



CENER

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE

ADltech

ANALISIS GIS PARA EVALUACIÓN DEL RECURSO EÓLICO

Montevideo, Julio, 2014

epascal@cener.com

imoya@cener.com



Ciemot
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas





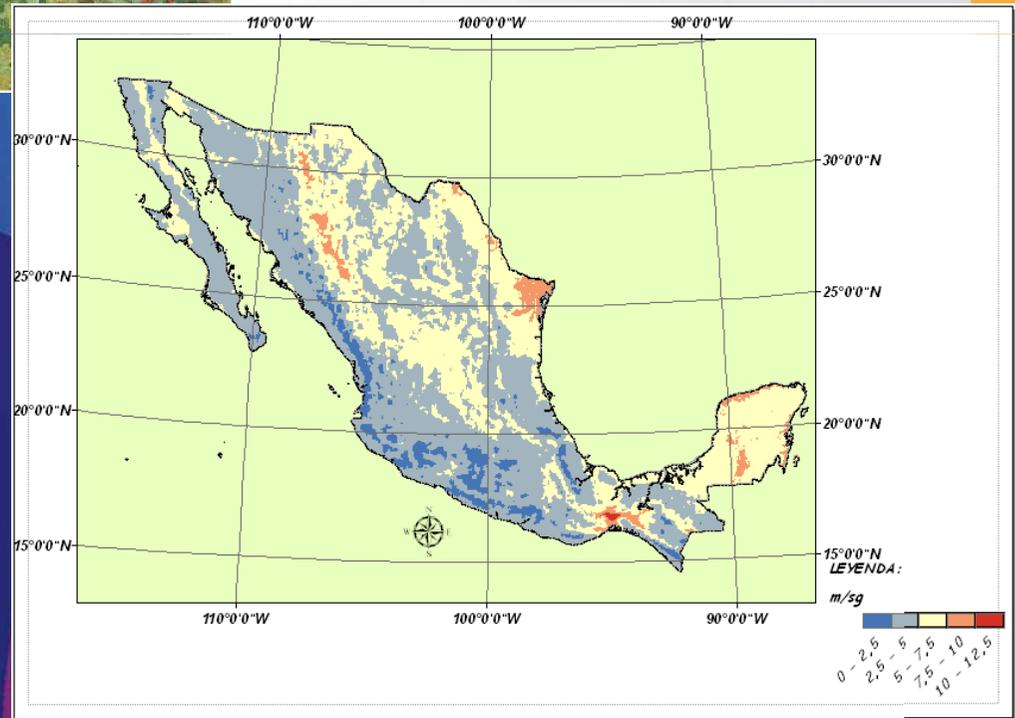
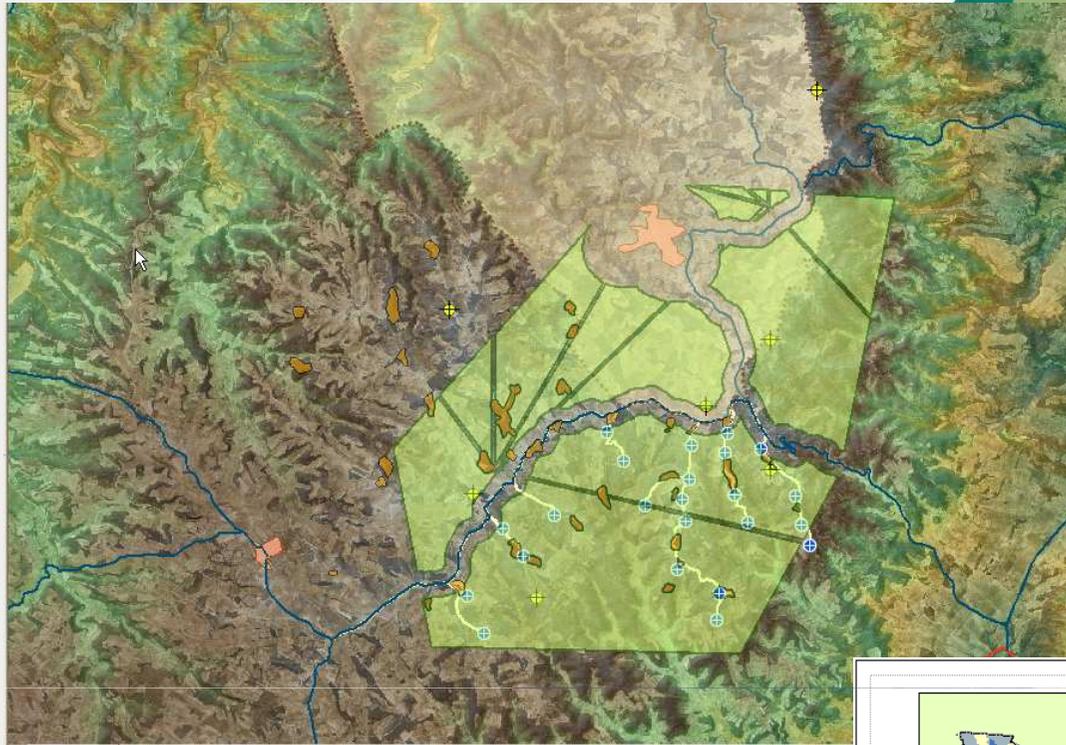
CENER

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE

ADitech

Index

1. Introducción
2. Mapas eólicos: Modelos de mesoscala
3. Uso de los sistemas de información geográficos
4. Metodología utilizada
5. Análisis de restricciones
6. Conclusiones



1. Introducción

Introducción

Medidas de viento

Diseño de la campaña de medidas

LIDAR

Análisis de datos

Determinación
Vref

MCP

Huracanes

www.globalwindmap.com

Mapas de recursos eólicos

SKIRON

Simulaciones de viento CFD

Modelización

Modelos lineales

CFD

Viento en el mar

Offshore

CFD

SKIRON

Simulaciones de estela CFD

Estelas

CFD

Simulaciones de red

Análisis de red

Estático

Dinámico



CENER

ADitech

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemat

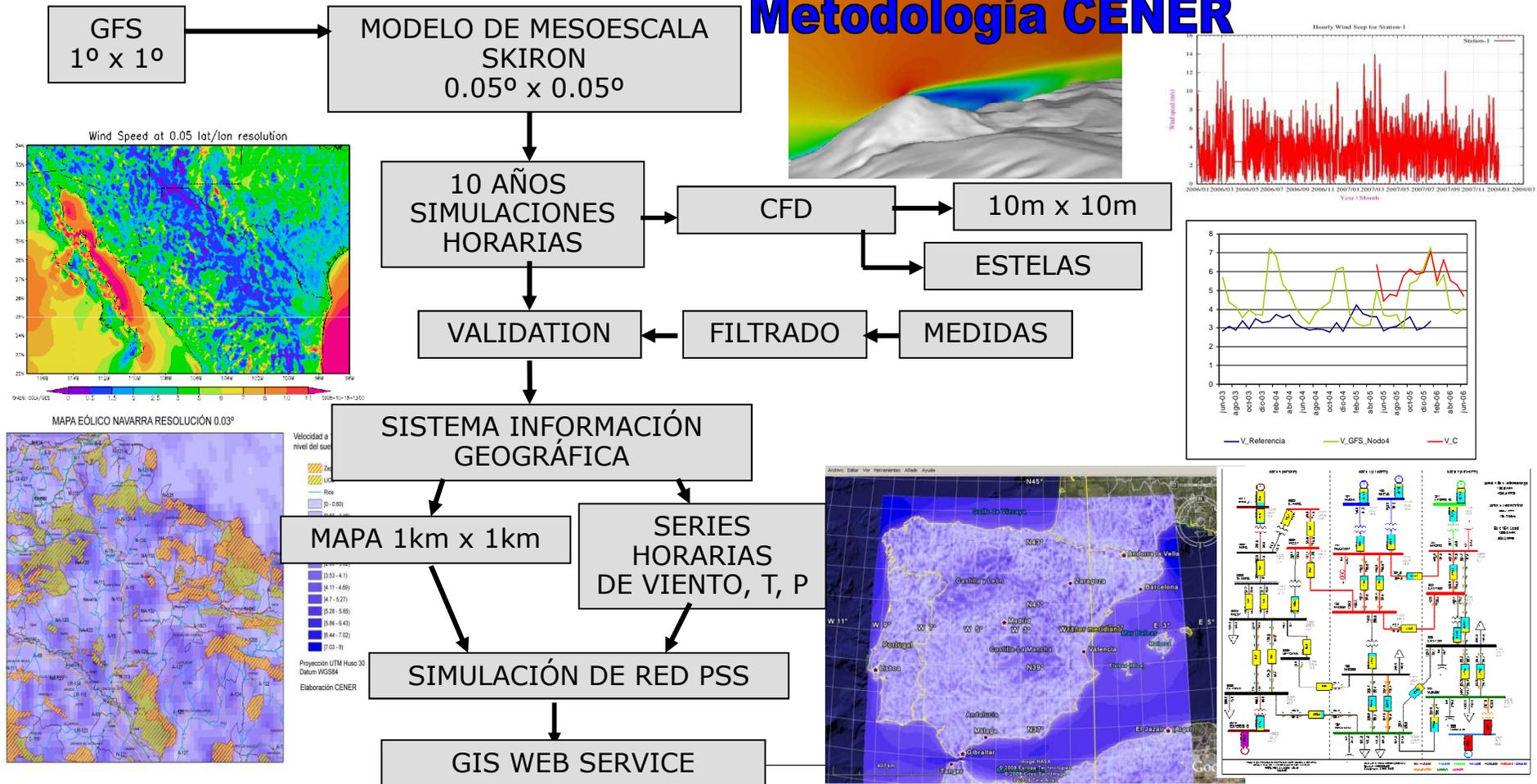
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



Gobierno
de Navarra

Mapas de recursos eólicos en tierra y mar con análisis de la red eléctrica

Metodología CENER



CENER
ADitech

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD



Ciemat
Centro de Investigaciones Energéticas, Tecnológicas y Ambientales



Gobierno de Navarra



2. Modelos de mesoescala

Mesoescala *Uso de modelos de mesoescala para obtención de mapas de recurso eólico*

- El uso de los modelos de mesoescala para la evaluación del recurso eólico es una actividad ya ampliamente implementada en la área de la energía eólica.
- El enfoque y la metodología puede variar dependiendo del usuario de los modelos, pero el objetivo es el mismo: aprovechar las capacidades de los modelos NWP para **evaluar el viento**.
- El método es realizar “simulaciones climáticas” de forma a obtener la climatología del viento.
- El objetivo es tener el máximo periodo posible simulado de la región de interés.



CENER

ADitech

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciema
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**



3. Uso de sistema de Información Geográfica

Usos de sistemas de información geográfica

- ✓ Visualización de datos
- ✓ Producción de mapas
- ✓ Consulta espacial
- ✓ Organización de datos
- ✓ Análisis territorial
- ✓ Previsión

Conclusión.

Los SIG analizan patrones, relaciones y tendencias en la información contribuyendo a la mejora de la toma de decisiones.

Cada día el ámbito de aplicación es más extenso e imprescindible en una amplia diversidad de campos



CENER

ADItch

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciema
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

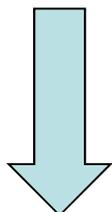


4. Metodología usada

Metodología utilizada

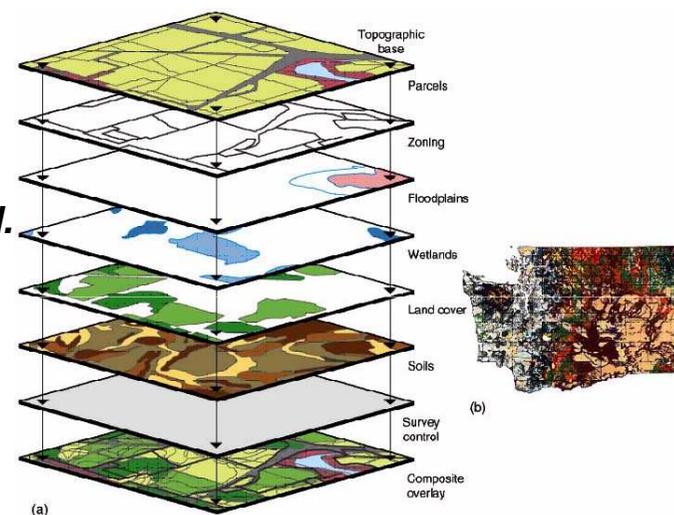
A partir de datos vectoriales:

1. Zonas de protección
2. Ríos
3. Núcleos urbanos
4. Curvas de nivel
5. Carreteras
6. Puntos representativos de velocidades medias de SKIRON.



Obtención de datos Raster a partir de datos vectoriales aplicando las distancias y buffers correspondientes a cada una de las restricciones .

Determinando el tamaño de celda y la proyección.



CENER

ADitech

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

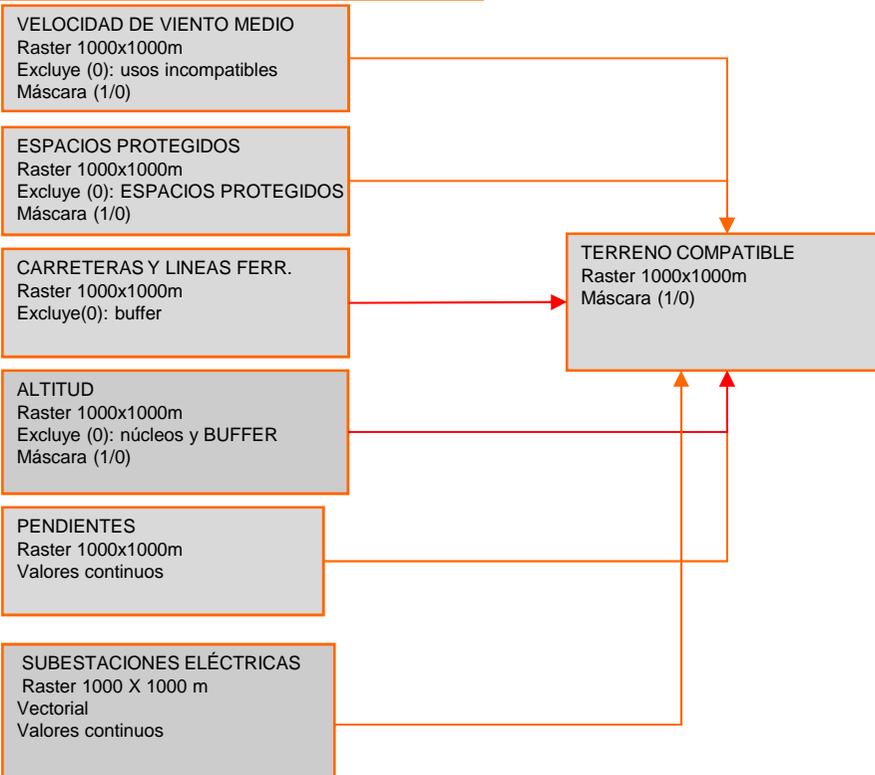
Cioma
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



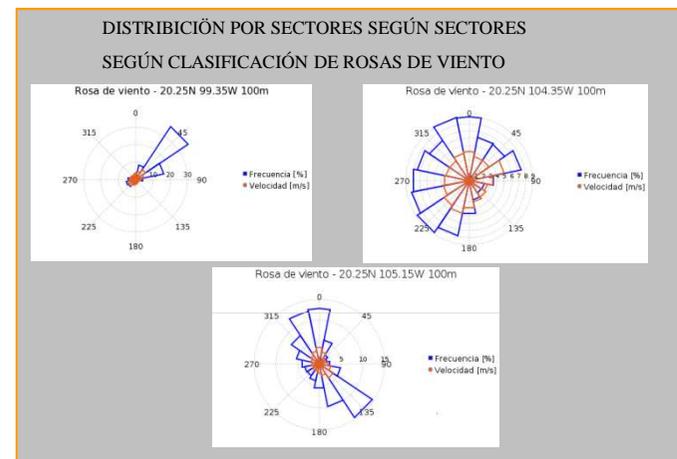
**Gobierno
de Navarra**

Creación de mapas y cálculo de protección energética

POTENCIAL ACCESIBLE



POTENCIA NETA



CENER
ADitech

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD



Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Petrolíferas
y Tecnológicas

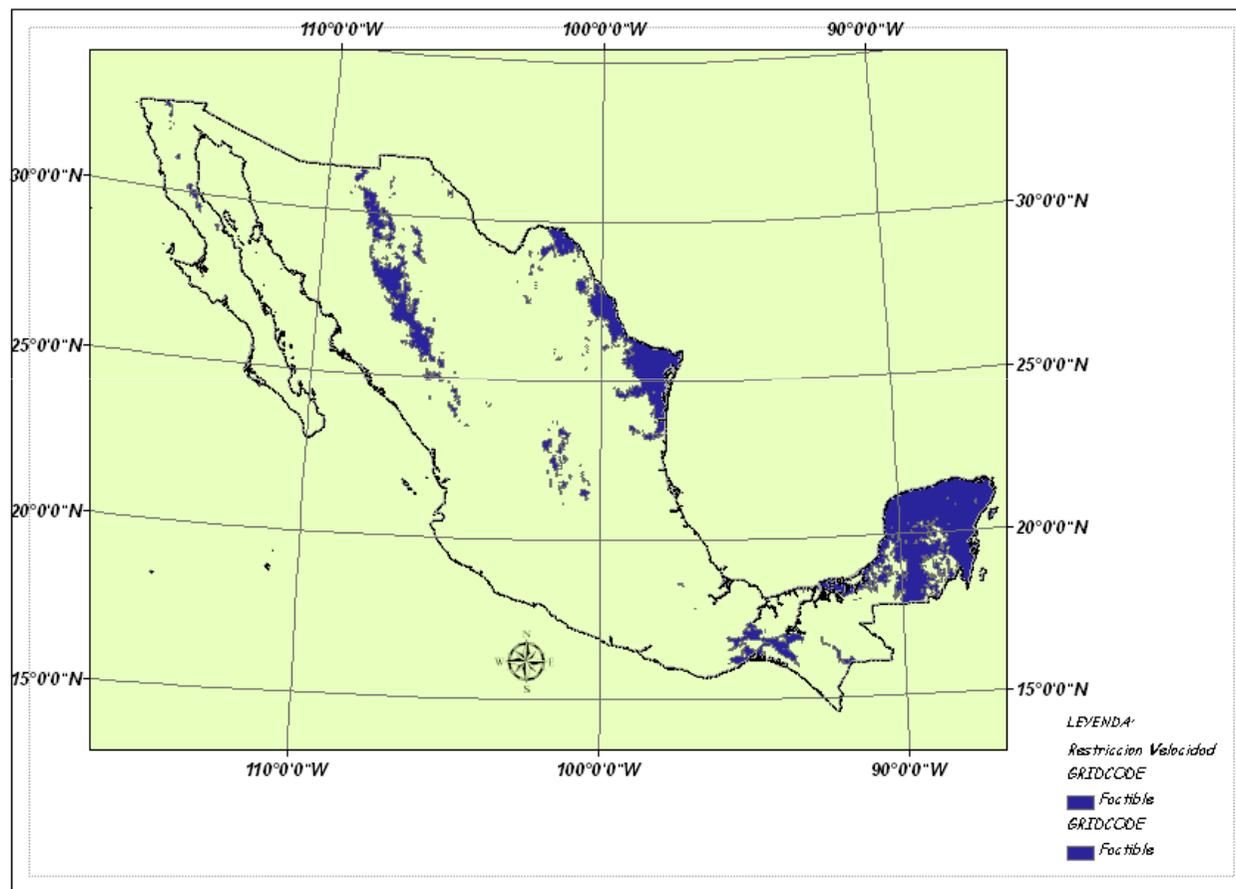


Gobierno
de Navarra



5. Análisis de restricciones

Creación de mapas y cálculo de producción energética : Restricción por viento



Restricción por bins de velocidad en el total de la superficie de Méjico

Es la limitación más importante a la hora de calcular el potencial eólico.



CENER
ADItch

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

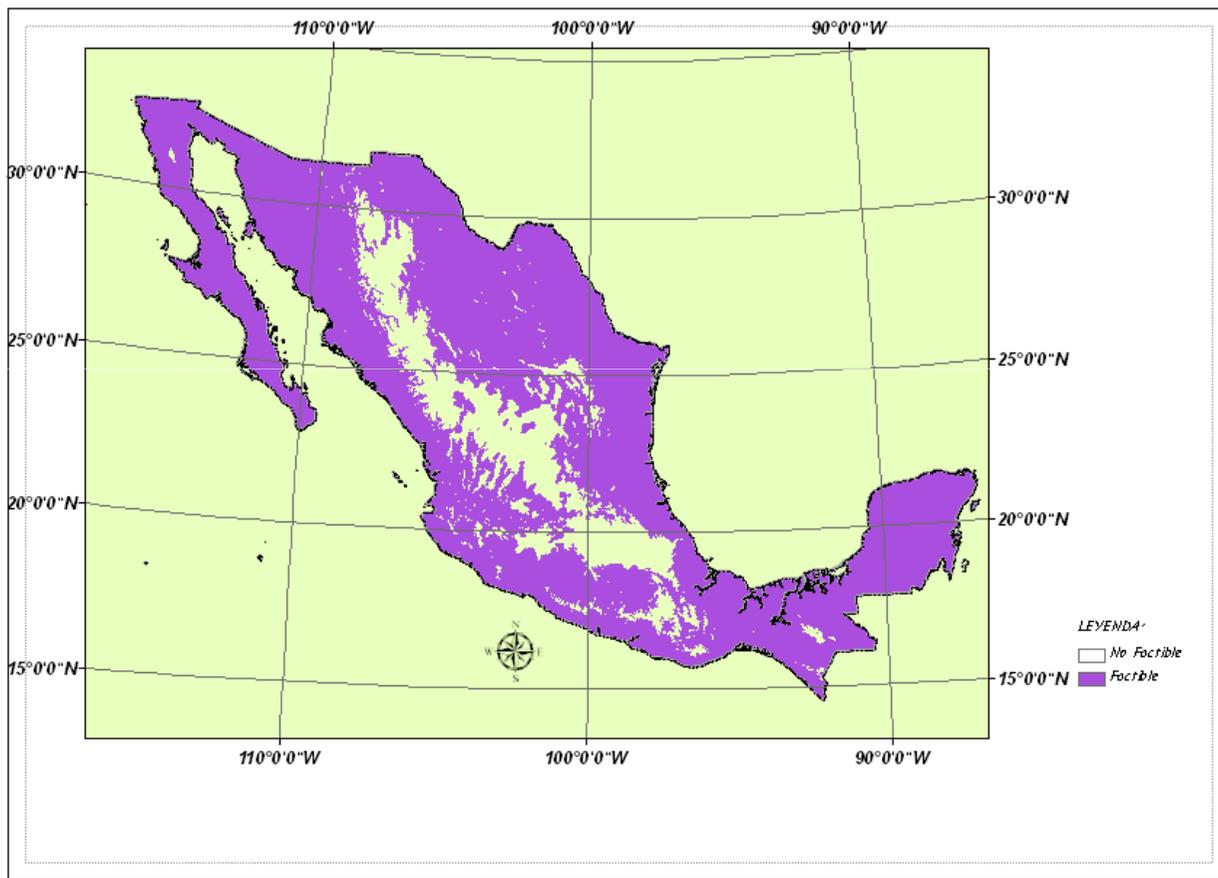
MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciema
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

Creación de mapas y cálculo de producción energética : Restricción por altitud



**Restricción por altitud.
Zonas de difícil accesibilidad.**



CENER

ADitech

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

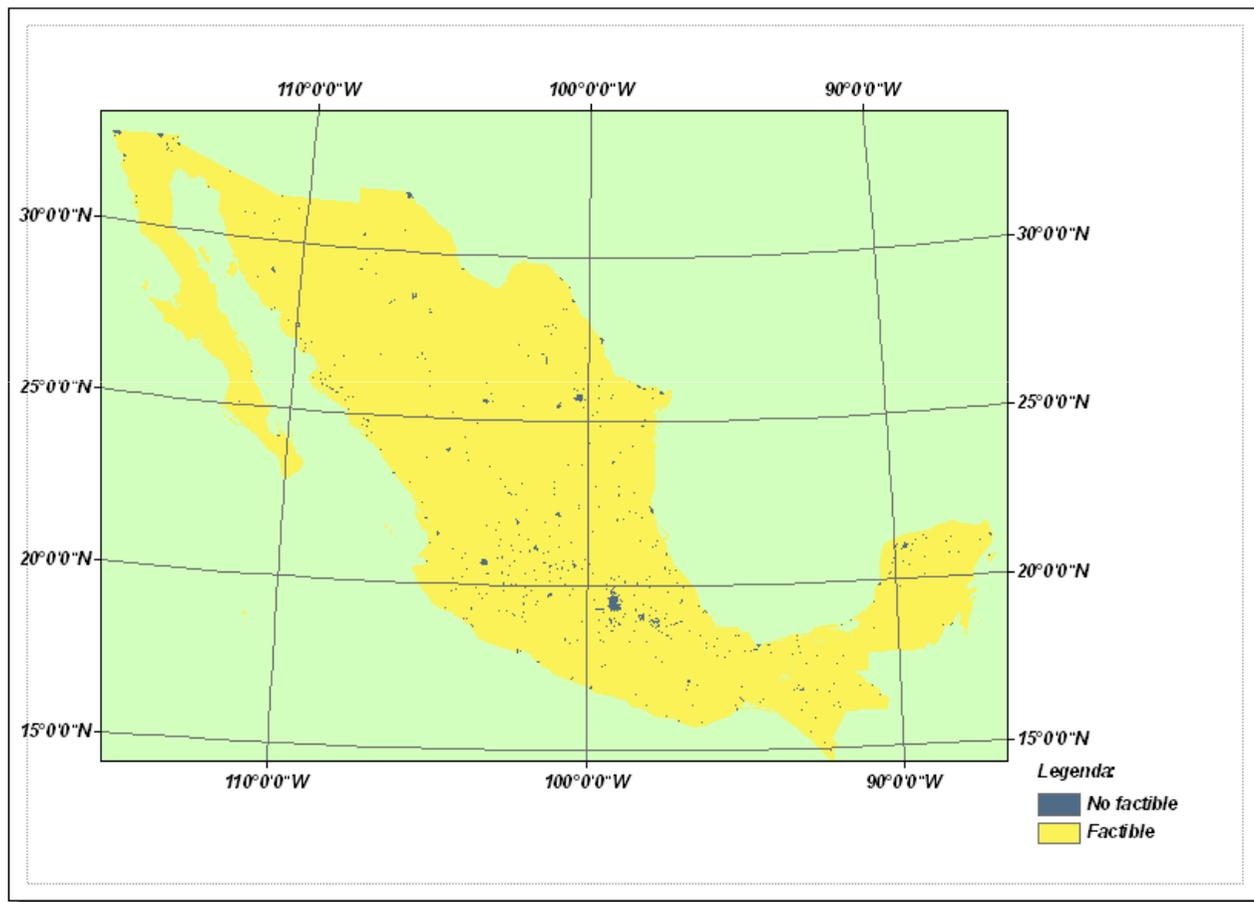
MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciema
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

Creación de mapas y cálculo de producción energética: Núcleos urbanos



Restricciones por núcleos urbanos.

Restricción por núcleos de población. Normativa legal que obliga a mantener distancia mínima a núcleos de población.



CENER
ADitech

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

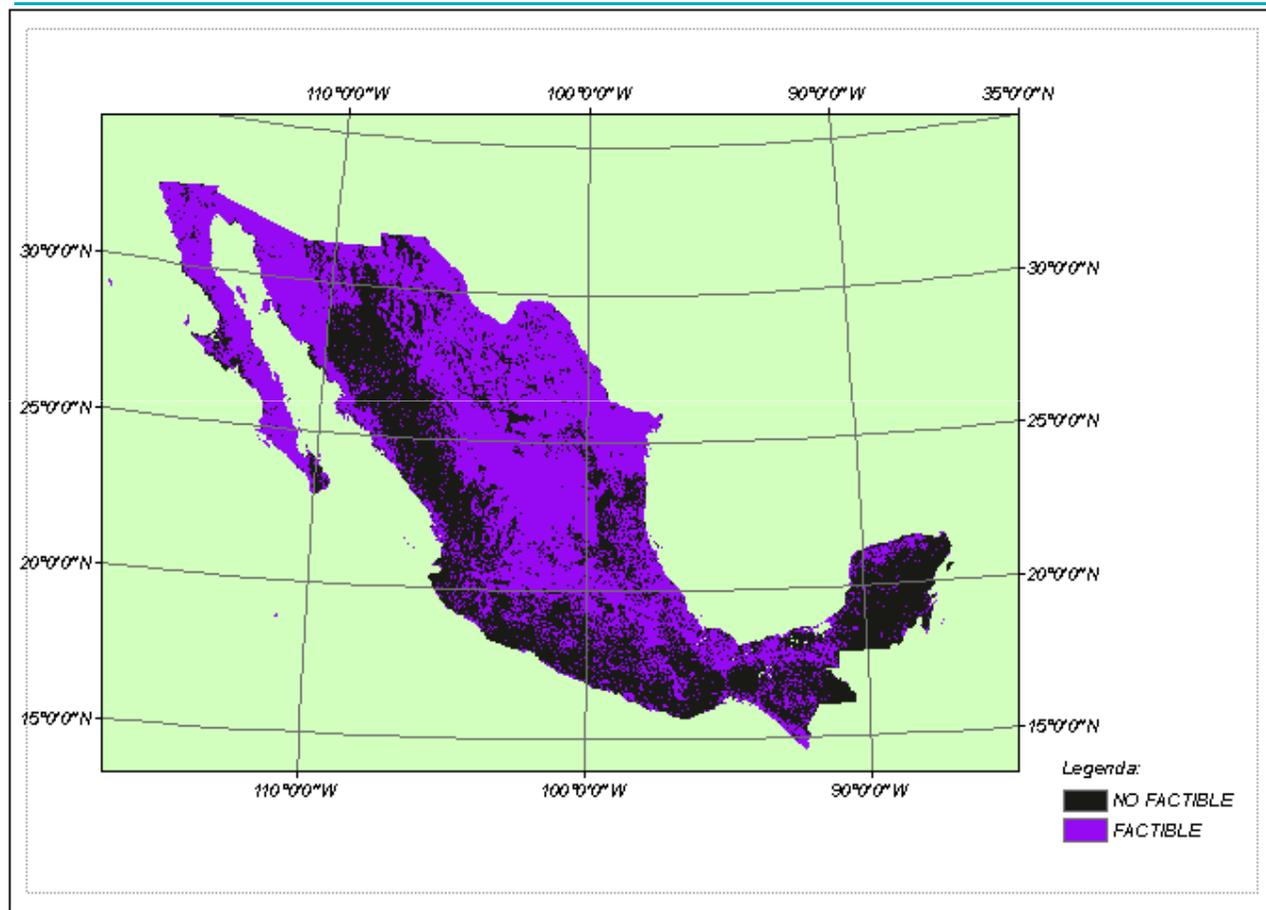
MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

CiomaE
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

Creación de mapas y cálculo de producción energética: Usos de suelo



Restricción de usos de suelo:
Muy limitante.
Se excluyen:

- Zonas agrícolas
- Zonas urbanas
- Zonas de recursos naturales
- Zonas industriales



CENER
ADitech

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

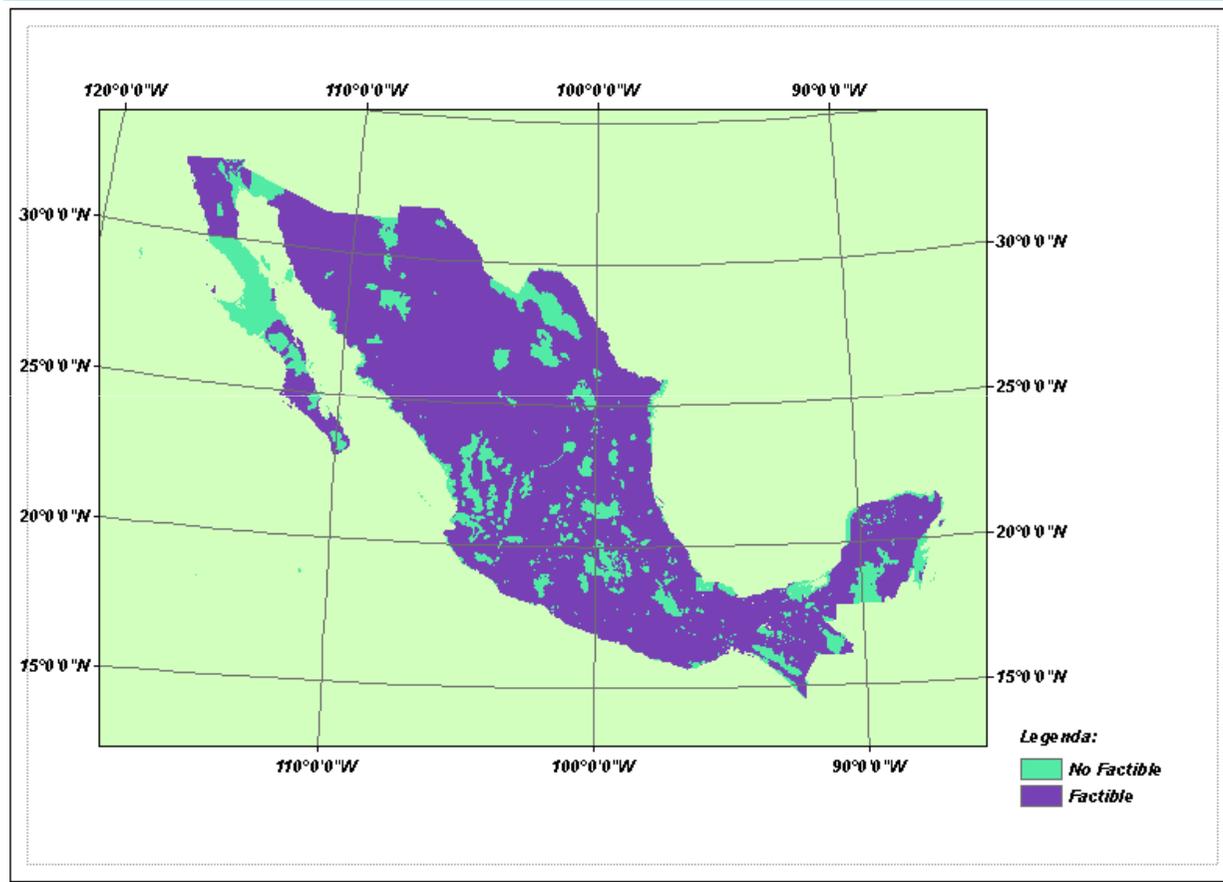
MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Cioma
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

Creación de mapas y cálculo de producción energética: Espacios Naturales



Restricción de espacios naturales.

Varías figuras de protección en Méjico.

- 1. Áreas de protección por Estado.**
- 2. Áreas de protección de la Fauna y la flora.**
- 3. Parques nacionales**
- 4. Reservas de la biosfera**
- 5. Sitios Ramsar**



CENER
ADitech

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

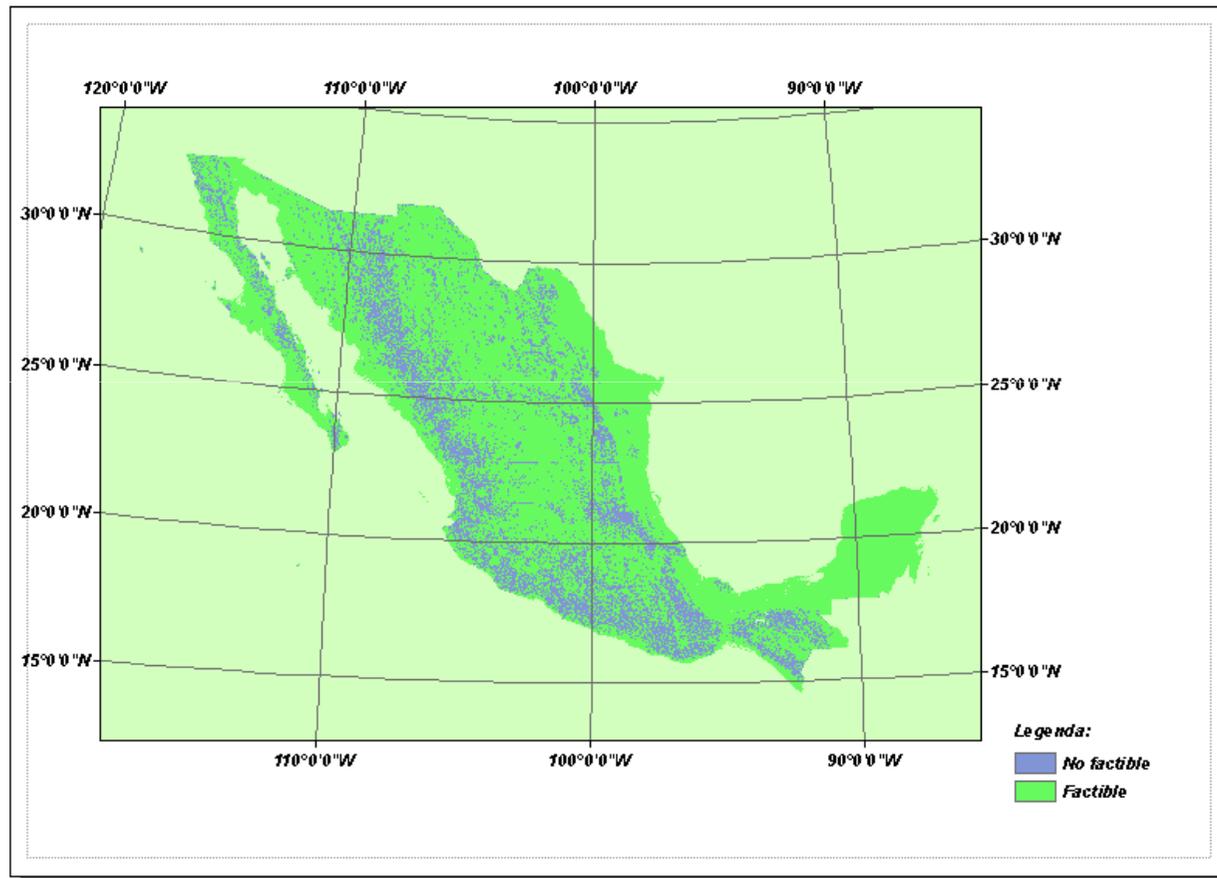
MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Cioma
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

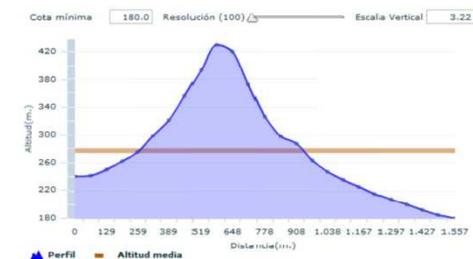
Creación de mapas y cálculo de producción energética: Pendiente.



Restricción por pendiente.

Accesibilidad para la construcción del parque eólico.

Núcleos de población cercanos.



CENER
ADitech

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

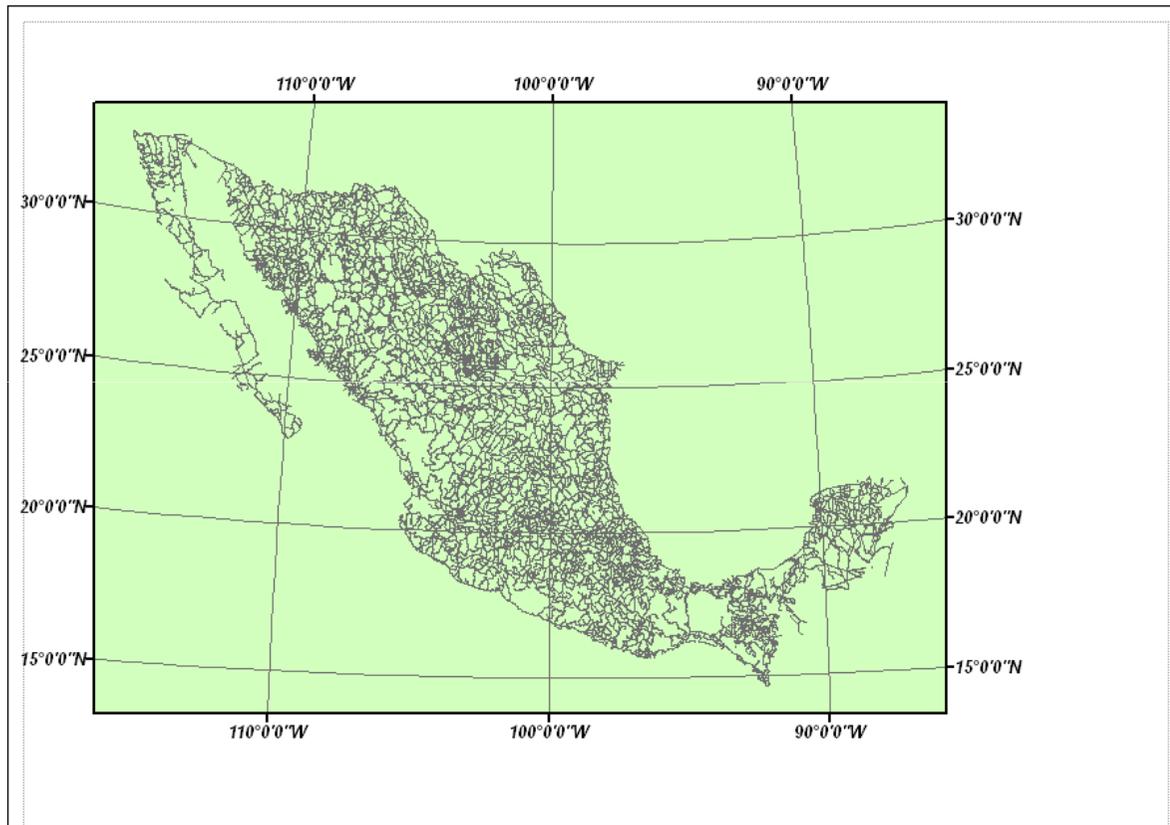
MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

Creación de mapas y cálculo de producción energética: Vías de comunicación



Restricción por vías de comunicación.



CENER
ADItch

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

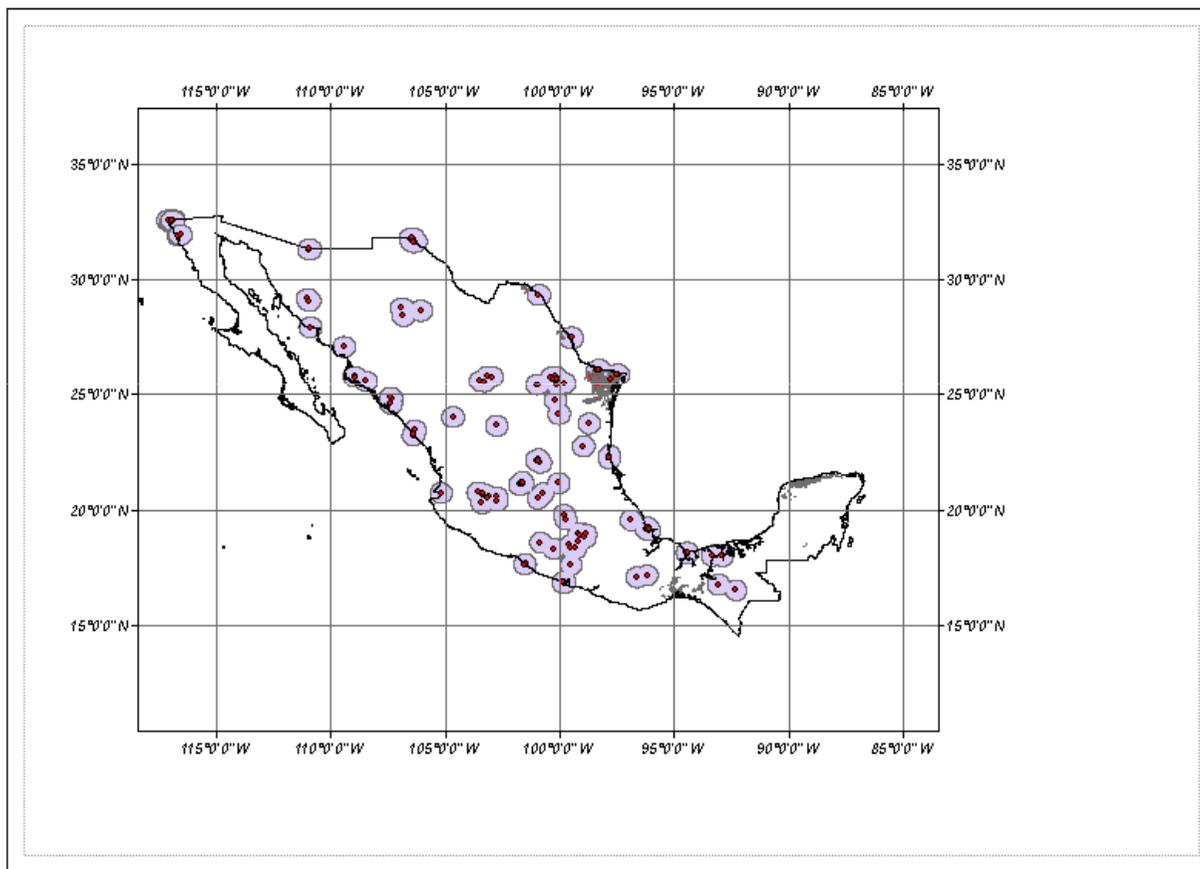
MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Cioma
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas

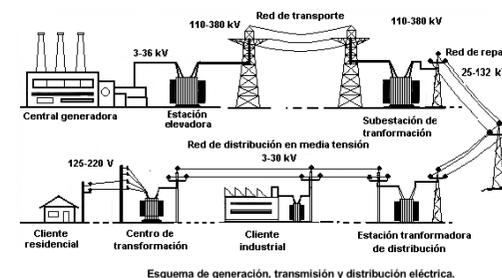


**Gobierno
de Navarra**

Creación de mapas y cálculo de producción energética: Subestaciones.



Restricción por Subestaciones.
La subestación es una de las restricciones económicas fundamentales. Debido a lo que se encarece el coste de obra.



CENER

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE

ADitech



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

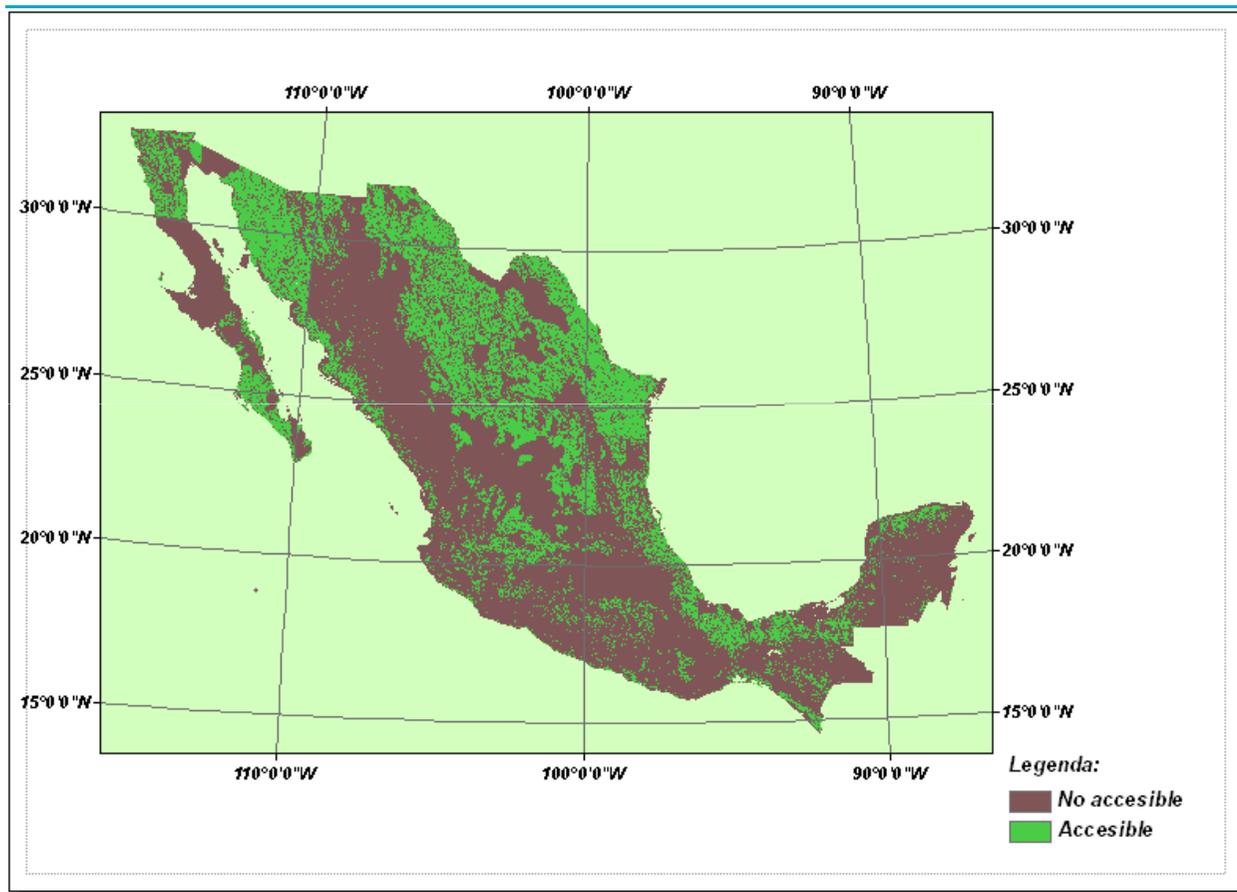
MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Cioma
Centro de Investigaciones
Energéticas, Planificación
y Tecnología



**Gobierno
de Navarra**

Creación de mapas y cálculo de producción energética: Restricción total.



Operando con todas las capas ya descritas se llega al resultado final de áreas factibles y no factibles.



De área accesible se calcula la potencia bruta.



CENER
ADitech

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

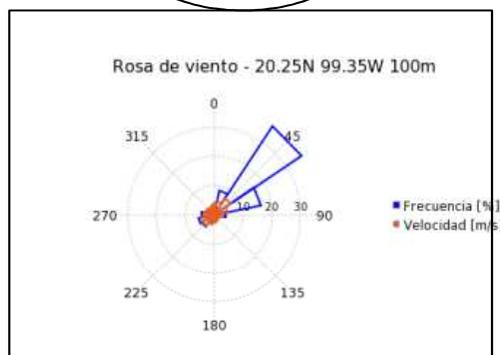
Cioma
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



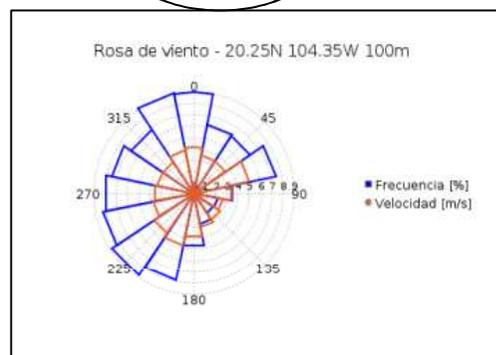
**Gobierno
de Navarra**

Clasificación por características en el porcentaje de frecuencia por direcciones

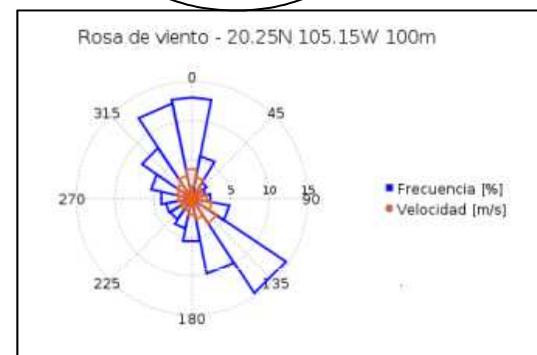
I



II



III



Clase I: La máxima suma de la frecuencia de dos sectores adyacentes es mayor o igual que el 50%

Clase II: La máxima suma de la frecuencia de dos sectores adyacentes es mayor o igual que el 30% e inferior al 50%

Clase III: No se dan las condiciones ni de la clase I ni de la II

Se divide el área en tres zonas según esta clasificación.



CENER
ADitech

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Cioma
Centro de Investigaciones
Energéticas, Petroleras
y Tecnológicas



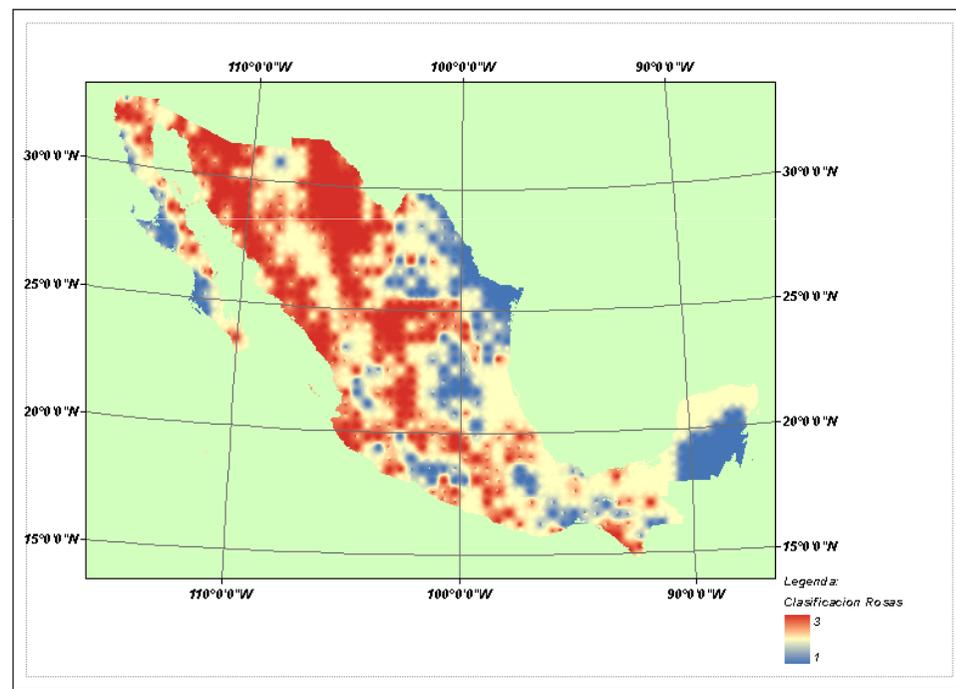
**Gobierno
de Navarra**

Creación de mapas y cálculo de producción energética.

Clasificación dentro de las distintas regiones del sistema eléctrico Nacional



Figura 2.1



CENER
ADitech

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

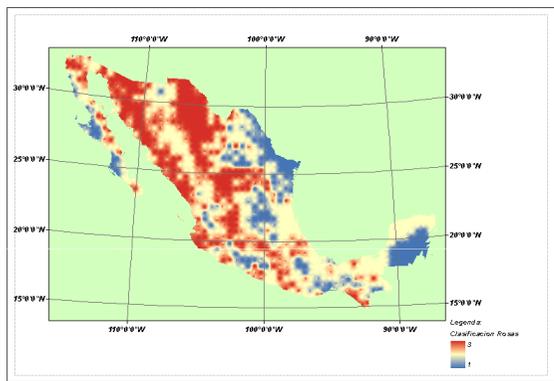
MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas

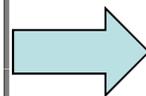


**Gobierno
de Navarra**

Creación de mapas y cálculo de producción energética: Potencia instalada

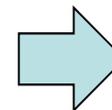


I-II-III

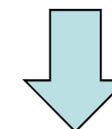


Coeficiente
Densidad de
potencia por
superficie

MW



Restricciones total



MWh



CENER
ADitech

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Cioma
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



Gobierno
de Navarra



6. Conclusiones

Conclusiones:

1. Estudio inicial de estrategia energética en un país con potencial renovable.
2. Identificación de zonas con mejores características de recursos eólico, constructivas y medio ambientales para futuros desarrollos energéticos.
3. Tendencia a la generación distribuida (generar allí donde se consume). Minimización de pérdidas eléctricas.
4. Desarrollo sostenible. Microeólica.



CENER

ADItch

NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciema
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

www.cener.com



CENER

ADItch

