas Naturales	16.7%	1	0.167	4	0.667
Total			3.00		4.00

El distrito de Marcona, situado en la provincia de Nazca, en la zona de Ica, es el emplazamiento óptimo para la central eólica, según la clasificación de las variables. A continuación se muestra un mapa que ilustra la ubicación exacta de la fábrica.

3.3.2 Desarrollo del proceso productivo planta eólica

Se prevé que el mercado previsto para el proyecto consista en los proyectos mineros vecinos dentro de la región designada. En cuanto al distrito de Marcona, existe una empresa minera que opera actualmente en la región. Esta empresa ha expresado su intención de

ampliar sus operaciones, con una propuesta para crear una instalación de procesamiento de relaves y otro proyecto centrado en la explotación de minerales. Además, se ha determinado que existen otras dos iniciativas de generación de energía eólica en las proximidades. Por consiguiente, se prevé que una de estas iniciativas asuma la responsabilidad de suministrar energía a las empresas mineras situadas en la región. Por lo tanto, se determinó que las dimensiones de la central deberían ser comparables a las de los proyectos actuales. Por lo tanto, se determinó que la potencia de la central debería ser de 36,8 MW, en función de las necesidades del mercado.

La velocidad del viento es el principal recurso productivo de la energía eólica. La velocidad del viento en la ubicación seleccionada para la implantación del parque eólico varía entre 6 m/s y 8 m/s, de forma constante durante todo el año. Sin embargo, debido a la naturaleza renovable e ilimitada de la energía eólica, esta característica no impone ninguna limitación a la escala del proyecto.

El aparato elegido para este proyecto consiste en aerogeneradores horizontales de tres palas de Siemens, concretamente del tipo SWT-2.3-108, que tiene una potencia nominal de 2,3 MW. Además, se empleará una línea de transmisión subterránea para conectar el transformador, compuesta por cables conductores trifásicos y un cable de tierra. Es inminente la ejecución de una subestación eléctrica equipada con un transformador elevador para aumentar la tensión de 20 kV a 220 kV. Se prevé que el proyecto utilice dieciséis unidades del SWT-2.3-108. Sobre la base de los equipos disponibles, se prevé que la central posea una potencia de 36,8 MW.

El tamaño de la central se determinará en función de la relación tamaño-mercado. Dado que la electricidad es un recurso renovable, similar al aire, y que las distintas tecnologías tienen capacidades de generación variables, el mercado es el factor más influyente a la hora de determinar el tamaño de la central. Los aerogeneradores son el principal aparato empleado para generar energía eléctrica. Las dimensiones de la central dependen de la cantidad de aerogeneradores que se empleen, por lo que el tamaño de la central es de 36,8 MW.

El servicio consiste en la generación de energía eléctrica a través de una instalación eólica situada en la zona norte del distrito de Marcona, en la provincia de Nazca, departamento de Ica. La instalación tendría una capacidad total de 36,8 MW y constará de 16 torres de 79,5 metros de altura.

La electricidad producida se enviará al SEIN a través de una línea de transmisión de aproximadamente 32 kilómetros, que funcionará a una tensión de 220 kV. Esta línea de transmisión establecerá una conexión con la S.E. Central Parque Eólico Marcona.

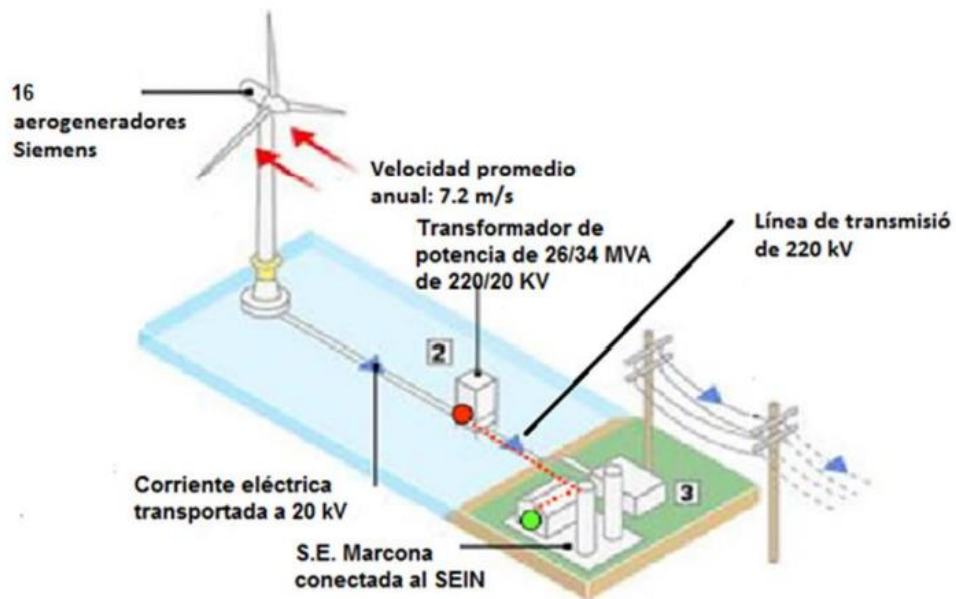


Fig. 14 Esquema simple planta eólica.

Junto con la actual S.E. Marcona. La figura 13 muestra una representación esquemática del parque eólico. La subestación se construirá en paralelo con el parque eólico para facilitar la evacuación de la energía generada una vez finalizada la construcción. La subestación estará equipada con un transformador de potencia de 26/38 MVA 220/20 KV que regula automáticamente la tensión cuando se aplica la carga.

El gráfico ilustra los distintos niveles de potencia generada por los aerogeneradores en función de la distancia vertical entre las torres. A la hora de seleccionar un aerogenerador, es esencial tener en cuenta aspectos como las necesidades energéticas, los recursos financieros del proyecto y la velocidad del viento en el lugar designado. Del mismo modo, al determinar la velocidad se tienen en cuenta otros elementos, como la topografía, la presencia de aerogeneradores y la influencia de los efectos estela o túnel.

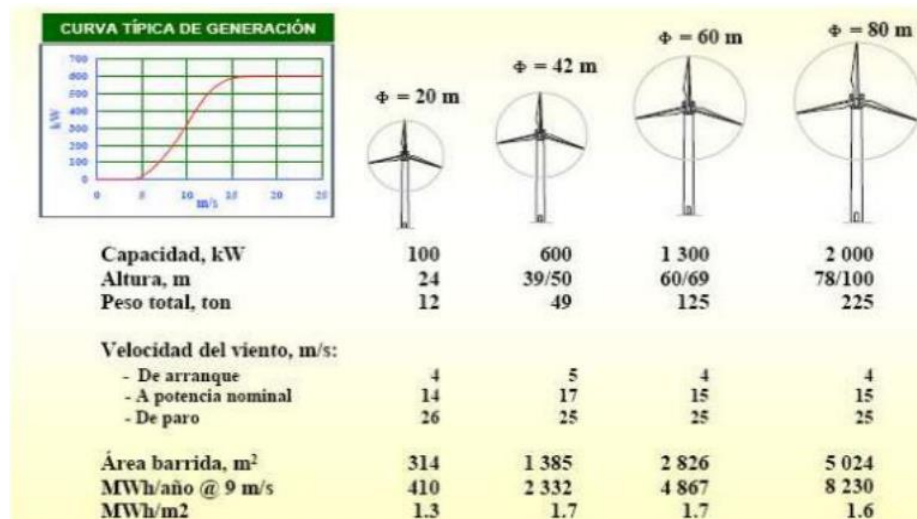


Fig. 15 Potencia generada según tipo aerogeneradores

El presente estudio pretende examinar las especificaciones de diseño de los aerogeneradores, que abarcan la determinación del tipo de eje y el número de palas. Además, el criterio de producción abarcará el gasto energético y la velocidad anual del viento.

Tipo de eje del aerogenerador: La selección de los ejes horizontales frente a los verticales se basó en el hecho de que las turbinas eólicas con ejes horizontales permiten un funcionamiento más eficiente de las hélices para la generación de energía. Estas máquinas también presentan otros inconvenientes, como el aprovechamiento de las velocidades del viento a bajo nivel del suelo, el rendimiento medio relativamente bajo de las máquinas de eje vertical en comparación con las horizontales, la ausencia de capacidad de autoarranque, la necesidad de cables tensores para fijarla y la necesidad de desmontar toda la máquina para sustituir el rodamiento.

Numero de palas del aerogenerador: Por lo general, no se utilizan aerogeneradores con igual número de palas, ya que pueden causar problemas de estabilidad en una máquina de estructura rígida. Debido a problemas de estabilidad similares a los de los aerogeneradores de dos palas, así como a consideraciones adicionales como el aumento de las emisiones sonoras y el estorbo visual, no se emplearán aerogeneradores de una sola pala. Por lo tanto, los aerogeneradores equipados con tres palas proporcionan una producción óptima tanto en situaciones de viento fuerte como débil, sin incurrir en costes suplementarios asociados al empleo de un mayor número de palas. Además, están muy extendidos en los grandes parques eólicos de todo el mundo.

Cantidad de energía a producir: Se generará una potencia nominal de 36 MW, lo que requerirá la utilización de enormes turbinas con una potencia real de 1,5 MW por turbina. El inicio de la fase operativa se produce con el impacto del viento sobre el rotor. Estos componentes abarcan tanto las palas como el buje. Cuando el viento incide sobre las palas,

induce un movimiento de rotación que se transmite al buje. Éste, a su vez, se conecta al eje de baja velocidad del aerogenerador, que transfiere la energía generada por el movimiento. El paso siguiente consiste en transferir la actividad a la góndola, donde el movimiento del eje de baja velocidad se potencia mediante la utilización de la multiplicadora. Este reductor aumenta la velocidad de rotación del rotor unas 50 veces. En consecuencia, el generador recibe una velocidad de rotación de aproximadamente 1.500 rpm a través del eje correspondiente. El generador se encarga de convertir la energía mecánica en energía eléctrica. La potencia de salida de una turbina eólica depende de los atributos técnicos específicos de la turbina considerada. El resto de elementos de la góndola se apoyan mutuamente, pero son necesarios. La unidad de refrigeración está equipada con un ventilador que se utiliza para refrigerar el generador eléctrico. Además, incluye un dispositivo de refrigeración de aceite empleado para refrigerar el aceite de la caja de engranajes. El controlador electrónico es un dispositivo informático que supervisa constantemente los parámetros operativos del aerogenerador y regula el mecanismo de orientación. En caso de avería, como el sobrecalentamiento de la multiplicadora o el generador, el aerogenerador se detiene inmediatamente y se transmite una señal al ordenador del operador de mantenimiento. El anemómetro y la veleta son equipos esenciales de medición del viento utilizados por el controlador del aerogenerador para controlar y orientar la turbina. Así, el controlador electrónico activa la turbina eólica cuando la velocidad del viento alcanza unos 3 m/s, y cesa su funcionamiento cuando esta velocidad supera los 25 m/s, con el fin de salvaguardar la turbina y su entorno. El controlador electrónico utiliza los datos de las veleta para iniciar la rotación a barlovento del aerogenerador mediante la aplicación del mecanismo de guiñada. En caso de fallo del freno aerodinámico o durante el mantenimiento de la turbina, el eje de alta velocidad está equipado con un freno de disco mecánico de emergencia.

Desde el aerogenerador hasta el regulador de carga de las baterías, los cables desempeñan un papel importante para facilitar la transmisión de electricidad trifásica y alterna. Este dispositivo supervisa continuamente el estado de las baterías y, si detecta una cantidad excesiva de energía, interrumpe el flujo y la libera en forma de calor. En ausencia de demanda excesiva, la energía se asigna a las baterías, que asumen la responsabilidad del almacenamiento de energía. Posteriormente, la corriente eléctrica se dirige hacia un transformador, que asume la tarea de convertir la energía de 20 kV a 220 kV. El flujo de electricidad es facilitado por un rectificador, que convierte la energía alterna en corriente continua. Posteriormente, la corriente continua rectificadora se envía a través de un inversor, que regula el flujo de corriente y la convierte en energía alterna trifurcada. Mientras que un contador se emplea para medir la electricidad generada en el parque eólico, un filtro se

encarga de purificar y alterar la onda sinusoidal de la corriente alterna. A través de una línea de transmisión de 32 kilómetros, la corriente se distribuye al SEIN de Marcona.

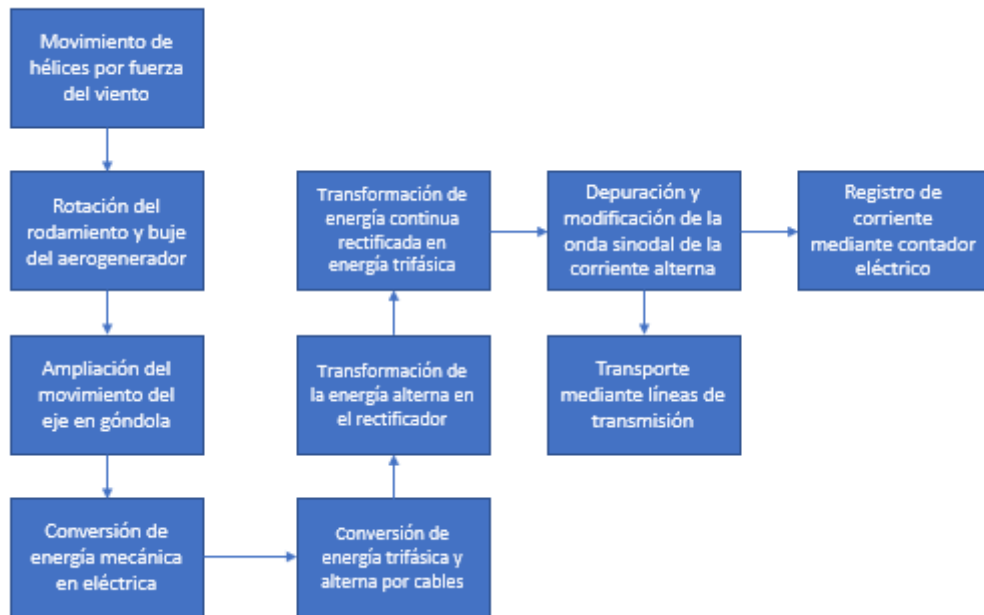


Fig. 16 Flujograma del proceso de planta eólica propuesta

3.3.3 Equipos y componentes para planta eólica

La selección de la turbina eólica y otros equipos necesarios para la generación de energía eólica debe poseer los atributos siguientes: Los aerogeneradores están diseñados para alcanzar altas velocidades de viento y tienen una altura superior a 80 metros. Son horizontales de tres palas y forma de barlovento, con torres tubulares. Estas turbinas tienen una potencia media de más de 2 MW y funcionan a velocidades medias de 8 m/s.

No obstante, existe una plétora de alternativas dentro del sector, que abarcan diversas capacidades y tipos. Para determinar qué modelo elegir, es esencial evaluar el consumo total de energía superior a 35 KW. Basándose en los criterios mencionados, el parque eólico estará equipado con aerogeneradores Siemens modelo SWT-108, cada uno con un diámetro de pala de 108 m. Estas turbinas se colocarán a una altura aproximada de 80 m y tienen una capacidad nominal de 2,3 MW. Por consiguiente, la potencia total del parque eólico ascenderá a 36,8 MW. Conservando la potencia instalada, se prevé superar el compromiso energético inicial de 35 MW.

Una línea eléctrica de distribución de corriente alterna trifásica de un solo circuito constituye la estructura fundamental del sistema de transmisión eléctrica. Los aerogeneradores, un total de 16, tendrán una tensión nominal de 0,69 KV y estarán organizados en tres bloques interconectados. Posteriormente, cada uno de estos bloques

estará conectado a la subestación eléctrica de la central a un nivel de tensión de 20 KV a través de tres circuitos. La subestación estará equipada con un transformador de 20/220 KV, que se conectará a la central eléctrica preexistente de Marcona mediante una red de 32 kilómetros.

Aerogenerador

El generador SWT-108 8, con una potencia de 2,3 MW, es del tipo asíncrono DD PM y funciona a una velocidad de rotación de 600 a 1800 rpm. La tensión del dispositivo es de 690 V, la frecuencia de red es de 60 Hz, el factor de potencia es de 0,9 cap - 0,9 ind, y tiene una clase de protección IP 54. El convertidor de frecuencia del dispositivo tiene un funcionamiento de convertidor 4Q Full Scale, emplea un tipo de conmutación PW M y funciona a frecuencias de conmutación de 1.250/2.500 Hz. La turbina tiene una potencia nominal de 2.300 kW, una velocidad de conexión de 3 a 4 metros por segundo y una velocidad nominal del viento de 11 a 12 metros por segundo. El rotor del aparato consta de tres palas, colocadas a favor del viento, con un diámetro de 105,2 m, una superficie barrida de 8.675 m² y un rango de velocidades que va de 6 a 16 rpm. Las palas tienen una longitud de 52,6 metros y están construidas con resina epoxi reforzada con fibra de vidrio. Según Siemens (2009), el dispositivo está equipado con una caja de engranajes planetaria/hélice de tres etapas que funciona a una relación de 1:91. Además, la torre del dispositivo tiene forma cilíndrica y/o cónica tubular, con una altura de buje de 80 m.



Fig. 17 Generador eólico SWT-108

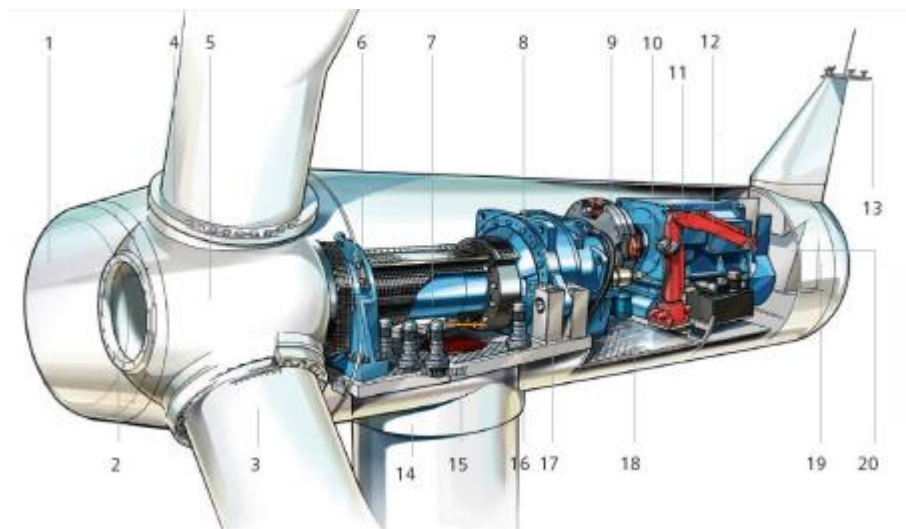


Fig. 18 Interior de góndola del generador eólico SWT-108

Componentes

Rotor:

1. Carenado (nariz): es una cubierta frontal en forma de cono que sirve para desviar el viento hacia el tren motor y mejorar la ventilación en el interior, eliminar turbulencia indeseable en el centro frontal del rotor y mejorar el aspecto estético.
2. Soporte de carenado.
3. Palas: Transmiten la potencia del viento hacia el buje.
4. Soporte Pitch: Su función es unir las palas con el buje y que es de carácter giratorio para mantener las palas en dirección al viento.
5. Bujes: Centro del rotor donde se encastran las palas y mediante el cual la potencia captada por el rotor se transmite al eje principal. La estructura es de forma cilíndrica, metálica y hueca que se construye en base a una fundición de acero nodular.

Góndola:

6. Soporte principal: Se encarga de unir la turbina eólica con el eje principal.
7. Eje principal: es aquel que tiene que sostener al rotor y es el encargado de transmitir el par de giro a la caja de cambios.
8. Caja de cambios: Sistema mecánico encargada de elevar la velocidad de giro del sistema mediante un conjunto de engranajes comunica al eje arrastrado o de salida una velocidad de giro mayor que la del eje motor o de entrada, desde la velocidad de la turbina a la velocidad del generador.

9. Freno del disco: Se aplica después que la velocidad de rotación del rotor se reduce considerablemente, y por consecuencia, el par motriz es mucho menor. Es utilizado para efectuar el paro forzado (medio principal de frenado).
10. Acoplador
11. Generador: Encargado de producir electricidad haciendo mover el eje de este rápidamente. Se encarga de transformar energía mecánica del movimiento del rotor en energía eléctrica
12. Servicio de grúa
13. Sensores meteorológicos
14. Tower Torre: Estructura que sostiene y soporta el peso del aerogenerador
15. Anillo giratorio
16. Engranaje giratorio: Hace girar la góndola gire horizontalmente en dirección del viento.
17. Base de Nacelle
18. Filtro de aceite
19. Góndola: Es la estructura donde se ubican los principales componentes mecánicos del aerogenerador
20. Veleta-Anemómetro: la veleta mide la dirección del viento, envía señales al controlador electrónico de forma que hace girar el aerogenerador en contra del viento utilizando el mecanismo de orientación. Por otro lado el anemómetro es un sensor que indica la velocidad del viento

Línea de transmisión

El sistema de transmisión se compone de cables conductores organizados en dos grupos, cada uno de los cuales consta de tres fases. Cada grupo forma un circuito, que facilita el transporte de energía. Adicionalmente, la estructura está equipada con soportes que hacen eficazmente las fases del suelo y entre sí. Los pilares tienen una altura de 37 metros y están contruidos con puntas de flecha laminadas y galvanizadas. A través de tornillos galvanizados, estos perfiles se unen y son extremadamente resistentes a los agentes atmosféricos. Las actividades del proyecto influyen directamente en la zona de la subestación, que tiene una superficie aproximada de 5.000 m².

Línea de Interconexión eléctrica en 220 kV

La configuración fundamental de una línea eléctrica consta de cables conductores, organizados en dos conjuntos de tres fases, cada uno de los cuales forma un circuito que facilita la transmisión de energía. Además, existen soportes que sostienen las fases, asegurando su separación tanto del suelo como entre sí. La línea de interconexión se compone de cables conductores dispuestos en tres fases por circuito, facilitando la transmisión de energía eléctrica entre subestaciones. Además, incluye soportes que ayudan a mantener la separación de las fases entre sí y del suelo.

Estructuras de la línea

Las estructuras utilizadas consisten en torres de celosía de acero galvanizado, que tienen una altura de unos 37 metros. Estas torres se construyen utilizando secciones angulares laminadas y galvanizadas que se interconectan mediante pernos galvanizados. Los pernos galvanizados se emplean por su excepcional resistencia a los efectos de los agentes atmosféricos. Los soportes se apoyan en patas distintas, de modo que cada pata tiene su propia cimentación independiente. El enfoque predominante suele consistir en el uso de hormigón sólido como sistema principal, reservándose las rejillas metálicas para situaciones en las que la gravedad de los esfuerzos requiera su aplicación.

Hilos conductores

El circuito de la línea tiene tres fases, cada una con un conductor solitario. Los conductores están fijados en disposición de "triángulo" sobre el soporte, con una distancia predeterminada de 5,7 metros entre cada fase. Las distancias se calculan en función de la mayor desviación. Los conductores son alambres trenzados de aluminio y acero. Dos tipos distintos de cables se colocan estratégicamente en las partes más altas de los apoyos de la línea de transmisión. El objetivo principal de estos dispositivos es proteger la línea de transmisión de los efectos perjudiciales de los contaminantes atmosféricos. Según Fiallos y Asociados (2011), estos cables sirven de pararrayos en condiciones de tormenta, limitando así el descenso de la corriente eléctrica sobre los conductores y evitando, por tanto, averías en la subestación e interrupciones en el flujo de corriente.

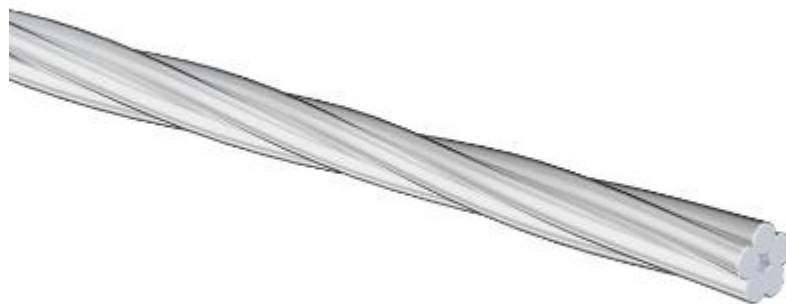


Fig. 19 Cable desnudo de aleación de aluminio

Aisladores

Para garantizar el aislamiento y la separación fija de los cables, éstos se fijan a los soportes mediante aisladores. Estos aisladores sirven para fijar los conductores y mantenerlos a una distancia segura de la torre. Los aisladores poliméricos constan de un núcleo de fibra de vidrio reforzado con resina epoxi de dureza excepcional. Esta resina es resistente a los ácidos y, en consecuencia, a la rotura frágil. El núcleo tiene forma cilíndrica y está específicamente diseñado para soportar las tensiones causadas por la carga mecánica.



Fig. 20 Aisladores poliméricos

Sub estación elevadora 220 KV

Una subestación es un conjunto de equipos utilizados para manipular, proteger, medir, regular y controlar sistemas eléctricos. Se denomina comúnmente aparamenta y edificios de control, que sirven para establecer conexiones y facilitar transformaciones. La aparamenta eléctrica y las estructuras pueden identificarse como dos secciones distintas. Los equipos eléctricos de la zona exterior están dispuestos de forma sistemática, con cada aparamenta separada por vías que tienen dimensiones normalizadas y dependen del nivel de tensión. Según Fiallos y Asociados (2011), los componentes de los centros de transformación elevadores en parques eólicos son los siguientes.

Barras colectoras

Las barras colectoras son un conjunto de cables eléctricos empleados para interconectar los diversos circuitos de una subestación. Las barras colectoras pueden servir como conexiones o derivaciones para diversos circuitos, incluidos generadores, líneas de transmisión, bancos de transformadores, bancos de tierra y otros componentes relacionados. Una subestación puede tener muchos conjuntos de barras colectoras que disponen diferentes circuitos.



Fig. 21 Barras colectoras

Interruptores

Los disyuntores son dispositivos eléctricos diseñados para interrumpir circuitos eléctricos cuando están bajo carga. Cumplen la doble función de facilitar la "puesta en servicio" o "puesta fuera de servicio" de un circuito eléctrico y proteger el sistema contra los efectos perjudiciales de las corrientes de cortocircuito, los fallos a tierra y los cortocircuitos entre fases.



Fig. 22 Interruptor de potencia

Transformadores elevadores

El transformador se suministrará y transportará con un llenado inicial de aceite, poseyendo una potencia de salida de 40 MVA y una relación de conversión que oscila entre 20 KV y 220 KV. El aceite extraído de las piezas retiradas para el transporte se transportará en barriles en cantidad suficiente para restablecer el volumen de aceite reducido del transformador y compensar las pérdidas que puedan producirse durante el procesamiento posterior en el lugar.



Fig. 23 Transformador elevador de potencia

Seccionadores

Los seccionadores deslizantes se emplean para facilitar la reducción de las corrientes capacitivas que surgen durante las operaciones de acoplamiento de varios componentes dentro de un sistema eléctrico. Para mejorar la eficiencia operativa en varios puntos del sistema, los componentes activos se colocan estratégicamente dentro de recintos distintos, minimizando así la aparición de uniones embridadas.

Transformadores de instrumento de tensión y de intensidad

La apartamenta emplea ahora transformadores trifásicos y de tipo embarrado, con núcleo anular y bobinado secundario de tipo toroidal. Los núcleos están fijados a la envolvente metálica, que se encuentra fuera de la envolvente que alberga el gas SF6. Están aislados de la zona de alta tensión por un blindaje cilíndrico. Los componentes del transformador de tensión inductivo están encerrados en una envolvente de aluminio fundido, que crea un compartimento de gas distinto de los demás. Este compartimento está separado por un aislante cónico.

Auto válvulas

Los pararrayos, también conocidos como autoválvulas, son cerrados y tienen una tensión reducida a la que liberan electricidad en comparación con los tradicionales. Esto se debe a que están libres de contaminación y se conectan directamente al dispositivo de corte. El descargador situado a la entrada de la red puede ser convencional o aislado en SF₆ cuando la conexión se establece a través de una línea aérea. Se recomienda incorporar el descargador dentro de la envolvente de la subestación blindada cuando ésta se conecta a través de un cable de alta tensión.

Estructuras de soporte de barras y aparamenta

La estructura de barras del tipo enrejado es una configuración estructural que se basa en la relación tensión-compresión de cada componente individual. Para lograr este objetivo, los componentes no tienen impedimentos inmediatos para girar en relación con los eslabones, por lo que son incapaces de ejercer un par que actúe como resistencia. El concepto se basa en la idea de triangulación, que establece que las fuerzas que actúan sobre las barras son nulas dentro de un triángulo. No obstante, en la práctica, las barras integrales sirven para atenuar el pandeo por compresión de los componentes.



Fig. 24 Estructura de barra línea de transmisión

Planta de emergencia, banco de baterías y cargadores

Si la importancia de la subestación lo requiere, puede ser ventajoso utilizar un generador de emergencia para abordar ciertas circunstancias que puedan surgir. Este grupo no proporcionará

asistencia completa, sino que simplemente proveerá los recursos necesarios para garantizar el funcionamiento de líneas, transformadores y otros servicios críticos

Red de blindaje y red de tierras

La protección de las bahías de intemperie contra descargas atmosféricas deberá realizarse mediante la instalación de hilos de guardia. La altura de las puntinas para protección de la aparamenta de bahías se calculará a partir del ángulo de cobertura mediante alguno de los métodos de cálculo 91 convencionales. La red de tierra, por estar enterrada, forma un elemento galvánico con los otros conductores o elementos metálicos con los que está en contacto (Fiallos y Asociados, 2011).



Fig. 25 Malla y red de puesta a tierra.

Edificios para sistemas de control, protección, medición y comunicación

Proporcionar facilidades de acceso para facilitar la ejecución de las tareas de mantenimiento de los equipos presentes. Deben tener en cuenta si la instalación está "atendida" o "desatendida". En el contexto del diseño de edificios de control centralizado, es imperativo adherirse al principio de segregar varios equipos en locales distintos, incluyendo salas de control, locales de equipos de comunicación, locales de equipos de baterías y cargadores, y locales de equipos de control y protección (Fiallos y Asociados, 2011).

3.3.4 Dimensionamiento y cálculos de planta eólica

Calculo de la potencia efectiva

“La potencia disponible en el viento depende de su energía cinética, es decir de la velocidad del mismo. Esta dependencia no es proporcional sino cúbica. Así un viento con un triple de velocidad

que otro, contendrá, no tres, sino veintisiete veces más potencia disponible”. (Méndez y Rodríguez, 2012, p. 48)

“Existen 2 factores que determinan la producción energética de los aerogeneradores: los recursos eólicos existentes en el parque y las características de la maquinaria a utilizar. Más aún, el rendimiento de los aerogeneradores del parque eólico depende de dos parámetros fundamentales: velocidad del viento y en diámetro de su hélice”. (Sánchez 105, 2004)

Basándose en la información proporcionada y considerando las ecuaciones para el volumen barrido por el viento, el flujo másico de aire y la energía cinética en el aire, se deriva la siguiente formulación. Los detalles específicos de esta formulación pueden encontrarse en el apéndice.

$$P = CP \left(\frac{\rho}{2} \right) (\pi) \left(\frac{D^2}{4} \right) (V^3)$$

CP: Coeficiente de potencia del aerogenerador

p: densidad del aire

D: Diámetro de las hélices

V: Promedio anual de velocidades de viento

Se espera que el coeficiente de potencia Cp alcance su valor máximo de aproximadamente 0,593, calculado como 16/27. Según la Ley de Betz, formulada por el científico alemán Albert Betz en 1919, un aerogenerador equipado con un rotor en forma de disco tiene capacidad para captar hasta el 59% de la energía eólica que lo atraviesa.

Para los tipos de aerogeneradores SWT - 2.3 - 108 de Siemens, las pérdidas del rotor hacen que las turbinas actuales se muevan con valores de Cp en torno a 0,5378 en el caso de los aerogeneradores tripala de eje horizontal. Las condiciones experimentales incluían una densidad de 1.099 kg/m³, un diámetro de rotor de 108 m y una velocidad media del viento de 8,42 m/s.

Por lo tanto, procederemos a sustituir el valor en la fórmula de la siguiente manera:

$$P = 0.5378 * \left(\frac{1.09900}{2} \right) * \left(\frac{\pi}{4} \right) * (108^2) * (8.42^3) = 1.6161 \text{ MW}$$

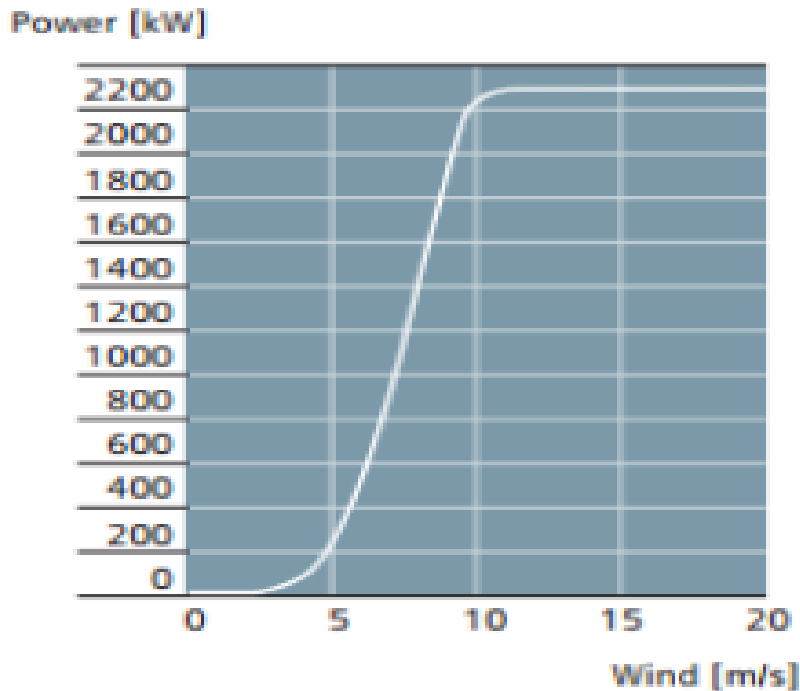


Fig. 26 Curva de potencia de aerogenerador Siemens SWT-2.3-108

Para multiplicar esta cifra es necesario el factor de utilización, que se calcula dividiendo la energía anual generada por cada turbina por la energía que generaría si trabajara a su potencia nominal durante las 8760 horas de un año. En los parques eólicos, es habitual adoptar un valor estándar del 35%. Según Méndez y Rodríguez (2012), este valor engloba diversos factores que pueden afectar a las operaciones de producción de energía. Entre estos factores se encuentran las interrupciones provocadas por las labores de mantenimiento de los aerogeneradores (90%), la disponibilidad (98%), la presencia de suciedad en las palas (99,5%), la histéresis del viento derivada de las paradas y arranques automáticos de las máquinas (99,8%), las pérdidas eléctricas en el parque (97%), el mantenimiento de la subestación (99,7%) y las pérdidas de producción por efecto estela (97%). Además, el valor tiene en cuenta la influencia de la topografía, la rugosidad y las turbulencias. Sin embargo, se ha decidido que el factor que se utilizará para el proyecto actual es del 47,89%.

$$P = 2.3 * 0.4789 = 1.1015 \text{ W}$$

Entonces se tendría que la energía anual producida por cada aerogenerador anualmente sería de 1.1015 MW.

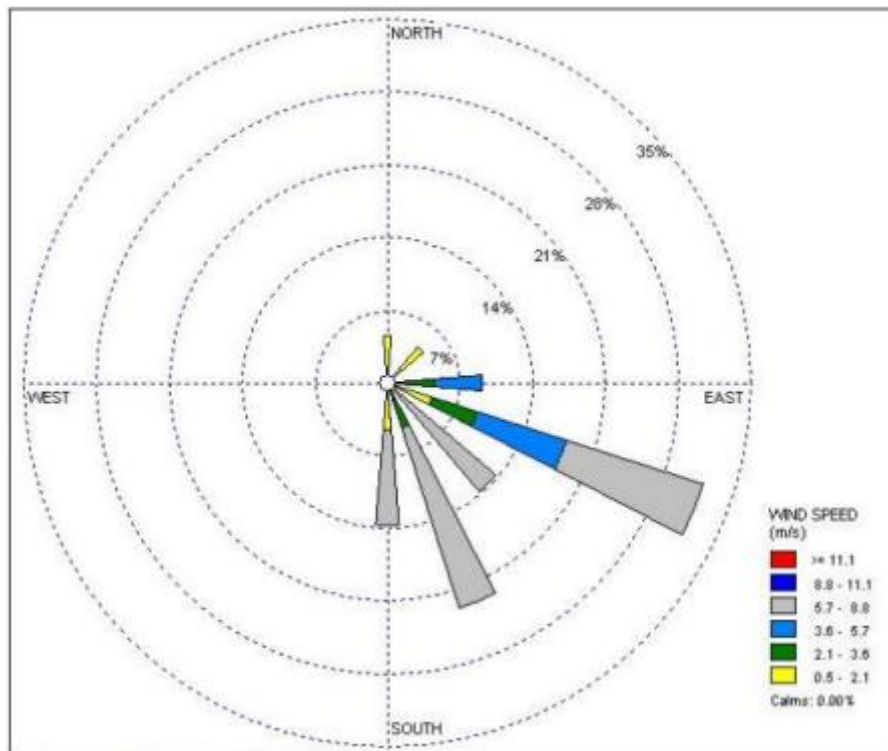


Fig. 27 Rosa de los vientos del parque eólico Tres hermanas, Marcona

La distribución de Weibull se considera el modelo más adecuado para caracterizar el comportamiento del viento. El aspecto crucial consiste en determinar los parámetros que se emplearán para determinar el comportamiento de la curva. La distribución de Weibull requiere la estimación de dos parámetros: el parámetro de forma (k) y el parámetro de escala (C). Para conocer estas características, se utilizaron los datos proporcionados por ADINELSA S.A.(2012), empresa encargada de la supervisión de la infraestructura eléctrica en Perú. Su estudio se centró en la provincia de Marcona y arrojó los siguientes valores proyectados para estos parámetros.

Parámetro de forma (k) = 1.92

Parámetro de escala (C)= 9.03 m/s

Utilizando el programa de cálculo de gráfica de distribución del viento provisto por la organización Windpower en su página web. Se logró determinar la curva de distribución del viento en la zona de Marcona, la que se muestra en la figura 24.

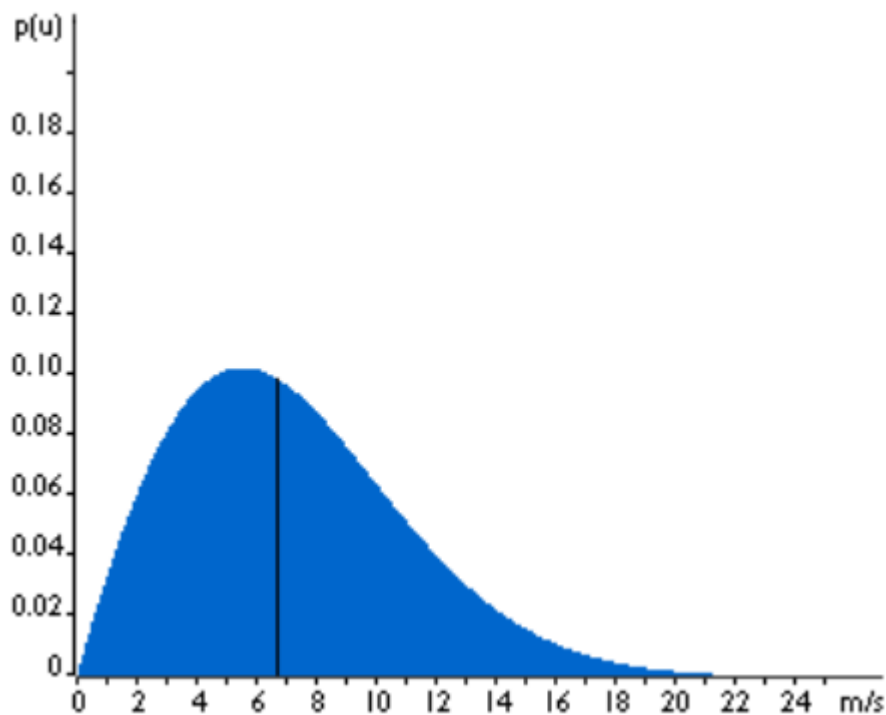


Fig. 28 Distribución Weibull de vientos en el distrito de Marcona.

Utilizando el programa de cálculo de gráfica de distribución del viento provisto por la organización Windpower en su página web. Se logró determinar la curva de distribución del viento en la zona de Marcona, la que se muestra en la figura 24.

Escala $A = 8.12000000000001$

Forma $K = 1.92$

Media = 7.2

Mediana = 6.7

La representación gráfica facilita el examen de los valores que estarán representados por la mediana y la media dentro de esta distribución. Así, el valor mediano será 6,7 m/s, lo que indica que representa el valor medio entre los valores. En otras palabras, la mitad de las veces, el valor mediano será igual a este número. Otro dato es la media, que tiene un valor de 7,2 m/s. La media es mayor que la mediana debido a la aparición de valores extremos de viento poco comunes, como vientos con una velocidad de 18 m/s. Cuando estos valores de viento extremo se unen a los datos promediados, el valor medio aumenta.

Densidad de la potencia

Como ya se ha mencionado, la potencia del viento es directamente proporcional al cubo de su velocidad y también se ve influida por la densidad del aire en el lugar. Por lo tanto, en el caso de que un lugar determinado presente una densidad del aire distinta, la densidad de potencia accesible puede determinarse multiplicando la potencia asociada a cada velocidad del viento por la probabilidad de que se produzca cada velocidad. La distribución de la potencia eólica disponible vendrá determinada por una curva desplazada hacia las velocidades de viento más altas. Esto se debe a que, con iguales probabilidades de ocurrencia entre velocidades altas y bajas, el impacto de las velocidades altas en la potencia es significativamente mayor que el de las velocidades bajas. Esto se debe a la relación cúbica entre potencia y velocidad del viento. Aunque es cierto que los aerogeneradores no generan energía más allá de velocidades de 4 m/s y no más allá de 25 m/s, la cantidad de electricidad que se pierde en ambos escenarios es significativamente mayor en comparación con los aerogeneradores pequeños. En ambos casos, la cantidad de electricidad desperdiciada es poca. Al considerar la implantación del parque eólico, se observa que la velocidad media anual es de 7,22 m/s. Al multiplicar esta velocidad por la probabilidad de ocurrencia, el valor resultante es de 8,43 m/s. Además, el valor medio de densidad de potencia asociado al parque eólico se estima en 343,24 W/m².

Traducción realizada con la versión gratuita del traductor DeepL.com

De hecho, ya se realizó un estudio sobre la densidad promedio en la zona realizado por el Ministerio de Energía y Minas en el 2008. Cabe resaltar que los valores tienen un promedio parecido al valor hallado en base a la fórmula. Dando como resultado el siguiente mapa de densidad de potencia

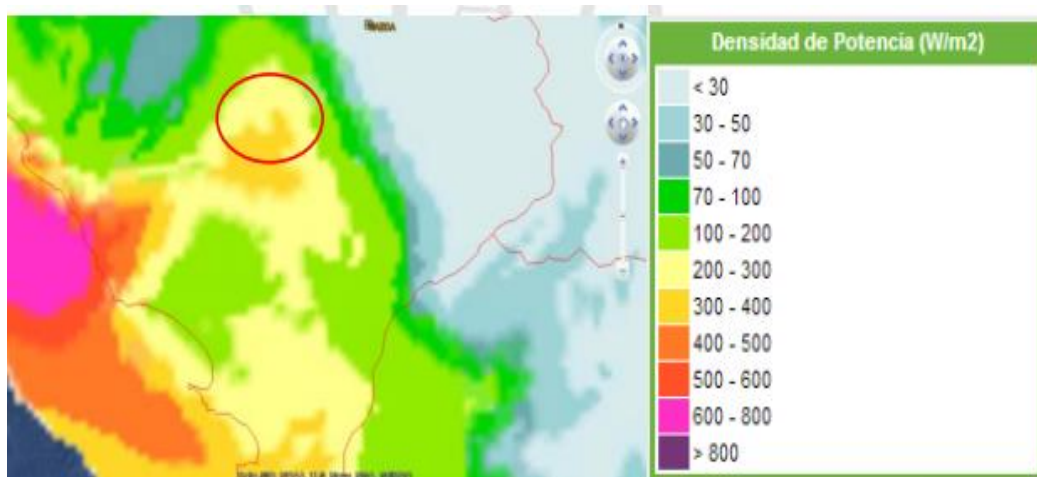


Fig. 29 Mapa de densidad de potencia en el distrito de Marcona

La presencia de pequeñas colinas y crestas dentro del entorno desértico facilita la capacidad del fluido para alcanzar mayores velocidades. Esto se debe a que las colinas presentan sistemáticamente mayores velocidades del viento en comparación con las regiones adyacentes. La compresión del viento en el lado de sotavento de la montaña provoca su posterior expansión al llegar a la cima de la colina, ya que cae en la zona de baja presión del lado de sotavento.

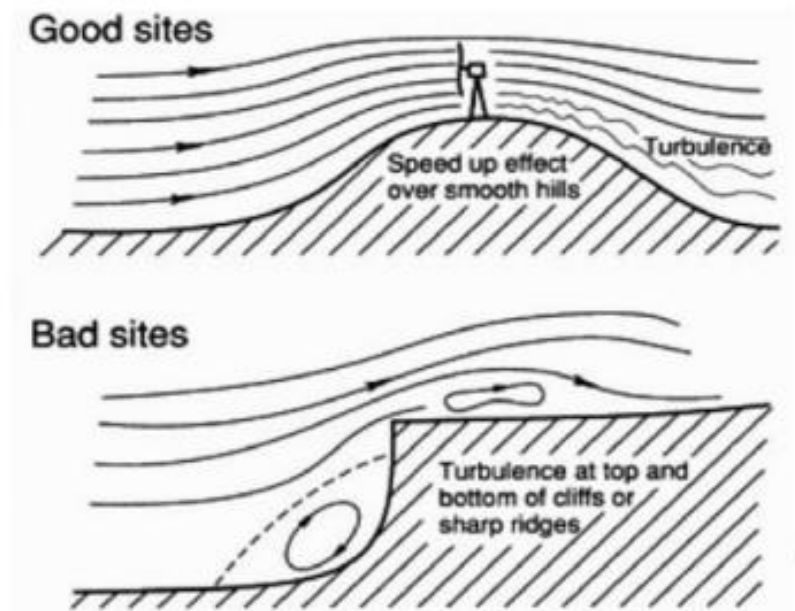


Fig. 30 Efecto colina de los vientos

Como se ve en la ilustración, el viento muestra una inclinación gradual antes de llegar a la colina, debido a la considerable extensión de la zona de alta presión delante de la colina. Cabe señalar que el viento presenta un grado significativo de irregularidad mientras atraviesa el rotor del aerogenerador. Al igual que en los casos anteriores, si la colina está inclinada o tiene una textura gruesa, puede haber un grado sustancial de turbulencia, anulando así el beneficio del aumento de la velocidad del viento.

Rugosidad y cizallamiento

Otra característica que merece ser analizada es el nivel de rugosidad del terreno, que no supone un obstáculo significativo para el desarrollo de la distribución. Esto se debe a que el área de efecto del proyecto se ubica en el desierto de Ica, donde no existen barreras significativas. Desde una perspectiva estricta, el parámetro de rugosidad asociado a este proyecto puede aproximarse como $z=0,03$.

Este número se utiliza para determinar la cizalladura del viento, que se describe como la desaceleración de la velocidad del viento a medida que la altura se aproxima al suelo, resultante directamente de la rugosidad. La desaceleración puede medirse mediante la siguiente ecuación.

$$V = V_0 * \ln\left(\frac{h}{h_1}\right) / \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)$$

Para conocer este parámetro, es necesario obtener primero la velocidad del viento (V_0) a una altura determinada (h_0). En el escenario actual, la velocidad media del viento a una altura de 80 metros es de 8,42 metros por segundo.

La variable (v) representa la velocidad del viento a una altura determinada (h) sobre el nivel del suelo, mientras que (h_1) representa el valor de la longitud de la rugosidad en la dirección del viento. En este caso, buscamos una distancia vertical de 79,5 metros, que corresponde a la distancia vertical del tipo de generador alternativo.

$$V = 8.42 \text{ m/s} * \ln\left(\frac{79.5}{0.03}\right) / \ln\left(\frac{80}{0.03}\right)$$

$$V = 8.41 \text{ m/s}$$

Como se observa el cizallamiento no afecta en mayor medida la velocidad a 80 m y a 79.5 m. Así para este proyecto la velocidad de cálculo que se usará será de 8.42 m/s

Calculo del numero de aerogeneradores

El número de aerogeneradores que se utilizarán en un parque eólico se calculará en función de la potencia instalada, se examina una potencia instalada de 35 MW, considerando además la presencia de proyectos eólicos adicionales en las proximidades. La potencia de cada aerogenerador es de 2,3 MW, concretamente del tipo Siemens SWT - 2.3 - 108. El número de aerogeneradores necesarios para este proyecto se determina dividiendo la potencia necesaria por la potencia de cada aerogenerador, lo que da un total de 16 aerogeneradores. La potencia anual acumulada generada por los aerogeneradores, suponiendo un factor de utilización del 47,89%, ascendería a 17,62 MW.

Tabla VII Producción energética del parque eólico.

Tipo de Producción	Producción (MWh/año)
Producción anual bruta por aerogenerador	10,622
Producción anual bruta del parque	169,956
Producción anual neta del parque	154,660

Tabla VIII Tipo de pérdidas del parque eólico.

Tipo de Pérdida	Porcentaje
Pérdidas eléctricas	3%
Pérdidas estelas del parque	3%
Pérdidas de disponibilidad	2%
Otras pérdidas	1%
Total	9%

Tabla IX Porcentaje de utilización capacidad instalada hasta el 2035

Año	2022-2035
Capacidad disponible	154375
Capacidad instalada	322368
% de Utilización	47.89%

Como se observa, el porcentaje resultante es de 47,89%, y ese porcentaje se mantendría así hasta el 2035.

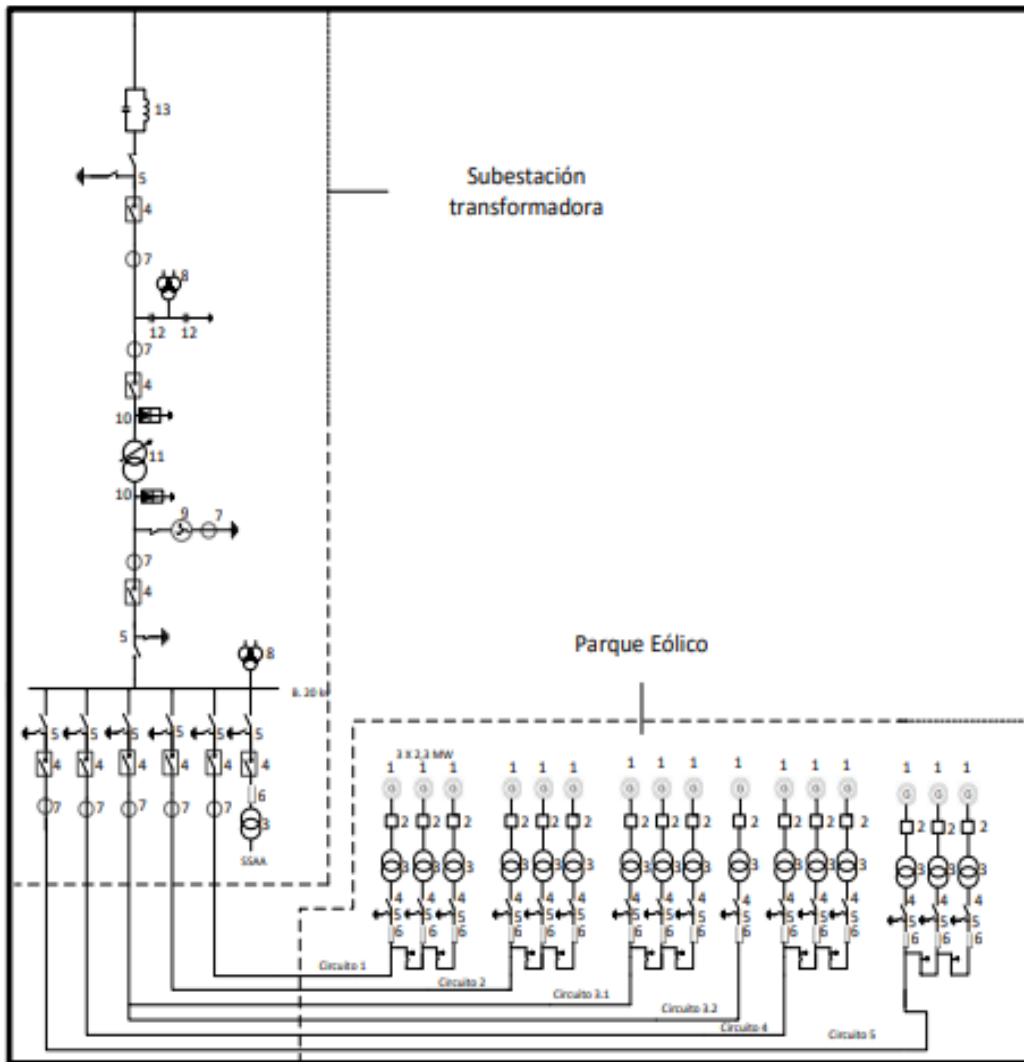


Fig. 31 Diagrama unifilar del parque eólico

- 1: Aerogenerador
- 2: Switch control
- 3: Transformador 20/0.1 kV
- 4: Interruptor de potencia
- 5: Seccionador con conexión a tierra
- 6: Fusible
- 7: Transformador de corriente
- 8: Transformador de tensión (medidor de voltaje)
- 9: Transformador de triangulo a estrella
- 10: Pararrayo
- 11: Transformador de potencia 220+/-10x1%/20kV 24/43 MVA YNd11
- 12: Condensador

13: Sistema identificador de onda sonora

“Un parque eólico consta de muchas turbinas todas ellas interconectadas a la red eléctrica, a la que aportan de manera individual. Pero dado el emplazamiento de un parque por sus buenos vientos tanto en intensidad como en frecuencia, se distribuye las turbinas en función a ciertas características como la rugosidad del terreno, la velocidad de viento predominante, la altura de la torre, el diámetro del área de la turbina, entre otros factores.” (Mirez Tarrillo, 2002) La figura muestra un espaciamiento óptimo entre turbinas, pero son las particularidades de viento y geográficas del emplazamiento los que definen a que distancia colocar.

El viento sufre una reducción de presión y una expansión al pasar por la turbina, ya que transfiere una parte de su energía a ésta. Posteriormente, el viento que no ha entrado en contacto con la turbina sufre una compresión, lo que provoca la fusión de la estela de baja presión del viento con la presión ambiente circundante. En estas circunstancias, el viento puede volver a pasar por una turbina eólica posterior. La disposición del parque eólico, como ya se ha dicho, dependerá de factores como la dirección del viento, los factores geográficos (que afectan a la rugosidad), el espacio disponible, las fluctuaciones del viento, las dimensiones del aerogenerador y otras variables pertinentes.

El parque tiene tanto sierra como pampa dentro de su región de impacto. La decisión de construir el parque en la pampa se basó en el Atlas eólico del Perú, que indica que la variación de las velocidades del viento es mínima. Además, los gastos asociados a la implantación se reducen en las regiones sin pendiente. Para distribuir el parque eólico, es necesario tener en cuenta la distancia entre los aerogeneradores que tienen un diámetro de pala mínimo de 3 y un diámetro de pala mínimo de 5, así como la topografía específica de la zona. Por consiguiente, se generó un mapa de distribución. Este mapa abarca tanto el parque eólico como la línea de transmisión. La ubicación de la planta se determina utilizando las siguientes coordenadas: En las coordenadas 15°00' 53,85" S y 75° 06' 3,10" O. A continuación se muestra un mapa que ilustra la ubicación precisa de la fábrica.

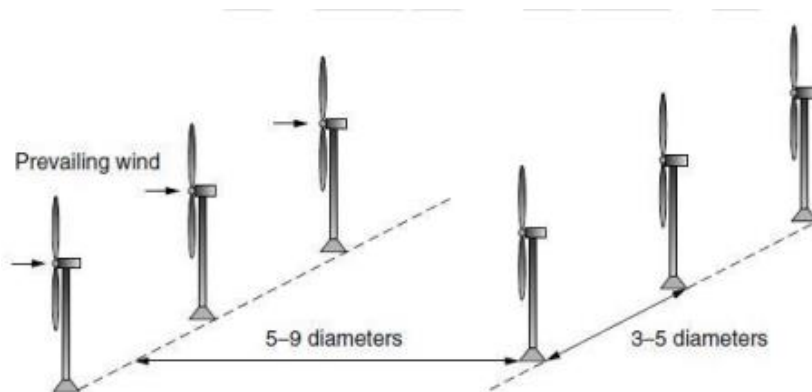


Fig. 32 Disposición óptima del parque eólico



Fig. 33 Ubicación factible para parque eólico en Marcona

IV. DISCUSIÓN.

Respecto a la energía fotovoltaica:

Nicholas Stern (2006) ha establecido una cuantificación del precio del carbono, que sirve para representar con exactitud los gastos asociados a los combustibles fósiles y las ventajas derivadas de las energías limpias de CO₂. La valoración de la mitigación del CO₂ de los proyectos RER también ha tenido en cuenta el coste social del carbono, que se estima en 85 dólares por TCO₂. Este valor engloba los peligros potenciales y las emisiones asociadas a una sola tonelada métrica de carbono, abarcando su impacto sobre la salud humana, el clima y el mercado en varios sectores económicos.

Actualmente, el uso de paneles solares fotovoltaicos se ha revelado como un medio importante para mitigar el impacto medioambiental derivado de las emisiones de petróleo, en particular de dióxido de carbono (CO₂), generadas por los sistemas convencionales de producción de energía basados en la combustión de combustibles fósiles, como la gasolina, el petróleo y el gasóleo.

El emplazamiento de la planta está situado en un sector remoto, alejado de cualquier núcleo urbano o de población, para dar cabida a la naturaleza de la empresa y a la infraestructura necesaria, adecuada para regiones secas. La ejecución de un proyecto como la planta solar tiene muchas repercusiones sociales. El objetivo de la generación de empleo es crear posibilidades para los profesionales y la mano de obra de mantenimiento dentro de la comunidad local. Las universidades cercanas pueden tener interés en fomentar la investigación sobre tecnologías de energías renovables para la generación de electricidad. Esta iniciativa actuaría como factor motivador para que los estudiantes de las ciudades vecinas visitaran, en virtud de acuerdos con la empresa, y adquirieran conocimientos sobre una implantación contemporánea y una tecnología actualizada. Además, se asignaría un presupuesto para el examen de las consecuencias sociales en curso en las ciudades cercanas, con el objetivo de reducir cualquier inconveniente social o específico y consolidar los esfuerzos para apoyar un proyecto de mejora de las condiciones sociales de la zona (como carreteras, pistas, aceras, etc.).

Respecto a la energía eólica

El proyecto propuesto se sitúa en las proximidades de la ciudad de San Juan de Marcona, que sirve de sede administrativa del distrito de Marcona dentro de la provincia de Nazca, situada en la zona de Ica. Para determinar el alcance del impacto del proyecto, se tendrán en cuenta los siguientes factores: La región de influencia directa: Se refiere al espacio designado donde se ubicarán los aerogeneradores, junto con los elementos adicionales del proyecto como carreteras internas y zanjas. Para este proyecto, la zona de efecto directo es una región desértica

desprovista de cualquier rastro de actividades humanas, por lo que quedan excluidos los núcleos de población.

El área de efecto indirecto se refiere a las regiones próximas a las instalaciones del proyecto que tienen el potencial de proporcionar servicios al personal del proyecto durante las fases de desarrollo y explotación del parque eólico. En la zona designada para el proyecto, no hay asentamientos humanos establecidos ni ningún uso de estas tierras por parte de ningún grupo demográfico. Por lo tanto, el efecto indirecto del proyecto se limita a la región densamente poblada más cercana, a saber, la ciudad de San Juan de Marcona, que sirve como capital del distrito de Marcona y abarca el 99,4% de la población total del distrito. Por lo tanto, se puede deducir que la comunidad de influencia está formada por el 99,4% de la población del distrito. El 0,6% restante de la población se excluirá de la consideración debido a su ubicación geográfica en zonas periféricas de San Juan de Marcona. Esta proporción relativamente pequeña no ejerce un impacto sustancial en los resultados a nivel de distrito, ya que carece de representatividad. El distrito de Marcona, está ubicado al suroeste del departamento de Ica, entre las coordenadas 15° 21'S y 75° 09'W, a 530 km al sur de la ciudad de Lima, entre 1630 – 800 msnm, con una superficie de 1955.36 km². Pertenece a la jurisdicción de la provincia de Nazca. Se asienta sobre un desierto árido propio de la costa central del país, cuyas características topográficas son ligeramente accidentadas, tiene cerros, pampas y mesetas con altitudes que van desde 0 a 800 msnm.

V. CONCLUSIÓN.

Las políticas estatales pretenden modificar la composición energética de la nación a medio y largo plazo, posicionándose como los principales catalizadores de las inversiones en energías renovables. Los marcos regulatorios actuales potencian y promueven de forma persistente la adopción de energías renovables, a la vez que se esfuerzan por optimizar la eficacia de las subastas, que hasta el momento han demostrado su eficacia a la hora de regular la competencia entre inversores destacados.

Perú cuenta con una gran diversidad de fuentes de energía. Sin embargo, la mayoría de estos tipos de fuentes de energía son finitas, como las fuentes termoeléctricas. El despliegue de una instalación fotovoltaica y eólica supone una fuente de energía novedosa para satisfacer la demanda de electricidad de una manera más respetuosa con el medio ambiente y menos contaminante.

VI. RECOMENDACION.

Los continuos avances de la tecnología fotovoltaica permiten mejorar la eficiencia de las plantas y reducir costes, lo que facilita la mejora de los precios por megavatio-hora (MWh).

Es aconsejable buscar muchas fuentes de financiación que estén dispuestas a destinar importantes recursos financieros y estén dispuestas a soportar un periodo prolongado de tiempo antes de recibir un rendimiento. Además, deben tener gran interés en respaldar iniciativas ecológicamente sostenibles.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1]. Guterres, A.. (2008). Cambio climático, desastres naturales y desplazamiento humano: la perspectiva del ACNUR. ACNUR, Alto Comisionado de Las Naciones Unidas Para Los Refugiados., 1–14. <http://www.unhcr.org/497891022.pdf>
- [2]. Paricahua M. (2021). Cambio climático y desarrollo sostenible. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 1(1), 82–90. <https://doi.org/10.53595/rlo.2021.1.008>
- [3]. Ros J. & Amiama C. (2023). Estado actual y perspectivas de la aplicación de metodologías ágiles en proyectos en el ámbito de las energías renovables.
- [4]. Simón J. (2023). Energía asequible y no contaminante: factores que influyen en la aceptación de las energías renovables.
- [5]. Li Loo, J. (2023). Energías renovables no convencionales en el Perú: Análisis, barreras y oportunidades de mejora.
- [6]. Montoya B. & Bardales M. (2023). Sostenibilidad y Energías Renovables: Evaluación del Potencial Eólico y Viabilidad de Turbinas Verticales para el Suministro Eléctrico en el Distrito de Huaros-Canta, Lima.
- [7]. Angulo J. & Naquiche K. (2023). Implementación de la energía fotovoltaica para optimizar el diseño de una vivienda autosustentable en el Asentamiento Humano Ruta del Sol, Marcona, Ica 2023.
- [8]. Ormeño R. (2022). La energía eólica y su contribución a la reducción de gases de efecto invernadero matriz energética de San Juan de Marcona-Ica, 2019.