

**PROGRAMA PARA LA GESTIÓN EFICIENTE Y SOSTENIBLE DE  
LOS RECURSOS ENERGÉTICOS DEL PERÚ**  
**(PROSEMER)**

*Convenio de Financiamiento No Reembolsable N° ATN/CN-13202-PE*

**ESTUDIO PARA EL APROVECHAMIENTO EÓLICO  
CON FINES ENERGÉTICOS Y ACTUALIZACIÓN  
DEL ATLAS EÓLICO DEL PERÚ**

*Términos de Referencia*

**Lima, Agosto 2014**



# TÉRMINOS DE REFERENCIA

## ESTUDIO PARA EL APROVECHAMIENTO EÓLICO CON FINES ENERGÉTICOS Y ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS EÓLICO DEL PERÚ

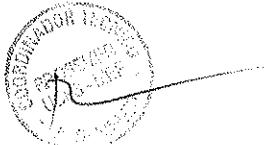
### 1. Antecedentes

#### 1.1. Marco legal

- Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento, aprobado con D.S. 009-93-EM.
- Ley N° 28832, Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica.
- Decreto Supremo N°031-2007-EM, Aprueban Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas. Modificaciones Decreto Supremo N°026-2010-EM y Decreto Supremo N°030-2012-EM.
- Ley N° 28749, Ley General de Electrificación Rural.
- Ley N° 28546, Ley de Promoción y Utilización de recursos Energéticos Renovables No Convencionales en zonas Rurales, Aisladas y de Frontera del país.
- Ley N° 1002 y su reglamento – Promoción de la inversión para la generación de electricidad con energías renovables.
- La ley 28876, dispone que la generación de energía eléctrica con recursos hidráulicos y otros renovables, pueden acogerse al régimen de recuperación anticipada de Impuesto General a las Ventas.
- Decreto legislativo 1058, que establece el beneficio de la depreciación acelerada hasta 20% anual, para la inversión en proyectos hidroeléctricos, y otros recursos renovables.

#### 1.2. Antecedente General

- Mediante Resolución Suprema N°039-2012 de fecha 23 de junio de 2012, el Gobierno del Perú acepta la donación de cooperación técnica que financiará el PROSEMER “Programa para la Gestión Eficiente y Sostenible de los Recursos Energéticos del Perú”, firmando el Convenio de Financiamiento No Reembolsable N° ATN/CN-13202-PE.
- El PROSEMER tiene por objetivo general contribuir a una gestión equilibrada y sostenible de los recursos energéticos con los que cuenta el país por parte de las diferentes instancias del Gobierno del Perú, vinculadas a este sector, así como por otros actores relevantes, fortaleciendo la interacción y coordinación entre los mismos con el fin último de propiciar un crecimiento económico sostenible.



- La ejecución de este programa se encuentra a cargo del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), y cuenta con la colaboración de un Comité Técnico en la cual participa el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) para la revisión de los entregables de los servicios contratados.
- El MINEM como institución del estado peruano, tiene entre otras funciones, la de actualizar el inventario de recursos energéticos disponibles para la generación de electricidad y promover la inversión en proyectos de generación eléctrica, principalmente para el aprovechamiento de fuentes de energía renovable como la energía eólica. Al respecto, cada cierto periodo y en base a criterios de regulación y la política energética del sector, el MINEM impulsa el desarrollo de subastas de suministro de electricidad con fuentes de energía renovable, promoviendo así también el desarrollo de parques eólicos para la generación de electricidad.
- Aparte de la información disponible en el documento Atlas Eólico que el MINEM elaboró en el año 2008, se dispone de mediciones de velocidad de viento a 10 m de altura que realiza el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) a través de sus estaciones automáticas y convencionales ubicados en el territorio nacional. Sin embargo los datos disponibles en el SENAMHI no son suficientes para formación de una base de datos confiable para validar los resultados del Atlas Eólico o establecer el potencial eólico a nivel nacional con fines de generación eléctrica.
- El criterio utilizado por el SENAMHI para la implementación de estaciones de medición fue prioritariamente agrícola. Por lo tanto no se dispone de estaciones meteorológicas a lo largo del territorio nacional que sean adecuadas para validar la información del Atlas Eólico o para brindar información fiable a los inversionistas que desean desarrollar parques aerogeneradores con altos niveles de eficacia o para aplicaciones de tipo rural (con fines de ampliar el índice de electrificación).
- PROSEMER ha considerado realizar el estudio de actualización del Atlas Eólico con fines de mejorar la estimación del potencial eólico nacional, y disponer de información actualizada para promover de manera eficaz y descentralizada, el uso de esta fuente de energía eólica para la generación de electricidad.
- De esta manera, se fortalecerá las capacidades del sector para evaluar el aprovechamiento de la energía eólica con fines energéticos, toda vez que la distribución espacial de este estudio permitirá la identificación de zonas potencialmente energéticas, siendo por consiguiente una herramienta muy útil para la planificación del desarrollo de uso de esta fuente de energía eólica.



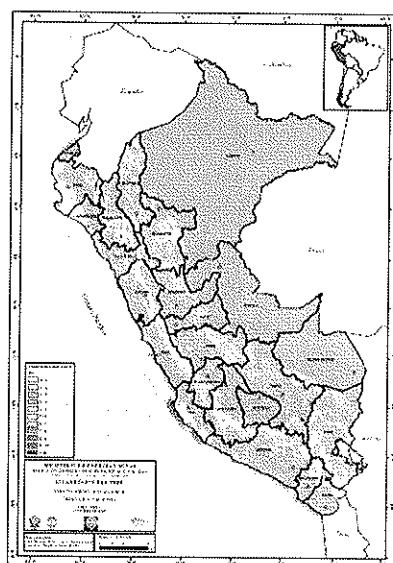
### 1.3. Antecedente de estudios previos

- En el año 2008, se completó un estudio preliminar que determina el potencial eólico a nivel nacional a través del desarrollo de un Atlas Eólico. Este estudio fue desarrollado por el Consorcio Meteosim Truewind S.L. – Latin Bridge Business S.A., y proporciona una información visual, rápida y detallada del recurso eólico disponible a nivel nacional y regional, de esta manera permite identificar las zonas más apropiadas para estudiar la explotación de la energía eólica.
- Este estudio se realizó en base a técnicas de modelización meso y microescalares, combinando la utilización de un modelo de simulación atmosférica para reproducir los patrones de viento a gran escala, a través de un modelo de viento microescalar que responda a las características del terreno y la topografía.
- En particular se usó el sistema WindSurvey con el modelo numérico de predicción atmosférica MASS (Mesoscale Atmospheric Simulation System), y con una resolución de 5Km x 5Km acoplando el modelo WindMap para mejorar la resolución a 1 Km x 1 Km.
- Los resultados de este estudio, aunque representa de manera precisa el recurso eólico medio anual, aún deben ser confirmados por mediciones del campo.
- Por otro lado, considerando diversos supuestos, el Atlas Eólico presentó un potencial eólico total de 77 394 MW y un potencial aprovechable de 22 452 MW, según se muestra en el siguiente cuadro.

**Tabla: Potencial Eólico del Perú**

Departamento	Potencia Total (MW)	Potencia Aprovechable (MW)
Amazonas	1380	6
Ancash	8526	138
Apurímac	0	0
Arequipa	1992	1158
Ayacucho	114	0
Cajamarca	18360	3450
Callao	0	0
Cuzco	0	0
Huancavelica	0	0
Huánuco	54	0
Ica	18360	9144
Junín	48	0
La Libertad	4596	282
Lambayeque	2880	564
Lima	1454	156
Loredo	0	0
Madre de Dios	0	0
Moquegua	144	0
Pasco	0	0
Piura	17628	7554
Puno	162	0
San Martín	504	0
Tacna	942	0
Tumbes	0	0
Ucayali	0	0
<b>TOTAL PERÚ</b>	<b>77394</b>	<b>22452</b>

**Gráfico: Atlas Eólico**



Fuente: Atlas Eólico del Perú, MINEM, 2008



## **2. Objetivos de la Consultoría**

---

### Objetivo general

El objetivo del servicio es actualizar el Atlas Eólico y promover el fortalecimiento de las capacidades del sector para evaluar el aprovechamiento de la energía eólica con fines energéticos.

### Objetivos específicos

- a) Actualizar el Atlas Eólico del Perú, que incluye determinar el potencial eólico técnicamente aprovechable para la generación de electricidad.
- b) Determinar un plan de **requerimientos de acciones e infraestructura**, dirigido a **fortalecer la capacidad del sector** para validar el potencial eólico y evaluar el **aprovechamiento** de la energía eólica para fines de generación eléctrica.
- c) Difusión y capacitación de los resultados

## **3. Alcances de la Consultoría**

---

El alcance de los trabajos a realizar incluye el desarrollo de **estudios de gabinete**, estableciendo una metodología eficaz para obtener resultados, que sirvan tanto para la **promoción de inversión de parques eólicos** de generación eléctrica en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional, como para el desarrollo del suministro eléctrico en **zonas rurales aisladas**, a través de **pequeños aerogeneradores**.

Es necesario destacar que los presentes términos de referencia no son limitantes, pudiendo el consultor introducir iniciativas o mejoras, con fines de mejorar la calidad del trabajo, acorde a los objetivos del estudio, a su experiencia y las calificaciones profesionales de su equipo, principalmente en relación a los trabajos de campo que sean necesarios para validar la información del trabajo de gabinete.

Básicamente la consultoría comprende las siguientes componentes:

- a) **Atlas Eólico actualizado**
- b) **Plan de Requerimientos de acciones e infraestructura.**
- c) **Talleres de Difusión y Capacitación de los resultados.**

El consultor deberá tomar las siguientes consideraciones para el desarrollo de estas componentes.



## **A. ATLAS EÓLICO ACTUALIZADO**

### **A.1 Generalidades**

Comprende la elaboración de un Sistema de Información Geográfica destinado a la determinación del potencial eólico a nivel preliminar para la totalidad del territorio del Perú (tierra y dos millas náuticas), incluyendo la información de las fuentes de datos correspondientes.

Para tal fin, se hará uso de software basado en tecnología SIG. Los archivos a ser entregados tendrán el formato shape (shp), y los Feature Dataset que se encuentren adentro serán proyectados de acuerdo a las especificaciones que se indican líneas abajo. La información que contenga cada archivo debe ser de la fuente más actualizada y disponible de organismos relacionados con cada tema.

#### **Especificaciones técnicas**

Un Datum Geodésico es un conjunto de parámetros que determinan la forma y dimensiones del elipsoide de referencia, que sirven para los cálculos de posiciones geodésicas en los levantamientos de control horizontal. El elipsoide es una figura matemática esférica, usada como una superficie de referencia para levantamientos geodésicos y cartográficos.

Datum Geodésico	World Geodetic System 1984 (WGS84)
Elipsoide	World Geodetic System 1984 (WGS84)
Proyección	Universal Transversal Mercator (UTM)
Escala existencia	1: 100 000 (El consultor podrá utilizar, según la información, una escala de trabajo que represente en mayor detalle la realidad geográfica)

#### **Extracción temática:**

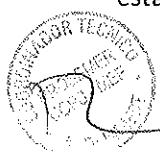
Cuando sea necesario se realizará utilizando sistemas optimizados de vectorización. La escala sobre la pantalla del computador será de 1:30 000 como mínimo.

### **A.2. Temas a ser incluidos en el Trabajo**

#### **A.2.1. Información Cartográfica y de Base de Datos a ser incluida en el Trabajo.**

El Consultor realizará la recopilación de los datos topográficos desde el banco de datos de Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM), mientras que para los usos de suelos utilizará la base pública nacional y/o internacional (por ejemplo el de U.S. Geological Survey -USGS).

El Consultor preparará la Base de datos partiendo de la información meteorológica, geográfica, entre otros, que pueda recopilar de las instituciones nacionales que son fuente de esta información. Asimismo, el consultor coordinará con el MINEM su apoyo como facilitador



para disponer de la información más actualizada y disponible en las instituciones públicas (p.e. INEI, MTC, INRENA, SENAMHI, etc.) y que el Consultor solicite y demuestre ser necesaria para la elaboración de su Estudio.

El Consultor contrastará la información de dichas fuentes, y utilizará la que represente al territorio nacional en la forma más precisa y fehaciente con relación a su situación actual, previa coordinación con el MINEM. Asimismo, el Consultor incorporará la información meteorológica local disponible para mejorar y/o contrastar los resultados.

La data asociada a todas las capas de información geográfica deberá poder ser consultada por medio de la WEB en forma dinámica, de acuerdo a criterios de selección gráfica (en pantalla) y por consulta directa (tipo SQL) a las bases de datos.

#### A.2.2. Procedimiento de determinación de potencial eólico

##### Trabajo de Gabinete

Para la determinación del potencial eólico el Consultor empleará el sistema de prospección del recurso basado en los avanzados modelos numéricos que prescinden de los datos de viento de superficie, debido a que en el Perú solamente se dispone de datos recopilados por las estaciones anemométricas ubicadas en las torres meteorológicas de 10 metros de altura.

El trabajo será desarrollado sobre la base de un sistema de prospección del recurso eólico que tiene como el núcleo el MASS (Mesoscale Atmospheric Simulation System).

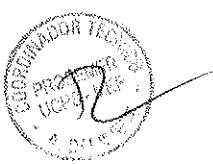
Se debe detallar las condiciones iniciales y condiciones de borde de los modelos meso escalares y micro escalares, o modelos similares a nivel regional, indicando el número de nodos de la modelización. Asimismo, se indicarán los alcances y limitaciones de los modelos como factores de corrección por número finito de nodos.

El sistema debe caracterizar el recurso eólico del país recreando las condiciones meteorológicas y de vientos reales para 366 días, elegidos aleatoriamente entre un registro histórico de 15 años.

Los datos de entrada deberán ser los de re-análisis y radiosondeo, que proporcionan el estado de las condiciones atmosféricas, recopilados en intervalos regulares de tiempo en todo el mundo a lo largo de las últimas décadas.

Para cada día de la muestra se simularán la dirección y velocidad del viento y las variables meteorológicas (temperatura, precipitaciones, cobertura nubosa, etc.) y se guardarán en intervalos horarios sobre el territorio nacional con varios niveles sobre superficie.

Una vez terminada la simulación, los datos serán recopilados y resumidos para producir mapas de velocidad de viento (m/s) y de densidad de potencia (w/m<sup>2</sup>), así como bases de datos referentes a la velocidad de viento y distribución de direcciones (rosa de vientos).



La resolución de mesoescala será de 5 Km mientras que la resolución final será de 1000 m.

Las alturas seleccionadas para la determinación del potencial eólico serán según se precisa en el siguiente cuadro:

Cuadro N°1

ALTURA en m
10
25
75
100
125

El Consultor incluirá, en el caso de recibir por parte del MINEM la información correspondiente, los datos locales de viento de alta calidad para ajustar los mapas.

La clasificación de la densidad de potencia del viento, que será resaltada con colores correspondientes en los mapas, será la siguiente:

Cuadro N°2

CLASE DE POTENCIA DEL VIENTO	CLASIFICACIÓN DE POTENCIAL DEL RECURSO	DENSIDAD DE POTENCIA PARA CADA UNA DE LAS ALTURAS INDICADAS EN EL CUADRO N°1
1	Pobre	0-200
2	Escaso	200 - 300
3	Moderado	300 - 400
4	Bueno	400 - 500
5	Excelente 1	500 - 600
6	Excelente 2	600 - 800
7	Excelente 3	>800

El Consultor identificará en los mapas del potencial eólico, las zonas preferentes para la futura prospección detallada in situ, y que serían de interés para la construcción de aerogeneradores o parques eólicos. Para este análisis, el Consultor considerará los siguientes criterios, sin que la relación sea limitada:

- Densidad de potencia desde moderado hasta excelente 3.
- Distribución de frecuencia del viento favorable
- Pendiente de terreno menor o igual a 20%
- Cercanía a las vías de acceso transitables
- Cercanía a los centros poblados, a las Líneas y Subestaciones de Media y Alta Tensión existentes



- Estar fuera de las zonas inadecuadas para la construcción de aerogeneradores y parques eólicos (áreas naturales protegidas, zonas arqueológicas, zonas recreacionales, etc.)

El estudio debe detallar la frecuencia de muestreo, por lo que se debe contar con curvas mensuales y anuales de duración de velocidad de viento. Las características de viento deben corresponder a niveles viables de explotación del recurso eólico en convergencia con el contexto económico local, por ejemplo, se debe evaluar como mínimo los vientos para las alturas que se precisan en el cuadro N°1.

Asimismo, el Consultor identificará en los mapas de potencial eólico aquellas zonas excluyentes en las cuales no se podrán desarrollar los proyectos eólicos, debido a los dispositivos legales relacionados a reservas naturales, zonas históricas, parques nacionales, áreas arqueológicas, etc.

Los mapas de potencial eólico serán elaborados con datos a nivel mensual y diario, y deben mostrar el o los modelos para la curva de duración de velocidad durante períodos mensuales y anuales, indicando parámetros característicos según el modelo estadístico correspondiente, a fin de poder estimar la producción anual con alto índice de fiabilidad.

Asimismo, se debe mostrar el modelo para poder extraer la velocidad, indicando la metodología para poder validar la rugosidad.

Respecto a la estimación del potencial aprovechable, se debe considerar la implementación de máquinas de explotación que se adecúan a las realidades socioeconómicas de cada región del país, además de seleccionar máquinas específicas con un alto aprovechamiento del potencial eólico.

#### **Trabajo de campo**

- Durante el proceso de generación de los mapas de potencial eólico debe compararse sus parámetros con observaciones o mediciones realizadas en torres meteorológicas o parques eólicos similares existentes en el territorio nacional, en caso de observarse resultados no convergentes se deben realizar los ajustes correspondientes en los modelos de simulación.
- Para contrastar los resultados de la modelización se debe utilizar la información disponible de diversas torres distribuidas actualmente por todo el territorio nacional (tierra y mar) considerando velocidad medias anuales, duración del periodo de medición (meses), altura de medición (m) y coordenadas del emplazamiento para cada uno de los puntos de medida. En caso de no haber la información adecuada para validar, el consultor deberá proponer a su iniciativa y costo, alguna actividad de medición de campo, con los instrumentos que considere conveniente con fines de obtener las mediciones que le permitan validar los resultados de la modelización.



Finalmente, el Consultor entregará el resultado de su trabajo según se indica a continuación, en la descripción de sus Tareas de actividades.

#### **A.2.3. Contenido mínimo del Documento del Atlas Eólico actualizado**

El Atlas Eólico debe considerar como contenido lo siguiente:

a) Parte introductoria con descripción detallada de la información utilizada y procedimiento aplicado.

b) Anexos con mapas que incluirán como mínimo:

- Mapas a nivel nacional de altitudes, pendientes, y de las demás capas señaladas en los Términos de referencia (Tema 1)
- Potencial eólico (velocidad de vientos y densidad de potencia) incidente diario por cada mes para el territorio nacional, con frecuencia del viento, para alturas precisadas en el cuadro N°1. El alcance definitivo de estas alturas será coordinado previamente entre el Supervisor y el Consultor.
- Potencial eléctrico de incidencia diaria para los meses del año por los departamentos del Perú, para las alturas indicadas anteriormente.
- Potencial eléctrico general para las alturas indicadas anteriormente.
- Otros que sean necesarios, a ser definidos y acordados entre el Supervisor y el Consultor.

El Estudio debe definir a nivel nacional las siguientes categorías del potencial eólico:

- Potencial desarrollado - corresponde a los potenciales promedios anuales de las plantas eólicas existentes.
- Potencial excluido - potencial que no se puede aprovechar debido a que la construcción de los aerogeneradores y parques eólicos no estará permitida por las disposiciones legales (zonas arqueológicas, parques nacionales, reservas naturales, zonas históricas, etc.)
- Potencial aprovechable
- Potencial total

La forma del Atlas y el aspecto de sus carátulas serán acordados oportunamente entre el MINEM y el Consultor.

#### **A.2.4. Características del Soporte Digital del Atlas Eólico actualizado**

Sistema de Información Geográfico (SIG) deberá tener una interfaz con una base de datos MS QL, para el almacenamiento de los datos geodésicos, lo cual permitirá la actualización de datos posteriormente el enlace con otro tipo de información. En su propuesta el Consultor



presentará un ejemplo de aplicación Web-GIS que permitirá apreciar el alcance del sistema desarrollado en forma local, así como a través de consultas remotas (Intranets e Internet) mediante las estaciones de trabajo.

El estudio utilizará el software ArcGis para el desarrollo de aplicaciones del sistema de información geográfica. Toda información georreferenciada que se entregue como producto final estará referida a los siguientes datos:

- |                   |  |
|-------------------|--|
| • Datum Geodésico | World Geodetic System 1984 (WGS84) S18   |
| • Elipsoide       | World Geodetic System 1984 (WGS84) S18   |
| • Proyección      | Universal Transversal Mercator (UTM)   |
| • Escala          | 1: 100 000 (El consultor podrá utilizar, según la exigencia de la información, una escala de trabajo que represente en mayor detalle la realidad geográfica) |

El soporte digital para el Atlas Eólico comprenderá de medios magnéticos desarrollados con los softwares, a saber:

- La información del Atlas Eólico deberá presentarse completa en el software ArcGis de ESRI en formato shape (.shp), y permitirá ver los mapas, extraer y ampliar cualquier zona, copiar e imprimir cualquier área a cualquier escala y consultar los datos alfanuméricos, así como posibilitará las posteriores modificaciones eventuales utilizando los software ArcInfo o ArcView.
- Al elegir un punto en el área seleccionada del mapa del territorio nacional, o del departamento, se podrá abrir una tabla con datos alfanuméricos referentes a:
  - Datos de ubicación - Coordenadas, Departamento, Provincia, Altitud del terreno, Distancia hasta la(s) localidad(es) más cercana(s), Distancias hasta la(s) Línea(s) y/o Subestaciones MT y AT más cercana(s), Rugosidad de la superficie
  - Datos del recurso eólico - Velocidad y densidad de potencia del viento en las alturas que se defina entre el Supervisor y el Consultor y parámetros de la distribución de frecuencias de velocidades con la generación de la tabla respectiva y de una rosa de vientos.

Asimismo, el Soporte Digital del Atlas Eólico deberá tener un Manual de Uso y de Interpretación del Atlas Eólico.

#### **A.2.5. Criterios para las tareas a realizar**

Sin ser restrictivo, el trabajo que deberá realizar el Consultor se dividirá en las cuatro (4) tareas principales siguientes:

- Tarea 1 - Estructura y Procedimientos



- Tarea 2 - Búsqueda y Selección
- Tarea 3 - Procesamiento de la Información
- Tarea 4 - Control de calidad

### **Tarea 1 - Estructura y Procedimientos**

El Consultor preparará el Programa detallado de trabajo, a ser discutido y aprobado por el MINEM. En el mismo describirá brevemente la estructura de la base de datos que contendrá cada tema señalado en los Términos de Referencia, indicando a la vez el contenido que tendrá cada campo. De igual forma presentará una breve descripción de los procedimientos de operación que serán usados para la elaboración de la Consultoría y el cronograma detallado de actividades.

#### **Tarea 2. Búsqueda y Selección.**

El Consultor deberá identificar las fuentes que le proporcionarán la información por cada tema, seleccionando entre ellas la que proporcione mejor calidad de información en términos de precisión (elementos gráficos) y de contenido (información alfanumérica).

#### **Tarea 3. Procesamiento de la Información**

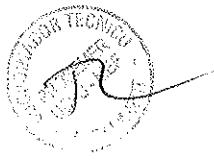
El Consultor iniciará el procesamiento de la información teniendo como referencia los procedimientos indicados en la Tarea 1. En caso de haberse indicado algunas observaciones a estos procedimientos, éstas deberán ser subsanadas en esta etapa. El procesamiento de la información deberá tener un avance proporcional, el cual se irá incrementando progresivamente, de acuerdo al cronograma de actividades aprobado.

La información principal se podrá almacenar en un servidor y deberá presentarse y poder consultarse por Internet sin requerir ninguna otra interface que un navegador estándar, en forma gráfica por medio de mapas interactivos y tablas de resultados.

En esta fase se terminarán los mapas preliminares del viento medio previsto, tanto en soporte digital como impreso al menos en cuatro alturas que se defina entre el Supervisor y el Consultor. Los mapas incluirán las capas temáticas según lo indicado en el texto de los Términos de referencia (Información Cartográfica y de Base de Datos a ser incluida en el Trabajo).

#### **Tarea 4. Control de Calidad.**

Consultor realizará un autocontrol de la información, tanto gráfica como alfanumérica, preliminar dentro del área de influencia del trabajo que entregará como producto final, teniendo como principal parámetro de evaluación la consistencia de datos y las especificaciones indicadas en los Términos de Referencia. En la medida de lo posible la data de



las diversas fuentes debe permanecer invariable; en caso contrario, se deberá sustentar las razones para dichos cambios.

## **B. PLAN DE REQUERIMIENTOS**

Se trata de desarrollar un plan de **requerimientos de acciones e infraestructura**, que debe implementarse a futuro para **fortalecer la capacidad del sector con fines de validar el potencial eólico y evaluar el aprovechamiento** de la energía eólica para fines energéticos.

La metodología y detalles específicos para el desarrollo de este plan tanto **en acciones como infraestructura**, serán propuestos por el Consultor considerando el estado del arte de la tecnología actual, y que puedan ser pertinentes para la validar mapas eólicos; por ejemplo, por medio de campañas de medición de tipo SODAR (sonic detection and ranging), estaciones de medición tradicionales o cualquier otro mecanismo que el Consultor considere apropiado en base a un análisis costo-efectividad.

Este plan incluye, desarrollar recomendaciones para promover la energía eólica de manera sostenible y de las actividades interinstitucionales que se deben realizar para mejorar y actualizar la información del Atlas Solar.

## **C. TALLER DE CAPACITACIÓN Y DIFUSIÓN**

El Taller de difusión será ejecutado por el Consultor para que sirva, de una parte, como presentación del trabajo realizado y de sus resultados, y de otra parte para recabar comentarios y reacciones del equipo del Proyecto y de los potenciales usuarios del sistema Viento GIS, para la redacción del Informe final.

El Taller de difusión deberá ser llevado a cabo unos días (4-5) después de la entrega del borrador del Informe final y tendrá una duración de tres semanas. Los aportes constructivos del Taller de difusión serán incorporados en el Informe final del Consultor, conjuntamente las observaciones del MINEM y del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

El Taller de capacitación al personal designado por el MINEM, sin ser restrictivo, cubrirá los siguientes módulos:

Módulo	Aplicación	Alcance de la Capacitación	Duración (semanas)
Módulo 1	a) Visualización y edición de información cartográfica  b) Uso y determinación del potencial eólico desde la información digital	• Introducción con datos básicos sobre la energía eólica • Principios y Bases de desarrollo del trabajo del Consultor • Uso de software para determinar los parámetros de	• Dos semanas (cuatro días ,3 horas por sesión)



		<p>viento en cinco alturas diferentes (velocidad, densidad de potencia, frecuencia de velocidades, etc.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de software para obtener la información gráfica</li> <li>• Cálculo del potencial eólico en ciertas áreas, en forma automática y manual.</li> <li>• Uso de software especializado para el diseño de parques eólicos, pequeñas aplicaciones rurales, o urbana por generación distribuida.</li> <li>• Caso práctico de determinación de parámetros constructivos de un parque eólico en un área posible del Perú.</li> </ul>	
Módulo 2	a) Validación del potencial eólico nacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición del estado de arte de la tecnología para validar mapas eólicos</li> <li>• Sustento de la distribución de ubicación de las estaciones</li> <li>• Forma de operación del equipamiento de las estaciones meteorológicas.</li> <li>• Criterios y metodologías para el tratamiento de la información.</li> <li>• Recomendaciones para el fortalecimiento institucional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una semana. (dos días , 3 horas por sesión)</li> </ul>

#### 4. Entregables y productos esperados

Todos los entregables serán materia de presentación y exposición a los representantes del Ministerio y la Supervisión, antes de ser remitido por mesa de partes en el Ministerio de Energía y Minas por parte del consultor.

- **Atlas Eólico actualizado**
- **Plan de Requerimientos de acciones e infraestructura,**
- **Talleres de Difusión y Capacitación de los resultados.**

##### Primer entregable



Informe que contiene, según corresponde, el desarrollo de las actividades descritas en el ítem 3, con los siguientes resultados:

- ✓ Lista y descripción de la información técnica recopilada, disponible y requerida para el desarrollo del Atlas Eólico actualizado y el Plan de Requerimientos. Esto es producto de la recopilación y análisis de la información existente que es relevante para el estudio.
- ✓ Plan de Trabajo para el desarrollo del estudio en general

#### Segundo entregable

Informe que contiene, según corresponde, el desarrollo de las actividades descritas en el ítem 3 y con los siguientes resultados:

- ✓ Metodología para el desarrollo del Atlas Eólico actualizado.
- ✓ Metodología para el desarrollo del Plan de Requerimientos

#### Tercer entregable

Borrador de Informe Final que contiene, según corresponde, el desarrollo de las actividades descritas en el ítem 3 y con los siguientes resultados:

- ✓ Resumen Ejecutivo del estudio
- ✓ Borrador del Atlas Eólico actualizado y su Soporte digital (incluido su manual de uso de software y de interpretación del atlas eólico).
- ✓ Borrador del Plan de Requerimientos
- ✓ Cronograma y programa de talleres de difusión y capacitación

#### Cuarto Entregable

Informe Final que contiene el desarrollo de las actividades descritas en el ítem 3, la cual debe incorporar las discusiones sobre el borrador de informe final, con los siguientes resultados:

- ✓ Resumen ejecutivo con las conclusiones y recomendaciones de los Talleres de difusión y capacitación realizados



- ✓ Versión final del Atlas Eólico actualizado y su Soporte digital (incluido su manual de uso de software y de interpretación del atlas eólico).
- ✓ Versión final del Plan de Requerimientos

El Resumen Ejecutivo contendrá la descripción de las actividades realizadas durante el desarrollo del Estudio, así como el análisis y conclusiones de las mismas, y los anexos respectivos.

Todos los informes se entregarán **en original y dos copias en medio impreso**. Asimismo, se entregarán en medio magnético en formatos de Adobe Acrobat, y en su versión editable (Word, Excel, Shape, otros), junto con todos los archivos utilizados como parte del Estudio (bases de datos, hojas de cálculo, tablas de datos, programas, información fuente, etc.).

Adicionalmente respecto al **Atlas Eólico actualizado**, deberá ser entregado como parte del Cuarto Entregable de la siguiente manera:

- **Documento de Atlas Eólico actualizado** en (10) ejemplares impresos como mínimo. Cada uno con un CD que contenga el archivo del Atlas Eólico actualizado y Manual indicado a continuación.
- **Manual de uso de software y de interpretación del Atlas Eólico** será entregado en diez (10) ejemplares impresos como mínimo.
- **Soporte Digital del Atlas Eólico** en dos (03) juegos de medios magnéticos con la información completa en el software ArcGis de ESRI en formato shape (.shp), según las características precisadas en ítem 3, A.2.4.

## 5. Plazo y Forma de Pago

---

El trabajo se realizará en un plazo de 180 días calendario (06 meses), contados a partir de la fecha de suscripción del contrato y/o la entrada en vigor. Los entregables y porcentajes de pago asociados son los que se muestran a continuación:

Los gastos de viaje (pasajes, viáticos, hospedaje, seguros, impuestos, etc.) deberán ser incluidos en el presupuesto del Estudio en un rubro separado de gastos reembolsables.

Los productos esperados y su programa de entrega y de pago se indican a continuación:

Id	Entregable	Plazo de Entrega	Pago	Fecha de Pago
1	Primer Entregable	30 días después de la firma del Contrato	10%	A la entrega del Primer Informe
2	Segundo Entregable	60 días después de la firma del contrato	10%	A la entrega del Segundo Informe
3	Tercer	120 días después de la firma del	40%	A la entrega del



	Entregable	contrato		Borrador de Informe Final
4	Cuarto Entregable	<p>Taller de difusión – máximo a los 160 días después de la firma del contrato.</p> <p>Taller de Capacitación – durante 06 días distribuidos en 3 semanas, antes de expirar los 180 días después de la firma del contrato.</p> <p>Informe Final – a los 180 días después de la firma del contrato.</p> <p>Informe Final será a satisfacción del MINEM, e incorporará el levantamiento de comentarios y observaciones formulados por el Equipo del MINEM y el Banco Interamericano de Desarrollo – BID al Borrador Informe Final</p>	40%	A la entrega del informe final y determinación del Taller de Capacitación a satisfacción del MINEM.

## 6. Coordinación y Supervisión

La coordinación y supervisión de las actividades y la conformidad de los entregables que se desarrollarán en el marco de la presente consultoría, estará a cargo del Equipo Técnico de la UCPS y del representante del MINEM ante el Comité Técnico de Trabajo.

El MINEM, a través de su representante ante el Comité Técnico de Trabajo, otorgará su conformidad u observaciones a los entregables dentro de los 15 días calendarios de su presentación, y el Consultor tendrá un máximo de 10 días calendario para levantar las observaciones.

Adicionalmente, el MINEM contará con el apoyo de un supervisor ad-hoc. La supervisión del proyecto estará a cargo de la persona designada por la Dirección General de Electricidad.

El Consultor se mantendrá en comunicación periódica con el Supervisor, por lo que se valorará que la metodología de trabajo del Consultor incluya la presentación de documentos breves de avance que permitan la definición progresiva de los diferentes aspectos del estudio, antes de la entrega de los informes.

El Consultor desarrollará una presentación y sustentación sobre el contenido de cada uno de los entregables, 15 días antes del plazo de entrega por mesa de partes, con la finalidad de recibir aportes pertinentes de la supervisión. Esta presentación no excluye que el entregable reciba observaciones para su levantamiento correspondiente.



El Supervisor será el responsable de emitir informes preliminares para la aprobación final de los resultados de cada etapa del Plan de Trabajo, previa coordinación con la Dirección General de Electricidad. La sustentación de las propuestas del Consultor podrá efectuarse presencialmente o a través de medios de comunicación.

El Consultor se encargará de desarrollar los documentos de solicitud de información que se requiera para el estudio, las cuales serán remitidas por la DGE.

El Consultor se encargará de coordinar reuniones entre la DGE, ANA, SENAMHI, entre otras entidades que crea conveniente para el desarrollo del estudio.

La UCPS efectuará los pagos luego de emitido el informe de conformidad correspondiente por parte del Comité Técnico de Trabajo. Asimismo, en el caso del último entregable se requerirá la no objeción Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Durante la ejecución del Contrato, el Consultor llevará a cabo las coordinaciones con el personal del Área Técnica designado por el Gerente del Proyecto MINEM para el seguimiento de las actividades de la Consultoría.

## 7. Calificaciones del Consultor y el Personal Clave

### 7.1 Requerimientos mínimos de la empresa consultora

Dada la alta especialidad del tema de Consultoría, es de esperar que el Consultor posea experiencia internacional, al igual que buena parte del equipo considerando para este estudio un esfuerzo total de 13.3 meses-hombre (399 días - hombre).

El Consultor será elegido según el criterio de selección basado en calidad y costo (SBCC), establecido en las normas y procedimientos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

Se espera que el consultor tenga amplia experiencia específica y vasta en la previsión numérica del tiempo y técnicas avanzadas para la adquisición de información y análisis del potencial eólico para generación eléctrica, específicamente experiencia en los siguientes puntos:

- a) Desarrollo de modelos de simulación meso y micro-escalares para evaluación del potencial eólico partir fines de generación eléctrica, es decir cuya actividad se centren en la realización de estudios y proyectos eólicos.
- b) La planificación y/o gestión sostenible de recursos eólicos (incluyendo la validación del recurso), aplicando sistemas de información geográfica (SIG).



- c) Estudios y proyectos de evaluación de la viabilidad técnica y económica de aprovechamientos eólicos, así como anteproyectos y proyectos constructivos de atlas eólico.
- d) Adquisición de datos meteorológicos (incluyendo el diseño y/o dirección técnica para la construcción de infraestructuras de control y medición de datos meteorológicos) y el tratamiento y gestión de datos vía sistemas scada, así como desarrollo de herramientas estadísticas para el modelamiento de sistemas de aprovechamiento del potencial eólico, poniendo énfasis en aplicaciones en la generación eléctrica.
- e) Elaboración o ejecución de estudios o proyectos relacionados con el diseño e implementación de parques de eólicos para la generación eléctrica y sistemas pequeños de electrificación rural, o urbana para la aplicación de generación distribuida.

## 7.2 Requerimientos mínimos del personal clave

---

Se necesitará un equipo de al menos seis (06) especialistas, sobre la base de trabajo intensivo, de los cuales uno se desempeñará como Jefe del Proyecto. Se deberán realizar reuniones con el equipo del MINEM para la presentación y discusión de los productos esperados.

Se tiene previsto que el Jefe del Estudio y uno de los Especialistas del Consultor realicen tres visitas al Perú cada uno, juntos o por separado, teniendo cada visita la duración de 6-7 días calendario.

Las visitas estarán relacionadas con la presentación y discusión de cada uno de los informes, así como la ejecución de Talleres de difusión y de capacitación, respectivamente.

El MINEM proporcionará la información básica que tenga disponible según lo señalado en el ítem 3., A.2.1

Los servicios locales, personal e instalaciones no serán proporcionados por el Contratante al Consultor.

Para la ejecución de Talleres, el Consultor deberá conseguir los ambientes y equipos de cómputo adecuados, teniendo en cuenta que en el caso del Taller de Capacitación se trata de hasta 20 personas designadas por el MINEM.

En su perfil, el consultor debe contar al menos con el siguiente personal y requerimientos mínimos (consultor podrá proponer a su criterio la participación de otros especialistas en ámbitos que puedan ser relevantes para la ejecución de los trabajos, si así procede, los mismos que serán considerados como personal no clave):

El Postor deberá detallar en su propuesta técnica la relación del personal que participará en la realización de los trabajos, debiendo acreditar como mínimo los perfiles profesionales y cualificaciones indicados en el Cuadro 1. Se examinará la información calificaciones y la



experiencia de los expertos clave propuestos que figura en sus currículos, los que deben ser fidedignos y completos y estar firmados por un funcionario autorizado de la firma de consultoría y por el consultor propuesto.

**Cuadro 1.** Requerimientos técnicos mínimos exigibles al equipo de trabajo propuesto por el Postor

Nº	PERFIL PARA EL ESTUDIO	TITULACIÓN ACADÉMICA	FORMACIÓN COMPLEMENTARIA	EXPERIENCIA PROFESIONAL
1	Jefe de Proyecto	Acreditar título de Ingeniero o titulación académica equiparable.	Acreditar estudios relacionados a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos de previsión numérica en el tiempo, teoría de elementos finitos o aplicación de teorías similares, aplicación de programas sofisticados para la evaluación de recursos eólicos que tienen como el núcleo el MASS (Mesoscale Atmospheric Simulation System) o similares.</li> <li>• Sistemas de gestión de datos para aplicaciones GIS.</li> <li>• Programas sofisticados para evaluación del recurso eólico con fines de producción eléctrica.</li> </ul>	Acreditar con certificados, contratos o constancias que dentro de los 10 últimos años ha participado en: <ul style="list-style-type: none"> <li>-La dirección de al menos dos (02) proyectos de parques eólicos para generación eléctrica o de desarrollo de Atlas o Mapas de Potencial Eólico similares al presente estudio (de amplitud regional).</li> <li>-La dirección de algún proyecto de diseño, implementación, y/o acondicionamiento de al menos dos (02) estaciones meteorológicas automáticas.</li> </ul> Estas condiciones pueden referirse a un mismo proyecto.
2	Especialista en predicción de modelos numéricos y aplicaciones de software.	Acreditar título de Ingeniero o titulación académica equiparable	Acreditar estudios relacionados a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos y aplicación de software de tipo simulación atmosférica en mesoescala.</li> </ul>	Acreditar con certificados, contratos o constancias que dentro de los 10 últimos años ha participado en: <ul style="list-style-type: none"> <li>-Al menos tres (03) estudios o proyectos relacionados al diseño, aplicación de software de tipo simulación numérica en meso y micro escalares.</li> <li>- Al menos dos (02) estudios relacionados a la validación de modelos meteorológicos mediante mediciones de campo para evaluar los recursos eólicos</li> </ul>



				de proyectos de parques eólicos para generación eléctrica.  Estas condiciones pueden referirse a un mismo proyecto o estudio.
3	Especialista en predicción numérica de tiempo.	Acreditar título de Ingeniero de sistemas, de Mecánica de Fluidos o titulación académica equiparable	<p>Acreditar estudios relacionados a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo y aplicación de predicción numérica en el tiempo.</li> </ul>	<p>Acreditar con certificados, contratos o constancias que dentro de los 05 últimos años haber participado en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Al menos 03 proyectos relacionados al desarrollo y aplicación de predicción numérica en el tiempo.</li> <li>-Al menos 03 proyectos relacionados con la aplicación de programas informáticos de simulación eólica. En este caso, acreditado con presentación de una Declaración Jurada.</li> </ul> <p>Estas condiciones pueden referirse a un mismo proyecto o estudio.</p>
4	Especialista en Sistemas de Información Geográfica y tratamiento de datos.	Acreditar título de Ingeniero Informático, Geógrafo, o titulación académica equiparable	<p>Acreditar estudios relacionados a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de Información Geográfica.</li> </ul>	<p>Acreditar con certificados, contratos o constancias que dentro de los 05 últimos años ha participado en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Al menos 03 estudios en la cual haya realizado mapas eólicos con amplitud regional y aplicando Sistemas de Información Geográfica (SIG) de amplia aceptación, de preferencia con el uso del Software ArcGis.</li> </ul>
5	Especialista en gestión automática de datos meteorológicos.	Acreditar título de Ingeniero Meteorólogo, Ambiental o titulación académica equiparable	<p>Acreditar estudios relacionados a:</p> <p>El desarrollo y aplicación de gestión automática de datos.</p>	<p>Acreditar con certificados, contratos o constancias que dentro de los 05 últimos años haber participado en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Al menos 02 proyectos relacionados a gestión automática de datos meteorológicos y automatización de procesos de adquisición de datos, para evaluar los recursos eólicos de proyectos de parques eólicos para generación eléctrica.</li> </ul>



ANEXO  
A  
FOLIO 1 DE 1



6	Especialista en gestión de recursos eólicos con fines de generación eléctrica.	Acreditar título de Ingeniero Mecánico, Mecánico Eléctrico o titulación académica equiparable	Acreditar estudios relacionados a: - Gestión de recursos eólicos, con aplicaciones con software sofisticado tipo (WindPro) similares o superiores.	Acreditar con certificados, contratos o constancias que dentro de los 05 últimos ha participado en: - Al menos 02 proyectos de parques eólicos para generación eléctrica.
---	--	---	---	--

- a) Por tratarse de empresas consultoras, si uno o más de los perfiles profesionales no están integrados en la plantilla técnica del postor (excepto en el caso de que se trate de un consorcio y pertenezcan a la plantilla técnica de otra de las entidades que lo conformen), se deberá presentar la declaración jurada mencionada en el apartado anterior a) para los profesionales que corresponda.
- b) El Especialista en predicción de modelos numéricos y aplicación de software deberá aportar una declaración jurada de conocimiento de programas informáticos de simulación meso y micro escalares para predicción de parámetros meteorológicos de amplia aceptación.
- c) El Especialista en Herramientas de Tratamiento de datos y SIG deberá aportar una declaración jurada acreditando conocimientos en el uso de programas informáticos de Sistemas de Información Geográfica (SIG) de amplia aceptación como: Quantum GIS, Arc GIS o de prestaciones similares.

Este equipo deberá contar, de ser necesario, con un equipo de apoyo de aplicaciones WEB con la finalidad de asegurar la entrega de los productos requeridos en los tiempos establecidos, sin que esto afecte los montos presupuestados.

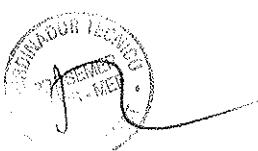
La experiencia del Consultor en el desarrollo de las aplicaciones SIG y manejo de software base tipo ArcGIS de ESRI Inc., con el que cuenta el MINEM (ARCGIS SERVER), será considerado como una ventaja comparativa.

EL DOMINIO DEL IDIOMA CASTELLANO POR PARTE DEL CONSULTOR ES RECOMENDABLE, DADO QUE LOS INFORMES A PRODUCIRSE Y TODAS LAS COMUNICACIONES DURANTE EL DESARROLLO DEL SERVICIO DE CONSULTORÍA, SE HARÁN EN ESTE IDIOMA.

## 8. Lugar de Trabajo

La prestación del servicio tendrá como sede la ciudad de Lima excepto para la realización de las visitas o trabajos de campo a las diferentes localizaciones propuestas por el Consultor y aprobadas por la DGE.

El Consultor deberá contar con las instalaciones necesarias y suficientes para cumplir con el servicio requerido. En los casos que sea necesario se podrán llevar a cabo reuniones de trabajo en las instalaciones de MINEM, o donde el MINEM determine.



## **9. Propiedad Intelectual**

---

Todos los planos, dibujos, especificaciones, diseños, informes, programas o plataformas informáticas y otros documentos preparados por el Consultor, en virtud del servicio, pasarán a ser de propiedad del Contratante y de MINEM en su calidad de entidad beneficiaria del PROSEMER, quedando reservado para estos todos los derechos como propietarios de los mismos.



