



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA Y DIRECCIÓN DE  
EMPRESAS

**Tesis Doctoral**

**EVALUACIÓN DE LA COMPETITIVIDAD  
TERRITORIAL MEDIANTE SIG: UNA APLICACIÓN  
AL SECTOR DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES**

**Francisco J. Santana Sarmiento**

**Las Palmas de Gran Canaria, abril de 2012**



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA  
Departamento de Economía y Dirección de Empresas

**D<sup>a</sup> MARGARITA FERNÁNDEZ MONROY, SECRETARIA DEL  
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS DE LA  
UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA,**

**CERTIFICA,**

Que el Consejo de Doctores del Departamento, en su sesión de fecha veintiséis de marzo de dos mil doce, tomó el acuerdo de dar el consentimiento para su tramitación a la tesis doctoral titulada “Evaluación de la competitividad territorial mediante SIG: Una aplicación al sector de las energías renovables”, presentada por el doctorando D. Francisco Jesús Santana Sarmiento y dirigida por las Doctoras Dña. Francisca Rosa Álamo Vera y Dña. Petra de Saá Pérez.

Y para que así conste, y a efectos de lo previsto en el Artº 5.2 del Reglamento para la Elaboración, Tribunal, Defensa y Evaluación de Tesis Doctorales de esta Universidad, firmo la presente en Las Palmas de Gran Canaria, a veintiséis de marzo de dos mil doce.



**UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA**

**NUEVAS TENDENCIAS ESTRATÉGICAS EN ADMINISTRACIÓN Y  
DIRECCIÓN DE EMPRESAS**

**DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS**

**Tesis Doctoral**

**EVALUACIÓN DE LA COMPETITIVIDAD  
TERRITORIAL MEDIANTE SIG: UNA APLICACIÓN  
AL SECTOR DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES**

**Directora**

**Directora**

**Fdo. Dra. Francisca R. Álamo Vera**

**Fdo. Dra. Petra de Saá Pérez**

**Autor**

**Fdo. Francisco J. Santana Sarmiento**

**Las Palmas de Gran Canaria, abril de 2012**

*A Paula, Néstor e Irene.*



Deseo expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que de alguna forma han contribuido a la realización de este trabajo de investigación:

- A las Doctoras Dña. Francisca Rosa Álamo Vera y Dña. Petra de Saá Pérez, cuyo conocimiento y experiencia investigadora han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo. Muchas gracias por los continuos actos de motivación, dedicación y preocupación, más allá de su responsabilidad como directoras del mismo.
- A mis compañeros del Área de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría por su apoyo y por el esfuerzo que han realizado para permitirme terminar esta aventura. Quisiera expresar un particular agradecimiento a Moisés Martín Betancor, Emilio Fernández Negrín, Flor Andrés de Araujo, Carlos Gil Sarmiento, Elena Báez López y Darío Galván Marrero por su especial colaboración en este trabajo y sus oportunos consejos.
- A GRAFCAN, Instituto Tecnológico de Canarias y Cluster-RICAM por su apoyo y colaboración.
- A Pablo Suárez Rocha (GRAFCAN), Fernando Caballero Roig (Cluster-RICAM), Salvador Suárez García (Instituto Tecnológico de Canarias), Sergio Velázquez Medina (Departamento de Ingeniería Electrónica y Automática de la ULPGC), Antonio Pulido Alonso (Departamento de Ingeniería Eléctrica de la ULPGC), Sinda Hernández González (Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias) y Francisco González Artilles (Cabildo de Gran Canaria), por su tiempo, confianza, aportaciones y colaboración.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I MODELO DE COMPETITIVIDAD TERRITORIAL DESDE EL ENFOQUE DE LA TEORÍA DE RECURSOS Y CAPACIDADES</b>	
1.1. LA COMPETITIVIDAD TERRITORIAL: CONCEPTO Y MEDICIÓN .....	9
1.1.1. Estudios sobre la competitividad territorial a escala regional .....	13
1.1.2. Estudios sobre la competitividad territorial a escala mundial .....	20
1.2. EL VALOR ESTRATÉGICO DEL TERRITORIO DESDE EL ENFOQUE DE LA TEORÍA DE RECURSOS Y CAPACIDADES.....	26
1.2.1. Evolución de la teoría de recursos y capacidades .....	26
1.2.2. La ventaja competitiva desde la teoría de recursos y capacidades.....	33
1.2.3. La teoría de recursos y capacidades en el contexto territorial.....	36
1.3. MODELO ESTRATÉGICO DE COMPETITIVIDAD TERRITORIAL.....	42
1.3.1. Recursos .....	44
1.3.2. Capacidades .....	46
1.3.3. Resultados.....	51
<b>CAPÍTULO II METODOLOGÍA Y CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
2.1. LA INVESTIGACIÓN TERRITORIAL MEDIANTE SIG .....	53
2.1.1. Aplicación de los SIG a las técnicas de investigación territorial .....	53
2.1.2. Análisis de patrones espaciales de puntos mediante SIG.....	60
2.1.3. La evaluación multicriterio.....	82
2.2. EL SECTOR DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.....	79
2.2.1. El subsector de la energía eólica .....	83
2.2.2. El subsector de la energía solar.....	87
2.2.3. El subsector de la energía hidráulica.....	96
2.2.4. El subsector de la energía geotérmica .....	99
2.2.5. El subsector de la energía marina .....	101
2.3. MEDICIÓN DE LA COMPETITIVIDAD TERRITORIAL PARA EL DESARROLLO DE LAS EE.RR. MEDIANTE SIG .....	102
2.3.1. Medición de los recursos .....	102
2.3.2. Medición de capacidades .....	106
2.3.3. Medición de resultados socioeconómicos .....	115
2.4. CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN: ENERGÍA EÓLICA Y SOLAR FOTOVOLTAICA EN GRAN CANARIA Y TENERIFE.....	121
2.4.1. Justificación del contexto de la investigación.....	121
2.4.2. Fuentes de información utilizadas.....	122

### CAPÍTULO III RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	INDICADORES DE RECURSOS .....	133
3.1.1.	<i>Recurso territorial disponible</i> .....	133
3.1.2.	<i>Capital humano</i> .....	197
3.1.3.	<i>Volumen de mercado</i> .....	198
3.2.	INDICADORES DE CAPACIDADES .....	199
3.2.1.	<i>Sofisticación de la demanda</i> .....	200
3.2.2.	<i>Comportamiento innovador</i> .....	202
3.2.3.	<i>Concentración geográfica</i> .....	205
3.2.4.	<i>Efecto de red</i> .....	217
3.2.5.	<i>Esfuerzo inversor</i> .....	219
3.2.6.	<i>Cooperación</i> .....	220
3.3.	POTENCIAL COMPETITIVO Y RESULTADOS: ÍNDICE DE COMPETITIVIDAD TERRITORIAL .....	220
3.3.1.	<i>Análisis del potencial competitivo del territorio</i> .....	220
3.3.2.	<i>Indicadores de resultados socioeconómicos</i> .....	227
3.3.3.	<i>Índice de competitividad territorial</i> .....	231

### CAPÍTULO IV RESUMEN Y CONCLUSIONES

4.1.	CONCLUSIONES E IMPLICACIONES .....	233
4.2.	LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES .....	240

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....

245

### ANEXOS .....

275

ANEXO I.	CUESTIONARIO. ....	275
ANEXO II.	RELACIÓN DE EXPERTOS ENTREVISTADOS. ....	278
ANEXO III.	RELACIÓN DE FUENTES DE INFORMACIÓN SECUNDARIA CONSULTADAS. ....	279
ANEXO IV.	RELACIÓN DE FUENTES DE GEOINFORMACIÓN CONSULTADAS. ....	281
ANEXO V.	MAPAS DE LOS FACTORES DEL RECURSO TERRITORIAL EÓLICO TEÓRICO. ....	282
ANEXO VI.	MAPAS DE LOS FACTORES DEL RECURSO TERRITORIAL FOTOVOLTAICO TEÓRICO. ....	285

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

<b>Figura I.1.</b> Diamante de la ventaja competitiva. ....	14
<b>Figura I.2.</b> Modelo de los tres factores. ....	16
<b>Figura I.3.</b> Modelo recursos-resultados. ....	17
<b>Figura I.4.</b> Pilares de competitividad económica del GCI. ....	21
<b>Figura I.5.</b> Modelo del NGCI. ....	25
<b>Figura I.6.</b> Modelo conceptual de recursos y capacidades de Barney (1991). ....	31
<b>Figura I.7.</b> Marco conceptual para la formulación de la estrategia. ....	36
<b>Figura I.8.</b> Adaptación del marco conceptual de Grant (1991) al territorio. ....	42
<b>Figura I.9.</b> Modelo para la evaluación del potencial competitivo del territorio. ....	43
<b>Figura II.1.</b> Modelos de representación de los SIG. ....	56
<b>Figura II.2.</b> Ejemplo de flujo de trabajo. ....	59
<b>Figura II.3.</b> Ejemplo de salida gráfica. ....	60
<b>Figura II.4.</b> Método del análisis mediante la función $K$ . ....	65
<b>Figura II.5.</b> Representación de la distribución $L$ . ....	66
<b>Figura II.6.</b> Fundamento de la estimación de densidades mediante ventanas móviles. ....	67
<b>Figura II.7.</b> Ejemplo de función kernel. ....	68
<b>Figura II.8.</b> Efecto de la función kernel entre diferentes eventos cercanos. ....	69
<b>Figura II.9.</b> Procedimiento para la obtención de una evaluación multicriterio. ....	74
<b>Figura II.10.</b> Estandarización. ....	75
<b>Figura II.11.</b> Estandarización difusa. ....	76
<b>Figura II.12.</b> Ejemplo de función de pertenencia sigmoideal ascendente. ....	77
<b>Figura II.13.</b> Ejemplo de ponderación por pares de Saaty. ....	78
<b>Figura II.14.</b> Consumo de energía primaria en España en 2010. ....	80
<b>Figura II.15.</b> Fuentes de energías renovables. ....	81
<b>Figura II.16.</b> Proceso para la obtención del índice de recurso territorial disponible. ....	103
<b>Figura II.17.</b> Representación de flujo de relaciones de intercambio comercial. ....	112
<b>Figura II.18.</b> Ejemplo de gráfico comparativo de recursos y capacidades. ....	119
<b>Figura II.19.</b> Relación entre potencial competitivo y resultados. ....	120
<b>Figura III.1.</b> Recurso eólico de Canarias. ....	136
<b>Figura III.2.</b> Capas temáticas de velocidad del viento. ....	137
<b>Figura III.3.</b> Capas temáticas de pendiente. ....	139
<b>Figura III.4.</b> Capas temáticas de red de comunicaciones. ....	141
<b>Figura III.5.</b> Capas temáticas de red de líneas eléctricas. ....	143
<b>Figura III.6.</b> Capa temática de uso del suelo estandarizada. ....	145
<b>Figura III.7.</b> Determinación de una cuenca visual. ....	148
<b>Figura III.8.</b> Interpretación de la capa temática de impacto visual. ....	149
<b>Figura III.9.</b> Capa temática de impacto visual. ....	150
<b>Figura III.10.</b> Capa temática de núcleos de población. ....	152
<b>Figura III.11.</b> Mapa del recurso territorial eólico teórico. ....	154
<b>Figura III.12.</b> Capa temática de espacios naturales protegidos. ....	157

<b>Figura III.13.</b> Capa temática de las zonas especiales de conservación.....	158
<b>Figura III.14.</b> Capa temática de las zonas de especial protección para las aves. ....	159
<b>Figura III.15.</b> Capa temática de las zonas protegidas.....	159
<b>Figura III.16.</b> Capa temática de zonas habitadas.....	161
<b>Figura III.17.</b> Superficie de afección en zonas aeroportuarias. ....	162
<b>Figura III.18.</b> Capa temática de afección de embalses, carreteras, líneas eléctricas, barrancos y límite marítimo-terrestre. ....	164
<b>Figura III.19.</b> Zona de influencia de los aerogeneradores.....	165
<b>Figura III.20.</b> Capa temática de los aerogeneradores. ....	166
<b>Figura III.21.</b> Localización de instalaciones militares con ortofotos.....	167
<b>Figura III.22.</b> Consulta del valor estandarizado del recurso eólico. ....	168
<b>Figura III.23.</b> Recurso territorial eólico disponible. ....	169
<b>Figura III.24.</b> Capa temática de irradiación. ....	175
<b>Figura III. 25.</b> Capa temática de temperatura.....	177
<b>Figura III.26.</b> Calculo de sombras a partir de un SIG. ....	178
<b>Figura III.27.</b> Coordenadas locales solares.....	179
<b>Figura III.28.</b> Posición del Sol a lo largo del año.....	180
<b>Figura III.29.</b> Altura del Sol en el meridiano del lugar.....	181
<b>Figura III.30.</b> Orto y ocaso.....	182
<b>Figura III.31.</b> Capa temática de sombras en primavera. ....	183
<b>Figura III.32.</b> Capa temática de sombra. ....	184
<b>Figura III.33.</b> Referencia angular de las orientaciones.....	185
<b>Figura III.34.</b> Capa temática de orientaciones. ....	186
<b>Figura III.35.</b> Capa temática de compatibilidad del suelo. ....	189
<b>Figura III.36.</b> Capa temática de pendiente estandarizada. ....	190
<b>Figura III.37.</b> Mapa del recurso territorial solar fotovoltaico teórico. ....	192
<b>Figura III.38.</b> Recurso territorial fotovoltaico disponible. ....	195
<b>Figura III. 39.</b> Localización de las empresas de energías renovables. ....	206
<b>Figura III.40.</b> Localización de instalaciones fotovoltaicas a partir del registro de instalaciones de producción de energía eléctrica.....	207
<b>Figura III. 41.</b> Localización de huertas fotovoltaicas perfectamente localizables. ....	209
<b>Figura III.42.</b> Localización de huertas fotovoltaicas de dudosa localización. ....	210
<b>Figura III.43.</b> Localización de parques fotovoltaicos a partir de la cartografía de GRAFCAN. ....	211
<b>Figura III. 44.</b> Localización de instalaciones fotovoltaicas a partir de la cartografía de GRAFCAN y ortofotografías. ....	212
<b>Figura III. 45.</b> Concentración de la industria en Gran Canaria y Tenerife.....	213
<b>Figura III.46.</b> Función $K(d)$ de Ripley. ....	215
<b>Figura III.47.</b> Estimador de densidad kernel. ....	216
<b>Figura III.48.</b> Localización de $G^*$ . ....	219
<b>Figura III.49.</b> Gráfico comparativo de recursos y capacidades.....	223
<b>Figura III. 50.</b> Relación entre potencial competitivo y resultados.....	232

## ÍNDICE DE CUADROS

---

<b>Cuadro I.1.</b> Enfoques conceptuales de competitividad territorial. ....	10
<b>Cuadro I.2.</b> Relación entre los indicadores de capital territorial y las dimensiones de la competitividad territorial. .	19
<b>Cuadro I.3.</b> Factores de competitividad del WCY.....	20
<b>Cuadro I.4.</b> Pesos de los subíndices del modelo GCI.....	23
<b>Cuadro I.5.</b> Evolución conceptual de la teoría de recursos y capacidades. ....	26
<b>Cuadro I.6.</b> Clasificación de los recursos de la empresa. ....	34
<b>Cuadro I.7.</b> Aplicación de la TRC al contexto territorial. ....	37
<b>Cuadro I.8.</b> Características de los recursos de un territorio.....	38
<b>Cuadro I.9.</b> Elementos del modelo para la evaluación del potencial competitivo del territorio. ....	44
<b>Cuadro II.1.</b> Ventajas e inconvenientes de los modelos vectoriales y <i>raster</i> . ....	57
<b>Cuadro II.2.</b> Ejemplo de regla topológica. ....	58
<b>Cuadro II.3.</b> Ejemplos de aplicación de EMC en la investigación territorial. ....	73
<b>Cuadro II.4.</b> Producción energética española y canaria en términos de energía primaria (ktep) en 2010. ....	82
<b>Cuadro II.5.</b> Evolución de la potencia y la producción eólica instalada en España en el periodo 2000-2010. ....	84
<b>Cuadro II.6.</b> Potencia instalada para la generación de energía eólica por comunidad autónoma hasta 2010. ....	85
<b>Cuadro II.7.</b> Evolución de la potencia y la producción eólica instalada en Canarias en el periodo 2000-2010.....	86
<b>Cuadro II.8.</b> Evolución de la potencia y producción de energía fotovoltaica instalada en España entre 2000-2010... 88	88
<b>Cuadro II.9.</b> Potencia instalada para la generación de energía fotovoltaica por comunidad autónoma hasta 2010. .	89
<b>Cuadro II.10.</b> Evolución de la potencia y la producción fotovoltaica instalada en Canarias entre 2005-2010. ....	90
<b>Cuadro II.11.</b> Evolución de la superficie y producción de energía solar térmica en España entre 2000-2010. ....	92
<b>Cuadro II.12.</b> Superficie con energía solar térmica instalada en España por comunidad autónoma hasta 2006. ....	92
<b>Cuadro II.13.</b> Evolución de la superficie y producción de energía solar térmica en Canarias entre 2000-2008. ....	93
<b>Cuadro II.14.</b> Evolución de la potencia y la producción termoeléctrica instalada en España entre 2007-2010. ....	95
<b>Cuadro II.15.</b> Potencia instalada para la generación de electricidad mediante energía termoeléctrica por comunidad autónoma hasta 2010. ....	95
<b>Cuadro II.16.</b> Evolución de la potencia y la producción de energía hidráulica para el periodo 2004-2010. ....	97
<b>Cuadro II.17.</b> Potencia instalada de energía hidráulica por comunidad autónoma hasta 2010. ....	97
<b>Cuadro II.18.</b> Evolución de la potencia y la producción minihidráulica instalada en Canarias entre 2000-2008.....	98
<b>Cuadro II.19.</b> Evolución de la energía geotérmica en España en el periodo 2000-2010. ....	100
<b>Cuadro II.20.</b> Potencial para la generación de energía marina por comunidad autónoma. ....	102
<b>Cuadro II.21.</b> Indicadores para la medición de la fuerza y la apertura de la red.....	113
<b>Cuadro II.22.</b> Desarrollo empírico del modelo para la evaluación del potencial competitivo del territorio: detalle de elementos, variables e indicadores. ....	117
<b>Cuadro II.23.</b> Potencia instalada de EE.RR. en Canarias por islas en 2008.....	122
<b>Cuadro II.24.</b> Ficha técnica de la encuesta.....	125
<b>Cuadro II.25.</b> Fuentes de información utilizadas en el modelo.....	128
<b>Cuadro III.1.</b> Factores para la localización de parques eólicos.....	135
<b>Cuadro III.2.</b> Localizaciones catalogadas como conjuntos históricos.....	146
<b>Cuadro III.3.</b> Matriz de ponderación de los factores de energía eólica. ....	153
<b>Cuadro III.4.</b> Restricciones para la localización de parques eólicos. ....	155

<b>Cuadro III.5.</b> Superficie de los distintos niveles de adecuación del recurso territorial eólico disponible en Gran Canaria y Tenerife. ....	170
<b>Cuadro III.6.</b> Calidad de los factores determinantes del recurso eólico en el territorio que queda disponible.....	171
<b>Cuadro III.7.</b> Datos representativos del recurso territorial eólico disponible. ....	172
<b>Cuadro III.8.</b> Factores para la localización de parques fotovoltaicos. ....	172
<b>Cuadro III.9.</b> Cálculo de las coordenadas del Sol en los distintos casos de estudio. ....	183
<b>Cuadro III.10.</b> Nivel de compatibilidad del suelo para implantar energía fotovoltaica.....	187
<b>Cuadro III.11.</b> Matriz de ponderación de los factores de energía fotovoltaica.....	191
<b>Cuadro III.12.</b> Restricciones para la localización de parques solares fotovoltaicos. ....	193
<b>Cuadro III.13.</b> Superficie de los distintos niveles de adecuación del recurso territorial fotovoltaico disponible en Gran Canaria y Tenerife. ....	195
<b>Cuadro III.14.</b> Calidad de los factores determinantes del recurso fotovoltaico en el territorio disponible. ....	196
<b>Cuadro III.15.</b> Datos representativos del recurso territorial solar fotovoltaico disponible.....	197
<b>Cuadro III.16.</b> Porcentaje de estudiantes de ingenierías relacionadas con las EE.RR. ....	198
<b>Cuadro III.17.</b> Energía eléctrica anual puesta en red. ....	199
<b>Cuadro III.18.</b> Relación entre la energía eléctrica total puesta en red (MWh) y la renovable en Tenerife y Gran Canaria en 2008. ....	200
<b>Cuadro III.19.</b> Nivel de educación medio-alto.....	201
<b>Cuadro III.20.</b> Número de hogares que siempre separan residuos.....	202
<b>Cuadro III.21.</b> Número de patentes. ....	203
<b>Cuadro III.22.</b> Proyectos fin de carrera. ....	203
<b>Cuadro III.23.</b> Actividad investigadora relacionada con las EE.RR. en las universidades canarias. ....	204
<b>Cuadro III.24.</b> Actividad investigadora en los institutos tecnológicos de Canarias. ....	205
<b>Cuadro III.25.</b> Datos representativos de la capa temática de localización.....	213
<b>Cuadro III.26.</b> Índices de localización de empresas, instalaciones fotovoltaicas y parques eólicos.....	214
<b>Cuadro III.27.</b> Datos representativos de la concentración de empleados. ....	217
<b>Cuadro III.28.</b> Superficie y porcentaje de concentración de empleados. ....	217
<b>Cuadro III.29.</b> Efecto de red. ....	218
<b>Cuadro III.30.</b> Esfuerzo inversor previsto en el PECAN 2006-2015 en Gran Canaria y Tenerife. ....	220
<b>Cuadro III.31.</b> Indicadores de cooperación. ....	220
<b>Cuadro III.32.</b> Síntesis de la evaluación de los indicadores de los recursos y capacidades.....	221
<b>Cuadro III.33.</b> Evaluación relativa de los recursos y capacidades. ....	222
<b>Cuadro III.34.</b> Potencial competitivo. ....	223
<b>Cuadro III.35.</b> Horas equivalentes eólicas y fotovoltaicas.....	228
<b>Cuadro III.36.</b> Toneladas equivalentes de petróleo (tep) procedentes de las energías eólica y fotovoltaica.....	228
<b>Cuadro III.37.</b> Coste unitario de la energía. ....	229
<b>Cuadro III.38.</b> Porcentaje de empresas de energías renovables.....	230
<b>Cuadro III.39.</b> Toneladas de CO <sub>2</sub> procedentes de las energías eólica y fotovoltaica.....	230
<b>Cuadro III.40.</b> Síntesis de la evaluación de los indicadores y evaluación de los resultados socioeconómicos.....	231

## INTRODUCCIÓN

---

En las dos últimas décadas se ha generado un interesante debate académico en relación con la forma en que la competitividad territorial puede ser conceptualizada y medida. Este concepto ha suscitado mucha atención desde que Porter (1991) publicara *La ventaja Competitiva de las Naciones*, donde afirmó que la competitividad de una nación depende, en gran medida, de su capacidad para innovar -en sectores industriales clave- con el fin de alcanzar una posición ventajosa frente a otras naciones. Bajo esta óptica, este autor sostiene que la base de la competitividad se centra en la existencia de una serie de externalidades positivas que favorezcan la innovación. Ello hace que aumente la importancia del papel de los territorios, ya que indica que la ventaja competitiva se crea y mantiene a través de un proceso localizado. En efecto, existe un gran cuerpo de la literatura que apunta a que los territorios son un importante recurso de ventaja competitiva. Conceptos como entornos innovadores (Camagni, 1991), regiones de aprendizaje (Asheim, 1996), eficiencia colectiva (Schmitz, 1999), sistemas regionales de innovación (Cooke, 2001), distritos industriales (Becattini, Bellandi, Ottati y Sforzi, 2003) y aglomeraciones (Chung y Kalnins, 2001; Cainelli, Iacobucci y Morganti, 2006), entre otros, han descrito la importancia que suponen las externalidades propias del territorio para el mantenimiento de la competitividad, que cruza las fronteras de las propias empresas que operan dentro del mismo. Ahora bien, el concepto de externalidades positivas no es reciente; ya a finales del siglo XIX, Marshall (1890) indicaba que, de la misma manera que las empresas pueden alcanzar economías de escala, también se pueden alcanzar economías externas de escala. Sin embargo, el vínculo entre este concepto y la moderna teoría de la localización no se establece hasta el trabajo de Hoover y Edgar (1937) sobre la industria curtidora y del calzado en Estados Unidos, donde se determina que las decisiones de localización de las empresas dependen de la proximidad geográfica de las materias primas, los mercados, los clientes y los costos de transporte (Pacheco-Vega, 2007).

De la revisión de la literatura realizada se ha podido concluir que existe un relativo acuerdo en cuanto a que la competitividad territorial emana de los recursos propios del territorio (e.g., Farrell, Thirion y Soto, 1999; Deas y Giordano, 2001; Budd y Hirmis, 2004; West III, Bamford y Marsden, 2008). Por tanto, esta circunstancia sugiere que la teoría de recursos y capacidades puede ser un marco teórico apropiado para fundamentar la propuesta de un modelo de competitividad territorial. En esta línea argumental, Kotler, Jatusripitak y Maesincee (1998)



sostienen que la administración de una nación puede ser asimilada a la de una empresa, pudiéndose considerar, en sintonía con algunos trabajos precedentes (e.g., Melián y García, 2001; West III y Bamford, 2005; Sánchez, Melián y García, 2007; West III et al., 2008; García y García, 2010), que también los territorios pueden poseer recursos valiosos, inimitables, raros y no sustituibles que favorecen el desarrollo de su ventaja competitiva. De hecho, los territorios se desarrollan a partir de contextos únicos definidos por una configuración industrial, histórica y local, así como por el patrón de inversión en recursos que se efectúa a lo largo del tiempo (Auerswald y Branscomb, 2003). En este sentido, West III y Bamford (2005) sostienen que existen aspectos de esta teoría que son apropiados para su aplicación al contexto territorial, como que cada territorio tiene su propia dotación de recursos y que estos pueden cambiar con el tiempo, dando lugar a un mejor rendimiento y a altos niveles de actividad autosostenible.

Paralelamente a este debate, la medida de la competitividad territorial ha asumido una importancia clave en los círculos gubernamentales. De este modo, con el objetivo de elaborar políticas que promuevan y fomenten las fuentes que impulsen el desarrollo socioeconómico de los territorios, ha aumentado el interés por la identificación de los principales factores que lo determinan. En consecuencia, se han propuesto algunos modelos que permiten medir la competitividad en distintos ámbitos territoriales, siendo un elemento común de todos ellos que la abordan como un concepto complejo que es necesario descomponer en uno o varios elementos más manejables. Estos se evalúan, a su vez, a través de una serie de indicadores que posteriormente se agregan para formar un índice que represente la competitividad territorial. En tal sentido, a escala mundial existen dos estudios empíricos de competitividad territorial: el *World Competitiveness Yearbook* (WCY) y el *Global Competitiveness Index* (GCI). El primero lo realiza el International Institute for Management Development (IMD) y el segundo, el World Economic Forum (WEF). Ambos ofrecen -a partir de la medición de una serie de factores- un panorama integral de las perspectivas de competitividad de los países que analizan. Y a su vez, a escala regional y local existe una gran variedad de modelos para la medición de la competitividad. Como hemos señalado, todos ellos, en última instancia, conducen a medir la competitividad territorial a través de factores de diferente naturaleza, pero se pueden apreciar diferencias en la complejidad con que lo hacen, hallándose algunos modelos que presentan un conjunto único de factores, medidos por indicadores más simples, que son la base de la medida de competitividad (e.g., Porter, 1991; Farrell *et al.*, 1999), mientras que en otros existen niveles que van guiando el análisis mediante un orden de precedencia en los factores de medida

(e.g., Deas y Giordano, 2001; Huggins, 2003). Son estos últimos los que se han mostrado como más interesantes para su adaptación a la teoría de recursos y capacidades, debido a que esta postula que las capacidades se construyen sobre la base de los recursos (e.g., Grant, 1991).

Teniendo en cuenta lo anterior, el trabajo de investigación que se presenta se centra en proponer un modelo que, tomando como referencias básicas el marco conceptual de Grant (1991) en combinación con el planteamiento de Porter (1991), permite determinar un indicador de competitividad territorial que represente el potencial competitivo de cada uno de los territorios analizados en relación con una actividad económica determinada. Además, dicho modelo, favorece la realización de una auscultación del territorio, a partir de los recursos y capacidades estratégicas del mismo, que posibilita inferir consecuencias prácticas como la extracción de conclusiones que permitan formular objetivos y acciones estratégicas que favorezcan el desarrollo competitivo del territorio.

Por otro lado, esta propuesta va más allá de la determinación de un valor del potencial competitivo que permita ordenar los territorios en función del mismo, sino que relaciona el potencial competitivo con los resultados obtenidos, de tal forma que se pueda evaluar la capacidad que tienen dichos territorios para explotar los recursos que tienen a su disposición. En este sentido, aporta un sistema de representación bidimensional en el que se obtiene una relación comparativa entre el potencial competitivo y los resultados de los territorios analizados, pudiéndose evaluar la relación existente entre el rendimiento obtenido en cada territorio y los recursos y capacidades de los que dispone. Esta forma de evaluar la competitividad territorial posibilita a los gobernantes realizar una evaluación más equitativa de la posición que tiene cada territorio respecto a sus competidores o referentes que si dispusieran solamente del valor del potencial competitivo.

El sector de actividad elegido en la presente investigación para aplicar la evaluación de la competitividad territorial es el de las energías renovables (EE.RR.). Para ello, se ha tenido en cuenta que la energía es un factor clave para el desarrollo de los territorios, y lo es de tal forma que el futuro de estos depende en gran medida de cómo la obtengan y la utilicen. Ahora bien, el *Plan de Energías Renovables<sup>1</sup> 2005-2010* sostiene que el modelo de desarrollo económico actual, basado en el uso intensivo de recursos energéticos de origen fósil, provoca impactos medioambientales negativos y desequilibrios socioeconómicos tan importantes que es

---

<sup>1</sup> En adelante, PER.

necesario definir un nuevo modelo de desarrollo sostenible, considerando -entre las políticas que pueden articularse para asegurar la sostenibilidad del modelo energético- la política de fomento de las EE.RR. como una de sus principales prioridades. Bajo esta óptica, se comienza a estar más en sintonía con las EE.RR. dado su carácter ilimitado, su distribución territorial más homogénea y que no generan residuos peligrosos. En este sentido, el Consejo de la Unión Europea (2007) planteó el objetivo comunitario de lograr que las EE.RR. representen el 20% del consumo energético de la UE en 2020, exigiendo compromisos diferentes a cada Estado miembro en función de su PIB *per cápita*.

En nuestro país el PER 2005-2010 ha contribuido a transformar el modelo energético español en el sentido pretendido y, además, ha permitido el desarrollo de una industria que se ha posicionado como líder en muchos segmentos de la cadena de valor a nivel internacional. En esta línea, la Asociación de Productores de Energías Renovables (2011) indica que el grado de madurez tecnológica y el dinamismo de este sector es un factor de competitividad para nuestro país, que se ha convertido en un referente mundial del aprovechamiento de las fuentes de energía renovable con empresas que abastecen no solo al mercado español, sino a los mercados exteriores. Por otra parte, la existencia de un tejido industrial cada vez más consolidado contribuye a la creación de empleo directo -asociado a las actividades de fabricación y operación de las propias instalaciones- e indirecto -derivado del primero-. Ahora bien, aún teniendo en cuenta lo anterior, en la actualidad el desarrollo del sector de las EE.RR. en España sigue siendo altamente estratégico debido a su fuerte dependencia energética del exterior (según el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, la producción de EE.RR. es solo del 11,1% del consumo total de energía en España).

En relación con el contexto territorial de Canarias, lugar elegido para la aplicación empírica del presente trabajo de investigación, resulta mucho más apremiante el desarrollo de este sector como objetivo estratégico, ya que, además de sufrir una mayor dependencia energética del exterior que el resto del territorio nacional (la producción de EE.RR. es tan solo del 3,1% del total), dispone de unos excelentes recursos naturales para el fomento de diferentes modalidades de EE.RR. (e.g., eólica, solar, geotérmica, marina).

Teniendo en cuenta lo anterior, se ha considerado relevante el papel que puede desempeñar el sector de las EE.RR. como actividad económica estratégica del territorio, en cuanto a que la suma de externalidades (pecuniarias y tecnológicas) que se generen a través del tiempo en el mismo, podrían favorecer el desarrollo de

recursos y capacidades idiosincrásicas que permitan generar ventajas competitivas - principalmente en materia de conocimiento e innovación-, al tiempo que se obtienen importantes beneficios socioeconómicos.

Por otra parte, es evidente que el sector de las EE.RR. está estrechamente relacionado con determinadas características propias del territorio y esta particularidad hace que el análisis de la competitividad territorial de este sector tenga una destacada componente geográfica. Esto ha propiciado que se haya considerado que los *sistemas de información geográficos* (SIG) son una herramienta idónea para acometer el análisis de la competitividad de dicho sector. Sin embargo, la aplicación de los SIG a la investigación en el contexto territorial no es novedosa, ya que en los últimos años han jugado un papel destacado en diferentes áreas de conocimiento como el geomarketing (e.g., Moreno Jiménez, 2001; Petrini-Monteferri, Papathoma, Wagner y Hackner, 2005; Marković, Grgurović y Štrbac, 2011), localización de instalaciones y equipamientos (e.g., Baban y Parry, 2001; Bosque Sendra y Moreno Jiménez, 2004; Wiginton, Nguyen y Pearce, 2010), evaluación multicriterio en la ordenación del territorio (e.g., Foxon *et al.*, 2002; Gómez y Barredo, 2005; Aydin, Kentel y Duzgun, 2010; Pasqualini *et al.*, 2011), epidemiología (e.g., Gatrell, Bailey, Diggle y Rowlingson, 1996; Diggle, 2000; Mungrue, 2011), entre otros.

Ahora bien, los SIG aún no han sido utilizados para evaluar indicadores conducentes a la obtención de un índice de competitividad territorial. En este sentido, es necesario reseñar que los diferentes modelos de medida de la competitividad territorial utilizados hasta ahora tienen el inconveniente de que sus indicadores son evaluados de forma fragmentada. Por ejemplo, la evaluación de los recursos físicos se suele efectuar en relación con unidades geográficas fijadas *a priori* (países, regiones, ciudades, etc.), sin tener en cuenta la distribución geográfica de dichos recursos. En este sentido, nos encontramos con indicadores que evalúan recursos, como las zonas de cultivo, a partir de  $m^2$  *per cápita*; carreteras, a partir de km por  $km^2$ ; concentración empresarial, a partir de número de empresas *per cápita*, etc., y todo ello sin tener en cuenta su distribución a lo largo del territorio. Por tanto, un enfoque metodológico que permita obtener una medición de la competitividad territorial considerando la influencia de la localización de cada uno de los elementos del territorio sobre la competitividad del mismo se presenta como un interesante tema de investigación.

Con el objetivo de superar la limitación anteriormente reseñada, en el presente trabajo de investigación se realiza un planteamiento metodológico que incorpora una

perspectiva novedosa para medir el modelo de competitividad territorial propuesto. Este planteamiento metodológico consiste en que, sobre la base de la geoinformación, se tiene en cuenta la distribución geográfica de aquellos indicadores que sean susceptibles de evaluar mediante herramientas implementadas en los softwares de los SIG disponibles en el mercado (e.g., análisis de patrones espaciales de puntos y evaluación multicriterio, entre otros). Esto posibilita el análisis de la competitividad territorial de una forma continua y no fragmentada como se realizaba hasta el momento. Además de lo indicado anteriormente, la utilización de una metodología en la que se incorpora geoinformación gestionada mediante SIG, tiene la ventaja de poder georreferenciar con mucha precisión los resultados de la investigación, lo que produce una información que es potencialmente muy útil como herramienta para la planificación y toma de decisiones.

Por último, partiendo de la metodología propuesta y de que el sector de actividad elegido es el de las EE.RR., se plantea realizar una aplicación empírica orientada a testar la eficacia del modelo. En este caso se evaluará el potencial competitivo de Gran Canaria y Tenerife en los subsectores de la energía eólica y solar fotovoltaica (por ser dos territorios que presentan unas condiciones similares en cuanto al desarrollo de estas energías y al contexto socioeconómico).

## OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Sobre la base de lo expuesto anteriormente, esta investigación persigue cuatro objetivos fundamentales. En primer lugar, se considera necesario revisar la literatura existente en relación con el concepto de competitividad territorial y las diferentes metodologías para su medición, tomando como marco conceptual de referencia la teoría de recursos y capacidades desde una perspectiva territorial. De esta manera, planteamos como primer objetivo el siguiente:

**OBJETIVO 1:** *Desarrollar un marco teórico y proponer un modelo para el estudio de la competitividad territorial fundamentado en la teoría de recursos y capacidades.*

Este marco conceptual constituirá el punto de partida para diseñar una metodología que, teniendo en cuenta la componente geográfica, sirva para evaluar el potencial competitivo de un territorio. Por tanto, el segundo objetivo de esta investigación es:

**OBJETIVO 2:** *Diseñar una metodología que permita evaluar el potencial competitivo de un territorio desde el enfoque de la teoría de recursos y capacidades, teniendo en cuenta la componente geográfica.*

Una vez desplegada la metodología a través de los indicadores más apropiados, se llevará a cabo una aplicación empírica de la misma orientada a testar la eficacia del modelo, evaluando para ello el potencial competitivo de Gran Canaria y Tenerife en el sector de la energía eólica y solar fotovoltaica, lo que permite una comparación del grado de desarrollo de cada factor del modelo en cada una de estas islas para dichas energías. En consecuencia, establecemos como tercer objetivo de este estudio:

**OBJETIVO 3:** *Aplicar empíricamente la metodología diseñada con el objeto de testarla y determinar el potencial competitivo de Gran Canaria y Tenerife en el desarrollo de los subsectores de la energía eólica y solar fotovoltaica.*

Finalmente, como consecuencia de esta aplicación práctica, se realizará un análisis de las fortalezas y debilidades de Gran Canaria en los subsectores de la energía eólica y solar fotovoltaica, obteniendo información detallada de los recursos y capacidades territoriales que explican su posición competitiva en estas actividades. De esta forma, el cuarto objetivo de este estudio queda establecido como sigue:

**OBJETIVO 4:** *Realizar un análisis de las fortalezas y debilidades de Gran Canaria en los subsectores de la energía eólica y solar fotovoltaica.*

En aras de cumplir con los objetivos anteriormente indicados, se ha estructurado esta investigación en torno a cuatro capítulos. A continuación se presentan algunas indicaciones sobre el contenido de cada uno de ellos.

El capítulo 1, *modelo de competitividad territorial desde el enfoque de la teoría de recursos y capacidades*, se ha iniciado con algunas consideraciones generales sobre el concepto de la competitividad territorial y una revisión de los diferentes modelos de medición de este constructo tanto en el contexto internacional como en el contexto regional y local. Seguidamente, se propone la teoría de recursos y capacidades como el marco teórico para el estudio de la competitividad del territorio. Por último, se presenta un modelo estratégico para el estudio del potencial competitivo del territorio a partir de los planteamientos de la teoría de recursos y capacidades según Grant (1991), conjuntamente con el enfoque estratégico de ventaja competitiva territorial de Porter (1991).

El capítulo 2, *metodología y contexto de la investigación*, comienza poniendo de manifiesto la importancia de los SIG en el contexto de la investigación territorial realizando una síntesis de las características básicas y las posibilidades de los SIG en

la investigación territorial. A continuación se presenta una breve descripción del contexto de la investigación, analizando aquellos subsectores de EE.RR. que actualmente están implantadas en Canarias o que sean potencialmente viables en este territorio. Posteriormente, se exponen y justifican los criterios adoptados para la medición de cada uno de los distintos factores que determinan el modelo propuesto. Finalmente, se realiza una justificación del contexto de la investigación y se aportan las fuentes de información utilizadas.

En el capítulo 3, *resultados de la investigación*, se realiza una aplicación empírica de la metodología propuesta. Esta aplicación se lleva a cabo en las islas de Gran Canaria y Tenerife, ya que presentan unas condiciones similares en cuanto a desarrollo de las EE.RR. y condiciones socioeconómicas. En este capítulo, fruto de la aplicación empírica anteriormente mencionada, se presenta un análisis de las fortalezas y debilidades de Gran Canaria en los subsectores antes indicados.

Finalmente, en el capítulo 4, *resumen y conclusiones*, se realiza un resumen y se extraen las conclusiones más relevantes del trabajo. Además, se presentan las implicaciones prácticas y académicas más relevantes obtenidas a partir de nuestra investigación. Por último, se muestran las limitaciones de la investigación y algunas recomendaciones para futuras investigaciones.

## CAPÍTULO I

### MODELO DE COMPETITIVIDAD TERRITORIAL DESDE EL ENFOQUE DE LA TEORÍA DE RECURSOS Y CAPACIDADES

---

El presente capítulo está dedicado a presentar una revisión del concepto de competitividad territorial y a exponer algunos modelos de medición de este constructo tanto en el contexto internacional como en el contexto regional y local. A continuación se propone la teoría de recursos y capacidades como marco teórico para el estudio de la competitividad territorial y, fruto de todo ello, se presenta un modelo estratégico para el estudio del potencial competitivo del territorio.

#### 1.1. LA COMPETITIVIDAD TERRITORIAL: CONCEPTO Y MEDICIÓN

El estudio de competitividad nace en el ámbito empresarial a mediados del siglo XX como un enfoque microeconómico referido a la habilidad de las empresas para ser exitosas comercializando sus productos. Este concepto hace referencia a la capacidad de las empresas para crecer y ser más rentables que sus rivales, de tal forma que las que no logran serlo disminuirán sus cuotas de mercado y, si a lo largo del tiempo siguen sin ser competitivas, saldrán del negocio a menos que tengan apoyos artificiales o protección (Martin, 2003). Aunque su concepción original se ha mantenido en el tiempo, también ha ido surgiendo un enfoque más amplio que la vincula no solo al ámbito empresarial, sino también al contexto territorial. Sin embargo, si bien en el primero de los contextos existe un acuerdo razonable respecto a la comprensión y definición del concepto de competitividad, no ocurre lo mismo en el segundo, donde el debate en torno al concepto de competitividad territorial y las variables para su medición sigue estando abierto (Georghiou y Metcalfe, 1993), presentándose como un interesante tema de estudio desde el punto de vista teórico y conceptual.

Las primeras teorías que se aproximan a la idea de competitividad territorial son las denominadas, generalmente, como teorías del comercio internacional, las cuales se iniciaron con los postulados de Smith (1776) sobre la noción de ventajas absolutas, se fortalecieron con las ideas de Ricardo (1821) sobre las ventajas comparativas y se ampliaron con el modelo de Heckscher-Ohlin (Heckscher, 1949; Ohlin, 1933). Pero el debate de la competitividad territorial, tal y como actualmente lo entendemos,



comienza a finales de los años ochenta con el modelo propuesto por Porter (1991) en su libro *La Ventaja Competitiva de las Naciones*, que va a ser un hito importante en la concepción de la competitividad territorial. Teniendo en cuenta la revisión de la literatura realizada, se ha podido constatar que no existe consenso en como definir este concepto, aunque puede distinguirse tres enfoques conceptuales tal y cómo se muestra en el cuadro I.1.

**Cuadro I.1. Enfoques conceptuales de competitividad territorial.**

Enfoque conceptual	Autores
Se centra en el ámbito empresarial y se basa en la ventaja comparativa entre territorios en función de la productividad del trabajo.	Krugman (1990); Krugman y Venables (1995); Guerrero (1995); Begg (1999); Fujita, Krugman y Venables (1999); Siggel (2006).
Se centra en el sector y se basa en la obtención de ventaja competitiva en el territorio a través del grado de desarrollo de un conjunto de factores relacionados con el entorno, así como de la interacción entre ellos.	Porter (1991); Steinle (1992); Martin (2003); Budd y Hirmis (2004); Sala-i-Martin <i>et al.</i> (2004); Porter, Delgado, Ketels y Stern (2008); Kao <i>et al.</i> (2008).
Se centra en la capacidad de un territorio para atraer y mantener las empresas de forma estable mediante redes de colaboración (competitividad sistémica), al mismo tiempo que mantiene o aumenta el nivel de vida de quienes viven en él.	Esser, Hillebrand, Messner y Meyer-Stamer (1996); Storper (1997); Farrell <i>et al.</i> (1999); Camagni (2002); Kitson, Martin y Tyler (2004); Aiginger (2006); Azena (2009); Tovar (2011).

Fuente: Elaboración propia.

El primer enfoque, representado por Paul Krugman (1990), relaciona la competitividad territorial con la ventaja comparativa entre territorios, ya que sostiene que si la competitividad territorial tiene sentido, entonces es simplemente otra forma de llamar a la productividad, por lo que el crecimiento en los niveles de vida es esencialmente determinado por la tasa de crecimiento de la productividad “[...] la productividad no lo es todo, pero a la larga es casi todo. La capacidad de un país para mejorar su nivel de vida a través del tiempo depende casi exclusivamente de su capacidad para aumentar su producción por trabajador” (Krugman, 1990:9). Este enfoque se alinea con la concepción clásica de Ricardo (1821) y rescata el concepto de ventaja comparativa, considerando la productividad relativa del trabajo y abandonando las diferencias en dotaciones de recursos naturales como factor del intercambio comercial. Para este autor, la competitividad territorial no es más que un agregado de la productividad de las empresas que contiene. En este sentido, la competitividad territorial es el resultado de la conjunción de fuerzas centrípetas y centrífugas, esto es, las que tienden a provocar una concentración espacial de la

actividad económica y las que se oponen a dichas concentraciones. Las primeras provienen de la combinación de bajos costes de transporte, aprovechamiento de economías de escala debido al tamaño del mercado, capital humano y externalidades tecnológicas que inciden positivamente en el crecimiento de la productividad. Por su parte, las fuerzas centrífugas, se producen como resultado de la inmovilidad de los factores o debido a factores de congestión, como por ejemplo altos precios del suelo o restricciones a la movilidad de la mano de obra (Merchand, 2007).

El segundo enfoque pretende dar respuesta a una realidad mucho más compleja que la asumida por los teóricos clásicos, puesto que las teorías del comercio internacional no explican suficientemente la competitividad de las naciones. El autor más representativos de este enfoque es Porter (1991) que adapta su concepto de ventaja competitiva estratégica de las empresas al análisis de la posición competitiva de los territorios y afirma que el nuevo paradigma de la ventaja competitiva sustituye la teoría ricardiana de las ventajas comparativas en comercio: “[...] una nueva teoría debe ir más allá de la ventaja comparativa y llegar a la ventaja competitiva de una nación [...] La mayoría de las teorías del comercio se fijan exclusivamente en el coste y tratan como nota a pie de página la calidad y los productos diferenciados. Una nueva teoría debe reflejar un rico concepto de la competencia que comprenda los mercados segmentados, los productos diferenciados, las diferencias en las tecnologías y las economías de escala” (Porter, 1991:46). En este sentido, este autor sostiene que existen fundamentalmente dos factores para lograr ventaja competitiva. En primer lugar, la forma en que las empresas organizan y llevan a cabo sus actividades de una forma diferente, que es la base para el aumento de la ventaja competitiva. Esto implica que las fortalezas para competir no están en función de la mano de obra barata y abundante, ni en los entornos macroeconómicos, ni en la injerencia de la política gubernamental, sino en el ingenio humano. En segundo lugar, la innovación, que es el proceso de descubrir nuevas y mejores formas de competir en un mercado, y esta innovación incluye no solo los avances técnicos, sino también la mejora de los métodos de gestión. La única forma de mantener una ventaja competitiva a nivel internacional es actualizando y revolucionando constantemente las condiciones técnicas de producción; las empresas deben evitar actitudes conformistas y mejorar permanentemente su cadena de valor. La fuerza motriz de esta evolución es la innovación, ya que esto permite que las ventajas competitivas sean sostenibles a largo plazo. A través de la innovación, las empresas desarrollan nuevas bases para competir o encuentran mejores formas para hacerlo, quedando obsoletos los esquemas tradicionales.

Ahora bien, tanto para Krugman (1990) como para Porter (1991) la productividad es el elemento fundamental de la competitividad de un territorio. Según el primero, los factores decisivos para dicha competitividad son internos a la empresa y no externos. Por tanto, la productividad de las empresas es la fuerza de equilibrio fundamental para los resultados competitivos de un territorio, y aquel territorio que presenta menos productividad que sus socios comerciales se verá obligado a competir con menor salario relativo. Esto significa que para este autor la competitividad de un territorio se sostiene, de manera casi exclusiva, por el resultado económico de sus unidades productivas. Porter (1991), por su parte argumenta que la competitividad está en función de la capacidad de los sectores de actividad para adoptar innovaciones tecnológicas que se traducen en un incremento en la productividad. Por tanto, según este autor, la ventaja competitiva es un concepto más empresarial que económico y hace referencia a un proceso dinámico de acumulación de factores internos y externos para la producción, por lo que se gana y se pierde con relación con las acciones o estrategias de los competidores.

A diferencia de los autores anteriores, el tercer enfoque, adoptado en gran medida por organismos internacionales, apunta a que la productividad en sí misma es solo un aspecto de la competitividad territorial, ya que el fin último de dicha competitividad debe ser mantener o aumentar la calidad de vida de los ciudadanos. En este sentido, Cellini y Soci (2002) sugieren que la competitividad territorial implica algo más que el potencial para exportar o el superávit de balanza comercial, y que va mucho más allá de la producción y movilidad de mercancías que incluyan una amplia gama de inputs tangibles e intangibles; su idea de competitividad territorial está basada en la necesidad de disponer en el territorio desde servicios e infraestructuras adecuadas para las empresas y ciudadanos que allí vivan, hasta una amplia gama de redes sociales que ofrezcan a las empresas ahí asentadas una mayor productividad que la que obtendrían si no estuvieran en este lugar. En este sentido, este enfoque está relacionado con lo que se ha denominado en la literatura *competitividad sistémica*. Este concepto constituye un marco de referencia que plantea cuatro niveles para explicar los elementos básicos que permiten la posibilidad de competir para las empresas en un territorio determinado, estos niveles son: meta, macro, meso y micro. De estos cuatro niveles, el más destacable dentro de este enfoque es el nivel meso. Este nivel hace referencia a la necesidad de construir redes de colaboración entre empresas, que favorezca el aumento de las capacidades de cada una de las empresas participantes a través de la generación de sinergias que permitan lograr capacidades superiores a la suma de las capacidades individuales de sus integrantes. Estas redes no incluyen solo a grupos de empresas, sino que además requieren de la

participación de instituciones relacionadas con las actividades empresariales, como universidades, organizaciones de fomento, centros de investigación y desarrollo, grupos de consultores especializados, entre muchos otros, así como de los diferentes niveles de gobierno (Esser *et al.*, 1996).

De lo expuesto anteriormente se desprende que probablemente sea muy difícil que se logre una definición universal para este concepto, pero no es menos cierto que la definición asumida inicialmente determina los contornos de la medición y la naturaleza de los factores que influyen en ella y, a su vez, fundamenta cualquier diagnóstico en relación con la misma. En este sentido, la medida de la competitividad territorial ha adquirido una importancia clave a nivel nacional, regional y local. Dentro de los círculos gubernamentales, crece el interés por su medición y, especialmente, por la identificación de los principales factores que la determinan con el objetivo de elaborar políticas que promuevan y fomenten las fuentes que impulsen el desarrollo de los territorios. En este sentido, los gobernantes están cada vez más interesados tanto con la confección de índices de competitividad que permitan comparar la posición relativa de sus países, regiones y localidades frente a otros, como con la elaboración de estrategias y políticas para avanzar en la competitividad de estos territorios. En consecuencia, se han desarrollado algunos modelos que permiten medir la competitividad en distintos ámbitos territoriales. A continuación se expondrán los modelos de medición de la competitividad territorial que han servido de referencia para la elaboración de este trabajo. En primer lugar, incluiremos aquellos que están enfocados a medir la competitividad de territorios a una escala regional o, incluso, local, y posteriormente se mostrarán algunos estudios a escala mundial.

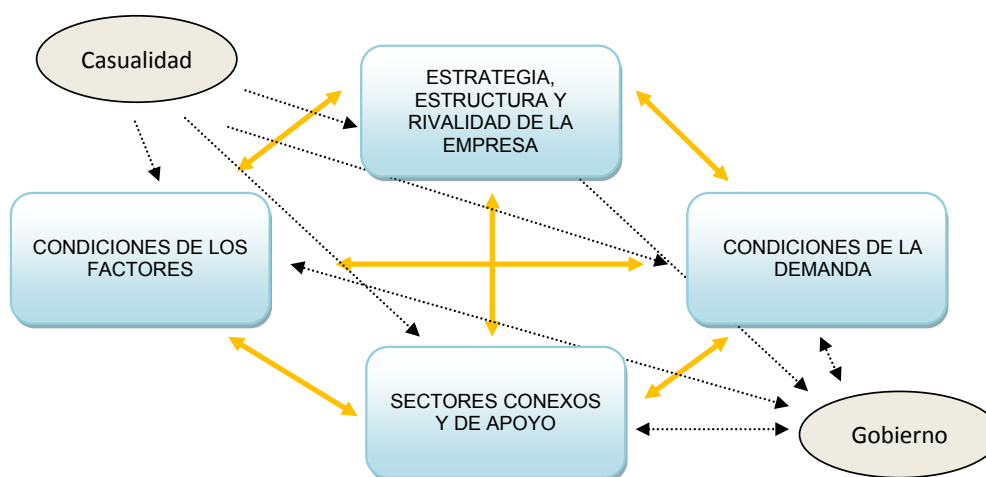
#### **1.1.1. ESTUDIOS SOBRE LA COMPETITIVIDAD TERRITORIAL A ESCALA REGIONAL**

El diamante competitivo de Porter (1991), aunque originalmente fue diseñado para determinar la competitividad a escala nacional, es un modelo comúnmente utilizado para analizar la competitividad a escala regional. Ejemplo de ello son, entre otros, los trabajos de Gudgin (1996) y Brooksbank y Pickernell (1999), que lo aplicaron para analizar la competitividad de las regiones del Reino Unido; y Moon, Rugman y Verbeke (1998), que lo utilizaron -en la modalidad del doble diamante local e internacional- para analizar la competitividad entre Corea y Singapur. También suele ser utilizado para analizar la competitividad de sectores concretos de actividad en un determinado territorio, como Nachum (1998), que lo aplica al sector de la consultoría en ingeniería en Suecia; Vestergaard, Branstrup y Goddard (2004), que lo utilizan

para comparar la industria de las turbinas eólicas entre Dinamarca y Estados Unidos; Zhao, Hu y Zuo (2009), que lo emplean para investigar el nivel de desarrollo de la energía eólica en China; o Dögl y Holtbrügge (2010), que lo usan para analizar la ventaja competitiva de las empresas de EE.RR. alemanas en Rusia.

Este modelo sostiene que la ventaja competitiva de un territorio se sustenta en las cuatro aristas de lo que el autor denomina el *diamante de la ventaja competitiva* (figura I.1): (a) *condiciones de los factores*, que tiene que ver con la oferta de capital humano, recursos naturales, capital, infraestructura, etc. que existe en el territorio; (b) *condiciones de la demanda*, que hace referencia a que la composición de la demanda interior conforma el mundo en el que las empresas perciben, interpretan y dan respuesta a las necesidades del comprador; (c) *condiciones de los sectores conexos y de apoyo*, que evalúa la existencia de vínculos entre diferentes industrias y empresas (clusters de empresas); y (d) *condiciones de estrategia, estructura y rivalidad de la empresa*, elemento que hace referencia a cómo se crean, organizan y gestionan las empresas, así como a la naturaleza de la rivalidad en el mercado interior. Además, incorpora dos variables que complementan el modelo: (e) el gobierno, cuyo papel es influir en los cuatro determinantes, pero su intervención es parcial porque carece de capacidad para crear competitividad por sí mismo; y (f) los acontecimientos casuales, porque pueden crear discontinuidades que propicien algunos cambios en la posición competitiva de una determinada nación.

Figura I.1. Diamante de la ventaja competitiva.



Fuente: Porter (1991:182).

La filosofía que sustenta este modelo es que estos factores se refuerzan a sí mismos y constituyen un sistema dinámico, de modo que el efecto de uno de ellos a menudo depende de la situación de los demás, y dicho sistema se ve dinamizado

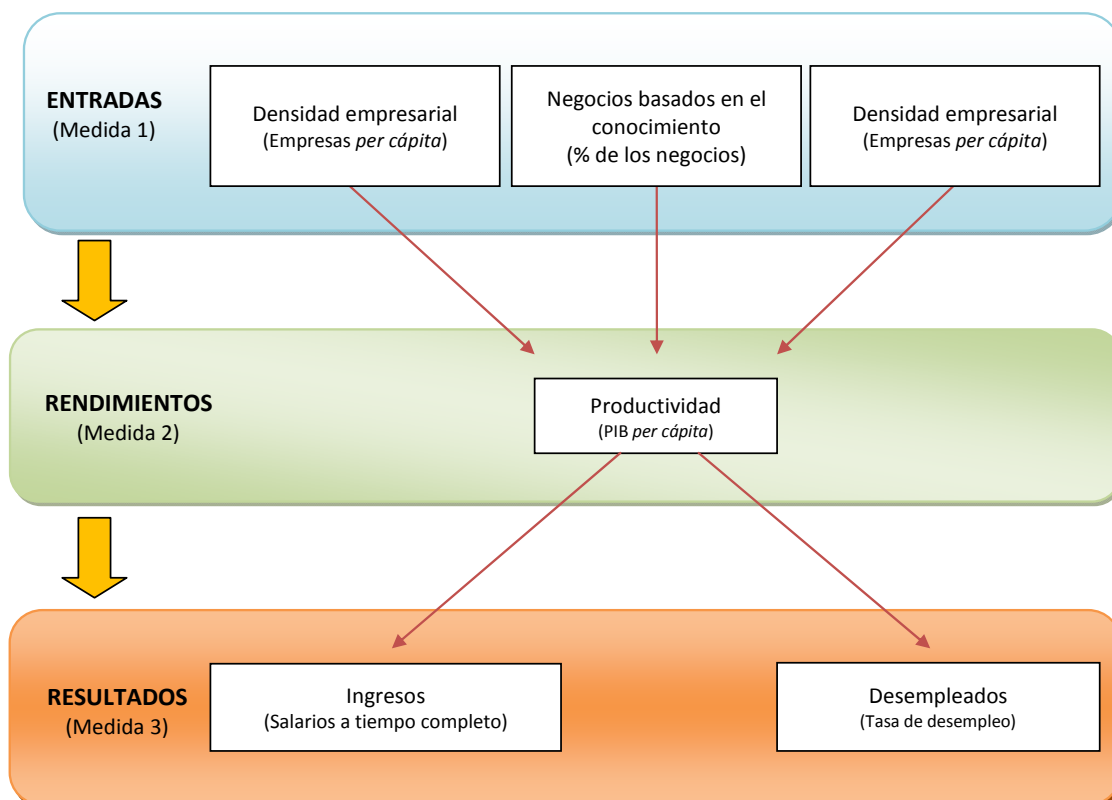
principalmente por dos elementos: la competencia interna y la concentración geográfica. La competencia interna promueve la innovación constante en el resto de los factores, mientras que la concentración geográfica magnifica o acelera la interacción de los cuatro factores, de tal modo que cuanto más local sea la competencia, más intensa será, y cuanto más intensa, mejor para el conjunto de la economía. En este sentido, se podría considerar que la articulación y complementariedad de los elementos del diamante generan procesos de aprendizaje e innovación en redes de colaboración entre diferentes agentes, ya sean empresas, instituciones, corporaciones o, incluso, universidades, generándose un marco idóneo para el surgimiento de capacidades propias de cada territorio y difícilmente imitables.

En la aplicación que realiza Gudgin (1996) de este modelo, se calcula una medida de la competitividad global para cada región del Reino Unido, lo cual le permitió realizar una clasificación ordinal de las regiones analizadas. Ahora bien, Brooksbank y Pickernell (1999) consideran que la aplicación que hace Gudgin (1996) no permite evaluar las ventajas o desventajas de cada región con respecto al resto, porque un valor global de competitividad es una medida demasiado “cruda” para captar plenamente todos los matices de la ventaja competitiva de acuerdo con la teoría de Porter. Por esta razón, Brooksbank y Pickernell (1999) presentan una medida para cada factor individual del diamante. Posteriormente, tienen en cuenta el total de indicadores utilizados para obtener un promedio de la medida de la competitividad en comparación con el promedio del Reino Unido. En este caso el Reino Unido tiene como valor promedio la unidad, lo que permite una clasificación ordinal que refleja mejor la situación real de cada región en relación con las demás. Por otra parte, advierten que -aunque en su caso se aplicó igualdad de pesos- este método sería más preciso con la aplicación de una ponderación a las variables. Por su parte, Moon *et al.* (1998) también utilizan una serie de indicadores para medir cada uno de los factores pero, al tratarse de un doble diamante, utilizan diferentes indicadores para determinar la competitividad local y la competitividad internacional. La medición del índice de competitividad se realiza factor a factor, asignándole un valor de 100 al indicador con mayor valor por cada factor y una ratio relativa en términos de porcentaje al resto de indicadores. De esta forma, realizan un análisis comparativo de competitividad -factor a factor- entre los dos países estudiados (Corea y Singapur).

Huggins (2003) presenta otro modelo de evaluación de competitividad territorial y lo aplica tanto a regiones como a localidades del Reino Unido. Este modelo

interrelaciona tres factores a través de una medida en cadena (figura I.2): (a) *entradas*, que hace referencia a aquellos recursos propios del territorio que posibilitan un crecimiento económico sostenible; (b) *rendimientos*, que valora el beneficio obtenido por los recursos anteriores; y (c) *resultados socioeconómicos*, que estima la repercusión del factor anterior sobre el nivel de vida de sus ciudadanos.

Figura I.2. Modelo de los tres factores.

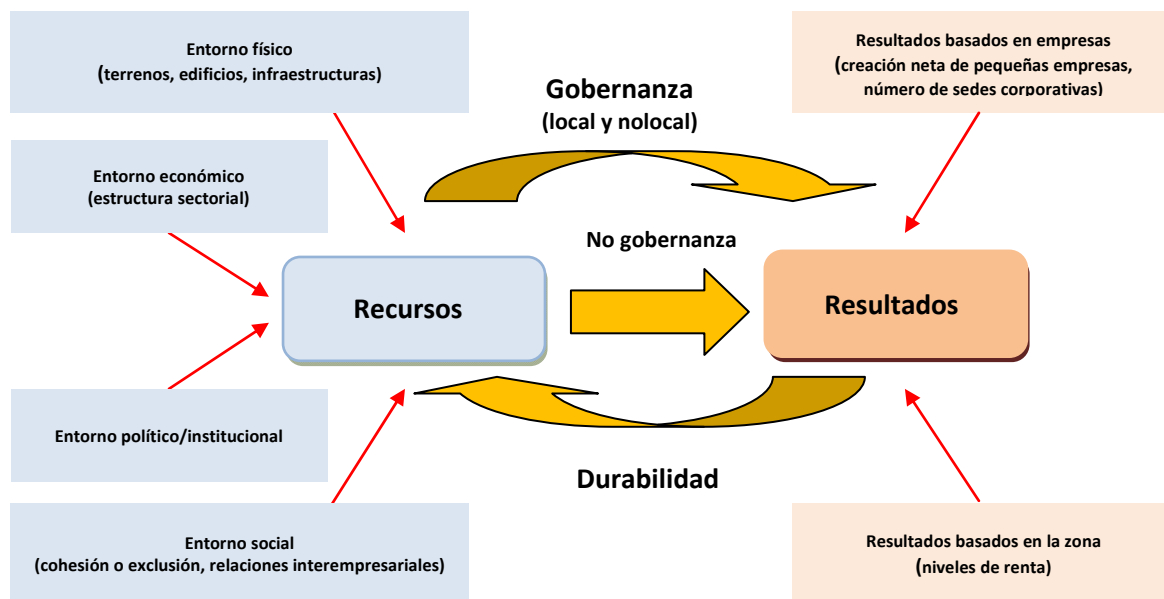


Fuente: Huggins (2003:91).

Este trabajo aporta un modelo territorial con un diseño sencillo y fácilmente aplicable que, al mismo tiempo, introduce un nivel de análisis complejo, porque además de evaluar los rendimientos de un conjunto de recursos del territorio, permite sacar conclusiones respecto a su impacto socioeconómico. A pesar de su sencillez, teniendo en cuenta que lo resuelve con seis indicadores cuyos datos pueden estar fácilmente disponibles, es un modelo que ha sido capaz de medir la competitividad de regiones y localidades del Reino Unido en una forma, además, fácilmente reproducible. Respecto a la ponderación de los factores, este autor optó por asignar una ponderación igual a cada uno de los tres factores medidos, ya que consideró que están interrelacionados y económicamente vinculados.

Por su parte, Deas y Giordano (2001) proponen un modelo de medición de la competitividad territorial focalizado en el contexto urbano y aplicado en las principales ciudades inglesas. La perspectiva seguida en este trabajo es distinta al anterior, ya que en este enfoque, además de explorar los recursos del territorio y evaluar sus resultados, se considera un nivel de análisis intermedio entre los recursos y los resultados -la *gobernanza*- que retroalimenta el modelo (figura I.3).

Figura I.3. Modelo recursos-resultados.



Fuente: Deas y Giordano (2001:1.413).

La filosofía seguida en este modelo está sustentada en Rapkin y Strand (1995), los cuales distinguen entre las fuentes de competitividad generada por la existencia de recursos presentes en una unidad geográfica, por un lado, y los efectos socioeconómicos que producen sus resultados (*outcomes*), por el otro. En este caso, Deas y Giordano (2001) tratan de identificar las ventajas básicas de una muestra de ciudades y aglomeraciones urbanas y examinar la eficacia con la que estas se traducen en resultados competitivos en la zona. Además, complementan el modelo introduciendo el efecto que la gobernanza del territorio ejerce sobre los recursos para convertirlos en resultados, que a su vez retroalimentan el sistema al convertirse esos mismos resultados en mejores recursos para el territorio.

Por tanto, estos autores dan un paso más que Huggins (2003) ya que, además de evaluar los efectos que producen los recursos de un territorio sobre sus resultados socioeconómicos, también tratan de considerar el impacto al que Buckley, Pass y Prescott (1988) se refieren como el *proceso de gestión* o la capacidad diferencial de



las empresas para explotar los recursos a su disposición. Para ello, Deas y Giordano (2001) reelaboran este concepto considerándolo como los esfuerzos de los políticos locales para crear, explotar, complementar y reponer las ventajas básicas de la ciudad, así como para transformar las desventajas en ventajas. En este sentido, sostienen que la eficacia con que los recursos de un territorio son explotados está condicionada, por un lado, por las acciones de cada una de las empresas y por las fuerzas del mercado, pero también por la forma en que una ciudad es gobernada. Por ejemplo, se podría considerar que dos ciudades vecinas pueden estar dotadas de una mezcla similar de instituciones y organismos -e.g., autoridades locales, concejalías locales destinadas a la formación, políticas sociales y laborales, etc.-, pero un análisis de las mismas podría sugerir que la forma en que estos organismos operan y la eficacia con que lo hacen difieren sustancialmente entre ellas, provocando diferentes resultados socioeconómicos. En definitiva, el modelo propuesto por Deas y Giordano (2001) plantea una forma de conceptualizar y medir la competitividad territorial diferente a los modelos anteriores, porque no se centra simplemente en clasificar las ciudades, sino que su objetivo fundamental es analizar cómo los niveles de competitividad de diferentes ciudades reflejan también la diferente gestión de sus respectivos recursos básicos.

El último modelo de estas características que se ha considerado de interés para este trabajo es el planteado por la iniciativa comunitaria europea Leader<sup>2</sup>. El objetivo de este proyecto es introducir y experimentar un nuevo enfoque de desarrollo rural aportando otro punto de vista de evaluación de la competitividad territorial. Sus ejes básicos están ligados a la importancia de los recursos autóctonos -frente a los recursos exógenos- en la promoción de un desarrollo duradero. Según este programa, la competitividad territorial supone tener en cuenta los recursos del territorio, implicar a los agentes e instituciones, integrar a los sectores de actividad en una lógica de innovación y cooperar con otros territorios. Desde este enfoque, el desarrollo de un territorio depende de la capacidad de los agentes locales e instituciones para poner en marcha los procesos descritos. Todas estas capacidades se asocian con cuatro dimensiones de la competitividad territorial, que se combinarán de manera específica en cada territorio (Farrell *et al.*, 1999:5): (a) *competitividad social*, que se define como la capacidad de los agentes para actuar eficazmente de manera conjunta sobre la base de una concepción consensuada; (b) *competitividad del entorno*, definida como la capacidad de los agentes para evaluar su entorno haciendo del mismo un elemento distintivo de su territorio, garantizando

---

<sup>2</sup> [http://ec.europa.eu/agriculture/rur/leaderplus/index\\_es.htm](http://ec.europa.eu/agriculture/rur/leaderplus/index_es.htm) [fecha de consulta: abril, 2010].

al mismo tiempo la conservación y la renovación de los recursos naturales y patrimoniales; (c) *competitividad económica*, que consistirá en la capacidad de los agentes para producir y mantener el máximo valor añadido en el territorio mediante el refuerzo de los vínculos entre sectores y haciendo que la combinación de recursos generen activos para evaluar el carácter específico de los productos y servicios locales; y (d) *localización en el contexto global*, que será la capacidad de los agentes para situarse con relación con los otros territorios y al mundo exterior en general, con el objeto de hacer progresar su proyecto de territorio y de garantizar su viabilidad en el contexto de la globalización.

Por otro lado, Farrell *et al.* (1999) relacionan la competitividad de un territorio con otro concepto que denominan *capital territorial* y que “[...] representa el conjunto de los elementos que se encuentran a disposición del territorio, tanto los de carácter tangible como los de carácter intangible [...] El capital territorial nos remite a los elementos constitutivos de la riqueza de un territorio (actividades, paisajes, patrimonio, conocimientos técnicos, etc.), desde la perspectiva no de un inventario contable, sino de una búsqueda de especificidades susceptibles de ponerse de relieve” (Farrell *et al.*, 1999:22). En el cuadro I.2 se presenta qué indicador de capital territorial se tiene en cuenta para evaluar cada uno de los tipos de competitividad planteados en este modelo.

**Cuadro I.2.** Relación entre los indicadores de capital territorial y las dimensiones de la competitividad territorial.

Capital territorial	Compet. entorno	Compet. social	Compet. económ.	Local. global
Recursos físicos: los recursos naturales	X		X	
Recursos humanos: las personas que viven en el territorio y su estructuración social.	X	X		
Cultura/identidad: los valores comúnmente compartidos por los agentes del territorio.		X		
Conocimientos técnicos: el control de las tecnologías y la capacidad de investigación.		X	X	X
Instituciones y administraciones locales: gobernanza del territorio.		X	X	X
Actividades/empresas: su concentración geográfica y estructuración.			X	
Mercados: su integración en las redes de intercambio, de promoción, etc.	X		X	X
Percepción/imagen: la imagen del territorio, tanto interna como externa.	X			X

Fuente: Farrell *et al.* (1999:23).

### 1.1.2. ESTUDIOS SOBRE LA COMPETITIVIDAD TERRITORIAL A ESCALA MUNDIAL

En la actualidad, existen dos organismos líderes en la medición de la competitividad de las naciones a escala mundial: el International Institute of Management Development (IMD)<sup>3</sup> y el World Economic Forum (WEF)<sup>4</sup>. El primero realiza un estudio denominado *The World Competitiveness Yearbook* (WCY), que se edita anualmente desde 1989. Este estudio se estructura en cuatro factores y veinte subfactores (cuadro I.3) que se evalúan, a su vez, a través de indicadores que posteriormente se agregan para formar un índice que representa la competitividad territorial. Todos los subfactores no tienen necesariamente el mismo número de medidas -e.g., se utilizan más ítems para evaluar la educación que para evaluar los precios-, aunque cada uno, independientemente del número de ítems que contiene, tiene el mismo peso (5%) en el conjunto de los resultados. Los indicadores están compuestos por: (a) datos duros (e.g., el PIB), que representan un peso de dos tercios de la evaluación general; (b) datos blandos (e.g., disponibilidad de gestores competentes), que computan el tercio restante; y (c) datos de información (e.g., la población menor de quince años), que no se utilizan en el cálculo del *ranking* de competitividad global.

**Cuadro I.3.** Factores de competitividad del WCY.

Factores	Subfactores
Resultados económicos	Economía nacional Comercio internacional Inversión internacional Empleo Precios
Eficiencia gubernamental	Finanzas públicas Política fiscal Marco institucional Legislación empresarial Marco societario
Eficiencia empresarial	Productividad Mercado de trabajo Finanzas Prácticas de gestión Actitudes y valores
Infraestructuras	Infraestructura básica Infraestructura tecnológica Infraestructura científica Salud y medio ambiente Educación

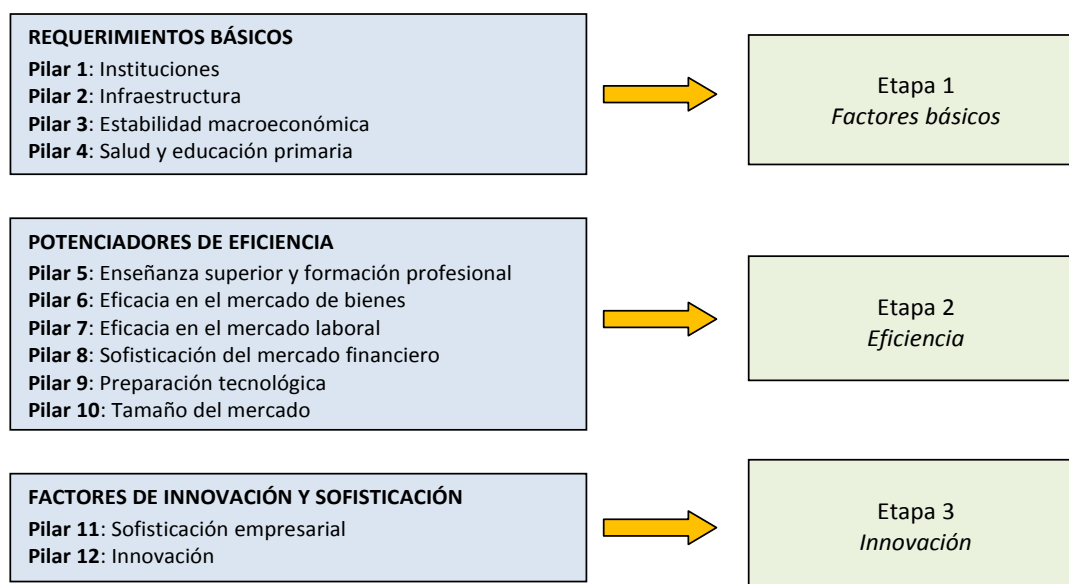
Fuente: IMD (2011).

<sup>3</sup> <http://www.imd.org/> [fecha de consulta: abril, 2010].

<sup>4</sup> <http://www.weforum.org/> [fecha de consulta: abril, 2010].

Por su parte, el WEF publica también anualmente el *Global Competitiveness Report* (GCR), que tiene como finalidad obtener una clasificación a escala mundial de la competitividad de los países, para que sirva como una herramienta de evaluación comparativa de sus puntos fuertes y débiles. En un esfuerzo por introducir continuas mejoras en su metodología de trabajo, se ha realizado una serie de cambios a lo largo de los años, alcanzándose un hito importante en el año 2000, cuando el profesor Jeffrey Sachs presentó el *Growth Competitiveness Index*, basado en la teoría del crecimiento económico, y el profesor Michael Porter, por su parte, se unió a este esfuerzo complementándolo con el *Business Competitiveness Index* (BCI), que está centrado en los factores microeconómicos de la prosperidad. En 2004, Sala-i-Martin *et al.* (2004) crearon el *Global Competitiveness Index* (GCI), que incluye factores tanto macroeconómicos como microeconómicos de competitividad y es el que actualmente se utiliza para elaborar el GCR<sup>5</sup> (Porter *et al.*, 2008). Específicamente, el GCI se calcula como una media ponderada de diferentes factores agrupados en doce pilares de competitividad económica que se resumen en la figura I.4.

Figura I.4. Pilares de competitividad económica del GCI.



Fuente: WEF (2011).

La estructura de este modelo es algo más compleja que el WCY y se basa en el concepto de *etapas de desarrollo*, según el cual los diferentes pilares afectan de

<sup>5</sup> [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2010-11.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2010-11.pdf) [fecha de consulta: junio, 2011].

forma diferente a cada país -e.g., la mejor manera de aumentar la competitividad de Nigeria no es la misma que la necesaria para reforzar la de Japón, y esto se debe a que Nigeria y Japón se encuentran en diferentes etapas de desarrollo. En general, al desplazarse los países a lo largo de la vía de desarrollo, los salarios tienden a aumentar y, con el fin de mantener estos ingresos más altos, la productividad del trabajo debe mejorar.

Según el GCI, en la primera etapa la economía es impulsada por los factores básicos y los países compiten con su dotación de factores, principalmente mano de obra no cualificada y recursos naturales. Las empresas compiten sobre la base del precio y venden productos básicos o materias primas. Su baja productividad se refleja en salarios bajos. Mantener la competitividad en esta etapa de desarrollo se basa principalmente en el buen funcionamiento de las instituciones públicas y privadas (pilar 1), una infraestructura bien desarrollada (pilar 2), un marco macroeconómico estable (pilar 3) y una mano de obra alfabetizada sana (pilar 4). Como al desarrollarse los países, los salarios aumentan, entonces dichos países también deben avanzar en eficiencia. En este punto es cuando debe empezar a desarrollarse una producción con procesos más eficientes y aumentar la calidad del producto. Se habrá pasado a la segunda etapa, donde la competitividad es impulsada cada vez más por la enseñanza superior y la formación profesional (pilar 5), mercados eficientes de bienes (pilar 6), buen funcionamiento de los mercados laborales (pilar 7), mercados financieros sofisticados (pilar 8), la capacidad de aprovechar los beneficios de las tecnologías existentes (pilar 9) y un gran mercado interior y/o extranjero (pilar 10). Por último, los países avanzan hacia la tercera etapa (innovación), en la cual son capaces de mantener salarios más elevados mejorando el nivel de vida. Para ello, las empresas deben ser capaces de competir con productos nuevos y únicos: mediante la producción de productos con los más sofisticados procesos de producción (pilar 11) y a través de la innovación (pilar 12).

Por tanto, este modelo nos introduce en la concepción de que la competitividad territorial no se origina de forma homogénea en todos los territorios, sino que cada uno tiene su fase propia de desarrollo. En tal sentido, este concepto se integra en el GCI atribuyendo mayor peso relativo a los pilares que son relativamente más importantes para un país, habida cuenta de su particular etapa de desarrollo. Por tanto, los doce pilares se consideran para todos los países, pero la importancia de cada pilar depende de la etapa particular de cada país.

En el cuadro I.4 se muestra el peso específico que se atribuye a cada subíndice en cada etapa de desarrollo. A su vez, los países se asignan a las distintas etapas de

desarrollo en función del nivel de PIB *per cápita*. Los países comprendidos entre dichas etapas se consideran en transición; para ellos, el peso varía ligeramente en función de su desarrollo. Para introducir este tipo de transición entre las etapas, se irá incrementando el peso en aquellas áreas que se están convirtiendo en más importantes para la competitividad del país, de modo que el índice puede penalizar gradualmente a los países que no se preparan para la siguiente fase.

**Cuadro I.4.** Pesos de los subíndices del modelo GCI.

Grupo de pilares	Etapa 1 (< 2.000 €) (%)	Etapa 2 (3.000-9.000€) (%)	Etapa 3 (> 17.000€) (%)
Requerimientos básicos	60	40	20
Potenciadores de eficiencia	35	50	50
Factores de innovación y sofisticación	5	10	30

Nota: las cantidades en euros están referidas al PIB *per cápita*.

Fuente: WEF (2011:10).

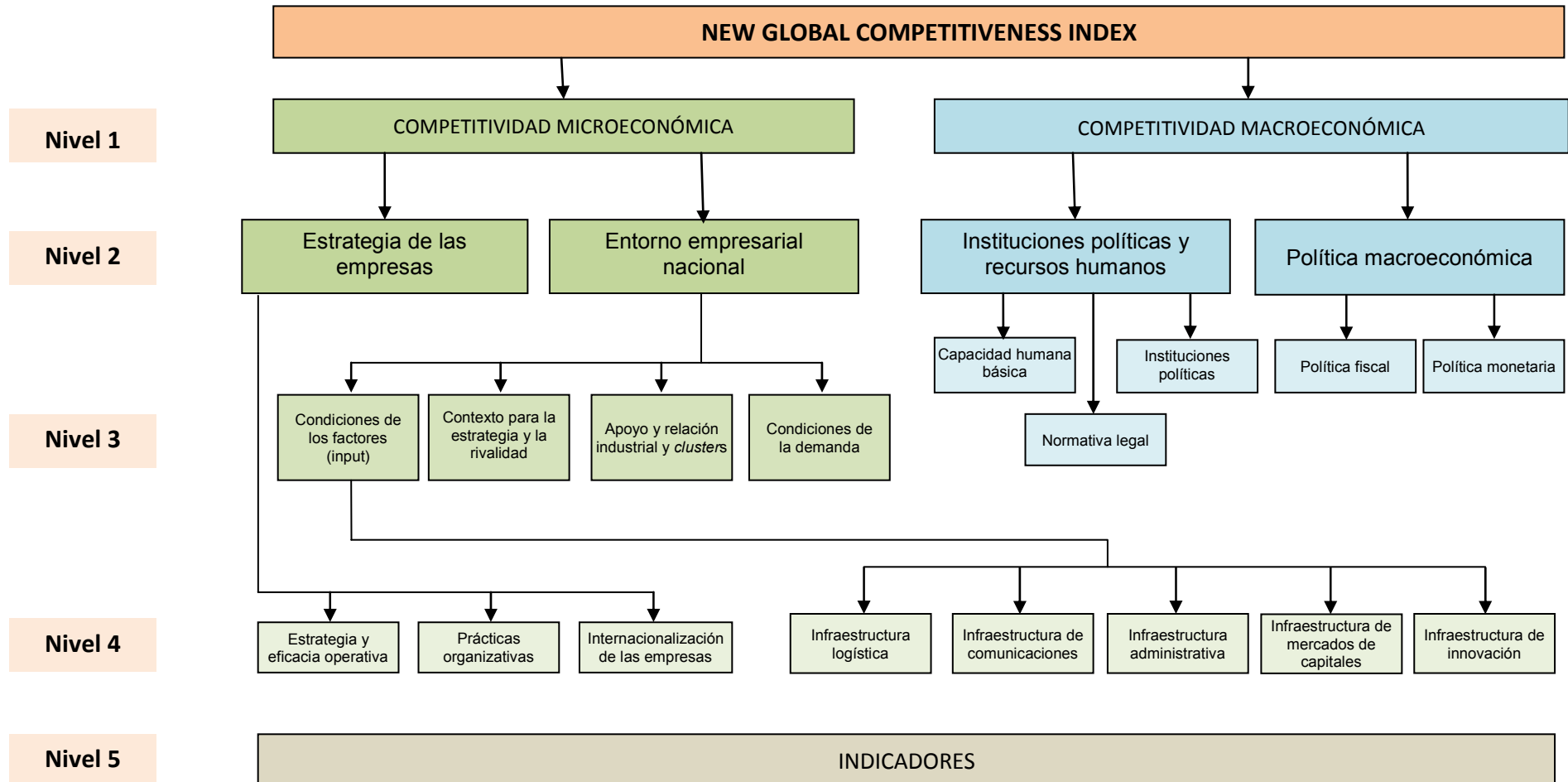
El GCR ha sido considerado durante mucho tiempo el mejor informe de competitividad nacional conocido, pero también existen algunos economistas críticos con el mismo. Un ejemplo lo podemos encontrar en Lall (2001), quien sostiene que adolece de varias debilidades analíticas, metodológicas y cuantitativas que analiza detenidamente en su trabajo. Además, sostiene que su presentación oculta estas debilidades, dando una impresión errónea de precisión y robustez, por lo que no merece la atención que atrae ni la preocupación política y el debate que genera.

En 2008, el WEF y el profesor Michael Porter crearon el *New Global Competitiveness Index* (NGCI). Este modelo está basado en la experiencia de años anteriores del GCI y del BCI, siendo su objetivo fundamental el establecer un modelo basado en las investigaciones académicas más recientes e instaurar una plataforma metodológica estable para la evaluación de la competitividad territorial en los próximos años. El NGCI se centra en los factores determinantes de los niveles de productividad que una economía nacional puede sostener, considerando que es el indicador determinante de la prosperidad. Teniendo en cuenta lo anterior, la filosofía que sustenta el modelo del NGCI es que la productividad estará formada por la suma de la competitividad macroeconómica y microeconómica. Los factores macroeconómicos afectan indirectamente a la productividad de las empresas de una economía y son necesarios, pero no suficientes, para lograr una mayor productividad. Los factores microeconómicos operan directamente sobre las empresas, afectando a la productividad, y están influenciados por múltiples elementos relacionados entre sí.

En este sentido, los factores microeconómicos son tan numerosos y multifacéticos que los progresos simultáneos en todos ellos raramente son posibles. Cada país tendrá fortalezas y debilidades propias y únicas, de modo que, en un país determinado y en un momento concreto, un subconjunto de condiciones microeconómicas pueden representar los obstáculos más apremiantes para alcanzar niveles más altos de productividad. A menos que se aborden estas limitaciones, no se podrá actuar de forma lógica para aumentar la productividad (Porter *et al.*, 2008).

En la figura I.5 se expone un esquema del modelo del NGCI. En un primer nivel, se distingue entre factores macroeconómicos y microeconómicos. En el ámbito macroeconómico, los indicadores de la política macroeconómica capturan elementos del entorno político que tienen un fuerte impacto en las fluctuaciones a corto plazo de la actividad económica y pueden tener consecuencias a largo plazo para la productividad, y por otro lado, el subíndice de las instituciones políticas y recursos humanos. En el ámbito microeconómico, un subíndice cubre el grado de sofisticación de las estrategias de las empresas, y el otro, la calidad del entorno empresarial del país. En el tercer nivel, las clasificaciones están previstas en subcategorías. En la categoría de política macroeconómica, los indicadores se agrupan en política fiscal y política monetaria. En la categoría de instituciones políticas y recursos humanos, los indicadores se agrupan en la capacitación humana básica -salud y educación-, instituciones políticas -toma de decisiones y eficiencia ejecutiva- y normativa legal -corrupción y eficiencia del proceso legal-. En la categoría de entorno empresarial, los indicadores distinguen los cuatro elementos del diamante de Porter. En el cuarto nivel, las condiciones de los factores se concretan con indicadores que están agrupados en: infraestructura logística, infraestructura de comunicaciones, infraestructura administrativa, infraestructura del mercado de capitales e infraestructura de la innovación. También, y en este nivel de concreción, el factor de estrategias de las empresas -que no fue desglosado en el tercer nivel- está formado por estrategia y eficacia operativa, prácticas organizativas e internacionalización de las empresas. Finalmente, en el quinto nivel estará la concreción en indicadores de cada uno de los cuatro subniveles anteriores. Por su parte, el NGCI no calcula su ponderación sobre una asignación subjetiva de pesos *a priori* (como los modelos anteriores), sino que lo hace a partir de los valores que se obtienen de la medición de los distintos indicadores mediante el método de componentes principales.

Figura I.5. Modelo del NGCI.



Fuente: Porter et al. (2008:55).



## 1.2. EL VALOR ESTRATÉGICO DEL TERRITORIO DESDE EL ENFOQUE DE LA TEORÍA DE RECURSOS Y CAPACIDADES

### 1.2.1. EVOLUCIÓN DE LA TEORÍA DE RECURSOS Y CAPACIDADES

La teoría de recursos y capacidades (TRC) es una de las perspectivas teóricas de mayor aceptación en el campo de la dirección estratégica (Barney, 2001; Powell, 2001; Priem y Butler, 2001; Rouse y Daellenbach, 2002). Surge a principios de la década de los noventa con el objetivo de determinar qué factores explican el que algunas empresas tengan mayor rendimiento que otras cuando están sujetas al mismo entorno. En una primera aproximación se podría afirmar que, desde un enfoque estratégico, la TRC percibe el conjunto de recursos de las empresas como las fortalezas que estas pueden usar para concebir e implementar sus estrategias (e.g., Penrose, 1959; Rubin, 1973; Wernerfelt, 1984; Barney, 1986ab, 1989, 1991, 1992, 1995; Itami; 1987; Dierickx y Cool, 1989; Prahalad y Hamel 1990; Grant, 1991, 1992). Ahora bien, el centrarse en las características idiosincrásicas de la empresa no implica desestimar la relevancia del entorno como parte del concepto básico de la estrategia, sino que lo que trata esta teoría es de acoplar los recursos y capacidades de la empresa con las demandas del entorno en que opera (Hill y Jones, 1996). Estos dos enfoques son complementarios, ya que si una empresa obtiene mejores resultados que los de sus competidores, se debe a que la empresa dispone de unos recursos y capacidades bien aprovechados en unas áreas de negocio bien definidas (Strategor, 1995). En el cuadro I.5 se expone -a partir de una selección de artículos clave- cómo ha sido la evolución conceptual de la TRC desde sus orígenes hasta la actualidad.

**Cuadro I.5.** Evolución conceptual de la teoría de recursos y capacidades.

Fase	Autor	Contribución
Introducción	Penrose (1959)	Teoriza acerca de cómo los recursos de una empresa influyen en su crecimiento; en particular, analiza cómo el crecimiento se ve limitado cuando los recursos son inadecuados.
	Rubin (1973)	Conceptualiza la necesidad de procesar los recursos como un paquete conjunto para poderlos convertir en fructíferos.
	Lippman y Rumelt (1982)	Explican los conceptos de inimitabilidad y ambigüedad causal; estos conceptos se convirtieron en elementos centrales de la TRC.
	Wernerfelt (1984)	Destaca el valor de centrarse en los recursos propios de las empresas más que en sus productos, acuñó el término <i>visión de la empresa basada en los recursos</i> .

Fase	Autor	Contribución
Introducción	Barney (1986b)	Teoriza acerca de cómo la cultura de la organización podría ser una fuente de ventaja competitiva sostenida.
	Dierickx y Cool (1989)	Desarrollan la noción de que los recursos son especialmente útiles cuando no hay alternativas efectivas disponibles.
	Prahalad y Hamel (1990)	Argumentan que la tarea clave de la administración de la empresa es la creación de productos nuevos y radicales, lo cual es posible gracias a la explotación de las competencias básicas de la misma.
	Barney (1991)	Presenta y desarrolla los principios básicos de la TRC. Expone una definición detallada de los recursos y articula un conjunto de las características que hacen que un recurso sea una fuente potencial de ventaja competitiva (valioso, raro, inimitable e insustituible).
	Harrison, Hitt, Hoskisson y Ireland (1991)	Destacan el valor de los recursos y la sinergia entre recursos en un contexto de diversificación.
	Castanias y Helfat (1991)	Caracterizan los CEOs como recursos de la empresa.
	Fiol (1991) Reed y De Fillippi (1990)	Proponen que la identidad organizacional de la empresa es una competencia básica que la conduce a una ventaja competitiva.
	Grant (1991)	Formula un modelo de cinco etapas para la formulación de la estrategia de la empresa.
	Conner (1991)	Yuxtapone la TRC con la teoría de la organización industrial para demostrar que la TRC se presenta como una nueva teoría de la empresa.
Crecimiento	Leonard-Barton (1992)	Introduce el concepto de capacidades básicas.
	Mahoney y Pandian (1992)	Abren nuevas perspectivas a la TRC relacionándola con competencias distintivas, la organización económica y la teoría de la organización industrial.
	Kogut y Zander (1992)	Introducen el concepto de capacidades combinadas; hacen hincapié en la importancia del conocimiento como un recurso.
	Lado, Boyd y Wright (1992)	Incorporan el concepto de competencias organizativas.
	Amit y Schoemaker (1993)	Dividieron el constructo global de recursos en recursos y capacidades.
	Peteraf (1993)	Describe las condiciones sobre las cuales surge la ventaja competitiva.
	Schulze (1994)	Establece la división de la TRC en dos grandes escuelas: escuela estructural y escuela de proceso.
	Hart (1995)	Introduce y desarrolla un marco conceptual derivado de la TRC que denomina <i>visión natural de la empresa basada en los recursos</i> .
	Grant (1996)	Presenta la <i>visión basada en el conocimiento</i> de la empresa como un derivado de la TRC.
	Miller y Shamsie (1996)	Demuestran la conexión recursos-resultados, a partir de la medida directa de recursos.

Fase	Autor	Contribución
Crecimiento	Conner y Prahalad (1996)	Identifican situaciones donde la aplicación de argumentos basados en oportunismo y argumentos basados en conocimiento puede conducir a predicciones opuestas sobre la organización de la actividad económica.
	Russo y Fouts (1997)	Incorporan el concepto de capacidades organizativas.
	Oliver (1997)	Teoriza acerca de cómo la TRC y la teoría institucional conjuntamente pueden explicar mejor la ventaja competitiva sostenible.
	Teece, Pisano y Shuen (1997)	Introducen el concepto de capacidades dinámicas. Concretamente, explican la ventaja competitiva como el resultado de la confluencia de los activos, procesos y trayectorias evolutivas.
	Coff (1999)	Inicia el debate de cómo el exceso de beneficios derivados de recursos puede ser destinado a distintos grupos de interés.
	Combs y Ketchen (1999)	Examinan cómo conciliar las competencias de la TRC y la organización económica en relación con la elección de la forma de organización.
	Eisenhardt y Martin (2000)	Plantean el concepto de capacidades dinámicas como rutinas organizativas y estratégicas.
Madurez	Álvarez y Busenitz (2001)	Explican las contribuciones de la TRC a la investigación empresarial y proponen nuevas contribuciones que se podrían realizar.
	Priem y Butler (2001) Barney (2001)	Debaten la utilidad de la TRC como teoría de la estrategia y organización.
	Wright, Dunford y Snell (2001)	Explican las aportaciones de la TRC a la investigación de la gestión de recursos humanos y proponen futuras contribuciones que se podrían hacer.
	Barney, Wright y Ketchen (2001)	Identifican el impacto de la TRC en áreas de interés relacionadas.
	Makadok y Barney (2001)	Establecen que las empresas de información deben hacer hincapié en intentar adquirir recursos escasos.
	Lippman y Rumelt (2003)	Inician el debate en relación con los microfundamentos de la TRC introduciendo la perspectiva de pagos.
	Makadok (2001)	Sintetizan ideas en relación con el exceso de beneficios ofrecidos por la TRC y la teoría de las capacidades dinámicas.
	Ireland, Hitt y Sirmon (2003)	Presentan el emprendimiento estratégico como el recurso necesario para aprovechar las oportunidades de crecimiento en orden a crear y sostener la ventaja competitiva.
	Winter (2003)	Presenta y explica el concepto de capacidad de orden superior.
	Gavetti (2005)	Construye una teoría sobre los microfundamentos de las capacidades dinámicas, haciendo hincapié en el papel de la cognición y la jerarquía.
Foss y Foss (2005)	Construyen puentes conceptuales entre la teoría de los derechos de propiedad y la TRC.	

Fase	Autor	Contribución
Madurez	Teece (2007)	Especifica la naturaleza y microfundamentos de las capacidades necesarias para mantener un rendimiento superior en una economía abierta.
	Sirmon, Hitt e Ireland (2007)	Construyen una teoría sobre los procesos inexplorados ("la caja negra") que se encuentran entre los recursos y una rentabilidad superior.
	Armstrong y Shimizu (2007)	Revisa y critica los métodos de investigación utilizados en la TRC.
	Crook, Ketchen, Combs y Todd (2008)	Realizan un metanálisis, a través de la evidencia existente, para establecer que los recursos estratégicos explican una parte importante de la varianza del rendimiento.
	Kraaijenbrink, Spender y Groen (2010)	Consideran los méritos de las prominentes críticas hacia la TRC.

Fuente: Elaborado a partir de Barney, Ketchen y Wright (2011).

En el cuadro anterior se puede observar cómo ya a finales de la década de los cincuenta algunos trabajos previos habían identificado la importancia de los recursos propios de la organización. En este sentido, Penrose (1959) ya reconocía la importancia de los recursos para la posición competitiva de la empresa, argumentando que el crecimiento corporativo, tanto a nivel interno como externo a través de fusiones o adquisiciones, se debe a la forma en que son utilizados sus recursos. Esta autora indicaba que una empresa consiste en “[...] un conjunto de recursos productivos” (Penrose, 1959:24) y sugería que estos recursos solo pueden contribuir a lograr una posición competitiva de la empresa en la medida en que fueran explotados de tal forma que su valioso potencial estuviera al servicio de la misma. Además de Penrose (1959), Rubin (1973) fue otro de los pocos investigadores que conceptualizaron a las empresas como paquetes de recursos antes del establecimiento formal de la TRC (Wernerfelt, 1984) y al igual que Penrose, Rubin reconoció que los recursos no eran de mucha utilidad por sí mismos al indicar que “[...] las empresas deben procesar los recursos en bruto para convertirlos en fructíferos” (Rubin, 1973:937). Pero la TRC no comenzó a tomar forma hasta la década de 1980. Hasta ese momento, el dominio en la literatura de la dirección estratégica estaba centrado en los modelos propuestos por la organización industrial -tales como el modelo de las *cinco fuerzas competitivas* de Porter (1980)- en los que la rentabilidad obtenida por las empresas se justificaba mediante su pertenencia a distintos sectores económicos y mercados de productos. Frente a esta corriente teórica fue apareciendo gradualmente la TRC y se comenzó a desviar la atención

hacia los recursos<sup>6</sup> de la empresa (Hoskisson, Hitt, Wan y Yiu, 1999). Este cambio de visión estuvo avalado por la existencia de diversos trabajos empíricos que concluyeron que la pertenencia a un sector económico determinado no explicaba, por sí solo, las diferencias existentes entre los resultados de las empresas, siendo necesario tener en cuenta también los recursos que estas controlan (Hansen y Wernerfelt, 1989; Rumelt, 1991; Powell, 1996; McGahan y Porter, 1997).

A partir de los planteamientos realizados por Penrose y Rubin, Wernerfelt (1984) realiza el primer intento de formalización de la TRC sosteniendo que “[...] para la empresa, los recursos y los productos son las dos caras de una misma moneda” (Wernerfelt, 1984:171). En otras palabras, mientras que los resultados de la empresa son impulsados directamente por sus productos, estos son impulsados indirectamente por los recursos que se utilizan en su producción<sup>7</sup>. Teniendo en cuenta esta línea de razonamiento, este autor propone que las empresas pueden aumentar sus rendimientos mediante la identificación y adquisición de recursos que son fundamentales para el desarrollo de la demanda de los productos. Ahora bien, según indica Newbert (2007), el despegue de esta teoría no comenzó a tomar forma hasta varios años después con la publicación de dos documentos. El primero fue el trabajo de Prahalad y Hamel (1990), en el que argumentaban que la tarea clave de la administración de la empresa era la creación de productos nuevos y radicales, lo cual se posibilita mediante la explotación de las competencias básicas de la misma. El segundo trabajo fue el de Barney (1991), que es considerado como la primera formalización de la TRC. Este autor basa su articulación de la TRC en dos supuestos: (a) las empresas pueden ser heterogéneas en cuanto a los recursos que poseen, frente a la premisa que existía de que las empresas de un sector eran idénticas en términos de los recursos estratégicamente relevantes que controlaban y de las estrategias que perseguían; y (b) estos recursos no tienen por qué ser fácilmente transferibles entre ellas, pudiendo perdurar estas diferencias -en cuanto a recursos- a lo largo del tiempo, frente a la premisa anterior de que la heterogeneidad de los recursos de un sector o grupo gozaba de una corta vida, debido a que los recursos que utilizan las empresas para implantar sus estrategias son altamente móviles (pueden ser comprados y vendidos en los mercados de factores). En su modelo conceptual, Barney (1991) argumentó que las empresas que poseen recursos que son valiosos y raros alcanzan ventaja competitiva y adquieren mayores rendimientos en el corto plazo. Además, basándose en Dierickx y Cool (1989), también afirmó que

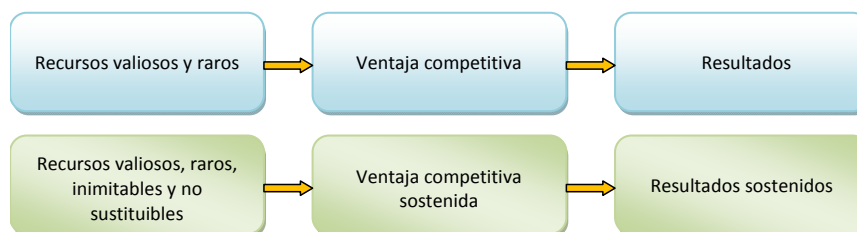
---

<sup>6</sup> En este caso se ha utilizado el término *recurso* en sentido amplio, englobando otros conceptos como los de competencias o capacidades.

<sup>7</sup> Este aspecto fue aclarado posteriormente por Barney (1986a).

para que una empresa pueda mantener estas ventajas en el tiempo, sus recursos también deben ser inimitables y no sustituibles. El modelo conceptual de Barney (1991) se presenta de forma esquemática en la figura I.6.

Figura I.6. Modelo conceptual de recursos y capacidades de Barney (1991).



Fuente: Newbert (2007:123).

Por su parte, Mahoney y Pandian (1992:365) se suman a este debate apuntando que “[...] la empresa logra sus rentas no porque tenga mejores recursos, sino porque su competencia distintiva permite obtener un mejor uso de sus recursos”. Estos autores sugieren, por tanto, que las empresas que hacen mejor uso de sus recursos son las que maximizan su productividad y/o rendimientos financieros. Argumentos similares fueron presentados por Peteraf y por Henderson y Cockburn, quienes argumentaron que, para obtener ventaja competitiva, los recursos valiosos de la empresa deben estar debidamente integrados (Peteraf, 1993) o gestionados (Henderson y Cockburn, 1994). Posteriormente, un gran número de trabajos teóricos comenzaron a surgir en relación con los tipos de procesos en los que los recursos deben ser sometidos con el fin de explotar su valor latente, tales como capacidades básicas (Leonard-Barton, 1992), competencias básicas (Prahalad y Hamel, 1990), competencias (Reed y De Fillippi, 1990; Fiol, 1991), capacidad combinativa (Kogut y Zander, 1992), competencias organizativas (Lado *et al.*, 1992) y capacidades organizativas (Collis, 1994; Russo y Fouts, 1997).

Según Schulze (1994), esta evolución fue conformando las dos grandes ramas en las que, en última instancia, se puede dividir esta teoría y que estos mismos autores han denominado: escuela estructural y escuela de proceso. La *escuela estructural* se caracteriza por considerar que la ventaja competitiva depende de recursos raros, imperfectamente imitables y móviles, y no sustituibles, teniendo lugar la actividad económica en mercados eficientes que se comportan de modo predecible, siendo los cambios en estos mercados los que afectan al valor de los recursos de la empresa. De este modo, tal y como indican Wernerfelt (1984), Barney (1986a, 1991), Dierickx y Cool (1989), Ghemawat (1991), Montgomery y Wernerfelt (1988) y Chatterjee y Wernerfelt (1991), la reubicación de un recurso desde una actividad menos

productiva a otra más productiva permite que la empresa capte rentas. En este sentido, el modelo estructural trata todos los tipos de recursos como si fueran recursos físicos (Schulze, 1994). Sobre la base de estas consideraciones, la escuela estructural sostiene que las empresas que tienen recursos distintivos tienen el potencial para generar ventajas competitivas, mientras que aquellas que no los poseen, no.

Por su parte, la *escuela de proceso* se caracteriza por considerar que las empresas llegan a ser heterogéneas debido a aspectos como las diferencias en la habilidad con la que dichos factores son gestionados (Aaker, 1989; Conner, 1991; Grant, 1991), la existencia de diferencias en conocimiento, comprensión y habilidad de la empresa para aprender (Grant, 1991), las condiciones del mercado y la calidad de los activos adquiridos por la empresa (Barney, 1986a) o la propia historia (Dierickx y Cool, 1989). Esta escuela no se contrapone a la estructural, sino que añade como fuente de rentas -además de las tenidas en cuenta por aquella- la estrategia de la empresa, sus capacidades y conocimientos, y la gestión. Como consecuencia de esta nueva concepción de las fuentes de rentas que pueden obtener las empresas, la escuela estructural ha tenido como temas principales los relacionados con la estrategia, mientras que el modelo de proceso se ha dedicado a tratar los fenómenos de implementación y las capacidades organizativas (Schulze, 1994).

Posteriormente, basándose en la labor de ambas corrientes académicas, Eisenhardt y Martin (2000) plantean el concepto de capacidades dinámicas como “[...] rutinas organizativas y estratégicas con las que las empresas logran nuevos recursos, configuran mercados emergentes, se enfrentan, se dividen, evolucionan y mueren” (Eisenhardt y Martin, 2000:1.107). Estos autores sostienen que los recursos no aportan ningún valor real a la empresa de forma aislada, sino que su valor latente solo podía ponerse a disposición de la empresa a través de la idiosincrasia de sus capacidades dinámicas.

Una prueba de la importancia adquirida por esta teoría a lo largo de estos años es: (a) su aplicación a otros ámbitos, como la gestión de recursos humanos (Wright *et al.*, 2001), economía (Lockett y Thompson, 2001), emprendimiento (Álvarez y Busenitz, 2001), marketing (Srivastava, Fahey y Christensen, 2001) y comercio internacional (Peng, 2001); y (b) la aparición de marcos conceptuales derivados, como *la visión basada en el conocimiento* (Grant, 1996), *la visión natural de la empresa basada en los recursos* (Hart, 1995) y *las capacidades dinámicas* (Teece *et al.*, 1997; Marcus y Anderson, 2006). Ahora bien, quizás el aspecto que aún no está totalmente resuelto en el contexto de esta teoría es la medición de los recursos,



debido a la intangibilidad de muchos de ellos (Godfrey y Hill, 1995). En este sentido, Miller y Shamsie (1996) realizaron una aportación empírica muy importante al evidenciar la conexión entre los recursos y los resultados, a partir de la medida directa de recursos. Sin embargo, Molloy, Chadwick, Ployhart y Golden (2011) apuntan que la dificultad para la medición de los intangibles socava la confianza en los trabajos empíricos que supuestamente apoyan a esta teoría y constriñe la producción de investigaciones futuras. Teniendo en cuenta esta dificultad, Molloy *et al.* (2011) presentan una propuesta multidisciplinar -que integra las perspectivas económica y psicológica- para estudios empíricos donde se utilizan activos intangibles. En concreto, este enfoque tiene como objetivo aclarar cómo y por qué un intangible determinado subyace en la creación de valor para la empresa, lo que es visto por Barney, Ketchen y Wright (2011) como una posibilidad de vincular la TRC y los recursos intangibles.

Como se desprende de lo anteriormente expuesto, la TRC ha recorrido un largo camino en las dos últimas décadas. Originalmente se formalizó en 1991 como una lista más bien estática de una serie de ingredientes para obtener ventaja competitiva, y se ha convertido en una receta dinámica que explica el proceso por el cual estos ingredientes se deben utilizar para lograr este fin. Si bien actualmente no cabe duda de que es necesario para la empresa poseer un conjunto de recursos y capacidades valiosos, raros, insustituibles e inimitables, también se entiende que tal condición es, sin embargo, insuficiente, ya que además de contar con estos ingredientes, las empresas que busquen obtener ventaja competitiva deben demostrar la habilidad para integrarlos de tal forma que puedan obtener su pleno potencial (Newbert, 2007).

### **1.2.2. LA VENTAJA COMPETITIVA DESDE LA TEORÍA DE RECURSOS Y CAPACIDADES**

Tal y como se puede desprender del apartado anterior, la formulación de esta teoría gira en torno a dos conceptos fundamentales, los recursos y las capacidades, aunque, sin lugar a dudas, el concepto clave de la TRC lo constituye el término *recurso*. Sin embargo, si bien está muy clara su relevancia, no lo está tanto su conceptualización, ya que se puede constatar -de la literatura consultada- que existen múltiples definiciones sobre este concepto. Siguiendo a De Saa Pérez (1999), se ha estimado que la definición más acertada se corresponde con la de Grant (1991), que considera los recursos como *los inputs del proceso productivo que están a disposición de una empresa*. Esta autora propone esta definición como la más adecuada, porque de ella se desprenden dos consideraciones importantes: (a) que la conceptualización de



recursos debe ser amplia para que puedan considerarse como recursos no solo aquellos factores tangibles, sino también aquellos de naturaleza intangible (Grant, 1991); y (b) que la empresa debe tener la posibilidad de controlarlos de forma estable, aunque no tenga claros derechos de propiedad sobre los mismos (Fernández y Suárez, 1996).

A su vez, muchos autores (e.g., Wernerfelt, 1989; Barney, 1991, 1992; Collis, 1991; Grant, 1991, 1992; Amit y Schoemaker, 1993; Cuervo, 1993; Hall, 1993; Rao, 1994; Miller y Shamsie, 1996; Fernández y Suárez, 1998) comparten como criterio común el de clasificar los recursos, en última instancia, como tangibles e intangibles. Los recursos tangibles son los más fáciles de identificar y evaluar, ya que hacen referencia a los activos físicos y financieros de la empresa. Por su parte, los recursos intangibles son aquellos que no son captados en los estados contables (e.g., un conocimiento específico, la marca, la reputación, cultura corporativa). La importancia estratégica de los intangibles es resaltada por primera vez por Itami (1987), quien considera que son los recursos más importantes para el éxito a largo plazo. Dada la diversidad de clasificaciones de recursos tangibles e intangibles existentes, se ha escogido la tipología realizada por Grant (1992) (cuadro I.6), ya que se ha apreciado que integra las clasificaciones realizadas por otros autores.

**Cuadro I.6.** Clasificación de los recursos de la empresa.

	Tipo de recurso	Características básicas
Tangibles	Financieros	<ul style="list-style-type: none"> <li>La capacidad de endeudamiento de la empresa y la generación de recursos internos determinan su capacidad de resistencia a los ciclos económicos.</li> </ul>
	Físicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tamaño, localización, sofisticación técnica y flexibilidad de la planta y del equipo.</li> <li>Reservas de materias primas que limitan las posibilidades de producción de la empresa y determinan su potencial de costes y su ventaja en calidad.</li> </ul>
Intangibles	Humanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>El entrenamiento y experiencia de los empleados determinan las destrezas disponibles para la empresa.</li> <li>La adaptación de los empleados establece la flexibilidad estratégica de la empresa.</li> <li>El compromiso y la lealtad de los empleados determina la habilidad de la empresa para mantener su ventaja competitiva.</li> </ul>
	Tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stock de tecnologías, incluyendo la tecnología en propiedad (protegida por patentes, derechos de autor y secretos industriales) y la experiencia en su aplicación (<i>know-how</i>).</li> </ul>
	Reputación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reputación entre los clientes, mediante la propiedad de marcas, relaciones estables con los clientes, asociación que se establece entre los productos de la empresa y la calidad, fiabilidad, etc.</li> <li>Reputación de la compañía entre los proveedores de componentes, financiación, mano de obra, servicios auxiliares y otros inputs.</li> </ul>

Fuente: Grant (1992:101).

Ahora bien, no todos los recursos son susceptibles de crear ventaja competitiva para la empresa, pues para ello deben reunir una serie de atributos. Barney (1991) concreta estos atributos en los siguientes: (a) *valioso*, cuando permite a la empresa implementar estrategias que mejoren su eficacia y eficiencia; (b) *raro*, cuando el recurso es poseído por un reducido número de empresas; (c) *imperfectamente imitable*, cuando su imitación no es posible o demasiado costosa; y (d) *imperfectamente sustituible*, cuando no existe otro recurso que sea equivalente desde el punto de vista estratégico.

Por otra parte, para que los recursos aumenten su valor estratégico, deben ser adecuadamente combinados y gestionados en grupo. Este hecho refleja la idea compartida por muchos autores de que los recursos normalmente no son productivos por sí mismos, surgiendo el germen de la capacidad como *la habilidad de la empresa para acometer una actividad concreta mediante el uso de un conjunto de recursos*, definición que parte de las aportadas por Grant (1991), Stalk, Evans y Shulman (1992) y Amit y Schoemaker (1993), entre otros, que recogen la noción de que las tareas productivas requieren de la cooperación de grupos de recursos. Sin embargo, estos mismos investigadores no se ponen de acuerdo en cómo denominar este hecho; así, unos utilizan el término *competencias* (Prahalad y Hamel, 1990; Lado y Wilson, 1994; Bueno y Morcillo, 1995), mientras que otros utilizan el de *capacidades* (Dierickx y Cool, 1989; Collis, 1991, 1994; Fernández, 1993; Teece *et al.*, 1997; Fu-Lai Yu, 2001; Marcus y Anderson, 2006; Hervás-Oliver y Albors-Garrigós, 2007; Peng, Schroeder y Shah, 2008).

De lo anteriormente expuesto se desprende que existe una estrecha interdependencia entre los recursos y las capacidades en el sentido de que las segundas descansan sobre los primeros, a la vez que aquellas contribuyen a aumentar el *stock* de recursos (Dierickx y Cool, 1989). En este sentido, Grant (1991) señala que los recursos y capacidades de la empresa son el fundamento de su posición competitiva y de su estrategia y propone que, para conectar recursos y capacidades, es crítica la habilidad de la dirección para lograr la cooperación y coordinación de los recursos necesarios en el desarrollo de las capacidades. Según este autor, la estrategia de la empresa no debe consistir simplemente en la explotación de los recursos y capacidades existentes, sino que debe promover su desarrollo, manteniendo y mejorando los actuales para así incrementar su ventaja competitiva sobre la base de la durabilidad, transparencia, transferibilidad e inimitabilidad de dichos recursos y capacidades.

Para ello, establece un marco conceptual donde los recursos y capacidades de una empresa son las consideraciones centrales de la formulación de estrategias. Este marco conceptual está formado por cinco etapas (figura I.7): (a) identificar los recursos de la empresa, (b) identificar las capacidades que posee la misma, (c) evaluar el potencial generador de rentas de sus recursos y capacidades, (d) elegir la estrategia que mejor explota estos recursos y capacidades en relación con las oportunidades del entorno y (e) identificar los desfases de recursos que necesitan ser completados, invirtiendo en incrementar y mejorar la base de recursos de la empresa.

Figura I.7. Marco conceptual para la formulación de la estrategia.



Fuente: Grant (1991:115).

### 1.2.3. LA TEORÍA DE RECURSOS Y CAPACIDADES EN EL CONTEXTO TERRITORIAL

Teniendo en cuenta todo lo anterior, que hace referencia a la aplicación de la TRC en el ámbito de la empresa, nuestro interés en esta teoría se centra en su aplicación en el contexto territorial. En este sentido, siguiendo a Kotler *et al.* (1998), que sostienen que la administración de una nación (territorio) puede ser asimilada a la de una empresa, consideramos que también los territorios pueden poseer recursos valiosos, inimitables, raros y no sustituibles que favorecen la creación de su ventaja competitiva, así como recursos duraderos, transparentes, intransferibles e

inimitables que propicien la sostenibilidad a largo plazo de la misma. De hecho, los territorios se desarrollan a partir de contextos únicos definidos por una configuración industrial, histórica y local, así como por el patrón de inversión en recursos que se efectúa a lo largo del tiempo (Auerswald y Branscomb, 2003). Un ejemplo de lo anterior lo encontramos en el trabajo realizado por West III y Bamford (2005), que extienden la aplicación de la TRC al desarrollo empresarial en las comunidades locales. Concretamente, estos autores sostienen que hay tres aspectos de esta teoría que son apropiados para su aplicación en el nivel de análisis territorial: (a) su enfoque en la generación de ventaja competitiva, ya que cada territorio tiene su propia dotación de recursos físicos que ninguna otra comunidad puede obtener; (b) la participación eficaz de paquetes de recursos, considerando que el proceso de combinación de recursos es, en sí mismo, una capacidad; y (c) el concepto de capacidades dinámicas, planteando que los recursos y capacidades deben cambiar con el tiempo, y que este cambio debe responder a la evolución de la demanda en los territorios, dando lugar a un mejor rendimiento y a altos niveles de actividad autosostenible. Por su parte, García y García (2010) -basándose en los trabajos de West III y Bamford (2005) y West III *et al.* (2008)- establecen una adecuación de los supuestos básicos de la TRC al contexto territorial en relación con las empresas de base tecnológica (EBT) (cuadro I.7).

**Cuadro I.7.** Aplicación de la TRC al contexto territorial.

Supuestos básicos de la teoría	Aplicación al contexto territorial
Generación de ventaja competitiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La posesión de recursos define la capacidad de un territorio para generar EBT y desarrollo económico.</li> <li>• Los territorios compiten con otros territorios para la captación de EBT y, con este fin, tratan de incrementar sus recursos.</li> <li>• La creación de una base de recursos heterogénea, en conjunción con la movilidad, la imitación y la sustitución imperfectas, pueden conducir a algunos territorios a ser más exitosos que otros en la generación de EBT.</li> </ul>
Movilización de recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La ventaja competitiva del territorio surge de una combinación adecuada de recursos tangibles e intangibles, y de la forma en que estos se utilizan para atraer a emprendedores potenciales.</li> </ul>
Desarrollo dinámico de los recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada territorio debe analizar objetivamente su posición inicial de recursos y, a partir de ella, construir una infraestructura válida para la proliferación de EBT.</li> </ul>

Fuente: García y García (2010:10).

Este paralelismo entre la TRC y su aplicación en el contexto territorial también es tenido en cuenta por Melián y García (2001) y, siguiendo a distintos autores,

proponen una clasificación (cuadro I.8) sobre las características que deben poseer los recursos de un territorio para que este pueda obtener ventaja competitiva sostenida. En consecuencia, estos mismos autores definen el concepto de recurso territorial como “[...] cualquier input, ya sea tangible o intangible, que puede ser poseído y/o controlado por un territorio” (Melián y García, 2001:32).

**Cuadro I.8.** Características de los recursos de un territorio.

Atributo	Características básicas
Valioso	Un recurso del territorio debe ser valioso (Barney, 1991) o relevante (Grant, 1992), en el sentido de que le permita aprovechar una oportunidad, la cual definimos como la posibilidad de realizar una actividad económica determinada.
Escaso	Solo si los recursos considerados como valiosos se mantienen en el tiempo como escasos, es decir, si estos no son poseídos de forma homogénea por todos los territorios, su tenencia podrá conducir hacia la ventaja competitiva sostenida (Dierickx y Cool, 1989; Barney, 1991; Grant, 1991, 1992; Amit y Schoemaker, 1993; Peteraf, 1993).
Imperfectamente imitable	En la medida en que más difícil sea por parte de los territorios competidores la creación de los recursos valiosos, mayores serán las posibilidades de que se mantenga en el tiempo la ventaja competitiva (Grant, 1991).
Imperfectamente sustituible	En la medida en que los recursos valiosos para el desarrollo de una actividad económica de un territorio no tengan sustitutos, mayores serán las posibilidades de que estos proporcionen al territorio ventaja competitiva sostenida (Dierickx y Cool, 1989; Barney, 1991; Grant, 1991, 1992; Amit y Schoemaker, 1993; Peteraf, 1993).
Imperfectamente móvil	La movilidad de recursos entre territorios trae consigo la posibilidad de que los recursos valiosos de un área abandonen esta para instalarse en otras zonas en función de sus propios intereses, finalizando, de esta manera, con la posición privilegiada que pudiera poseer.

Fuente: Melián y García (2001:61-62).

En consonancia con lo anterior, Kitson *et al.* (2004) sostienen que lo que hace específicos a los territorios son los recursos que residen fuera de las propias empresas locales, pero que son explotados (directa o indirectamente) por ellas e influyen en su eficacia, innovación, flexibilidad y dinamismo; en definitiva, en su productividad y ventaja competitiva. Entre los recursos específicos que posee un territorio se encuentran tanto los recursos naturales (*e.g.*, clima, vegetación y orografía) como los recursos creados por la sociedad (*e.g.*, infraestructuras viarias, científico-tecnológicas o docentes).

En este sentido, existe una gran cantidad de clasificaciones de tipos de recursos territoriales, casi tantas como estudios de esta naturaleza se han realizado. A modo

de ejemplo, Taylor (2000) clasifica los recursos territoriales en cuatro categorías: financieros, conocimiento y capital humano, capital social y capacidad institucional; mientras que West III y Bamford (2005) los clasifican en siete: universidades, gobierno, empresas, recursos humanos, recursos sociales/financieros, recursos de la comunidad e infraestructuras; y García y García (2010), por su parte, consideran cinco tipos de recursos: humanos, sociales, tecnológicos, financieros y físicos. Ahora bien, West III *et al.* (2008) -apoyados en la concepción original de Barney (1991)- sugieren que los recursos valiosos de un territorio deben ser escasos, inimitables, no comercializables y no sustituibles. Por esta razón, debe prestarse una especial atención a los recursos intangibles, ya que son los que normalmente adoptan estas características y, por tanto, más valor aportan al territorio. En este sentido, Venkataraman (2004) señala que los recursos tangibles por sí solos no son suficientes para asegurar el desarrollo del territorio, y West III *et al.* (2008) indican que si no existen recursos intangibles, tales como los conocimientos sobre cómo hacer uso de los recursos tangibles para explotar sus oportunidades, dichos recursos tangibles pierden su capacidad para apoyar la creación de ventaja competitiva. Por tanto, los recursos tangibles requieren de los intangibles y estos, además, deben estar interrelacionados para maximizar su eficiencia. Esto supone superar el concepto de recurso territorial y empezar a examinar el concepto de capacidad territorial.

En el contexto de este trabajo, el concepto de capacidad territorial podría partir de la afirmación expresada por la Comisión Europea (1999) de que la competitividad de un territorio debería capturar la idea de que, a pesar de que hay empresas competitivas y no competitivas en cada región, hay características comunes en la región que afectan a la competitividad de todas las empresas situadas allí. Esta idea se asemejaría a lo que Storper (1995) definió como *interdependencia informal* o corrientes de conocimientos tácitos, externalidades tecnológicas, redes de confianza y cooperación, y sistemas locales de normas y convenciones que son consideradas como fundamentales para la comprensión de los resultados económicos y la ventaja competitiva de un territorio. Según Lawson (1999), el territorio, como sistema productivo, puede diferenciarse a partir de un conjunto de competencias que se extienda tanto a través del espacio como a través de las organizaciones, obteniendo un grado de coherencia en virtud de la naturaleza de la interacción entre las mismas.

En esta línea, la idea de capacidad territorial se suele centrar en el conocimiento, el aprendizaje y la creatividad local (*e.g.*, Pinch, Henry, Jenkins y Tallman, 2003; Morgan, 2004; Tallman, Jenkins, Henry y Pinch, 2004; Jansson y Waxell, 2011). De hecho, la suposición de un vínculo entre localización y conocimiento tácito es casi

aceptada axiomáticamente (Pinch *et al.*, 2003), considerándose que la explicación de la ventaja competitiva territorial necesita ir mucho más allá de la preocupación por la productividad. En este sentido, Kitson *et al.* (2004) proponen otras dimensiones de carácter socioeconómico, como pueden ser: (a) la calidad y habilidades de la fuerza de trabajo -capital humano-; (b) la amplitud, profundidad y orientación de las redes sociales y formaciones institucionales -instituciones sociales y de capital-; (c) la variedad y calidad de los bienes y servicios culturales -capital cultural-; (d) la presencia de una clase innovadora y creativa -conocimientos y capital creativo-; y (e) la escala y la calidad de la infraestructura pública -capital infraestructural.

Considerando lo anterior, nuestra propuesta está orientada a la comprensión del concepto de capacidad territorial en términos de *eficiencia colectiva*, destacando la necesidad de potenciar las vinculaciones entre empresas, territorios e instituciones ligadas al ambiente económico productivo territorial, con el fin de estimular resultados sinérgicos y alcanzar mayores grados de eficiencia. Lo anterior está relacionado con el grado de competitividad distintiva que se alcanzaría de la conjunción territorial de empresas e instituciones (Hervás-Oliver y Albors-Garrigós, 2007). Por tanto, se podría considerar que la construcción de las capacidades de un territorio surge de la interacción dinámica entre los componentes del nivel mesoeconómico (Montero y Morris, 1999), ya que es en este nivel donde se generan los procesos que aportan al sistema un valor de singularidad difícilmente imitable por los competidores. Esto es así porque en el nivel mesoeconómico es donde se produce la formación del entorno que fomenta, articula y complementa los esfuerzos y estrategias de cada empresa para generar procesos de aprendizaje e innovación en redes de colaboración entre los agentes -ya sean instituciones, empresas, corporaciones o universidades-, generándose un marco para la construcción de capacidades difícilmente imitable. En conformidad con Melián y García (2001), consideramos -en el contexto de este trabajo- que la *capacidad territorial es el conjunto de habilidades que posee el territorio para combinar sus recursos propios de forma conjunta en orden a favorecer la eficiencia colectiva y, por tanto, la competitividad del mismo.*

La toma en consideración de los recursos y capacidades del territorio debe ser la base para establecer las estrategias adecuadas que permitan obtener una ventaja competitiva sostenida en el mismo. Como se ha indicado anteriormente, Grant (1991) afirma que la estrategia de una empresa (territorio) no debe consistir simplemente en la explotación de los recursos y capacidades existentes, sino que debe promover su desarrollo, para así incrementar su ventaja competitiva. Del mismo modo, Peteraf



(1993) afirma que las empresas (territorios) que tengan en cuenta sus recursos y capacidades a la hora de formular su estrategia tendrán una probabilidad menor de cometer errores, ya que teniendo en cuenta las características que deben reunir los recursos y capacidades para que puedan ser estratégicos, los directivos (gobernantes) podrán reconocer cuáles son los recursos más importantes y cuáles lo son menos. En este sentido, los territorios pueden aprovechar sus recursos y capacidades para establecer *estrategias* de diferente naturaleza. Se pueden plantear, por un lado, la estrategia de diferenciación, favoreciendo productos y servicios cuyos beneficios y valor los hacen únicos; por otro, la estrategia de enfoque o segmentación, favoreciendo que se alcancen altos niveles de especialización en algunos de los productos y servicios que se comercialicen en la zona; y finalmente, teniendo en cuenta a Andersen y Kheam (1998)<sup>8</sup>, podrían plantearse estrategias de crecimiento aplicando las principales opciones de desarrollo corporativo descritas por Ansoff (1976), como la potenciación de los productos y servicios que habitualmente son comercializados por el territorio para los mercados de clientela y geográficos donde en ese momento actúa, la oferta de tales productos y servicios en mercados diferentes y nuevos, el desarrollo de productos y servicios nuevos para los mercados actuales, o la diversificación mediante el desarrollo de nuevos productos, servicios y mercados, lo que supone la incorporación de nuevos sectores de actividad. No se ha considerado, de forma genérica, la estrategia de reducción de costes porque podría estar asociada a una ventaja comparativa propiciada, por ejemplo, por la existencia de mano de obra no cualificada abundante en el territorio; sin embargo, en algunos casos podría considerarse una estrategia competitiva el que un territorio produzca más barato por una combinación eficiente de sus recursos y capacidades.

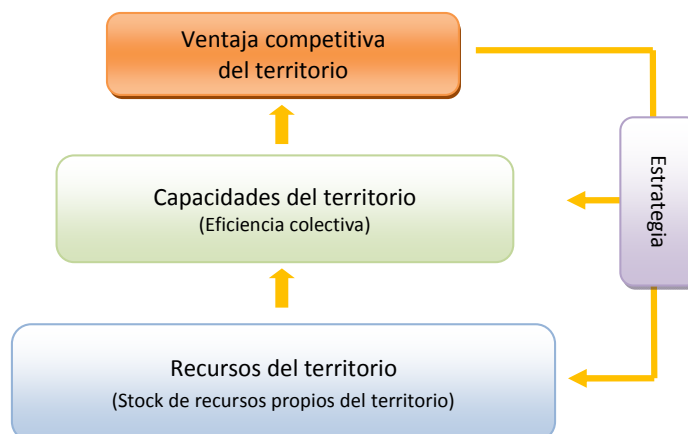
En línea con lo anterior, consideramos de gran utilidad realizar una adaptación del marco conceptual de Grant (1991) al territorio (figura I.8). En este sentido, estimamos que la formulación de estrategias que permitan obtener una ventaja competitiva sostenida en el tiempo debe partir de un análisis de las relaciones entre los recursos y capacidades, con el objetivo de aprovechar al máximo las características únicas del territorio en pro de su competitividad.

---

<sup>8</sup> Andersen y Kheam (1998) aplican la teoría de recursos y capacidades a las estrategias de crecimiento internacional.



Figura I.8. Adaptación del marco conceptual de Grant (1991) al territorio.



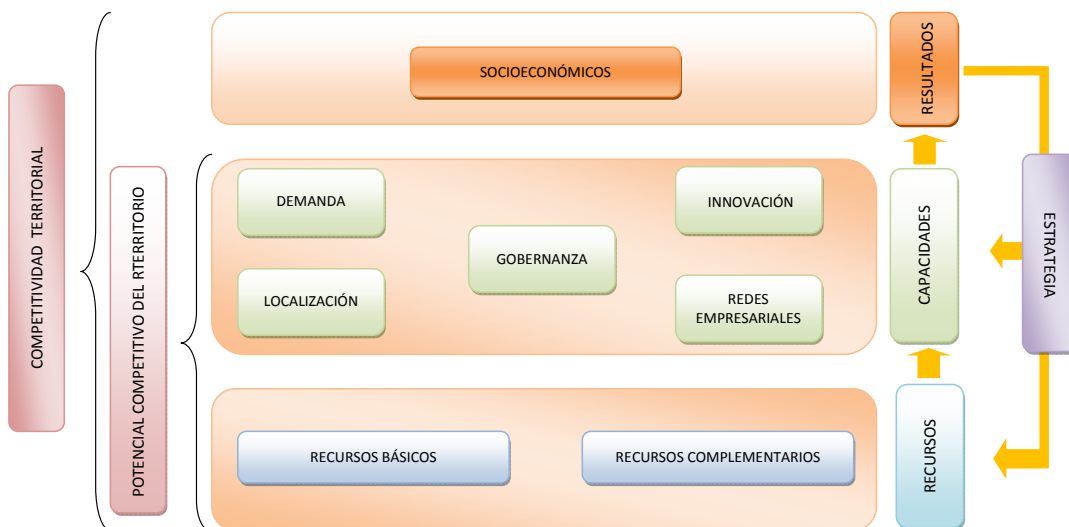
Fuente: Adaptado de Grant (1991:115).

### 1.3. MODELO ESTRATÉGICO DE COMPETITIVIDAD TERRITORIAL

Como se ha podido comprobar de lo expuesto en los apartados 1.1.1 y 1.1.2, un interesante hilo conductor de la literatura de competitividad territorial revisada considera que, aunque no existe acuerdo en cuanto a qué factores son los que mejor representan la competitividad de un territorio, sí existe un relativo consenso en cuanto a que la competitividad territorial emana de los recursos y capacidades propios. Estas consideraciones nos han llevado a plantear, tomando como referencia el marco conceptual de Grant (1991) en combinación con el planteamiento de Porter (1991), una propuesta de modelo estratégico de competitividad territorial, tal y como queda reflejada en la figura I.9. Esta propuesta se fundamenta en la definición de competitividad territorial que expresamos en los siguientes términos:

*La competitividad territorial es el resultado de articular la adecuada combinación de recursos y capacidades específicos de un territorio, y ponerlos a disposición del desarrollo socioeconómico, con el fin último de mantener o aumentar la calidad de vida de sus habitantes.*

**Figura I.9.** Modelo para la evaluación del potencial competitivo del territorio desde el enfoque de la teoría de recursos y capacidades.



Fuente: Elaboración propia a partir de Grant (1991) y Porter (1991).

Con el objetivo de obtener una medida concreta que evalúe el conjunto de recursos y capacidades del territorio, se propone determinar un valor que represente el *potencial competitivo* del mismo, teniendo en cuenta diferentes modelos empíricos de competitividad territorial (e.g., Moon *et al.*, 1998; Deas y Giordano, 2001; Huggins, 2003; Porter *et al.*, 2008), de modo que la obtención de este valor permita realizar un análisis comparativo entre ellos. La siguiente fase del modelo es la evaluación de los resultados -medidos a través del rendimiento socioeconómico obtenido a partir de los recursos y capacidades del territorio-, porque no es suficiente con que existan recursos y capacidades, sino que es necesario que estos se materialicen en resultados tangibles. En este sentido, los resultados proporcionan información de cómo los recursos y capacidades son utilizados eficientemente, de tal forma que serán considerados más competitivos aquellos territorios que con menores cantidades de recursos consigan mejores resultados. Por último, el análisis del estado actual de recursos, capacidades y resultados debe servir de base para fomentar estrategias de diferente naturaleza que posibiliten una mejora de los recursos y capacidades del territorio.

En el cuadro I.9 se presentan los elementos que determinan el modelo que, a su vez, han sido evaluados mediante diferentes variables. Estas variables, en última instancia, son medidas por distintos indicadores que se expondrán a lo largo de este documento.

**Cuadro I.9.** Elementos del modelo para la evaluación del potencial competitivo del territorio.

	Elementos	Variables
Recursos	Recursos básicos	Recurso territorial disponible
	Recursos complementarios	Capital humano Volumen de mercado
Capacidades	Demanda	Sofisticación de la demanda
	Innovación	Comportamiento innovador
	Localización	Concentración geográfica
	Redes empresariales	Intercambio comercial
		Efecto de red
Gobernanza	Esfuerzo inversor	
	Cooperación	
Resultados	Socioeconómicos	Económicas
		Sociales

Fuente: Elaboración propia.

### 1.3.1. RECURSOS

Como se ha expuesto en el apartado 1.2.2, hemos asumido el concepto de recurso propuesto por Grant (1991), pero adaptado al contexto territorial tal y como proponen Melián y García (2001). A su vez, se ha considerado diferenciar entre recursos básicos y recursos complementarios. Por *recursos básicos* del territorio se han estimado aquellos que son imprescindibles o fundamentales para fomentar el desarrollo competitivo de una determinada actividad económica. El conjunto de todos estos recursos básicos han sido incorporados en una variable denominada *recurso territorial disponible*. Para el cálculo de dicho índice, en primer lugar se determina el recurso territorial teórico, en el que se consideraría el potencial de todo el territorio para el desarrollo de la actividad económica objeto de análisis sin ningún tipo de limitaciones. A partir de él, se obtendrá el recurso territorial disponible, que será la parte del recurso teórico que puede ser realmente utilizado teniendo en cuenta las limitaciones que, por diferentes criterios, imposibiliten o restrinjan el desarrollo de dicha actividad.

Por su parte, los *recursos complementarios* del territorio serán aquellos que, como tal, no son básicos para el desarrollo de esa actividad económica, pero tiene la función de facilitar y mejorar la productividad de los recursos básicos. Dicho de otra forma, son recursos que, aunque de forma aislada no contribuyen a crear ventaja competitiva, sin ellos el territorio puede encontrarse en una situación de desventaja

respecto a otros. En nuestro modelo se han tenido en cuenta dos recursos complementarios: el capital humano y el volumen de mercado.

La evaluación del *capital humano* está relacionada con el conjunto de factores que favorecen el nivel de cualificación educativa de los ciudadanos que viven en el territorio, ya que cuanto mayor sea la calidad de la mano de obra, mayor será la probabilidad de que la industria objeto de estudio desarrolle una producción de superior valor añadido (Hervás-Oliver *et al.*, 2007), debido a que la calidad de los recursos humanos es el principal factor que está detrás de la invención y difusión de la tecnología y es una condición previa para el aumento de la capacidad de un territorio para absorber las innovaciones (Malecki, 2004). En este sentido, Porter (1991) argumenta que la presencia de mano de obra cualificada es un recurso complementario importante para la ubicación de las empresas ya que, además de las ventajas antes indicadas, la necesidad de atraer trabajadores cualificados desde otros lugares al lugar donde se realiza la actividad implica un costo añadido para las empresas que puede desmotivar su posible localización en el mismo. Huggins e Izushi (2008) ahondan en esta relación cuando señalan que la clave para ganar la carrera competitiva está en la inversión en el futuro -formación, investigación y desarrollo-, ya que se ha demostrado que la mayoría de las economías regionales con alto rendimiento en Estados Unidos tienen ventaja competitiva en conocimiento sobre sus homólogas en Europa y Asia. De hecho, la consideración del capital humano es una constante en prácticamente todos los modelos de competitividad territorial (*e.g.*, Gudgin, 1996; Brooksbank y Pickernell, 1999; Farrell *et al.*, 1999; Deas y Giordano, 2001; Sala-i-Martin *et al.*, 2004; Sánchez *et al.*, 2007; Kao *et al.*, 2008; Porter *et al.*, 2008; Moussiopoulos *et al.*, 2010).

Por otra parte, también se ha estimado que el *volumen de mercado* interior es otro recurso complementario, ya que una amplia demanda puede animar a las empresas del territorio a invertir en instalaciones, en desarrollo de tecnologías y en mejoras de la productividad. El tamaño de la demanda se ha utilizado en algunos estudios, como el realizado por Sledge (2005), que lo mide utilizando los ingresos en el sector del automóvil en el país como porcentaje del total de la industria global del automóvil. Para el caso de industrias intensivas en tecnología, teniendo en cuenta a Moon *et al.* (1998) y Dögl y Holtbrügge (2010), se considera más oportuno, en vez de evaluar el tamaño de la demanda, evaluar su crecimiento, porque “[...] el rápido crecimiento interior induce a las empresas de un territorio a adoptar nuevas tecnologías, con menos miedo de que hagan superfluas las inversiones existentes y a construir grandes

y eficaces instalaciones con la confianza de que se utilizarán provechosamente” (Porter, 1991:140).

### 1.3.2. CAPACIDADES

Sobre la base de lo expuesto en el apartado 1.2.2, se ha asumido la capacidad territorial como el conjunto de habilidades que posee el territorio para combinar sus recursos propios a fin de favorecer la eficiencia y eficacia colectiva. Para la determinación de las capacidades que posee un territorio, se ha partido de la aportación realizada por Porter (1991) para definir la ventaja competitiva de las naciones y se ha estimado que las capacidades pueden ser valoradas adecuadamente bajo el prisma de su diamante.<sup>9</sup> -la rivalidad empresarial, las condiciones de la demanda, y los sectores conexos y de apoyo- se han adaptado a nuestro modelo mediante cuatro elementos: sofisticación de la demanda, localización, redes empresariales e innovación. Además, se ha incluido la gobernanza como un elemento más, ya que la consideramos decisiva para el desarrollo de determinados sectores estratégicos porque, desde la perspectiva planteada por Beise y Rennings (2005) y Wüstenhagen y Bilharz (2006), sin apoyo institucional sería mucho más lento el desarrollo de estos sectores.

Bajo esta óptica, cada uno de estos cinco elementos puede ser considerado como una *capacidad dinámica del territorio*, en el sentido de que se pueden entender como habilidades para integrar recursos territoriales con el objetivo de hacer frente a entornos cambiantes. Por ejemplo, la demanda interna -en sí misma- se ha considerado un recurso del territorio, ya que para que pueda desarrollarse un determinado sector es necesario que exista demanda suficiente para sus productos o servicios. Ahora bien, el que esa demanda sea, además, sofisticada es observada como una capacidad del territorio, porque si los consumidores son entendidos y exigentes, ayudarán a las empresas a “abrir los ojos” a las necesidades nuevas del mercado, estimulándolas a mejorar, innovar y entrar en segmentos más avanzados de la industria.

En relación con la primera capacidad del modelo, *la demanda*, nos hemos basado en que Porter (1991) sostiene que es en el mercado “doméstico” donde las empresas perciben, interpretan y dan respuesta a las necesidades del usuario, y consiguen ventaja competitiva. Por ello, se ha considerado que esta capacidad queda adecuadamente valorada a través del grado de sofisticación de la demanda que

---

<sup>9</sup> Para nuestro estudio se ha estimado que el componente de condiciones de los factores queda recogido en la evaluación de los recursos territoriales.

exista en el territorio. En este sentido, siguiendo a Moon *et al.* (1998), Sledge (2005) y Dögl *et al.* (2010), se ha partido de la premisa de que un nivel alto de educación aumenta el nivel de sofisticación de los consumidores, ya que un buen nivel de formación permite integrar la información necesaria para evaluar la necesidad de utilizar un determinado producto o servicio.

Basándonos en la consideración de que *la innovación* es la fuerza motriz que hace evolucionar los sectores de producción, se ha estimado que esta puede ser otra capacidad del modelo. Ello se debe a que a través de ella las empresas desarrollan nuevas bases para competir o encuentran mejores formas para hacerlo, y esto es lo que permite que las ventajas competitivas sean sostenibles a largo plazo<sup>10</sup>. En este sentido podríamos decir que, en el contexto territorial, son un factor muy relevante las fuentes territoriales donde se produce la innovación (*e.g.*, universidades, institutos tecnológicos, etc.), ya que cuanto más a menudo provengan las innovaciones de fuera de las empresas, más necesitan estas de una ubicación cercana a la fuente de innovación para facilitar este flujo de conocimiento (Del Valle, Aragón, Barroso y Romero, 2010), convirtiéndose el comportamiento innovador del territorio en una capacidad del mismo para mantener las empresas existentes y para atraer otras nuevas.

Por otra parte, existe un amplio consenso en que las empresas resultan más competitivas cuando se encuentran agrupadas espacialmente, ya que aprovechan ciertas ventajas productivas asociadas a la proximidad espacial con respecto a otras empresas y agentes que intervienen, directa o indirectamente, en dicha actividad, convirtiendo la *localización* en otra capacidad del modelo. La consideración de la importancia de la localización de empresas en distritos industriales o en clusters<sup>11</sup> se remonta inicialmente a las aportaciones de Marshall (1890) y es desarrollada posteriormente por diferentes autores (*e.g.*, Hoover y Edgar, 1937; Scitovsky, 1954; Becattini, 1979; Krugman, 1990; Porter, 1991; Trullén, 1992; Fujita y Thisse, 1996; Schmitz, 1999; Bengtsson y Sölvell, 2004). Una de las ventajas de la localización es que se genera una mayor y mejor difusión del conocimiento: “[...] se mejora la oferta de servicios avanzados de apoyo y la realización de proyectos de I+D e innovación,

---

<sup>10</sup> Un ejemplo lo tenemos en el sector de la industria tradicional que se desarrolla en Urola Medio (País Vasco), donde la innovación ha sido un factor de ventaja competitiva en la última década y esto no habría sido posible sin la cooperación de una red densa de instituciones públicas y privadas -Ezagutza Gunea- que han interactuado intensamente con las empresas para promover estrategias innovadoras (Aranguren, Larrea y Wilson, 2009).

<sup>11</sup> Los distritos industriales y los *clusters* son concentraciones territoriales de empresas, mayoritariamente medianas y pequeñas, que producen bienes y servicios relacionados con un determinado sector productivo. Ahora bien, aunque se trata de dos conceptos muy próximos, no son tratados como sinónimos en la literatura (Trullén Callejón, 2008).

cuando numerosas empresas los demandan de forma simultánea. [...] se mejora la eficiencia en la provisión de otros servicios tales como consultoría, formación y financieros; por cuanto la mayor demanda genera nuevas oportunidades de especialización y diversificación para los oferentes de los mismos. Así, el aumento de la escala de operaciones, permite reducir su coste medio y -en condiciones de competencia-, trasladarlo al mercado a un menor precio” (Trullén y Callejón, 2008:464). En este sentido, Porter (1999:228) afirma que “[...] la proximidad sirve para amplificar buena parte de las ventajas de productividad e innovación, [...] se reducen los costes de compra, mejora la creación de información y su flujo, las instituciones responden más rápidamente y la presión de los colegas y la presión competitiva se sienten de manera más acuciante”, estando en consonancia con la Primera Ley de la Geografía, enunciada por Tobler (1970), en la que establece que todos los objetos de la superficie terrestre están relacionados entre sí, pero las relaciones son más intensas con los objetos más próximos que con los más alejados.

Ahora bien, la proximidad entre empresas no es suficiente para mejorar la capacidad territorial; también es necesario que estas formen *redes empresariales* para que su valor global sea la suma de sus partes. Dicho de otra forma, la capacidad territorial es la resultante no solo de la suma de los recursos de las empresas que en él se ubican, sino que está en función también de las interrelaciones que las empresas y otras organizaciones<sup>12</sup> públicas y privadas logran desarrollar en su entorno más cercano. En este sentido, estas relaciones generan un efecto de bola de nieve, atrayendo no solo a empresas similares, sino también a empresas complementarias que, a su vez, desarrollarán nuevas relaciones. En esta línea, la mayoría de los autores utilizan el concepto de *red* como un constructo para explorar y comprender las acciones y comportamientos de las relaciones entre empresas y otras organizaciones. Prueba de ello es que la investigación en este ámbito ha aumentado en los últimos años, generando una gran diversidad de términos que lo definen (e.g., O'Donnell, Gilmore, Cummins y Carson, 2001; Borgatti y Foster, 2003; Ghisi y Martinelli, 2006; Eisingerich, Bell y Tracey, 2010).

En el contexto de esta investigación se ha decidido seguir el planteamiento de Eisingerich *et al.* (2010), ya que basan su estudio en el análisis de redes en relación con el rendimiento de los clusters. Estos autores argumentan que los clusters con un alto rendimiento se basan en *redes fuertes* y en *redes abiertas*. Los beneficios de las redes fuertes han sido bien documentados en la literatura, siendo uno de los más

---

<sup>12</sup> Estas otras organizaciones hacen referencia al conjunto de entidades relacionadas de diferente forma y en distinto grado a las empresas del sector, como centros de formación, institutos tecnológicos o asociaciones empresariales.

importantes la posibilidad de acceder a recursos que de otro modo estarían fuera del alcance de una sola empresa como, por ejemplo, la transferencia de conocimientos tácitos (Portes y Sensenbrenner, 1993). Otro beneficio clave de las redes fuertes es que, a través de interacciones repetidas, las empresas son capaces de evaluar mejor los recursos y capacidades de sus socios, lo que les ayuda a organizar operaciones que maximicen la complementariedad y las sinergias entre ellas (Gulati, 1995; Gulati y Gargiulo, 1999; McFadyen y Cennalla, 2004; Bell, Tracey y Heide, 2009). Y también dichas redes fuertes se caracterizan por altos niveles de confianza y de fiabilidad en la interacción entre los socios, ya que se reduce la probabilidad de mala conducta entre los miembros de la red (Ring y Van de Ven, 1994). Ahora bien, no solo la confianza es suficiente para mantener redes fuertes, sino que además es necesario tener voluntad para el intercambio de conocimientos y otros recursos, ya que de esta forma se mejora la capacidad de las redes (Mesquita, 2007; Eisingerich, Rubera y Seifert, 2009). Por tanto, se podría decir que la calidad de la relación entre los miembros de la red es una importante capacidad para obtener ventajas potenciales de las empresas participantes, "[...] es la calidad de la relación entre los miembros de la red lo que permite una verdadera y plena realización de este potencial" (Kale, Singh y Perlmutter, 2000:233).

Por otra parte, las redes con altos rendimientos también se caracterizan por tener diversidad de miembros, lo que les permite acceder a una gama más amplia de información y de recursos, facilitando el desarrollo de productos y un mejor conocimiento del mercado (Breschi y Malerba, 2001). Por el contrario, si se concentran niveles de intercambio con unos pocos socios, se puede inhibir el acceso a la información clave y a nuevas oportunidades, formándose así una barrera a la innovación (Coleman, 1988; McFadyen y Cennalla, 2004). Esto sugiere que los clusters tienden a funcionar mejor cuando están formados por miembros con recursos y competencias diferentes pero complementarios. En este sentido, podemos encontrar varios trabajos empíricos que avalan estas afirmaciones como, por ejemplo, Rodan y Galunic (2004), que muestran una relación positiva entre la heterogeneidad de conocimiento en las redes y los niveles de innovación exhibidos por los miembros de la red; y McEvily y Zaheer (1999), que nos indican que las empresas con acceso a información diversa son capaces de adquirir capacidades más competitivas que las empresas cuyos flujos de información son homogéneos. Por tanto, los clusters que no están dispuestos a aceptar nuevos miembros corren el riesgo de caer en el estancamiento (Pouder y St. John, 1996; McFadyen y Cennalla, 2004).



La última capacidad está relacionada con que se ha ido pasando, en los últimos años, de una noción de gobierno en la que el Estado era el centro del poder político a una situación en la que las decisiones políticas son más el producto de la interacción entre las instituciones y la sociedad. En este sentido, Navarro (2002) indica que, para referirse a esta realidad, suele emplearse el término *gobernanza* como fenómeno distinto del gobierno tradicional, que está basado más en la relación jerárquica entre quien gobierna y quien es gobernado, y que se apoya en la facultad normativa del Estado y en su capacidad para hacerla efectiva. Interpretada de forma genérica, Kooiman y Van Vliet (1993:64) se refieren a ella como “[...] la creación de una estructura o un orden que no puede ser externamente impuesto”, siendo este orden desarrollado a partir de una continua interacción entre el gobierno y otros actores. Analizadas las distintas definiciones de gobernanza, Navarro (2002) argumenta que la amplitud de este constructo varía entre los que opinan que incluye cualquier esquema decisorio en el que exista una incorporación de actores distintos del estatal en los procesos de formulación de acciones de gobierno y, en el otro extremo, los que consideran que solo podrían ser consideradas como tal aquellas agrupaciones organizadas, estables y con unos patrones de interacción entre sus miembros.

Por otra parte, aunque existe un destacado número de trabajos que reflexionan sobre los cambios en las formas de gobernar, no se ha llegado a un consenso unánime del concepto y sigue existiendo una cierta confusión en cuanto a cómo medirlo (Navarro, 2002). En el contexto de este trabajo, nos alineamos con un enfoque donde la gobernanza se exprese mediante una colaboración entre el gobierno y la sociedad civil que permita una sintonía entre las necesidades reales de la población para mejorar su calidad de vida y los objetivos políticos de los gobiernos. En esta línea, Aranguren, Larrea y Wilson (2009) argumentan que una característica de la era del conocimiento es la transición de las administraciones públicas de jugar un papel de liderazgo principal a ser “un agente más” del sistema que interactúa con otros agentes. Este fenómeno ha facilitado la creación y evolución de agencias de desarrollo local (ADL)<sup>13</sup>, que son de mucha utilidad en la transición hacia una organización de abajo hacia arriba.

Teniendo en cuenta lo anterior, se ha optado por medir la gobernanza mediante dos variables: el esfuerzo inversor y la cooperación. El *esfuerzo inversor* hace referencia al compromiso presupuestario que realiza el gobierno local para implementar sus políticas públicas. Este esfuerzo inversor proporciona un indicador de la sintonía

---

<sup>13</sup> Osborne (2000:23) define las ADLs como “[...] organizaciones de voluntarios que trabajan en un área geográfica específica y cuyos principales usuarios son otros voluntarios y organizaciones de la comunidad”.

entre las necesidades del territorio y los objetivos políticos de los gobernantes, en conformidad con lo que afirman Gatica, Segura y Vidal (2004:101): “[...] las políticas deben hacer apuestas focalizadas y de alto contenido estratégico [...] que inviten a invertir en aquellas actividades que presenten las mayores externalidades positivas al resto del tejido local”. Por otra parte, De Propris (2005) nos indica que el surgimiento y crecimiento de clusters a menudo está relacionado con gobiernos eficientes capaces de desencadenar círculos virtuosos de *cooperación* con la sociedad. Esta idea apunta a que una mayor participación y coordinación entre el gobierno y la sociedad mejoran el diseño y la aplicación de las políticas públicas.

### 1.3.3. RESULTADOS

Porter y Ketels (2003:7) sugieren que la mejor medida para evaluar los resultados de la competitividad territorial es la productividad: “[...] el nivel de vida de una nación está determinado por la productividad de su economía, la cual se mide por el valor de los bienes y servicios producidos por unidad de recursos humanos, recursos de capital y recursos naturales de la nación. [...] La competitividad, entonces, se mide por la productividad”. En esta línea, la mayor parte de los trabajos consultados (*e.g.*, Moon *et al.*, 1998; Deas y Giordano, 2001; Huggins, 2003; Martin, 2003; Sala-i-Martin *et al.*, 2004; Kao *et al.*, 2008; Porter *et al.*, 2008) utilizan para la estimación de la productividad el PIB *per cápita*. También podemos encontrar algunos autores como Gardiner, Martin, y Tyler (2004) los cuales, a diferencia de los anteriores, miden la productividad a partir de la producción por hora trabajada que, si bien tiene sus propios problemas debido a la dificultad de disponer de datos para calcularla, proporciona una mejor indicación de este concepto porque aporta un mejor indicador de eficiencia, utilización de avances tecnológicos, realización de productos de alto valor añadido, innovación, etc.

Ahora bien, el enfoque de competitividad territorial expuesto a lo largo de este trabajo está más en sintonía con la propuesta de Silva (2005) y Azena (2009), que indican que el desarrollo territorial debe sustentarse en un proceso que aproveche sus potencialidades propias -naturales, humanas, institucionales y organizativas- para transformar los sistemas productivos locales con el propósito de mejorar la calidad de vida de la población. En este sentido, existen algunas evidencias de que el nivel de vida de un territorio no siempre está determinado por el nivel de ingresos de su economía como se concluye, por ejemplo, en un estudio basado en un sondeo de opinión realizado en 2002 en España para el Centro de Investigaciones Sociológicas por Alvira y García (2003). En la misma línea, algunos autores como Nordhaus y Tobin

(1972) han hecho hincapié en la importancia de considerar, además de factores estrictamente económicos, otros que afecten al bienestar social. Posteriormente, Sen (1985) indicó que el objetivo último de la sociedad debe ser aumentar el nivel de vida de las personas, mostrándose crítico con la perspectiva que pone demasiado énfasis en los ingresos económicos al evaluar el bienestar social. Según él, los éxitos y fracasos en el nivel de vida están más relacionados con las condiciones de vida y no con la imagen de opulencia relativa que refleja el PIB. Por tanto, las reservas sobre el uso del PIB *per cápita* como indicador del bienestar económico no son nuevas. Boldrin y Canova (2001) también cuestionan el PIB *per cápita* por su falta de precisión, ya que el PIB *per cápita* de las grandes ciudades suele estar sobrestimado en relación con su población real si se tiene en cuenta que un significativo porcentaje de las personas que trabajan en esas grandes ciudades no viven en las mismas sino en pueblos o ciudades cercanas. Partiendo de esta idea, han ido surgiendo trabajos relacionados con el contexto territorial que no han considerado solo indicadores económicos, sino también otros que hacen referencia a aspectos sociales y de calidad de vida (e.g., Begg, 1999; Giannias, Liargovas y Manolas, 1999; Hobijn y Franses, 2001; O’Leary, 2001; Mazumdar, 2003; Obsberg y Sharpe, 2002; Marchante y Ortega, 2006; Azena, 2009; Tovar, 2011).

Teniendo en cuenta estas consideraciones, en el presente trabajo se plantea realizar una propuesta de evaluación de los resultados de la competitividad territorial diferente a la línea seguida por Porter y Ketels (2003) y Gardiner *et al.* (2004), ya que un valor alto de productividad no significaría una ventaja competitiva plena si no repercute tanto en la vertiente económica -e.g., productividad, número de empresas, nivel de salarios, etc.- como en la vertiente social -e.g., nivel de empleo, calidad de la vivienda, bajo nivel de contaminación, lugares de ocio, educación de calidad, servicios públicos, etc.

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA Y CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

---

Como se ha podido constatar en el capítulo anterior, el modelo de competitividad territorial propuesto está estrechamente relacionado con los recursos y capacidades propios del territorio. Esta particularidad hace que dicho modelo se sustente en una importante componente geográfica y, por ello, los SIG juegan un papel destacado en diferentes aspectos del mismo. En este sentido, este capítulo comienza realizando una síntesis de las características básicas y las posibilidades de los SIG en la investigación territorial y, posteriormente, se describen algunas herramientas de estadística espacial que se utilizarán a lo largo de este trabajo de investigación. Posteriormente, asumiendo que el sector de EE.RR. es propicio para el desarrollo y aplicación empírica del modelo propuesto, se presenta una breve descripción del contexto actual del sector en aquellas EE.RR. que actualmente están implantadas en Canarias o que sean potencialmente viables en este territorio. Por último, se justifica que el contexto de la investigación se centre en el desarrollo de la energía eólica y solar fotovoltaica en las islas de Gran Canaria y Tenerife, y se aportan las fuentes de información utilizadas.

#### 2.1. LA INVESTIGACIÓN TERRITORIAL MEDIANTE SIG

##### 2.1.1. APLICACIÓN DE LOS SIG A LAS TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN TERRITORIAL

Para la aplicación de los SIG a la investigación territorial, la fuente de información básica es la *geoinformación* (GI). Este concepto hace referencia a toda información que tiene como base un contexto espacial (*e.g.*, red de carreteras, pendientes, tipos de suelo, flora, fauna, clima, etc.). Sin embargo, no se debe asimilar la información geográfica a la mera localización de elementos territoriales, ya que esta posee un contenido más complejo en el que, por su naturaleza particular, se deriva una serie de propiedades que Santos y García (2008) resumen en: (a) *posicional*, para referir la localización de objetos sobre la superficie terrestre mediante un sistema de coordenadas; (b) *espacial*, para describir que, en cuanto objeto material, ocupa un lugar en el espacio, y posee una forma y un volumen geométrico representativos; (c) *temático*, para expresar las propiedades de dicho objeto; y (d) *temporal*, para relatar los cambios ocurridos con el transcurso del tiempo. Además, la GI abarca

diferentes conjuntos de datos que son susceptibles de ser combinados para proporcionar al usuario la información necesaria para mejorar el conocimiento y la gestión del territorio y, teniendo en cuenta a Clinton (1994), es una herramienta estratégica para promover el crecimiento económico del mismo. En este sentido, Morant (2007:27) indica que “[...] la GI desempeña un papel básico y fundamental en el desarrollo económico global y local así como un importante rol en la construcción de la Sociedad Red, tanto en la explotación, protección y gestión de los recursos naturales como para la prevención de catástrofes, el desempeño de las actividades económicas de todo tipo y la gobernanza de naciones, regiones y ciudades”.

A su vez, para conseguir obtener rendimiento de la GI es necesario conocer su existencia, acceder a ella y disponer de las herramientas técnicas necesarias para su análisis, explotación, distribución y uso. Al igual que las líneas eléctricas facilitan el transporte de energía eléctrica, son las *infraestructuras de datos espaciales* (IDE) las que facilitan el conocimiento y el acceso a la GI. En nuestro país es la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) la que tiene como misión la difusión a través de Internet de datos, metadatos, servicios e información de tipo geográfico que se producen en España, facilitando a todos los usuarios potenciales la localización, identificación, selección y acceso a tales recursos, a través de su geoportal<sup>14</sup>. La IDE de España (IDEE) está estructurada como un sistema accesible en el que cooperan de modo sinérgico los tres niveles de Administración existentes en España (nacional, regional y local). Para conseguir este objetivo, la arquitectura de la IDEE está compuesta de un conjunto de nodos de distintos niveles, de modo que, según la iniciativa INSPIRE<sup>15</sup>, los datos sean servidos por la Administración más próxima a los mismos. En consecuencia, existirán nodos a nivel nacional (nodos de los diferentes organismos, institutos y centros de la Administración General del Estado), regional (nodos de las comunidades autónomas y de sus consejerías) y local (nodos de ayuntamientos y otras entidades locales)

Seguidamente, son los SIG los encargados de almacenar y posibilitar la visualización de la GI para poder realizar los análisis necesarios. El Environmental Systems Research Institute<sup>16</sup> (ESRI), que es una de las organizaciones más importantes que comercializa este tipo de herramientas informáticas, los define como un conjunto

---

<sup>14</sup> <http://www.idee.es> [fecha de consulta: junio, 2011].

<sup>15</sup> INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in Europe*) es una iniciativa de la Comisión Europea que tiene como objetivo la creación de una Infraestructura de Datos Espaciales en Europa. Esta directiva establece los objetivos para ajustar las diferentes legislaciones y procedimientos administrativos nacionales. (<http://www.idee.es/>) [fecha de consulta: diciembre, 2010].

<sup>16</sup> <http://www.esri.com/> [fecha de consulta: junio, 2011].

organizado de aplicaciones diseñadas específicamente para capturar, almacenar, actualizar, manipular, analizar y mostrar todo tipo de información referenciada geográficamente.

Ahora bien, para poder integrar la información geográfica es necesario georreferenciar cada elemento del territorio en algún sistema de coordenadas definido en un sistema de proyección. El sistema de proyección oficial utilizado en la cartografía española es la *Universal Transverse Mercator* (UTM)<sup>17</sup>. En Canarias el sistema de referencia que se utiliza es el ITRF93, sobre el elipsoide de referencia WGS84, cuyo Sistema de Referencia Geodésico es REGCAN95 (versión 2001) y su sistema de proyección es el UTM Huso 28.

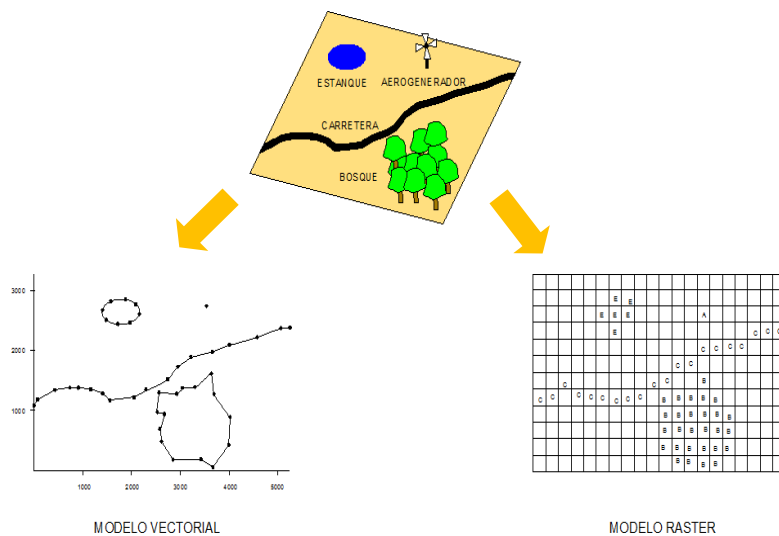
Además de contar con un sistema de referencia, es necesario disponer de un modelo de representación que permita pasar del formato continuo de la realidad física a un formato digital discreto. Este modelo tiene como objetivo realizar una representación simplificada de la realidad basada en un conjunto de pautas que permitan la representación y clasificación de los elementos naturales y de sus interacciones. Los SIG utilizan dos modelos diferentes de representación de la información espacial, el modelo vectorial y el modelo matricial o *raster* (figura II.1), siendo una de las características más importantes de estos modelos la posibilidad de generar *topología*<sup>18</sup> en la capa temática.

---

<sup>17</sup> Esta proyección divide a la Tierra en 60 husos de 6° de longitud y cada huso tiene asignado un meridiano central, que es donde se sitúa el origen de coordenadas, junto con el Ecuador. Los husos se numeran en orden ascendente hacia el Este, estando Canarias situada en el huso 28.

<sup>18</sup> En el ámbito de los SIG se entiende por topología a las relaciones espaciales entre los diferentes elementos gráficos (puntos, líneas, arcos, polígonos) y su posición en el mapa (proximidad, inclusión, conectividad y vecindad, entre otros).

Figura II.I. Modelos de representación de los SIG.



Fuente: Elaboración propia.

El *modelo vectorial* representa los objetos del territorio delimitando sus fronteras mediante puntos, líneas, arcos y polígonos. El SIG almacena estos datos en su base de datos gráfica en forma de capas temáticas que representarán los datos geográficos que se desee agrupar para un fin determinado. Ejemplos de capas temáticas serían la red de comunicaciones, la delimitación de los espacios naturales protegidos, la localización de edificaciones existentes en el territorio, etc. En el caso vectorial, las relaciones topológicas permiten realizar análisis espaciales concretos (e.g., determinar si una parcela es atravesada por una carretera). La relación topológica principal de las líneas es la conectividad, que consiste en distinguir entre los vértices iniciales y finales de cada elemento, de tal forma que el SIG puede detectar si los vértices conectan con otros elementos lineales y, por tanto, las conexiones entre ellos. Otra relación topológica que se obtendría sería la dirección y sentido de la línea. Por otra parte, la relación topológica principal de los polígonos es la inclusión. En este sentido, como un polígono forma una superficie cerrada, el SIG evaluará si un punto está fuera o dentro de ella. Además, los polígonos se identifican con una etiqueta y, como las líneas comunes entre polígonos son compartidas, el SIG también detectará qué polígonos son contiguos.

Por su parte, los *modelos raster* representan los elementos del territorio mediante celdas o píxeles, cuyo tamaño dependerá de la resolución con la que se defina la capa temática. Por tanto, la precisión de la representación digital *raster* dependerá del tamaño de la celda. En este tipo de modelo el concepto de topología es diferente al modelo vectorial y esta está implícita en la regularidad de la cuadrícula. De esta forma, como cada celda está perfectamente identificada por su número de fila y de

columna, el SIG identifica perfectamente cada celda y cuáles son contiguas a ella, facilitando las operaciones de inclusión, contigüidad, dirección, etc. En ambos tipos de modelos sus ventajas e inconvenientes se complementan, siendo necesario, en la mayor parte de las ocasiones, trabajar con los dos (cuadro II.1).

**Cuadro II.1.** Ventajas e inconvenientes de los modelos vectoriales y *raster*.

	Modelo vectorial	Modelo <i>raster</i>
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura de datos más compacta con ficheros menos voluminosos.</li> <li>• Topología mejor definida, proporcionando mayor capacidad de análisis.</li> <li>• Más adecuado para representación de datos bien definidos (e.g., carreteras, parcelas, líneas eléctricas, etc.).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura de datos más sencilla.</li> <li>• Operaciones de análisis sencillas.</li> <li>• Mejor representación para elementos poco definidos (e.g., pendientes, temperatura, sombra).</li> <li>• Facilidad para trabajar con elementos de alta variabilidad espacial.</li> <li>• Más facilidad de aprendizaje y uso.</li> </ul>
Inconvenientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura de datos más compleja.</li> <li>• Dificultades de representación en el caso de una alta variabilidad espacial.</li> <li>• Dificultad de aprendizaje y manejo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura de datos menos compacta con grandes ficheros de datos.</li> <li>• Peor representación gráfica de resultados.</li> <li>• Las relaciones topológicas son más difíciles de representar.</li> <li>• Limitaciones de resolución como consecuencia de su relación con el volumen de almacenamiento.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia a partir de Aranoff (1989).

Una vez elaboradas las capas temáticas en su formato más idóneo, es conveniente generar una *geodatabase* (GDB). La GDB es un modelo que permite el almacenamiento físico de la información geográfica en archivos dentro de un sistema de ficheros o en una colección de tablas en un sistema gestor de base de datos (Microsoft Access, Oracle, Microsoft SQL Server, IBM DB2 e Informix)<sup>19</sup>. Su utilidad es que permite almacenar numerosos tipos de datos (e.g., vectorial, *raster*, CAD, tablas, topología) en un único “contenedor” de información, facilitando el aprovechamiento de todo el potencial de las herramientas de estos sistemas. El modelo de datos de la GDB es escalable y, en función de las necesidades y recursos de cada investigación, es posible estructurarlo según tres tipos de configuraciones<sup>20</sup>: GDB Personal, GDB en Fichero y GDB ArcSDE.


<sup>19</sup> <http://resources.arcgis.com/es/content/geodatabases/9.3/about> [fecha de consulta: marzo, 2011].

<sup>20</sup> [http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=Types\\_of\\_geodatabases](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=Types_of_geodatabases) [fecha de consulta: marzo, 2011].



Un aspecto muy importante a tener en cuenta en la gestión de datos dentro de una GDB es que se garantiza que el trabajo no esté afectado de errores topológicos. Esto es importante porque, al estar todas las capas temáticas de la GDB en un mismo sistema de referencia, las entidades comunes deben disponer de una geometría coincidente. Por ejemplo, las líneas de los bordes interiores de las aceras y los perímetros de las casas (dos capas temáticas diferentes) tienen que tener un lugar geométrico común en las capas temáticas donde se representen las zonas urbanas. Por tanto, se hace necesario realizar un proceso de validación de la topología, que consiste en analizar la ubicación de las coordenadas de los vértices de cada entidad que participa en la topología y comprobar que todas las entidades -de las distintas capas temáticas- que deben tener la misma ubicación, tienen las mismas coordenadas, dentro de una tolerancia prefijada. Para poder realizar este proceso de una forma eficiente, el SIG establece una serie de reglas topológicas para no tener que recurrir a complejas comparaciones espaciales. De esta forma, las reglas topológicas (cuadro II.2) controlan las relaciones espaciales entre elementos de una misma capa o entre distintas capas.

**Cuadro II.2.** Ejemplo de regla topológica.

<b>Regla topológica</b>	No deben quedar nodos colgados <sup>21</sup> .
<b>Descripción</b>	Esta regla se utiliza cuando las entidades de línea deben formar bucles cerrados, como los límites de las entidades poligonales. También se utiliza en los casos en los que unas líneas se deben conectar con otras líneas, como en las calles.
<b>Solución</b>	Se extenderá o acortará el extremo colgado hasta que se ajuste a otra entidad línea según una tolerancia preestablecida. Si no se encuentra ninguna entidad dentro de la tolerancia especificada, la entidad no se modificará.
<b>Ejemplo</b>	

Fuente: ESRI<sup>22</sup> (2011).

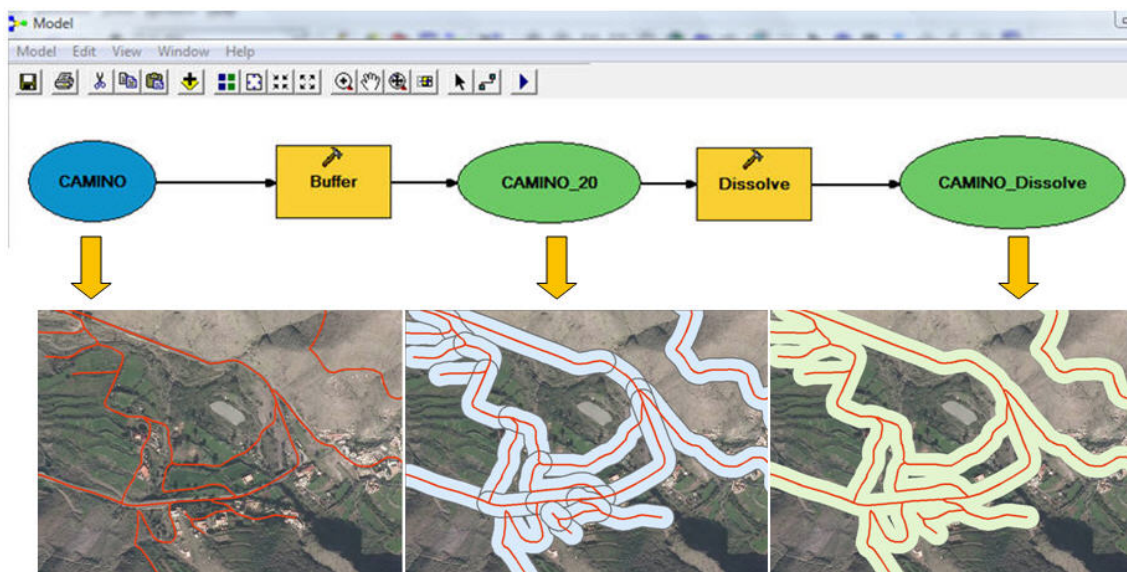
De esta forma, el proceso de validación chequeará cada una de las reglas que han sido establecidas verificando que se cumplen en todos y cada uno de los elementos que participan en la topología. Es posible elegir entre un elevado número de reglas topológicas, dependiendo de las relaciones espaciales que se quiera implementar para satisfacer las necesidades del modelo diseñado. Es por ello que la elección de estas reglas debería ser planeada cuidadosamente durante el diseño de la geodatabase.

<sup>21</sup> Un nodo colgado (*dangle*) es un extremo de una línea que no está conectado con otra línea.

<sup>22</sup> <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//001t000000sp000000> [fecha de consulta: marzo, 2011].

El paso siguiente en el proceso de una investigación de estas características es realizar cálculos y análisis con las capas temáticas originales, con el objetivo de obtener nuevas capas temáticas que nos sirvan a los propósitos de la investigación. En esta fase puede ser muy eficaz la utilización de administradores de flujos de trabajo (*Workflow Manager*). Esta herramienta permite diseñar, dentro del entorno SIG, rutinas de trabajo que respondan a fases que, por su naturaleza, se repiten con las mismas características a lo largo de la investigación. De esta forma, se garantiza que todo el proceso se replica exactamente de la misma forma. Consideremos un ejemplo muy sencillo: supongamos que necesitamos calcular un área de influencia de 20 m a ambos lados de los caminos existentes en la zona de trabajo y, posteriormente, “dissolver” los polígonos que quedan comunes entre las distintas zonas de afección. Si fuera preciso repetir este proceso exactamente igual en diferentes territorios, sería muy conveniente crear un flujo de trabajo con dichas tareas (figura II.2) para que el software lo replique exactamente igual en cada una de las zonas objeto de estudio de una forma automática.

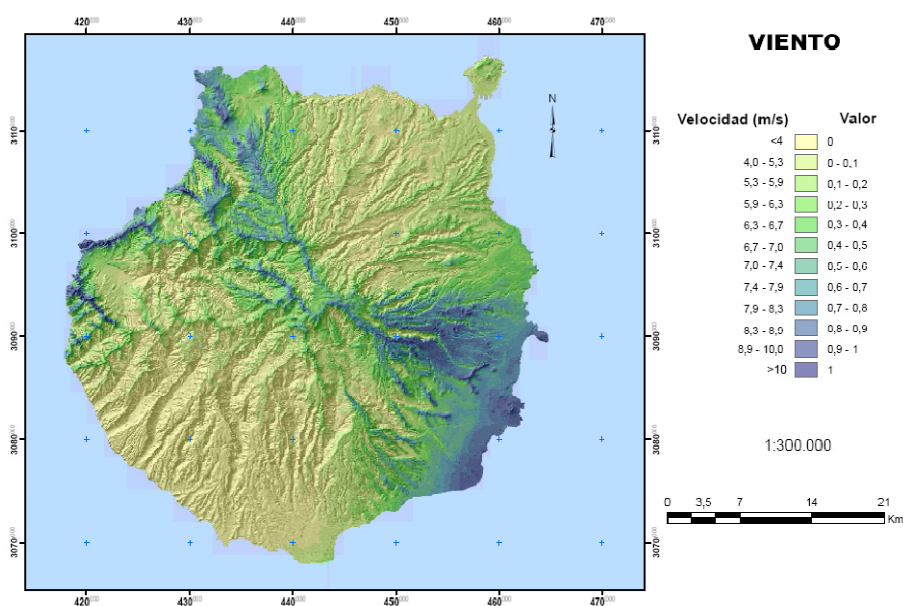
Figura II.2. Ejemplo de flujo de trabajo.



Fuente: Elaboración propia.

La última etapa del proceso es la salida de los resultados de la investigación. En el contexto de una investigación apoyada en SIG, lo más frecuente es que los resultados se presenten mediante un conjunto de tablas de valores, gráficos, representaciones tridimensionales y, sobre todo, mediante mapas analógicos o digitales (figura II.3).

Figura II.3. Ejemplo de salida gráfica.



Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.2. ANÁLISIS DE PATRONES ESPACIALES DE PUNTOS MEDIANTE SIG

Formalmente, se considera un patrón espacial puntual al conjunto de puntos localizados en el territorio en los que se manifiesta un fenómeno puntual -evento<sup>23</sup>-, a fin de distinguirlos del resto de puntos de la región en estudio (Cressie, 1993). En este sentido, en su forma más simple, podemos registrar un evento (una empresa, un establecimiento comercial, un nido, un robo, etc.) mediante las coordenadas (x, y) del punto donde se localiza el fenómeno en un cierto sistema de referencia. También la representación del evento puede contener atributos codificados mediante variables (numéricas o categóricas) de interés para la investigación como: número de empleados, tipo de establecimiento, especie de ave a la que pertenece el nido, tipo de robo, etc. Cuando el único dato que se registra en relación con el fenómeno es su posición, la identificación se realiza mediante un símbolo sobre el mapa. Si, además de la situación, se registran atributos, los símbolos deben incluir variables visuales como color, forma o combinación de ambas, ya que, por ejemplo, la intensidad del color puede posibilitar la ordenación creciente de los valores y el tamaño puede permitir la comparación entre ellos. Una vez identificados los puntos del evento, podremos plantearnos una serie de cuestiones básicas que nos ayuden a construir cualquier hipótesis acerca de ellos, como: ¿muestra la distribución una tendencia a la agrupación?, ¿hay indicios de relaciones entre los eventos?, ¿aparecen valores muy

<sup>23</sup> El uso del término "evento" se ha convertido en estándar en el ámbito del análisis espacial de puntos como un medio para distinguir la ubicación de una observación de interés de cualquier otra localización arbitraria dentro de la zona de estudio.

extremos en algunos atributos del evento?, ¿están relacionados los eventos con la proximidad a elementos característicos del territorio, como las vías de comunicación?, ¿los eventos que se agrupan en el espacio, se agrupan también en el tiempo? En algunas ocasiones, la sola observación de un mapa con la representación de puntos que hacen referencia a un determinado objetivo de investigación puede llevar directamente a la explicación del fenómeno. El ejemplo paradigmático es la investigación del Dr. Snow que, investigando la epidemia de cólera que tuvo lugar en Londres en 1850, al señalar sobre un mapa los domicilios afectados observó que se concentraban en las proximidades de una determinada fuente, lo que le llevó a determinar que la contaminación de la misma era la causa de la epidemia<sup>24</sup>. Pero en la década de 1950 y comienzos de 1960, según nos señalan Gatrell *et al.* (1996), es cuando el análisis de patrones espaciales de puntos comenzó a tomar importancia en el ámbito de la investigación geográfica, ya que los investigadores comenzaron a considerar la posibilidad de utilizar técnicas para determinar patrones espaciales para aplicarlas en diferentes contextos, como en los estudios de distribución de asentamientos (Dacey, 1962), disposición espacial de las tiendas en zonas urbanas (Rogers, 1965), la distribución de deslizamientos en áreas de glaciales (Trenhaile, 1971) o el análisis espacial de restos arqueológicos del paleolítico superior (Keeler, 2007).

Desde una perspectiva estadística, el análisis de un patrón espacial de puntos puede ser considerado como el resultado de un proceso estocástico espacial, ya que los procesos que originan los patrones espaciales puntuales son muy complejos y el conocimiento total de sus causas es inalcanzable; por esta razón se renuncia a una explicación determinista y se trata de explicar este tipo de procesos como si fueran estocásticos, pues a efectos prácticos, la distribución espacial de los eventos y de sus características es aleatoria (Upton y Fingleton, 1985). En los últimos años, se han desarrollado macros implementadas en los SIG que permiten la utilización de estas herramientas estadísticas para el tratamiento de los datos territoriales y que ofrecen una variedad de posibilidades para su visualización, análisis y modelización. Esta circunstancia ha motivado a los investigadores a la utilización de este tipo de análisis en diferentes ámbitos y desde diferentes enfoques. Así, hay trabajos con un planteamiento matemático y estadístico puro (e.g., Silverman, 1986; Boots y Getis, 1988; Moreno Jiménez, 1991; Gatrell *et al.*, 1996; Diggle, 2000; Santos y García, 2008), pero también existen algunos artículos donde se presentan y sistematizan estos análisis con un enfoque más aplicado, como los de Marcon y Puech (2003),

---

<sup>24</sup> En esa época se pensaba que el cólera se difundía a través del aire y se desconocía su relación con el consumo de agua.

Fratesi (2005) y Duranton y Overman (2005). Teniendo en cuenta lo anterior, consideramos conveniente presentar cuatro métodos de análisis espacial que son de utilidad para los trabajos empíricos realizados en la presente investigación: el método del vecino más próximo, la función K(d) de Ripley, el estimador de densidad kernel y el índice de concentración espacial G de Getis-Ord.

### *Método del vecino más próximo*

El método del vecino más próximo fue desarrollado por Clark y Evans (1954) para cuantificar las pautas en la distribución de especies vegetales y su base metodológica está en el cálculo del valor medio de la distancia entre cada uno de los eventos de un patrón y el evento más próximo a él, en comparación con las expectativas en las condiciones de *aleatoriedad espacial completa*<sup>25</sup> (AEC). Para ello, el SIG calcula la distancia desde cada evento al resto y determina la distancia más corta entre ellos. A continuación, calcula la distancia media observada entre los vecinos más próximos:

$$\overline{d}_o = \frac{\sum_i^n d_i}{n}$$

Donde:  $d_i$  es la distancia de cada evento a su vecino más próximo.  
 $n$  es el número total de eventos.

De la ecuación anterior se deduce que la distancia media de una distribución completamente agrupada es 0 (todos los puntos están en la misma ubicación, por lo que la distancia entre cada punto y su vecino más cercano es 0) y tenderá a aumentar si la localización de los eventos tienden a la dispersión. Por otra parte, Clark y Evans (1954) demostraron que para una distribución completamente dispersa, la distancia media será la inversa de la raíz cuadrada del número de puntos dividido por el área de la zona de estudio:

$$\overline{d}_e = \frac{1}{\sqrt{n/A}}$$

Donde:  $n$  es el número de eventos.  
 $A$  es el área de la zona de estudio.

---

<sup>25</sup> “En el caso de los patrones simples, se dice que existe aleatoriedad espacial completa cuando todas las localizaciones tienen la misma probabilidad de ser ocupadas por un evento del fenómeno considerado, con independencia de su posición y de la existencia de otros eventos en las proximidades” (Santos y García, 2008: 225).

Ahora bien, la distancia media de una distribución al azar estará a medio camino entre los valores de una distribución completamente agrupada y una distribución totalmente dispersa (0 y 1, respectivamente), es decir (Mitchell, 2005):

$$\bar{d}_e = \frac{0,5}{\sqrt{n/A}}$$

Por tanto, si la distancia media de los eventos que se están analizando es menor que la distancia media de una distribución aleatoria, se puede concluir que la distribución observada está más agrupada que si se hubiera producido al azar. De la misma forma, si la distancia es mayor, la distribución estará más dispersa. Para ello, el SIG calcula la ratio entre la distancia media observada ( $d_o$ ) y la distancia media esperada ( $d_e$ ):

$$r = \frac{\bar{d}_o}{\bar{d}_e}$$

Considerando lo anterior, si ambos valores son iguales,  $r$  vale 1 y significa que se trata de una distribución al azar. Si la distancia esperada es mayor que la observada,  $r$  es inferior a 1 y significa que se tratará de una distribución agrupada. Cuanto más cerca de 0 (valor de un patrón completamente agrupado) esté dicho valor, más agrupada será la distribución. Si la distancia esperada es menor que la observada,  $r$  es mayor que 1 y se tratará de una distribución dispersa. Teniendo en cuenta que la hipótesis nula es que los eventos se distribuyen al azar, una serie de eventos distribuidos espacialmente al azar darían lugar a una distribución normal de las distancias. Para decidir si se acepta o rechaza la hipótesis nula, el SIG calcula el estadístico  $Z$ :

$$Z = \frac{\bar{d}_o - \bar{d}_e}{\sigma}$$

Donde, en este caso:

$$\sigma = \frac{0,26136}{\sqrt{n^2/A}}$$

El valor 0,26136 es una constante que se calcula a partir de un círculo dividido en sectores iguales, de tal forma que se considera que debe existir igualdad en el número de puntos en cualquier sector, teniendo en cuenta una distribución aleatoria hipotética. Dado que la diferencia será positiva si la distancia media observada es mayor que la distancia media esperada, un valor de  $Z$  positivo indicará un patrón de

dispersión. Por el contrario, la diferencia será negativa si la distancia media observada es menor que la distancia media esperada, por lo que un valor de  $Z$  negativo indicará un patrón agrupado. A un nivel de confianza del 95%, el valor de  $Z$  debe ser mayor que 1,96 o inferior a -1,96 para ser estadísticamente significativo.

### *Función K de Ripley*

Cuando la presencia de un evento favorece la aparición de otros en sus proximidades se puede pensar que, si se construyen figuras de forma y tamaño iguales centradas en cada evento del territorio, el número de eventos contenidos en tales figuras es mayor de lo que debería esperarse en condiciones de AEC. De la misma forma, si la presencia de un evento dificulta la presencia de otros en sus cercanías, el número de eventos contenidos en la figura será menor de lo que cabría esperar. En este planteamiento está fundamentada la función  $K$  desarrollada por Ripley (1977). De manera informal, podríamos decir que la función  $K$  de Ripley nos indica que lo normal es que al evaluar el número de eventos vecinos de un evento objeto de estudio, a medida que aumentamos la distancia, cada evento suele tener más vecinos. Si el número promedio de vecinos, para una distancia determinada, es mayor que el promedio de concentración en toda el área de estudio, la distribución se considera agrupada para esa distancia<sup>26</sup>.

La aplicación de este método en un SIG se realiza contando el número de eventos vecinos dentro de una distancia<sup>27</sup> determinada para cada evento, de tal forma que si el número de eventos que se encuentran dentro de la distancia es mayor que el de una distribución aleatoria, la distribución se considera un cluster. El SIG calcula automáticamente el valor de  $K$  a distintas distancias y se muestran en un gráfico para que se pueda observar a qué distancia la agrupación es mayor. En este caso, el SIG determina la distancia de cada punto a cualquier otro y, a continuación, cuenta -para cada punto- el número de ellos incluidos dentro de la distancia dada. Es como si trazara un círculo alrededor de un punto con un radio igual a la distancia determinada, cuenta el número de puntos encontrados dentro del círculo, luego se traslada a los siguientes puntos, hasta que se hayan sumado los puntos incluidos para todos los puntos en el conjunto (figura II.4).

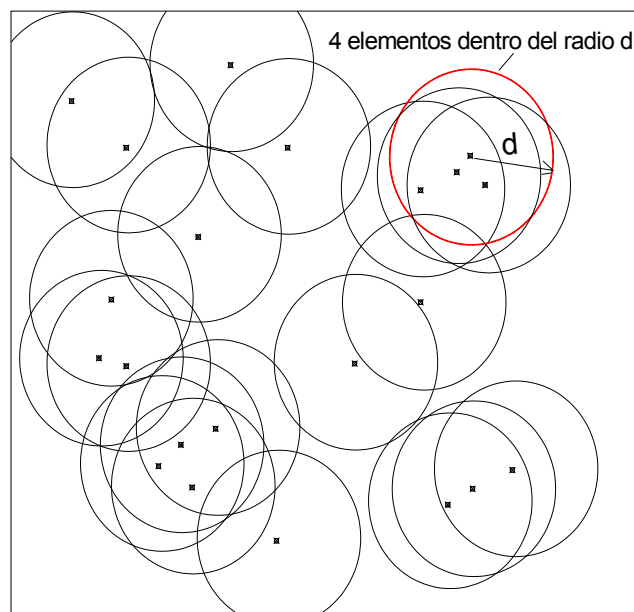
---

<sup>26</sup> Para obtener una información más detallada, véase Marcon y Puech (2003).

<sup>27</sup> Cuando se utiliza esta herramienta es necesario especificar el número de distancias a evaluar y el software calcula el intervalo de distancia.



Figura II.4. Método del análisis mediante la función  $K$ .



Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, el valor de  $K$  a una distancia dada viene determinado por:

$$K(d) = \frac{A}{n^2} \sum \sum_{i \neq j} I_{ij} d_{ij},$$

- Donde:
- $A$  es el área de la zona de estudio.
  - $n$  es el número de eventos.
  - $d$  es la distancia entre puntos.
  - $I$  es un peso que tomará el valor de 1 si el punto vecino está dentro de la distancia del punto analizado, o 0 si no lo está.

De esta forma, el SIG calcula un valor de  $K$  para cada distancia en función del número de distancias que se haya especificado. Para ver si hay un patrón, se compara el valor observado de  $K$  en cada distancia al valor esperado de  $K$  para una distribución al azar (que es calculado por el software, teniendo en cuenta el área y el número de puntos). Ahora bien, para facilitar la visualización de la comparación entre el valor observado y el esperado, en la práctica en vez del valor de  $K$  se utiliza una variante conocida como  $L$ :

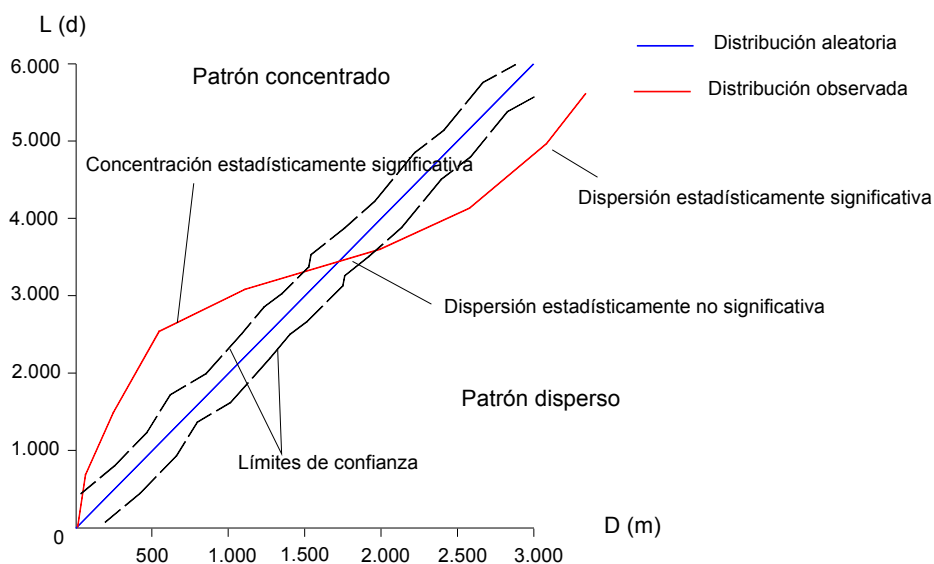
$$L(d) = \sqrt{\frac{A \sum \sum_{i \neq j} I_{ij} d_{ij}}{\pi n(n-1)}}.$$

De esta forma, el valor esperado de una distribución aleatoria de puntos generará una línea con un ángulo de 45° para la distribución esperada por lo que, para cualquier distancia dada, si la línea de los valores observados de  $L$  está situada por



encima de la línea de 45°, la distribución está más agrupada de lo que se espera para una distribución aleatoria y si está por debajo de esta, la distribución está más dispersa (figura II.5). Para determinar si los patrones son estadísticamente significativos, se compara la curva de la distribución observada con los límites de confianza para una distribución al azar. Para crear estos límites de confianza, el SIG genera aleatoriamente valores de coordenadas  $x$  e  $y$  y calcula valores de  $L$  para la distribución en cada distancia. Puede haber una gran variación entre dos distribuciones al azar, por lo que el SIG genera una serie de distribuciones aleatorias (mil o más) para obtener un rango de posibles valores de  $L$ . Posteriormente, selecciona el valor menor y mayor de  $L$  para cada distancia en cada una de las simulaciones y dibuja un modelo. Este modelo está formado por dos curvas, una con los valores más bajos para cada distancia y otra con los más altos, que definen los límites de confianza. Por tanto, un valor observado de  $L$  que exceda el límite de la curva de confianza indica un patrón agrupado estadísticamente significativo para esa distancia, mientras que uno que esté por debajo de la curva del límite inferior indica una dispersión significativa. Los valores que se encuentran entre ambas curvas no se consideran estadísticamente significativos.

Figura II.5. Representación de la distribución  $L$ .



Fuente: Elaboración propia a partir de Mitchell (2005).

### Estimador de densidad kernel

El objetivo del estimador de densidad kernel es evaluar la función de densidad de eventos en cada punto del área de estudio. Este estimador se ha utilizado en

diferentes investigaciones de ámbito territorial, como la realizada por Moreno Jiménez (1991), empleándolos para elaborar mapas de densidad de usuarios; Gatrell *et al.* (1996) y Diggle (2000), para establecer la densidad de población afectada por ciertas enfermedades; Santos y García (2003), que los proponen como técnica para el análisis de la desagregación de datos censales; o el trabajo De Cos Guerra (2004), que los utiliza para construir estimaciones de densidad de población en España.

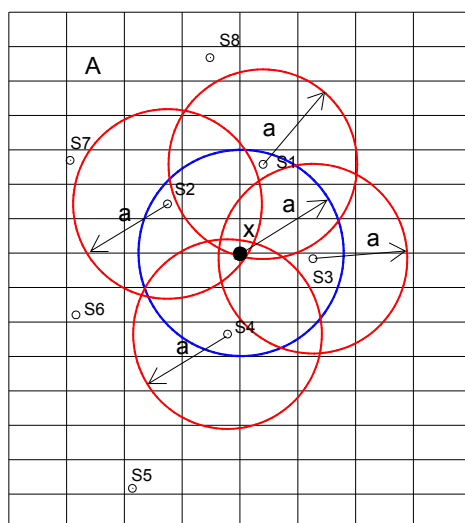
Para entender cómo actúa este estimador de densidad considérese, en una primera aproximación, un área de estudio *A* (figura II.6) donde se ha construido una rejilla en la que en cada uno de sus vértices se sitúa una ventana circular (circunferencia azul de la figura) de radio *a* (por ejemplo, de 1 m de radio) centrada sobre el vértice *X* (*x,y*). Si, en dicha figura, sumamos los eventos contenidos en la ventana (*S<sub>i</sub>*) y lo dividimos entre la superficie de la misma, el resultado será una estimación de la densidad en el punto considerado:

$$\lambda(x) = \frac{\sum S_i}{\pi x a^2} = \frac{4}{\pi x 1^2} = 1,27 \text{ eventos/m}^2$$

Centrando la misma ventana en los demás vértices de la rejilla y sumando el resultado de cada una de las ventanas, obtendremos la densidad total del área de estudio. Ahora bien, también podemos considerar centrar la ventana en cada evento (circunferencias rojas de la figura), lo que nos llevaría al mismo resultado:

$$\lambda(x) = \frac{1}{\pi x a^2} + \frac{1}{\pi x a^2} + \frac{1}{\pi x a^2} + \frac{1}{\pi x a^2} = \frac{4}{\pi x a^2}$$

Figura II.6. Fundamento de la estimación de densidades mediante ventanas móviles.

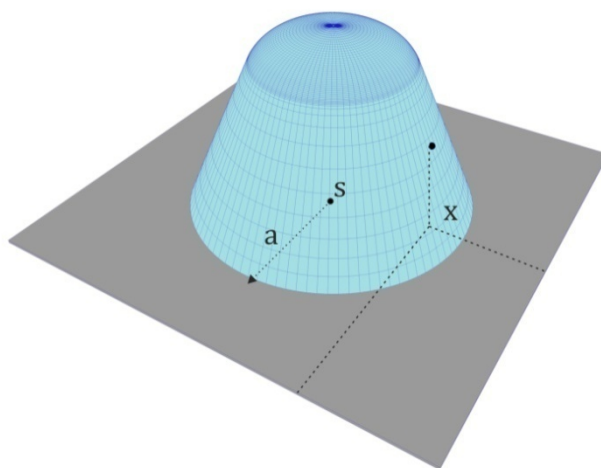


Fuente: Elaboración propia.

El estimador de densidad kernel es una generalización de este último enfoque, con la diferencia de que la ventana se reemplaza por una función tridimensional  $K$ -función kernel<sup>28</sup>. Gráficamente, lo podemos imaginar como una función tridimensional sobre cada punto  $S_i$  (figura II.7) en la que la función kernel, centrada en cada uno de los eventos, tiene su valor máximo en ese punto y es monótonamente decreciente al alejarse de este, hasta hacerse cero a partir de una distancia  $a$ . Formalmente, si  $X$  representa una ubicación del territorio y  $S_1, \dots, S_n$  son ubicaciones de los  $n$  eventos observados, entonces la densidad será estimada como (Moreno Jiménez, 1991):

$$\lambda(x) = \frac{1}{a^2} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{\|x-S_i\|}{a}\right)$$

Figura II.7. Ejemplo de función kernel.



Fuente: Elaboración propia.

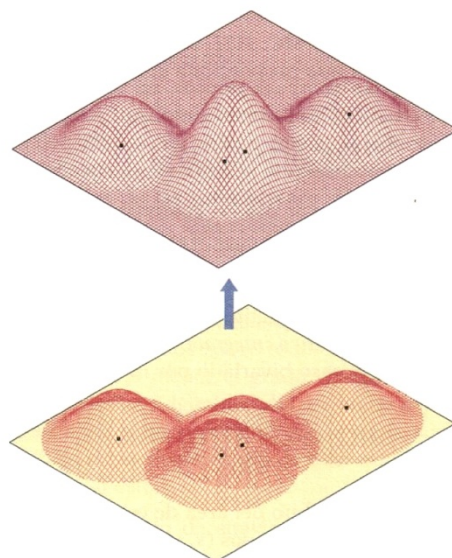
Ahora bien, cada evento también puede consistir en algo más que una simple presencia o ausencia de un punto del territorio, ya que también puede ir caracterizado por un atributo representado por una variable cualitativa o cuantitativa. Por ejemplo, si el objetivo consistiera en modelar el nivel de concentración de un determinado sector en el territorio, cada evento podría indicar no solo la presencia de empresas de ese sector, sino también el número de empleados en cada una de ellas. En este caso, es necesario reformular la expresión anterior teniendo en cuenta que cada evento  $S_i$  contribuye con una cierta carga  $Q_i$  (número de empleados en cada empresa):

<sup>28</sup> Existe una gran variedad de funciones kernel; entre las más utilizadas están la coseno, la Epanechnikov, la de ponderación doble, la de ponderación triple y la gaussiana. Para más información acerca de modelización cartográfica de densidades mediante estimadores kernel, véase Moreno Jiménez (1991).

$$\lambda(\mathbf{x}) = \frac{1}{a^2} \sum_{i=1}^n Q_i K\left(\frac{\|\mathbf{x}-S_i\|}{a}\right)$$

La elección del tamaño de ventana es muy importante, ya cada evento tiene un peso determinado dentro de la esfera de influencia de acuerdo a la distancia al punto al que la intensidad se está estimando. De esta forma, su contribución a los puntos que lo rodean se calcula mediante una función de ponderación inversa a la distancia, de modo que la contribución de cada evento será mayor en los puntos más próximos a él y menor en los más alejados. A partir de este procedimiento, el SIG construye la superficie de la función de densidad que correspondería a cada evento por separado, y sumando posteriormente en cada punto las aportaciones recibidas se obtiene la función de densidad para el patrón completo (figura II.8). Hay que tener en cuenta que, aunque el tipo de función kernel empleada tiene una influencia muy escasa en los resultados de las estimaciones por separado, sí tiene influencia en la forma de la superficie de densidad total, ya que dicha superficie es el resultado de sumar los kernel situados en todos los eventos y, en función de la forma del tipo de superficie, será mayor el grado resultante de dispersión del conjunto (Silverman, 1986).

Figura II.8. Efecto de la función kernel entre diferentes eventos cercanos.



Fuente: Santos y García (2008:291).

### Índice de concentración espacial G de Getis-Ord

Por último, también se propone la utilización de un índice de concentración espacial para estimar la similitud o diferencia temática entre determinados atributos de eventos existentes en el territorio. Uno de los índices de concentración espacial más

comúnmente utilizado en investigación territorial mediante SIG es el índice  $G$  de Getis y Ord (1992), que permite identificar grupos de eventos con valores altos o bajos, de un determinado atributo, respecto a sus vecinos. Este índice, que ha sido aplicado, por ejemplo, por Scott y Lloyd (1999) para el análisis del patrón de empleos en Los Ángeles (Estados Unidos) y por Pan *et al.* (2010) para investigar patrones espaciales de la incidencia de tuberculosis pulmonar y su relación con la situación socioeconómica en Espírito Santo (Brasil), se define como:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{i,j} x_i x_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j}, \forall j \neq i$$

Donde:  $x_i$  y  $x_j$  son los valores de los atributos para los eventos  $i$  y  $j$ .  
 $W_{i,j}$  es la distancia entre los eventos  $i$  y  $j$ .

Un valor significativamente grande de  $G$  indica que existe un agrupamiento de valores altos del atributo analizado en relación con su promedio, mientras que un valor significativamente pequeño es muestra de lo contrario. El test de significación del estadístico se realiza considerando que la hipótesis nula de  $G$  establece que no hay autocorrelación espacial entre los eventos. En este caso, el valor de  $Z$  se define como:

$$Z = \frac{G_o - G_E}{\sqrt{\sigma}}$$

Donde:  $G_o$  es el valor de  $G$  observado.  
 $G_E$  es el valor de  $G$  esperado si fuera una distribución aleatoria.  
 $\sigma$  es la desviación estándar.

Cuando el valor absoluto de  $Z$  es grande y el valor  $p$  es muy pequeño, la hipótesis nula puede ser rechazada, de tal forma que si el valor de  $Z$  es grande y positivo, significa que se agrupan los valores altos del atributo en el área de estudio, y si el valor de  $Z$  es grande y negativo, significa que se agrupan valores pequeños del atributo.

El estadístico anterior mide de forma global (con un valor representativo) la presencia o ausencia de autocorrelación espacial en un conjunto de eventos distribuidos en el conjunto del territorio. Lógicamente esta autocorrelación no tiene por qué ser uniforme en todas partes, puesto que no todos los eventos ejercen la misma influencia en su entorno y tampoco con el mismo grado. Para cuantificar la autocorrelación espacial en cada zona, se utiliza un segundo indicador  $-G_i^*$  basado en la  $G$  de Getis y Ord (1992) y presentado por ellos mismos en un trabajo posterior

(Ord y Getis, 1995). Este estadístico calcula cómo está relacionado cada evento -en función del atributo analizado- con los de su entorno en función de una distancia  $d$ . El estadístico  $G_i^*$  es calculado por el SIG sumando los valores de los eventos de los vecinos en un radio dado y dividiéndolo por la suma de los valores de todos los eventos en el área de estudio:

$$G_i^*(d) = \frac{\sum_j w_{ij}(d)x_j}{\sum_j x_j}$$

Donde:  $d$  es la distancia de cálculo.

$x_j$  es el valor del atributo en el evento  $j$ .

$w_{ij}$  es un peso binario que toma el valor de 1 si el vecino está dentro de la distancia de cálculo y valor 0 si el vecino está fuera de esa distancia.

Igual que para  $G$ , el SIG calcula el valor  $Z$  restando el valor de  $G_i^*$  esperado del  $G_i^*$  observado y dividiéndolo por la raíz cuadrada de la varianza para todos los eventos en el área de estudio, pudiéndose determinar si este valor es estadísticamente significativo. De cualquier forma, es necesario tener en cuenta que el SIG lo que calcula realmente es una combinación del estadístico original  $G_i^*$  y el valor  $Z$ , obteniéndose una sola medida, por lo que, aunque todavía se le llama a este estadístico  $G_i^*$ , de hecho es un valor  $Z$ :

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n W_{i,j}X_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n W_{i,j}}{S \sqrt{\frac{[n \sum_{j=1}^n W_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^n W_{i,j})^2]}{n-1}}}$$

Donde:  $S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n X_j^2}{n} - (\bar{X})^2}$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n X_j}{n}$$

### 2.1.3. LA EVALUACIÓN MULTICRITERIO

Además del análisis de aspectos concretos, como los expuestos en el apartado anterior, la investigación en el contexto territorial también necesita abordar estudios que implican un gran número de variables y criterios que deben ser evaluados simultáneamente. Por ejemplo, la evaluación del grado de evolución de las áreas metropolitanas de un determinado territorio -realizado por De Cos Guerra (2007)- requiere del análisis conjunto de diferentes factores como las características de ocupación del suelo (altura del espacio edificado, proximidad a las construcciones más recientes o densidad de visados de obra nueva), población (densidad de

población o crecimiento demográfico), actividad productiva (trabajadores en el sector primario o proximidad a grandes superficies comerciales), interrelación con la ciudad central (accesibilidad por autovía, por carretera, líneas de autobuses, transporte marítimo o cercanía a estaciones de ferrocarril), etc. Por tanto, para realizar estudios de estas características, es necesario evaluar varios criterios simultáneamente. Para ello se recurre a la *evaluación multicriterio* (EMC), cuyo fin básico es investigar un tema bajo la luz de múltiples criterios y objetivos en conflicto (Voogd, 1983).

En los años ochenta, con la integración de las herramientas SIG en los métodos de EMC, es cuando se produce un avance importante en la aplicación de esta técnica en el campo de la investigación territorial. En este sentido, los métodos de EMC incorporados en los SIG permiten transformar y combinar conjuntamente datos geográficos y juicios de valor (preferencias e incertidumbres de los expertos) con el objetivo de obtener una información adecuada y útil para la toma de decisiones (Borouhaki y Malczewski, 2010). La potencialidad principal de esta combinación es la capacidad sinérgica de los SIG y la EMC por la que, mientras que los SIG son una herramienta muy potente para almacenar, gestionar, analizar y visualizar datos espaciales para la toma de decisiones, la EMC ofrece una rica colección de procedimientos y algoritmos para la estructuración, evaluación y jerarquización de decisiones alternativas. Esta circunstancia ha estimulado un movimiento hacia la popularización del uso de la tecnología SIG para la toma de decisiones a través de equipos multidisciplinares. Por su propia naturaleza, los EMC facilitan la integración de múltiples puntos de vista sobre el problema a analizar, lo que mejora la comunicación y la comprensión entre los equipos de investigación y facilita la creación de consensos y soluciones de compromiso. En consecuencia, esta herramienta ofrece un interesante potencial para promover investigaciones colaborativas y proporciona un marco idóneo para (a) identificar factores que influyen en el problema de investigación, (b) facilitar la organización de los factores en una estructura jerárquica, (c) promover la comprensión de las relaciones entre los factores implicados en el problema y (d) estimular la comunicación entre los investigadores (Feick y Hall, 1999; Jankowski y Nyerges, 2001; Kyem, 2004). A su vez, los análisis multicriterio están siendo una herramienta de apoyo para un amplio número de aplicaciones en el ámbito territorial, ya que proporcionan un marco de trabajo que permite la evaluación simultánea de información proveniente de diferentes áreas de conocimiento: social, económica, ambiental, técnica, etc. Todo lo indicado anteriormente ha contribuido considerablemente a la investigación territorial (Jankowski y Nyerges, 2001; Malczewski, 2006) y, en los últimos años, ha

favorecido un progreso notable en la cantidad y calidad de la investigación relacionada con estas técnicas (cuadro II.3).

**Cuadro II.3.** Ejemplos de aplicación de EMC en la investigación territorial.

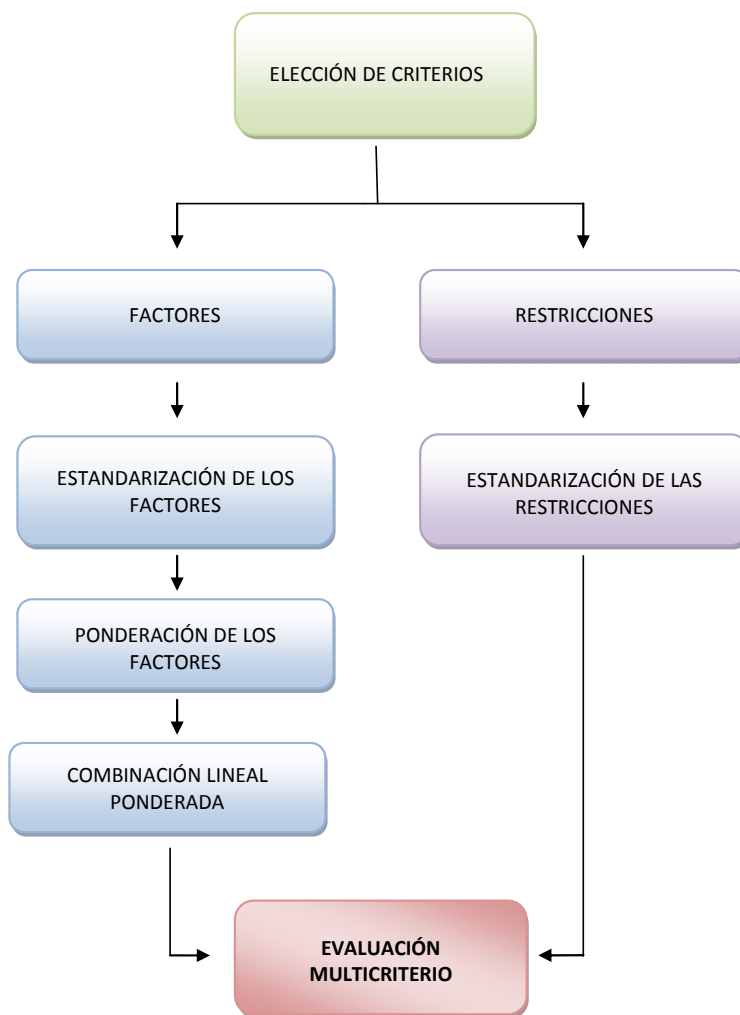
Aplicación	Autores
Planificación de infraestructuras urbanas	Carver (1991); Rotmans y Van Asselt (2000); Buselich (2002); Jakimavičius y Burinskienė (2009); Coutinho-Rodrigues, Simão y Antunes (2011); Hajehforooshnia, Soffianian, Mahiny y Fakheran (2011).
Modelado del paisaje	Vizzari (2011).
Protección de recursos costeros	Fernandes, Ridgley y Hof (1999); Wood y Dragicevic (2007).
Protección forestal	Mendoza y Prabhu (2000); Greene, Luther, Devillers y Eddy (2010); Pasqualini (2011).
Gestión de los recursos hidráulicos	Hamalainen, Kettunen y Ehtamo (2001); Foxon <i>et al.</i> (2002); Hyde, Maier y Colby (2004); Pietersen (2006).
Planificación de EE.RR.	Nobre <i>et al.</i> (2009); Aydin <i>et al.</i> (2010); Charabi y Gastli (2011).

Fuente: Elaboración propia.

El procedimiento para la elaboración de un análisis multicriterio (figura II.9) comienza con la elección de los criterios que se consideran determinantes para alcanzar el objetivo que se propone en la investigación. Esta elección debe estar avalada por un consistente conocimiento del fenómeno que se analiza, ya que el resultado final de la investigación estará en función de la elección de los criterios incluidos en el análisis.



Figura II.9. Procedimiento para la obtención de una evaluación multicriterio.



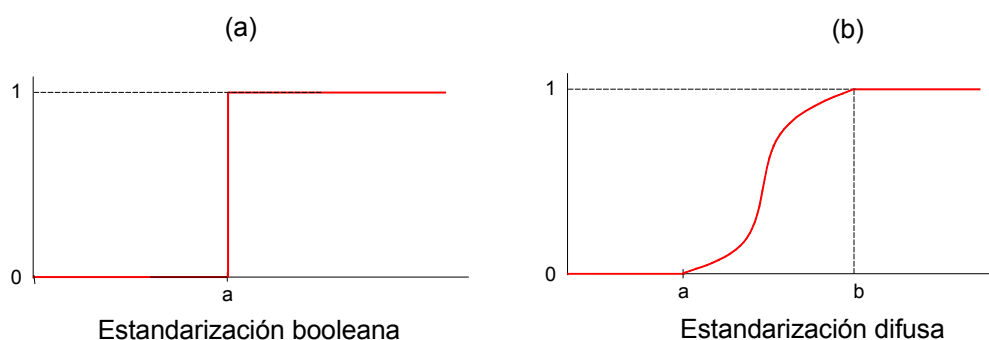
Fuente: Elaboración propia a partir de Eastman (2003).

Estos criterios pueden ser de dos tipos: factores y restricciones. Los *factores* son criterios que aumentan o disminuyen la influencia de una variable en consideración sobre el objetivo de la investigación. Por ejemplo, en el estudio del grado de evolución de las áreas metropolitanas, se puede considerar que cuanto más accesibilidad por autovía exista a una ciudad importante, más posibilidad de formación de áreas metropolitanas existe en el territorio. Por su parte, las *restricciones* son criterios que limitan el objetivo de la investigación. Un buen ejemplo de restricción en el caso anterior sería la necesidad de excluir las zonas de reservas naturales como posibles zonas afectadas de dicho fenómeno en el territorio. Una vez identificados los factores y restricciones determinantes para la investigación, se elabora una capa temática para cada criterio. Las capas temáticas que hacen referencia a restricciones se suelen realizar en formato vectorial, ya que se considera muy importante el diferenciar con precisión las zonas que son aptas de

las que no. Por su parte, las capas temáticas que hacen referencia a los factores se suelen elaborar en formato *raster*, ya que este formato es idóneo para representar variables espaciales de naturaleza continua (e.g., pendientes del terreno, velocidad del viento, temperatura, tipo de suelo, etc.)<sup>29</sup>, además de facilitar las operaciones entre ellas.

Debido a que los distintos criterios se miden en diferentes escalas, es necesario estandarizarlos<sup>30</sup> con el objetivo de que la evaluación conjunta se realice sobre escalas comparables. Las restricciones se estandarizan mediante la lógica booleana, ya que solamente es necesario diferenciar las zonas que deben ser excluidas del análisis de las zonas que deben ser incluidas en el mismo; en este caso, las áreas excluidas se codifican con un 0 y las incluidas con un 1 (figura II.10a).

Figura II.10. Estandarización.



Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, para los factores se utiliza la lógica difusa (*fuzzy*). En la estandarización difusa no se establecen límites bien marcados, por lo que la transición entre la pertenencia y la no pertenencia es gradual y oscila de 0 a 1, existiendo una transición entre la no pertenencia y la pertenencia completa<sup>31</sup> (figura

<sup>29</sup> Se considera importante resaltar la idoneidad de cada formato (vectorial o *raster*) en función del objetivo que se persigue. En este sentido, como se ha indicado en apartados anteriores, el formato vectorial tiene la ventaja de definir los elementos territoriales con extrema precisión, pero tiene grandes dificultades para el proceso de operaciones entre diferentes mapas. Por su parte, el formato *raster* es muy eficaz para realizar operaciones de análisis entre capas temáticas, pero tiene el inconveniente de ser menos preciso para delimitar elementos concretos, ya que su definición se realiza mediante píxeles.

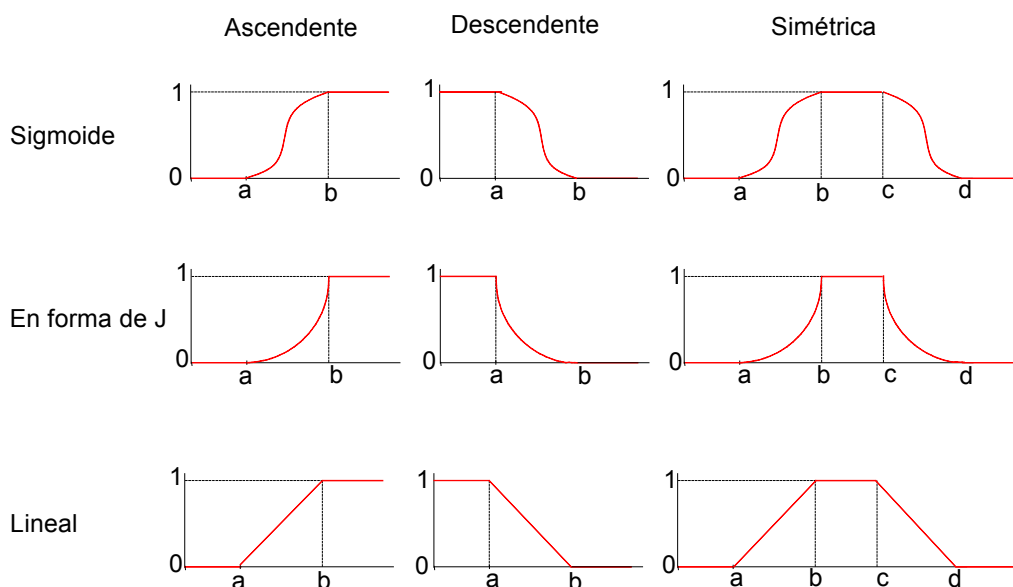
<sup>30</sup> Aunque este proceso es realmente una *normalización*, se ha considerado en este texto adoptar la terminología de Voogd (1983), que la denomina *estandarización*.

<sup>31</sup> En este sentido, la estandarización booleana también puede interpretarse como un caso especial de estandarización difusa en la cual la pertenencia difusa cambia drásticamente de 0 a 1.

II.10b). Por ejemplo, supongamos que es conveniente para la rentabilidad de un determinado cultivo disponer de un número de hectáreas en el territorio, entonces será necesario definir una función de pertenencia difusa de manera tal que una superficie menor a  $a$  hectáreas tenga una pertenencia de 0, y una superficie mayor a  $b$  hectáreas tenga una pertenencia de 1. Entre  $a$  y  $b$ , la pertenencia aumenta gradualmente en la escala de 0 a 1. Para ello, es necesario analizar cada factor y decidir cuáles son los puntos de corte entre los que el factor es excelente para el objetivo de la investigación y cuál es el valor a partir del cual ya no es adecuado para dicho fin, siendo esta elección otra fase crítica del proceso (Borouhaki y Malczewski, 2010).

Para el cálculo de la estandarización difusa existen diferentes tipos de funciones -la sigmoideal (*S-Shape*), en forma de J (*J-Shape*) y la lineal (figura II.11)-, pudiendo ser ascendente, descendente o simétrica en función de los puntos de inflexión existentes. La función de pertenencia *sigmoide* se calcula usando una función coseno; la función *en forma de J* tiene la peculiaridad de que los valores se aproximan a 0 o 1, pero nunca los alcanza; y la función lineal consiste simplemente en una ecuación lineal.

Figura II.11. Estandarización difusa.



Fuente: Eastman (2003).

A modo ilustrativo, en el caso de la función de pertenencia difusa *sigmoideal* (que es el tipo de función más utilizada en la teoría de conjuntos difusos), si consideramos que los puntos de corte son 4 y 10, se asignará el valor 1 al valor de la variable que

indica las mejores condiciones para el desarrollo de la investigación (en este caso, 10) y el valor 0 al peor valor (en este caso, 4). Finalmente, se calculan diferentes grados de adecuación progresivos mediante esta función (figura II.12):

$$\text{Valor estandarizado} = \cos^2 \alpha$$

Donde:  $\alpha = (1 - (x - P_1) / (P_2 - P_1)) * (\pi / 2)$ , para la monótonamente ascendente.

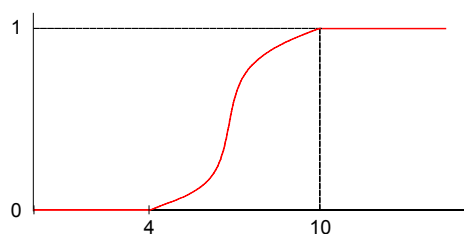
$\alpha = (x - P_1) / (P_2 - P_1) * (\pi / 2)$ , para la monótonamente descendente.

$P_1$  es el primer punto de corte.

$P_2$  es el segundo punto de corte.

Figura II.12. Ejemplo de función de pertenencia sigmoideal ascendente.

Valor de la variable	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
Valor estandarizado	0	0,02	0,07	0,15	0,25	0,37	0,5	0,63	0,75	0,85	0,93	0,98	1



Fuente: Elaboración propia.

Es evidente que no todos los factores influyen con la misma importancia sobre el fenómeno objeto de estudio, por lo que es necesario establecer un peso para cada uno de ellos. Existen diferentes técnicas para la creación de pesos. En el caso de los análisis territoriales, donde el número de criterios son muchos, es bastante útil dividir la información en comparaciones simples por pares, en las que solo dos criterios se consideran por separado. Esto facilita en gran medida el proceso de ponderación. También posee la ventaja agregada de suministrar una estructura organizada para las discusiones de grupo, lo que ayuda a afinar los puntos de acuerdo y desacuerdo en la creación de la ponderación de los criterios. La técnica de ponderación más utilizada en los análisis EMC es la de comparaciones por pares desarrollada por Saaty (1977), aunque la primera aplicación de esta técnica mediante SIG fue realizada por Rao *et al.* (1991).

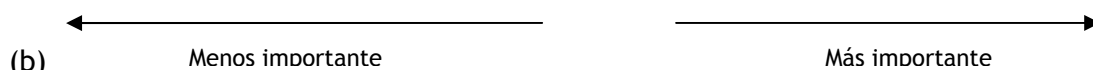
El cálculo de los pesos por este sistema se obtiene calculando el vector propio de una matriz recíproca cuadrada de comparaciones por pares entre factores. La evaluación en cada casilla hace referencia a la importancia relativa de los dos factores implicados al determinar el grado de adecuación para la variable territorial

analizada. La puntuación se establece a partir de una escala continua de nueve puntos (figura II.13a). Así, por ejemplo, si se considera que el factor 3 quintuplica en importancia al factor 2, pondremos el valor 5 en la casilla  $a_{32}$ . A partir del valor relativo de los pesos de cada par, se calculan los vectores principales y los pesos de cada factor (figura II.13b).

**Figura II. 13.** Ejemplo de ponderación por pares de Saaty.

(a)

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
-----	-----	-----	-----	---	---	---	---	---



(b)

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Vector principal $\frac{a_{ij}}{\sum a_{ij}}$			Peso $\frac{\sum Vect\ princ.}{n}$
Factor 1	1	1/7	3	0,12	0,02	0,71	0,28
Factor 2	7	1	1/5	0,84	0,16	0,05	0,35
Factor 3	1/3	5	1	0,04	0,81	0,24	0,37
$\sum a_{ij}$	8,33	6,14	4,20				1,00

Fuente: Elaboración propia a partir de Gómez y Barredo (2005).

Es preciso tener en cuenta que esta es otra fase crítica del proceso, porque de la importancia que se le asigne a cada factor dependerá la configuración de la solución final. Siguiendo este argumento, para evaluar la bondad del ajuste de los pesos asignados, es necesario determinar un dato cuantitativo, conocido como *tasa de consistencia*, que indique la consistencia en la asignación de los pesos. Esto debe ser así porque, aunque los juicios de valor para la asignación de pesos se hayan establecido sobre la base de criterios sólidos, siempre llevan implícita una cuota más o menos importante de subjetividad. Gómez y Barredo (2005) indican que una forma de calcular esta tasa de consistencia es a partir del cociente entre el valor del índice de consistencia (*consistency index*) y el índice aleatorio (*random index*)<sup>32</sup>, considerándose que para valores de consistencia mayores o iguales a 0,1, los juicios de valor deben ser revisados porque no serían lo suficientemente consistentes para establecer los pesos.

El objetivo final de la EMC es combinar la información de los criterios que se han tenido en cuenta en la investigación con el propósito de formar un solo índice de evaluación. Este índice se calcula multiplicando la combinación lineal ponderada de

<sup>32</sup> Para una información pormenorizada acerca del cálculo de estos índices, consultar Gómez y Barredo (2005).

las capas temáticas que conforman los factores, por el producto de las capas temáticas que integran las restricciones:

$$I = \sum W_i X_i * \prod C_j$$

Donde:  $W_i$  es el peso del factor  $i$ .  
 $X_i$  es el valor del factor  $i$ .  
 $C_j$  es el valor de la restricción  $j$ .

## 2.2. EL SECTOR DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

El sector de las EE.RR. en España está comprometido con la necesidad de reducir el alto nivel de dependencia energética de la economía española y con las políticas energéticas establecidas por la Unión Europea<sup>33</sup>, lo que ha propiciado una significativa penetración de este tipo de energías en nuestro país. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que, según los datos facilitados por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo<sup>34</sup>, en 2010 el consumo de energía primaria<sup>35</sup> en España fue de 132.123 ktep<sup>36</sup>, lo que se traduce en un aumento del 1,1% respecto al año anterior. En la figura II.14 se puede observar que el petróleo supone el 47,3% del consumo total de energía primaria; el gas natural, el 23,5%; el carbón, el 6,4%, y la energía nuclear, el 12,2%. Al no disponer de estos recursos de forma natural, dependemos de las importaciones energéticas necesitando, por ello, importar gran parte de la energía que consumimos. Además, este tipo de energías es altamente contaminante, convirtiendo a España en uno de los países europeos más alejados de cumplir con el Protocolo de Kioto.

---

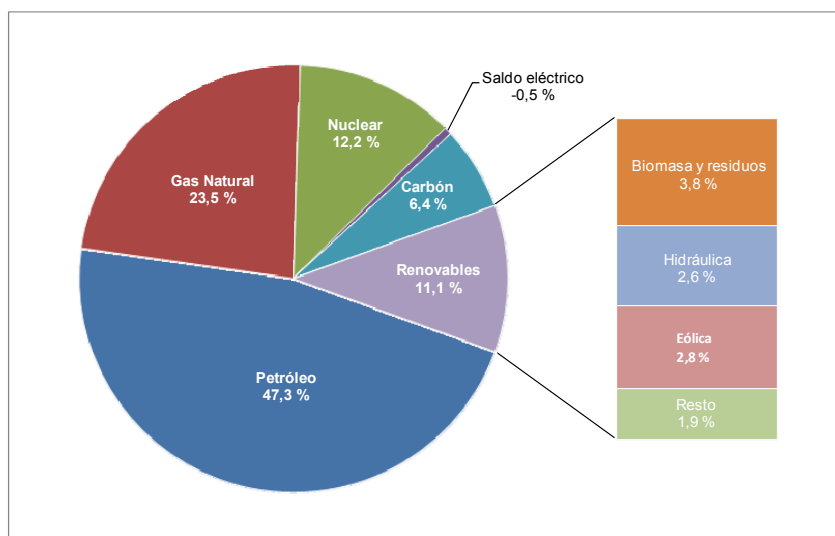
<sup>33</sup> El objetivo mínimo obligatorio es lograr una participación del 20% de las energías renovables en el consumo final bruto de energía en España, fijado en la Directiva 2009/28 CE de EE.RR. y recogido en el ordenamiento jurídico español mediante la Ley de Economía Sostenible (PER, 2011).

<sup>34</sup> [http://www.minetur.gob.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/Energia\\_Espana\\_2010\\_2ed.pdf](http://www.minetur.gob.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/Energia_Espana_2010_2ed.pdf) [fecha de consulta: enero, 2011].

<sup>35</sup> La energía primaria es la energía encontrada en la naturaleza que no ha sido sometida a ningún proceso de conversión o transformación. Posteriormente se transforma mediante procesos de conversión energética a energía eléctrica o térmica.

<sup>36</sup> La tonelada equivalente de petróleo (tep) es una unidad de energía que se suele utilizar como unidad energética equivalente entre todos los tipos de energía y su valor equivale a la energía que hay en una tonelada de petróleo.

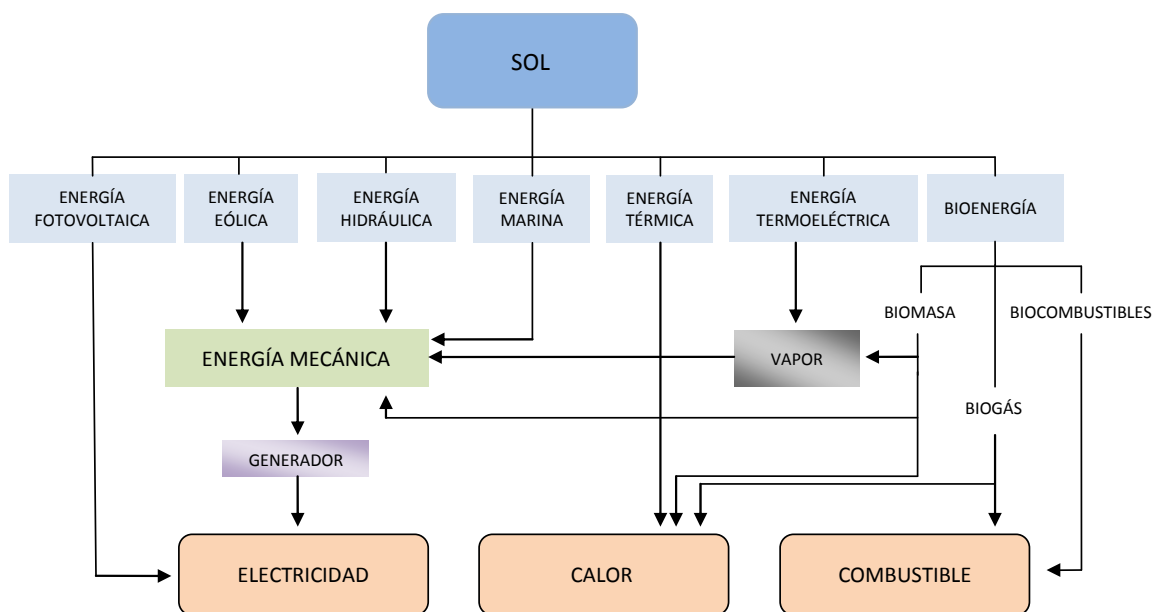
**Figura II.14.** Consumo de energía primaria en España en 2010.



Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Frente a este escenario, se comienza a desarrollar en nuestro país el sector de las EE.RR., cuya mayor apuesta es reducir la dependencia energética y el volumen de emisiones contaminantes a la atmósfera, ya que dichas energías proceden de recursos propios del territorio (por lo que no dependen de los mercados internacionales) y, además, son limpias, constituyendo la única alternativa para un autoabastecimiento energético sostenible en España. En este sentido, según los datos del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE, 2011), con excepción de un moderado aumento en la participación en el consumo de energía primaria de la energía nuclear, el resto de energías convencionales ha disminuido considerablemente su aportación. Como contrapunto, las EE.RR. han registrado un significativo incremento, aumentando su contribución un 22,6% con respecto al año 2009, representando en el balance energético de 2010 el 11,1% del consumo de energía primaria, frente al 9,3% de 2009. Bajo esta perspectiva, es importante tener en cuenta que casi todas las modalidades de EE.RR. tienen su origen en el Sol (figura II.15), ya que este es la causa de la radiación solar, las corrientes de aire, la evaporación de las aguas superficiales, etc., que, a su vez, son el origen de la energía eólica, marina, hidráulica, solar y bioenergética. Por lo tanto, teniendo en cuenta lo anterior, y que en nuestro país confluyen todos los requisitos para ser uno de los países europeos con mayor capacidad para aprovechar la energía del Sol - debido a su situación geográfica privilegiada-, tenemos un potencial envidiable para el desarrollo de las EE.RR.

Figura II.15. Fuentes de energías renovables.



Fuente: Elaboración propia.

Desde el punto de vista socioeconómico, la Asociación de Productores de Energías Renovables (2011) indica que la penetración de este tipo de energías en nuestro país en los últimos años ha tenido un impacto muy favorable en cuatro aspectos: (a) económico, siendo la contribución total del Sector de las Energías Renovables al PIB de España de aproximadamente diez mil millones de euros, lo cual representa el 0,94% del PIB de España, además de la aparición de nuevas actividades industriales de vanguardia a nivel mundial; (b) sociales, con una importante consecuencia en términos de empleo, ocupando directamente 54.925 personas e indirectamente a 56.530 en 2010; (c) medioambiental, pues durante el periodo 2005-2010 se evitó emitir más de 145 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, lo que significó un ahorro en derechos de emisiones de CO<sub>2</sub> de 499 millones de euros; y (d) de dependencia energética, ya que la generación de electricidad con EE.RR. evitó que se importasen más de 12,6 millones de tep en 2010, ascendiendo el ahorro por la sustitución de importaciones de combustibles fósiles a 2.302,2 millones de €. Por tanto, se puede afirmar que el desarrollo del sector de EE.RR. está produciendo un resultado positivo en la actividad económica y en el empleo en nuestro país. Además, se augura en el largo plazo que un mayor consumo de este tipo de energías propiciará un menor coste, pudiéndose generar economías de escala.

Por otra parte, nuestro país goza de un potencial de energía renovable sumamente importante y con oportunidades para el desarrollo de diferentes tecnologías (cuadro



II.4). Los objetivos del PER 2005-2010 se han cumplido para la mayoría de energías de origen renovable y en muchos casos se han sobrepasado, como es el caso de la solar fotovoltaica, eólica y termosolar, si bien otras energías, como la solar térmica y la bioenergía, han sufrido crecimientos mucho más lentos. Ahora bien, la implantación progresiva de EE.RR. se presenta como un objetivo altamente estratégico para disminuir la fuerte dependencia energética tanto de España en general (la producción de EE.RR. es solo del 11,1% del consumo total de energía) como de Canarias en particular (la producción de EE.RR. es del 3,1% del total). Así pues, teniendo en cuenta los importantes y diferentes recursos de los que dispone Canarias, se presenta como un urgente reto configurar un modelo basado en un nuevo *mix* energético, en el que el papel de las EE.RR. ocupe el puesto relevante que aún no tiene. En este sentido, Monedero (2012) indica que se necesita un cambio de paradigma en Canarias en el que se elimine el sistema de generación en régimen actual (donde las EE.RR. son solo un pequeño porcentaje) y se avance hacia un sistema eléctrico donde predominen las EE.RR. y el régimen ordinario sirva de apoyo.

**Cuadro II.4.** Producción energética española y canaria en términos de energía primaria (ktep) en 2010.

Energías	España	Canarias
<i>Generación de electricidad</i>		
Eólica	3.765	34
Solar fotovoltaica	558	17
Solar termoeléctrica	273	0
Biomasa	915	0
Biogás	193	0
Residuos sólidos urbanos	213	0
Hidráulica	3.390	0,14
<b>TOTAL ÁREA ELÉCTRICA</b>	<b>9.307</b>	<b>51,2</b>
<i>Usos térmicos</i>		
Solar térmica	183	6,5
Biomasa	3.691	0
Biogás	34	0
Geotermia	21	0
<b>TOTAL ÁREA TÉRMICA</b>	<b>3.929</b>	<b>6,5</b>
Biocombustibles	1.442	0
<b>TOTAL ENERGÍAS RENOVABLES</b>	<b>14.678</b>	<b>58</b>
<b>CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA</b>	<b>132.123</b>	<b>1.863</b>
<b>Energías Renovables/Total (%)</b>	<b>11,1%</b>	<b>3,1%</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Por tanto, la elección del sector de las EE.RR. como objetivo de esta investigación se justifica sobre la base de los siguientes argumentos: (a) es un sector que es susceptible de favorecer interesantes oportunidades empresariales; (b) es un sector altamente estratégico para el futuro energético nacional y, sobre todo, para el canario; y (c) al ser un sector que depende, en gran medida, de los recursos propios del territorio (*e.g.*, sol, viento, residuos, cultivos, agua), es propicio para el desarrollo y aplicación empírica del modelo para la evaluación de la competitividad territorial propuesto en el capítulo anterior.

A continuación se realizará una breve presentación de aquellos aspectos relevantes que hacen referencia al estado actual del sector de cada uno de los tipos de energía que están implantados en Canarias o que son potencialmente interesantes en dicho territorio. Este análisis se realizará sobre la base de los balances energéticos que se han producido entre los años 2000 y 2010, que es un periodo de tiempo que se ha estimado oportuno porque coincide con el desarrollo de estas energías en nuestro país. Los balances energéticos dan una idea objetiva de la evolución de los dos indicadores que representan el estado<sup>37</sup> de la estrategia energética de un territorio: la potencia instalada y la producción de energía. La potencia instalada nos dará idea del potencial energético que existe en el territorio y se evaluará en función de las unidades habituales en que se expresan cada una de las áreas tecnológicas (*e.g.*, MW, m<sup>2</sup> de panel, MWp<sup>38</sup>). Por su parte, la producción nos dará idea del consumo existente de cada una de las energías y se evaluará en términos de energía primaria (tep), por ser una unidad energética homogénea a todas las energías.

### 2.2.1. EL SUBSECTOR DE LA ENERGÍA EÓLICA

Desde el año 2001 la capacidad instalada mundial de generación eólica ha crecido un promedio anual del 23%, hasta alcanzar los 195 GW de potencia instalada en 2010. Europa, con 86 GW, es el área con un mayor desarrollo, ya que abarca el 43% del total mundial, por encima de América del Norte (44 GW) y Asia (59 GW)

---

<sup>37</sup> Es conveniente subrayar que la heterogeneidad implícita de cada una de las energías, así como su diferente grado de desarrollo tecnológico y los variados niveles de información disponible -o falta de ella en algunos casos-, hacen inevitable que el resultado de esta exposición refleje también algunas heterogeneidades, en cuanto al nivel de detalle, entre los distintos tipos de energía analizados.

<sup>38</sup> Para su caracterización, el módulo fotovoltaico se mide mediante la potencia pico (Wp), que se define como la máxima potencia eléctrica que este puede generar bajo las siguientes condiciones estándares de medida: una irradiación de 1 kW/m<sup>2</sup>, una masa de aire de 1,5 y 25°C de temperatura. Ahora bien, esta no es la máxima potencia que el panel fotovoltaico es capaz de generar; si las condiciones estándar son superadas (*e.g.*, con una irradiancia mayor), el panel podrá generar más potencia que la potencia pico.

(Eurobserv'ER, 2011<sup>39</sup>). En los últimos años la energía eólica también ha tenido un importante despliegue en nuestro país; tanto es así que, en potencia instalada y en tecnología propia e investigación, España puede presumir de ser uno de los principales países del mundo en esta energía. La energía eólica es el subsector de energía renovable que instaló una mayor cantidad de potencia en España durante el periodo 2000-2010 (cuadro II.5). De hecho, en tan solo una decena de años, la aportación de la energía eólica ha pasado de ser considerada insignificante a jugar un papel sustancial en el balance energético del país. Según los datos expuestos en Red Eléctrica de España<sup>40</sup> (REE), a principios de enero de 2011 la eólica acumulaba en España una potencia de unos 20.203 MW, situándose en segundo lugar en el contexto europeo detrás de Alemania (27.215 MW). Con estas cifras, el mercado español de instalaciones eólicas se sitúa en el tercer puesto en el mundo después de Estados Unidos y Alemania. Por otra parte, nuestro país es exportador de equipos, servicios y tecnología ligados a esta industria y el desarrollo de este subsector ha traído numerosas inversiones extranjeras. Al mismo tiempo, el alto grado de madurez alcanzado ha propiciado una elevada competitividad tecnológica, junto con expectativas de rentabilidad razonables capaces de animar la inversión privada (Asociación de Productores de Energías Renovables, 2011).

**Cuadro II.5.** Evolución de la potencia y la producción eólica instalada en España en el periodo 2000-2010.

Año	Potencia (MW)	Producción (ktep)
2000	1.458	302
2001	2.442	505
2002	4.057	838
2003	5.401	1.115
2004	7.321	1.511
2005	8.155	1.683
2006	11.606	1.958
2007	15.110	2.326
2008	16.546	2.735
2009	19.226	3.196
2010	20.203	3.765
Crecimiento (%)	39	37

Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo<sup>41</sup>.

<sup>39</sup> <http://www.eurobserv-er.org/downloads.asp> [fecha de consulta: mayo, 2011].

<sup>40</sup> [http://www.ree.es/sistema\\_electrico/informeSEE.asp](http://www.ree.es/sistema_electrico/informeSEE.asp) [fecha de consulta: julio, 2011].

<sup>41</sup> <http://www.MIEYT.es/energia/balances/Balances/Paginas/Balances.aspx> [fecha de consulta: marzo, 2009].

Si analizamos el potencial de generación eólica instalado en las distintas comunidades autónomas, expuesto en el cuadro II.6, observamos que destacan por potencia instalada Castilla-La Mancha, Castilla y León, y Galicia, siendo Castilla y León la que mantiene una posición de liderazgo con 4.382 MW. Estas tres comunidades autónomas juntas suman casi 11.500 MW, que supone el 56% de toda la potencia eólica instalada en España a finales de 2010. También podemos observar que algunas de las CC.AA. han superado o están muy cerca de los objetivos que se esperaba conseguir en el año 2010 según el PER 2005-2010.

**Cuadro II.6.** Potencia instalada para la generación de energía eólica por comunidad autónoma hasta 2010.

Comunidad Autónoma	Potencia (MW)	Objetivo 2010 (MW)
Andalucía	2.913	2.200
Aragón	1.699	2.400
Asturias	314	450
Baleares	4	50
C. Valenciana	1.050	1.600
Canarias	143	630
Cantabria	32	300
Castilla-La Mancha	3.728	2.600
Castilla y León	4.382	2.700
Cataluña	859	1.000
Ceuta y Melilla	0	0
Extremadura	0	225
Galicia	3.290	3.400
La Rioja	430	500
Madrid	0	50
Murcia	191	400
Navarra	976	1.400
País Vasco	194	250
Total	20.203	20.155

Fuente: REE (2011) y PER 2005-2010 (p. 63).

De los datos expuestos anteriormente, llama la atención que disponiendo Canarias de un gran potencial eólico -debido a la presencia de los vientos alisios que se caracterizan por ser constantes tanto en velocidad como en dirección-, no se haya producido un desarrollo más importante en este subsector y ocupe los últimos

puestos en el contexto nacional. Esta situación está relacionada, en gran medida, con la puesta en práctica del concurso eólico, que ha limitado el correcto desarrollo del subsector en Canarias. En este sentido, en la Comunidad Canaria (al igual que en Cantabria, Galicia o Extremadura) se establece que como paso previo a la instalación de un parque eólico, se debe convocar un concurso público para asignar una determinada potencia eólica que establece el Estado. En 2004 se convocó mediante la Orden de 14 de octubre<sup>42</sup> un concurso para asignar en Canarias 344 MW eólicos, pero dicho concurso fue finalmente anulado, y no es hasta el año 2007 cuando se publicó la Orden de 27 de abril<sup>43</sup>, donde se convocaba un nuevo concurso para asignar una potencia total de 440 MW. Según indica el Cluster-RICAM (2010), han sido tales los retrasos existentes en el proceso para la asignación de potencia eólica en Canarias, que existe una gran demora en la resolución de las solicitudes. A esta circunstancia se sumó el Acuerdo del Consejo de Ministros de 3 de noviembre de 2009, por el cual se cerró el proceso de inscripciones a nivel nacional por alcanzarse el límite fijado en el PER 2005-2010. Ahora bien, con el Real Decreto-ley 1/2012<sup>44</sup>, por el que se suspenden los procedimientos de preasignación de retribución y se suprimen los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, el subsector eólico se ha quedado nuevamente estancado. Todo lo anterior se ha concretado en que, aunque Canarias fue pionera en la instalación de potencia eólica desde principios de los años noventa, su crecimiento ha sido muy lento, llegándose al 2010 con una potencia instalada de 143 MW (cuadro II.7) cuando el objetivo para el 2015 -según el *Plan Energético de Canarias*<sup>45</sup> 2006-2015- es de 1.025 MW.

**Cuadro II.7.** Evolución de la potencia y la producción eólica instalada en Canarias en el periodo 2000-2010.

Año	Potencia (MW)	Producción (ktep)
2000	96	20
2001	116	28
2002	126	30
2003	130	29
2004	136	28

<sup>42</sup> <http://www.gobcan.es/boc/2004/209/007.html> [fecha de consulta: mayo, 2011].

<sup>43</sup> <http://www.gobiernodecanarias.org/boc/2007/089/boc-2007-089-010.pdf> [fecha de consulta: julio, 2011].

<sup>44</sup> [http://www.minetur.gob.es/es-ES/Novedades/Documents/RDL\\_1\\_2012Preasignacion.pdf](http://www.minetur.gob.es/es-ES/Novedades/Documents/RDL_1_2012Preasignacion.pdf) [fecha de consulta: enero, 2012].

<sup>45</sup> En adelante, PECAN.

Año	Potencia (MW)	Producción (ktep)
2005	137	27
2006	140	25
2007	140	30
2008	141	33
2009	142	34
2010	143	34
Crecimiento (%)	5	7

Fuente: REE (2011).

## 2.2.2. EL SUBSECTOR DE LA ENERGÍA SOLAR

### Fotovoltaica

A finales de 2010, la potencia de energía fotovoltaica acumulada en el mundo era de aproximadamente 40.000 MWp según datos de la European Photovoltaic Industry Association<sup>46</sup>, de los cuales un 73% (cerca de 29.328 MWp) se localiza en la Unión Europea. Las tres áreas de mayor interés en el mundo, según la potencia acumulada, son Europa (destacando Alemania y España, con más de un 52% del total mundial), Japón y Estados Unidos. Japón con cerca de 3.622 MW acumulados y Estados Unidos con aproximadamente 2.727 MW representan solamente el 9% y el 6,8% respectivamente de la potencia total. Como dato comparativo se puede comprobar en Eurobserv'ER (2011) que en 2010 Europa instaló 13.023 MWp, frente a los 483 MWp de Japón o los 800 MWp de Estados Unidos. En lo que respecta a España, la potencia instalada acumulada hasta 2010 ha sido de 3.643 MW, llegándose a una demanda de energía fotovoltaica de 558 ktep (cuadro II.8). En dicho cuadro se puede observar el importantísimo incremento del subsector en el año 2008<sup>47</sup>, que fue debido a la aparición del Real Decreto 661/2007 que incentivó el desarrollo de potencia fotovoltaica. Tanto es así, que ese año alzó a nuestro país al primer puesto del *ranking* mundial, por delante de Alemania según la Asociación de la Industria Fotovoltaica<sup>48</sup>. El importante crecimiento de las solicitudes de instalación de potencia -la potencia instalada creció un 51% desde 2006 hasta 2008- dio lugar al

<sup>46</sup> <http://www.epia.org/> [fecha de consulta: enero, 2010].

<sup>47</sup> España fue el país en el que más creció la energía solar fotovoltaica en 2008. El incremento fue tal que ningún otro país, incluido Alemania (el líder hasta 2007), pudo seguir el ritmo de la industria fotovoltaica española.

<sup>48</sup> <http://www.asif.org/index.php> [fecha de consulta: enero, 2010].

Real Decreto 1578/2008<sup>49</sup>, que modificó nuevamente el marco regulatorio ya que la industria nacional no pudo atender el aumento de potencia que se produjo para beneficiarse del Real Decreto 661/2007. Este real decreto, junto a otras nuevas normativas como el Real Decreto-ley 14/2010<sup>50</sup>, han hecho experimentar un severo ajuste en este subsector que ha significado un escaso crecimiento de la potencia instalada del 1,4% entre 2008 y 2010.

**Cuadro II.8.** Evolución de la potencia y la producción de energía fotovoltaica instalada en España en el periodo 2000-2010.

Año	Potencia (MWp)	Producción (ktep)
2000	2	0
2001	6	1
2002	11	2
2003	18	3
2004	28	4
2005	37	5
2006	118	15
2007	516	40
2008	3.270	216
2009	3.417	523
2010	3.643	558
Crecimiento (%)	156	120 <sup>51</sup>

Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Atendiendo al potencial de energía fotovoltaica instalada en las comunidades autónomas (cuadro II.9), se puede observar que las principales regiones españolas por potencia instalada son Castilla-La Mancha, Andalucía, Castilla y León, y Extremadura. Estas cuatro comunidades autónomas juntas suman 2.261 MW, aproximadamente el 62% de toda la potencia fotovoltaica instalada en España a finales de 2010. A su vez, podemos comprobar que en 2010 la mayoría de las CC.AA. han superado de una forma espectacular las previsiones que el PER 2005-2010 tenía previstas para la energía fotovoltaica en 2010.

<sup>49</sup> <http://www.boe.es/boe/dias/2008/09/27/pdfs/A39117-39125.pdf> [fecha de consulta: febrero, 2010].

<sup>50</sup> <http://www.boe.es/boe/dias/2010/12/24/pdfs/BOE-A-2010-19757.pdf> [fecha de consulta: marzo, 2011].

<sup>51</sup> En este caso se ha considerado el crecimiento en el periodo 2001-2010.

**Cuadro II.9.** Potencia instalada para la generación de energía fotovoltaica por comunidad autónoma hasta 2010.

Comunidad Autónoma	Potencia (MWp)	Objetivo 2010 (MWp)
Andalucía	715	51,24
Aragón	148	16,75
Asturias	1	9,27
Baleares	59	17,74
C. Valenciana	251	34,08
Canarias	125	17,24
Cantabria	2	9,21
Castilla-La Mancha	792	13,42
Castilla y León	380	28,33
Cataluña	192	56,59
Ceuta y Melilla	0	0
Extremadura	374	13,39
Galicia	11	24,00
La Rioja	76	9,23
Madrid	82	31,71
Murcia	288	20,06
Navarra	127	19,64
País Vasco	18	26,10
Total	3.643	398,00

Fuente: REE (2011) y PER 2005-2010 (p.179).

En el cuadro II.9 también se puede observar que Canarias ocupa un lugar muy discreto en cuanto al desarrollo de esta energía aunque, por su localización geográfica, disfruta de características excepcionales para su desarrollo. En este sentido, el Cluster-RICAM (2010) argumenta que el gran inconveniente para el desarrollo de este subsector en Canarias está relacionado con el sistema de cupos (actualmente en suspenso por el Real Decreto-ley 1/2012) que se establecía para controlar la potencia instalada por energía solar fotovoltaica. Este sistema, a juicio de esta asociación, tuvo dos efectos negativos: (a) no permitía sobrepasar una determinada cifra en el contexto nacional, no dejando opción a establecer diferencias según el tipo de territorio; y (b) generaba incertidumbre en el inversor, ya que le obliga a realizar una costosa tramitación administrativa antes de saber si va a entrar en el cupo solicitado.



La primera de las dos limitaciones descritas anteriormente es la que afectó más directamente a las Islas. En este sentido, Canarias presenta características únicas dentro del conjunto del país, ya que es el único sistema eléctrico aislado de España compuesto, a su vez, por seis sistemas independientes<sup>52</sup>. Sin embargo, la normativa trató por igual a todas las comunidades autónomas sin tener en cuenta que la potencia instalada en el resto de España no tiene efectos sobre la estabilidad de los sistemas energéticos insulares. En este sentido, el Cluster-RICAM (2011) argumenta que el avance conseguido en cuanto al recurso solar en Canarias en el periodo 2005-2010 no ha sido más exitoso debido a una legislación pensada para un territorio continental que dispone de alternativas energéticas con otros sistemas eléctricos. En este sentido, según el mismo documento, esta normativa favoreció que Canarias pasara de ser una región pujante en materia de energía fotovoltaica a estar muy rezagada en el contexto estatal por las complejidades añadidas de un territorio fragmentado y alejado. Todas estas circunstancias han implicado que esta región tenga instalada en 2010 una potencia de 125 MW (véase cuadro II.10) cuando el objetivo para el 2015 -según el PECAN 2006-2015- es de 238 MW. En la actualidad, con la aprobación del Real Decreto-ley 1/2012, el sector se encuentra prácticamente paralizado.

**Cuadro II.10.** Evolución de la potencia y la producción fotovoltaica instalada en Canarias en el periodo 2005-2010.

Año	Potencia (MWp)	Producción (ktep)
2005	1	0
2006	7	0
2007	15	2
2008	63	5
2009	91	12
2010	125	17
Crecimiento (%)	83	31 <sup>53</sup>

Fuente: REE (2011).

<sup>52</sup> El sistema canario está compuesto por seis parques de generación eléctrica. Los de mayor dimensión son los de Gran Canaria, Tenerife y el compartido entre Lanzarote y Fuerteventura; los tres restantes son mucho más pequeños y corresponden a La Palma, La Gomera y El Hierro.

<sup>53</sup> En este caso se ha dispuesto de datos solo para el periodo 2007-2010.

### Solar térmica

Solar Heat Worldwide (2010) calcula que la superficie de instalaciones solares térmicas colocadas en el mundo alcanzaba a finales de 2008 los 217 millones de metros cuadrados. Los principales países son China, Japón, Europa, Estados Unidos, Australia y Canadá, que juntos cuentan con el 86,3% del total de las instalaciones. Respecto al mercado europeo, European Solar Thermal Industry Federation<sup>54</sup> indica que la energía solar térmica puede aportar un 6,3% del 20% de lo que la Unión Europea establece como meta para las EE.RR. por la Directiva RES (2009/28/EC), lo que representa una tasa anual de crecimiento del 26%. El subsector de energía solar térmica europeo alcanzó un crecimiento espectacular del 60% en 2008, con más de 4,5 millones de metros instalados, lo que se explica por las espectaculares cifras de Alemania, que experimentó un crecimiento de hasta el 100% en 2008, y por el impulso del mercado en los países del sur de Europa, que también contribuyeron a ello. Ahora bien, según los datos de EurObserv'ER (2010), el mercado de esta energía se ha reducido en 2010, ya que en este año se alcanzó una cifra de 3.700.000 m<sup>2</sup> instalados, que es un 10% menos que en 2009 y un 18,6% menos que en 2008.

Teniendo en cuenta los datos facilitados por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, la capacidad anual instalada de energía solar térmica en España en el año 2010 fue de 2.365.000 m<sup>2</sup> (cuadro II.11), lo que se tradujo en una producción en términos de energía primaria de 183 ktep. Estos valores están muy por debajo de las posibilidades de su mercado potencial, teniendo en cuenta que el PER 2005-2010 estimó que la potencia a instalar hasta 2010 podría alcanzar un total de 4.800.000 m<sup>2</sup> entre los diferentes tipos de aplicaciones. Con la entrada en vigor en 2006 del Código Técnico de la Edificación<sup>55</sup>, que obliga a instalar una parte de energía solar para agua caliente en todas las viviendas de nueva construcción, junto a las medidas ya puestas en marcha con anterioridad, se ha dado un impulso a un subsector con excelentes perspectivas a medio y largo plazo. En la actualidad, el principal cliente de energía solar térmica en España es el usuario particular, que solicita la instalación de captadores solares de baja temperatura para el consumo de agua caliente sanitaria, y los hoteles y restaurantes, en los que existe un creciente interés por este tipo de soluciones energéticas.

---

<sup>54</sup> <http://www.estif.org/home/> [fecha de consulta: enero, 2010].

<sup>55</sup> <http://www.boe.es/boe/dias/2006/03/28/pdfs/A11816-11831.pdf> [fecha de consulta: enero, 2010].

**Cuadro II.11.** Evolución de la superficie instalada y de la producción de energía solar térmica en España en el periodo 2000-2010.

Año	Potencial (miles de m <sup>2</sup> )	Producción (ktep)
2000	159	7
2001	205	9
2002	271	13
2003	341	19
2004	431	25
2005	701	51
2006	930	72
2007	1.199	95
2008	1.665	129
2009	2.017	156
2010	2.365	183
Crecimiento (%)	40	50

Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Considerando el subsector de energía solar térmica en las comunidades autónomas (cuadro II.12), a finales de 2006 la mayoría de ellas aún tenían un cumplimiento muy bajo de sus objetivos según las previsiones que se realizaron en el PER 2005-2010 para el área solar térmica. En valores absolutos, Andalucía es, con diferencia, la comunidad autónoma que más superficie tenía instalada, con 292.895 m<sup>2</sup>, seguida de lejos por Cataluña, con 133.700m<sup>2</sup>.

**Cuadro II.12.** Superficie con energía solar térmica instalada en España (miles de m<sup>2</sup>) por comunidad autónoma hasta 2006<sup>56</sup>.

Comunidad Autónoma	Potencial (m <sup>2</sup> )	Objetivo 2010 (m <sup>2</sup> )
Andalucía	292.895	998.846
Aragón	8.635	88.360
Asturias	17.340	42.370
Baleares	86.244	545.940
C. Valenciana	80.255	483.746
Canarias	75.759	612.135
Cantabria	2.486	21.696
Castilla-Mancha	11.999	297.767

<sup>56</sup> El año 2006 es del que se han conseguido datos más recientes por CC.AA.

Comunidad Autónoma	Potencial (m <sup>2</sup> )	Objetivo 2010 (m <sup>2</sup> )
Castilla y León	56.048	265.177
Cataluña	133.700	558.570
Ceuta y Melilla	98	0
Extremadura	3.820	170.055
Galicia	14.406	44.448
La Rioja	248	20.856
Madrid	56.258	338.709
Murcia	25.405	142.769
Navarra	17.857	83.200
País Vasco	12.094	126.248
Total	930.236	4.840.892

Fuente: IDAE (2007) y PER 2005-2010 (p.102).

Al igual que en el caso de la energía eólica y fotovoltaica, la situación geográfica del archipiélago canario, así como su favorable climatología, aportan unas posibilidades muy propicias para el desarrollo de este subsector. Actualmente la aplicación de esta energía en las Islas se centra en la producción de agua caliente sanitaria en los sectores domésticos y turísticos. Según los datos suministrados por la Consejería de Empleo, Industria y Comercio (CEIYC) del Gobierno de Canarias (2009), la superficie de paneles de energía solar térmica instalada en Canarias a finales de 2008<sup>57</sup> era de 84.433 m<sup>2</sup> (cuadro II.13), que también está muy por debajo de los 365.000 m<sup>2</sup>, que es el objetivo marcado por el PECAN 2006-2015 para el 2015.

**Cuadro II.13.** Evolución de la superficie instalada y de la producción de energía solar térmica en Canarias en el periodo 2000-2008.

Año	Potencial (m <sup>2</sup> )	Producción (ktep)
2000	43.114	3,3
2001	47.495	3,6
2002	51.237	3,9
2003	57.211	4,4
2004	61.638	4,8

<sup>57</sup> Esta estimación tan solo contabiliza los datos de superficie de paneles instalados que han sido subvencionados por organismos locales y estatales, por lo que existen más instalaciones que están actualmente en funcionamiento pero que no se computan en el total mencionado por carecerse de un registro de las mismas.

Año	Potencial (m <sup>2</sup> )	Producción (ktep)
2005	66.153	5,1
2006	75.758	5,9
2007	82.346	6,3
2008	84.433	6,5
Crecimiento (%)	9	9

Fuente: CEIYC del Gobierno de Canarias (2009).

### Termoeléctrica

En el PER 2011-2020 se refleja que en el año 2010 la potencia total en operación de energía solar termoeléctrica en el mundo era de 1.061 MW, de los cuales 682 MW se localizan en España, lo que representa un 60% del total mundial. Aunque estas cifras son reducidas, Greenpeace (2009) asegura que este subsector tiene un futuro prometedor por delante y reconoce que la energía termoeléctrica podría proporcionar aproximadamente el 11% de la electricidad mundial en el año 2050 (un potencial que está atrayendo a un número cada vez mayor de empresas). Prueba de ello es que la potencia en construcción en el mundo es de 1.160 MW, de los cuales 1.000 MW se localizaban en España a finales de 2010, lo que supone aproximadamente un 86% del total mundial en construcción. Un ejemplo de las grandes oportunidades en este subsector es la formación de consorcios nacionales e internacionales en torno a proyectos específicos, como por ejemplo Protermosolar<sup>58</sup>, que es una asociación que reúne a cerca de sesenta empresas españolas del subsector de la energía solar térmica de media y alta temperatura -entre los que se encuentran todas las principales empresas españolas del subsector-; y el programa Desertec<sup>59</sup>, con una docena de empresas internacionales (nueve alemanas, una argentina, una suiza y una española) agrupadas en torno a este proyecto industrial. En este sentido, la última directiva comunitaria de EE.RR. (2009/28/CE) podría constituir un elemento clave en el desarrollo del subsector, ya que establece un mecanismo de cooperación entre países, de tal manera que, por ejemplo, una nación del norte de Europa pueda conseguir sus objetivos nacionales de EE.RR. con las plantas solares termoeléctricas instaladas en España.

Por lo visto anteriormente, se puede entender que nuestro país se ha convertido en un referente mundial en energía solar termoeléctrica gracias a su disponibilidad de

<sup>58</sup> <http://www.protermosolar.com/> [fecha de consulta: enero, 2010].

<sup>59</sup> <http://www.desertec.org/> [fecha de consulta: febrero, 2010]

radiación solar, una base tecnológica avanzada, al disponer de la Plataforma Solar de Almería<sup>60</sup>, y un marco regulatorio favorable<sup>61</sup> hasta ahora. El dinamismo del subsector solar termoeléctrico español queda patente al considerar que a finales de 2004 no se había puesto en marcha ningún proyecto de este tipo de energía según el PER 2005-2010, mientras que, según los datos del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, en 2010 ya se tenían instalados 682 MW (véase cuadro II.14), sobrepasando el objetivo de 405 MW establecido en el mencionado plan.

**Cuadro II.14.** Evolución de la potencia y la producción termoeléctrica instalada en España en el periodo 2007-2010.

Año	Potencia (MW)	Producción (ktep)
2007	11	2
2008	61	6
2009	232	38
2010	682	273
Crecimiento (%)	67	85

Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Atendiendo a la situación por comunidades autónomas, esta es muy desigual (cuadro II.15), concentrándose la mayoría de las iniciativas más consolidadas en Andalucía, Castilla-La Mancha, Extremadura y, en mucha menor medida, Murcia. De este cuadro también se desprende que, aunque en el PER 2005-2010 se planificaba conseguir en Canarias 25 MW en 2010, en la actualidad no se ha construido ninguna instalación de este tipo en el archipiélago a pesar de las excelentes condiciones de radiación solar.

**Cuadro II.15.** Potencia instalada para la generación de electricidad mediante energía termoeléctrica por comunidad autónoma hasta 2010.

Comunidad Autónoma	Potencia (MW)	Objetivo 2010 (MW)
Andalucía	331	230
Aragón	0	0
Asturias	0	0

<sup>60</sup> La Plataforma Solar de Almería (PSA), perteneciente al Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), es el mayor centro de investigación, desarrollo y ensayos de Europa dedicado a las tecnologías solares de concentración.

<sup>61</sup> Hasta la aprobación del Real Decreto-ley 1/2012, los Reales Decretos 436/2004 (BOE del 27/03/04) y 2351/2004 (BOE del 24/12/04) supusieron un impulso importante para la actividad industrial española en relación con las centrales solares termoeléctricas.

Comunidad Autónoma	Potencia (MW)	Objetivo 2010 (MW)
Baleares	0	0
C. Valenciana	0	0
Canarias	0	25
Cantabria	0	0
Castilla-La Mancha	100	50
Castilla y León	0	0
Cataluña	0	0
Ceuta y Melilla	0	0
Extremadura	250	25
Galicia	0	0
La Rioja	0	0
Madrid	0	25
Murcia	1	50
Navarra	0	0
País Vasco	0	0
Total	682	405

Fuente: REE (2011) y PER 2005-2010 (p. 146).

### 2.2.3. EL SUBSECTOR DE LA ENERGÍA HIDRÁULICA

La energía hidroeléctrica es uno de los recursos cuantitativamente más importantes dentro de la estructura de las EE.RR. Según los datos del PER 2011-2020, la producción mundial de esta energía alcanza anualmente los 3.000 TWh, lo que representa el 20% de la producción mundial de electricidad, y en los países en desarrollo este porcentaje se eleva hasta el 33%, lo que la convierte en la renovable más utilizada, siendo Canadá, Estados Unidos y China los mayores productores del mundo.

Por su parte, España cuenta con un consolidado sistema de generación de energía hidroeléctrica y un subsector tecnológicamente maduro, ocupando un papel destacado en el área hidroeléctrica a nivel europeo, con un tercer lugar respecto al resto de países de la Unión Europea en cuanto a potencia hidroeléctrica instalada con centrales menores de 10 MW, y el cuarto lugar en cuanto a centrales de potencia mayor de 10 MW (EurObserv'ER, 2009). Con estas magnitudes, el parque hidroeléctrico español supone el 10% del parque de la UE-25, lo que se debe a varios factores, como la existencia de importantes recursos hidrológicos y una larga tradición histórica en el desarrollo de aprovechamientos hidroeléctricos, sobre todo a

partir de presas. Según el PER 2011-2020, aproximadamente un 40% de esa capacidad actual corresponde a embalses hidroeléctricos, que es una de las proporciones más altas de Europa y del mundo. En el cuadro II.16 podemos apreciar que la energía hidráulica se consolida por ser la energía renovable más madura, con un aumento de la producción de energía del 3% en el periodo 2004-2010.

**Cuadro II.16.** Evolución de la potencia y la producción de energía hidráulica para el periodo 2004-2010.

Año	Potencia (MW)	Producción (ktep)
2004	18.058	2.725
2005	18.167	2.943
2006	18.278	2.274
2007	18.373	2.342
2008	18.451	2.001
2009	18.504	2.258
2010	19.555	3.390
Crecimiento (%)	1	3

Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Respecto a las comunidades autónomas, podemos observar en el cuadro II.17 que las que destacan son Castilla y León, Galicia, Cataluña y Extremadura.

**Cuadro II.17.** Potencia instalada de energía hidráulica por comunidad autónoma hasta 2010.

Comunidad Autónoma	Potencia (MW)
Andalucía	1.190
Aragón	1.563
Asturias	825
Baleares	0
Valenciana	1.258
Canarias	1,3
Cantabria	462
Castilla-La Mancha	981
Castilla y León	4.461
Cataluña	2.384
Ceuta y Melilla	0
Extremadura	2.312



Comunidad Autónoma	Potencia (MW)
Galicia	3.523
La Rioja	56
Madrid	100
Murcia	38
Navarra	226
País Vasco	174
TOTAL	19.555

Fuente: REE (2011).

La tabla anterior refleja los limitados recursos hidrológicos que existen en las Islas, contando tan solo con dos centrales minihidráulicas que generan 1,26 MW (cuadro II.18) localizadas en las islas con mayor potencial para este tipo de energía: La Palma y Tenerife. Según los datos de la CEIYC del Gobierno de Canarias (2009), la central de El Mulato (situada en la isla de La Palma) dispone de una potencia instalada de 800 kW y actualmente se encuentra en fase de repotenciación. En Tenerife se encuentra la central minihidráulica Vergara-La Guancha con 463 kW, la cual está también en fase de repotenciación. Además, también se pretende poner en marcha la nueva central minihidráulica Altos de Icod-El Reventón con una potencia instalada de 757 kW, mediante la cual se obtendrá un mayor aprovechamiento hidroeléctrico de los recursos hidrológicos del norte de la isla de Tenerife. En cualquier caso, en 2010 en Canarias se disponía solo de una potencia instalada de 1,26 MW cuando el objetivo para el 2015 -según el PECAN 2006-2015- es de 13,6 MW.

**Cuadro II.18.** Evolución de la potencia y la producción minihidráulica instalada en Canarias en el periodo 2000-2008.

Año	Potencia (MW)	Producción (ktep)
2000	1,26	0,38
2001	1,26	0,37
2002	1,26	0,22
2003	1,26	0,28
2004	1,26	0,24
2005	1,26	0,20
2006	1,26	0,00
2007	1,26	0,10
2008	1,26	0,14
Crecimiento (%)	0	-12

Fuente: CEIYC del Gobierno de Canarias (2009).

En referencia al corto plazo, es necesario reseñar que en la actualidad se está construyendo una central hidroeléctrica en la isla de El Hierro<sup>62</sup>, cuyo objetivo es generar el 80% de la energía vertida a la red de distribución insular. Este sistema está compuesto por dos depósitos de agua a distinto nivel, un parque eólico de 10 MW (cuya función es bombear el agua del depósito inferior al superior) y una central hidroeléctrica de 10 MW que aprovechará la diferencia de nivel de 682 metros que existe entre los dos depósitos. En el medio plazo, también existe en la isla de Gran Canaria un proyecto para la construcción de una planta hidroeléctrica reversible entre las presas de Chira y Soria<sup>63</sup> (aprovechando el desnivel de 400 m existente entre ellas) mediante la inclusión de tres grupos de 50 MW, los cuales, con un combinación adecuada -dos producirán energía y otro bombeará-, podrán servir para hacer frente a una parte significativa del actual consumo eléctrico de la isla.

#### 2.2.4. EL SUBSECTOR DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA

Según el PER 2011-2020, Estados Unidos es el país líder en producción de electricidad a partir de energía geotérmica, con una potencia total instalada de 3.093 MW en el año 2010, seguido de Filipinas, Indonesia, México e Italia. Es oportuno destacar que actualmente el país más activo ha sido Islandia, que ha doblado su potencia instalada en los últimos años. En Europa la utilización de este tipo de recurso energético se realiza en tres aplicaciones diferentes: eléctrica, calor del subsuelo y calor superficial (utilizando bombas de calor geotérmicas). La producción de electricidad bruta a partir de energía geotérmica en los países de la Unión Europea, según los datos obtenidos por EurObserv'ER (2009), ascendió a 5.809 GWh en 2008. Las aplicaciones de producción de calor más comunes en la Unión Europea son las que aplican energía geotérmica profunda, utilizándola dieciocho de los veintisiete países, consiguiéndose una capacidad instalada de 689,2 ktep. Hungría es el país que más utiliza la energía geotérmica para la generación de calor (189,6 ktep), seguida de Italia (176,7 ktep), utilizándose principalmente en establecimientos termales, piscinas públicas, invernaderos y usos industriales. En lo que respecta al aprovechamiento de los recursos geotérmicos superficiales utilizando bombas de calor geotérmicas, se superaron las 100.000 instalaciones en 2008 (lo que supuso un 9% de crecimiento), llegándose a finales de dicho año a un total de 785.206 sistemas instalados en la Unión Europea.

---

<sup>62</sup> Para más información sobre esta infraestructura, consultar en <http://www.elhierro.es/files/Proyectos/Resumen%20proyecto%20central%20hidroeoica.pdf> [fecha de consulta: enero, 2011].

<sup>63</sup> Para más información sobre esta infraestructura, consultar en <http://www.aguasgrancanaria.com/doc/presas/CentralReversible.pdf> [fecha de consulta: mayo, 2011].

Desde el punto de vista del potencial de este recurso en nuestro país, el primer estudio lo realizó, en la década de los setenta, el Instituto Geológico y Minero de España (1985) mediante la realización del Inventario General de Manifestaciones Geotérmicas, procediéndose a una selección de las áreas de mayor interés geotérmico. Según indica el IDAE<sup>64</sup> en su balance energético de 2010, se van consolidando en nuestro país las aplicaciones de baja temperatura, especialmente con la utilización de la bomba de calor; en aplicaciones de media temperatura ya hay avances en proyectos de calefacciones de distrito, mientras que las aplicaciones de alta temperatura siguen en evaluación, si bien estudios al respecto revelan un potencial de 1.000 MW. En el cuadro II.19 se presenta la evolución de la producción geotérmica en España en el periodo 2000-2010 observándose una evolución creciente que ha supuesto un crecimiento del 27% en la última década.

**Cuadro II.19.** Evolución de la energía geotérmica en España en el periodo 2000-2010.

Año	Producción (ktep)
2000	3
2001	4
2002	4
2003	4
2004	4
2005	4
2006	8
2007	8
2008	8
2009	9
2010	21
Crecimiento (%)	27

Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

El origen volcánico de las Islas Canarias hace pensar en la existencia de un potencial interesante para la generación de energía geotérmica en este territorio. En este sentido, el PECAN 2006-2015 indica que en los últimos años se han desarrollado algunos estudios que valoran las islas con posibilidades de existencia de yacimientos de alta temperatura, concretamente el Instituto Tecnológico y de Energías

<sup>64</sup>[http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos\\_Balance\\_energetico\\_2010\\_y\\_perspectivas\\_2011\\_DGIDAE\\_Version\\_Libro\\_2011\\_e518ed81.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_Balance_energetico_2010_y_perspectivas_2011_DGIDAE_Version_Libro_2011_e518ed81.pdf) [fecha de consulta: enero, 2011].

Renovables (ITER) lidera en la actualidad un proyecto cuya finalidad es conseguir información para determinar si se puede explotar la energía geotérmica que hay en el subsuelo de Tenerife, Gran Canaria y La Palma. Ahora bien, hasta el momento no se han encontrado almacenes geotérmicos explotables comercialmente.

#### 2.2.5. EL SUBSECTOR DE LA ENERGÍA MARINA

A pesar de que el potencial energético del mar es enorme, el aprovechamiento de las energías de este recurso natural está en una etapa relativamente temprana de desarrollo tecnológico, en comparación con otras fuentes renovables. Actualmente, países como Australia, Estados Unidos, India, China o Japón están desarrollando diversos sistemas y plantas de producción energéticas. Por su parte, la European Thematic Network on Wave Energy (2002) indica que Europa es uno de los continentes con más recursos de energía marina del mundo, superado solamente por algunos lugares de América del Sur y de las Antípodas. Su capacidad energética en el Atlántico varía entre 25 kW/m en la región más al sur de Europa (Islas Canarias) y 75 kW/m en Irlanda y en Escocia, donde se pretende desarrollar los mayores proyectos de corrientes de mareas del mundo. En el Mediterráneo su potencial es mucho menor, oscilando entre 4 y 13 kW/m, registrándose los mayores valores en la zona suroeste del mar Egeo. Francia, Dinamarca, Irlanda, Países Bajos, Portugal, España, Reino Unido e Italia son los países europeos donde se ha considerado la energía de las olas como una fuente energética viable y donde los gobiernos han impulsado importantes programas de investigación y desarrollo, siendo el Reino Unido el país dominante en este tipo de energía a mediados de la pasada década, seguido a cierta distancia de Francia, Portugal, España y Dinamarca (Westwood, 2004).

España posee un importante potencial energético marino y por las características de nuestra costa, se dispone de un recurso de gran calidad para su viabilidad y desarrollo. Sin embargo, actualmente este tipo de energía todavía tiene un desarrollo muy reducido y las iniciativas a nivel nacional se reducen a proyectos de demostración. Respecto al potencial de este recurso por comunidad autónoma, en el cuadro II.20 se presentan valores de la potencia media a: profundidades indefinidas, 100, 50 y 20 metros. A la vista de sus datos, se puede afirmar que Galicia presenta los valores de potencial de energía más elevados, el mar Cantábrico es el segundo lugar del litoral en cuanto a recurso, y el tercero las costas de Canarias.

**Cuadro II.20.** Potencial para la generación de energía marina por comunidad autónoma.

Comunidad Autónoma	Potencia a profundidades indefinidas (kW/m)	Potencia a 100 m (kW/m)	Potencia a 50 m (kW/m)	Potencia a 20 m (kW/m)
Andalucía	4,50	3,42	3,06	2,53
Asturias	35,14	21,51	17,48	13,55
Baleares	5,11	4,56	3,63	2,01
C. Valenciana	2,96	2,86	2,30	1,70
Canarias	13,59	9,70	8,94	7,53
Cantabria	30,97	22,94	18,96	14,94
Cataluña	4,17	3,13	2,26	1,62
Melilla	5,40	4,65	3,50	3,20
Galicia	37,97	30,26	25,21	17,08
Murcia	3,08	2,25	1,43	1,07
País Vasco	26,68	19,89	15,18	12,2

Fuente: PER 2011-2020 (p. 224-225)

Teniendo en cuenta el cuadro anterior, aunque actualmente no existe ninguna instalación de este tipo en Canarias, el potencial energético de las olas en las Islas podría posibilitar la instalación de estas centrales. En este sentido, actualmente se está desarrollando el proyecto PLOCAN<sup>65</sup> que albergará en un futuro próximo un banco de pruebas para el aprovechamiento de energías del mar (eólica *off-shore*, maremotriz, corrientes marinas, etc.).

## 2.3. MEDICIÓN DE LA COMPETITIVIDAD TERRITORIAL PARA EL DESARROLLO DE LAS EE.RR. MEDIANTE SIG

### 2.3.1. MEDICIÓN DE LOS RECURSOS

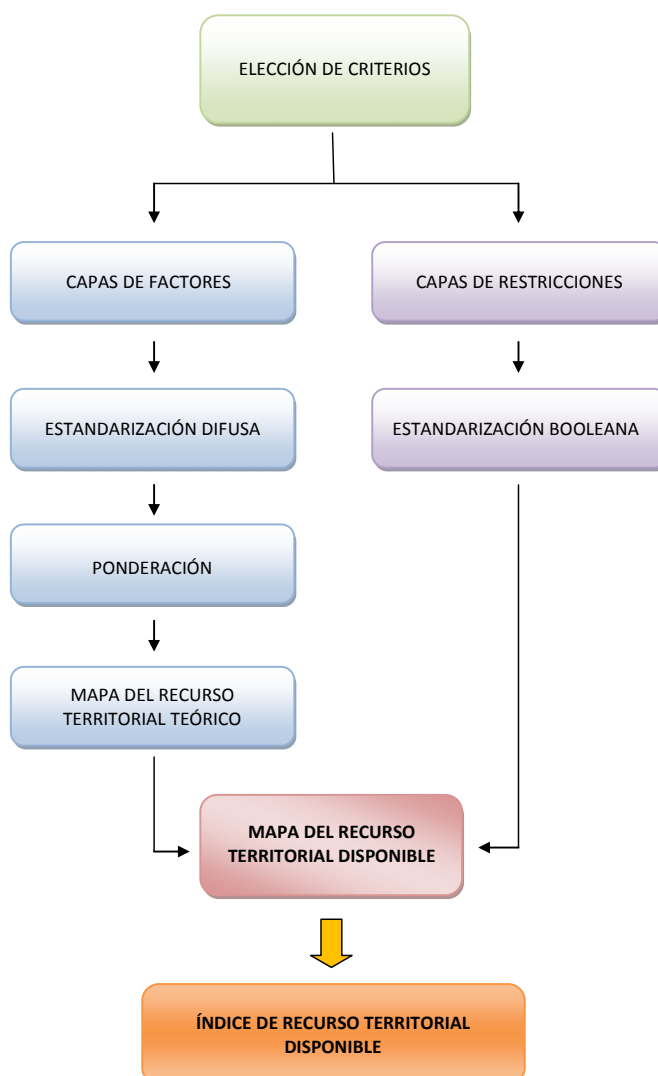
#### *Recursos básicos*

Por recursos básicos se entiende aquellos que son imprescindibles o fundamentales para fomentar la actividad económica objeto de estudio en el territorio. En el contexto de este trabajo, los recursos básicos serán aquellos que favorecen el desarrollo de las EE.RR. Es indudable que, para la energía eólica, el recurso básico

<sup>65</sup> La Plataforma Oceánica de Canarias (PLOCAN) es un consorcio situado en Gran Canaria dedicado a la investigación científica en el sector marino y marítimo de la región. Su objetivo es la combinación rentable de servicios como observatorios, bancos de pruebas, soporte para vehículos submarinos, formación y centro de innovación. En línea: <http://www.plocan.eu/es/> [fecha de consulta: julio, 2011].

por excelencia es el viento, y el Sol para la energía solar, ya que sin su existencia es imposible que se pueda generar energía renovable de esas modalidades. Pero además de estos, existen otros recursos básicos como las redes de energía eléctrica que transportan la energía generada, las vías de comunicación que favorecen la construcción y mantenimiento de las instalaciones generadoras de energía, el suelo disponible, etc. Para cuantificar esta variable, se propone una metodología -basada en un análisis multicriterio- que tiene como objetivo obtener un indicador que se ha denominado *índice de recurso territorial disponible* y cuyo proceso de obtención se muestra en la figura II.16.

Figura II.16. Proceso para la obtención del índice de recurso territorial disponible.



Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de dicho índice, en primer lugar se determina el recurso territorial teórico, en el que se consideraría todo el territorio sin ningún tipo de restricciones. A

partir de él, se obtendrá el recurso territorial disponible, que será la parte del recurso teórico que puede ser realmente utilizado teniendo en cuenta las restricciones que, por diferentes criterios, imposibiliten o restrinjan la explotación de la energía en cuestión (e.g., normativa legal, aspectos medioambientales, etc.). Este proceso culmina con la determinación de un valor numérico -el índice de recurso territorial disponible- que nos permita relacionar esta variable con los indicadores de otras variables de nuestro modelo. Esta metodología se basa en distintos trabajos de investigación (e.g., Hansen, 2005; Tegou, Polatidis y Haralambopoulos, 2007, 2010; Arán, Espín, Aznar, Zamorano, Rodríguez, y Ramos, 2008; Nobre *et al.*, 2009; Aydin *et al.*, 2010; Janke, 2010; Charabi y Gastli, 2011) que han tenido como objetivo realizar análisis multicriterio mediante SIG en el contexto de las EE.RR.

Como se muestra en la figura II.16, el proceso parte de la revisión de la literatura existente relacionada con la localización de cada tipo de energía, con el objetivo de seleccionar los criterios que se deben tener en cuenta para el desarrollo de la misma. Estos criterios, a su vez, se clasifican en restricciones, como la prohibición de la construcción de aerogeneradores o placas fotovoltaicas en espacios protegidos, y factores, como que la instalación de plantas de energía fotovoltaica en lugares de pendientes superiores al 60% no es recomendable, puesto que las labores que serían necesarias para su acondicionamiento resultarían altamente impactantes, mientras que los terrenos con pendientes inferiores al 10% tienen una mejor capacidad de acogida para los mismos. Las capas temáticas que hacen referencia a restricciones se realizan en formato vectorial y las capas temáticas que hacen referencia a los factores, en formato *raster*. Ahora bien, cada una de las capas temáticas (restricciones y factores) tendrán unidades de medida diferentes por lo que, para realizar un análisis conjunto, es necesario estandarizar estas variables. En el caso de las restricciones, la estandarización se realiza clasificando cada una de ellas en capas binarias mediante una estandarización booleana y en el caso de los factores el proceso se realiza mediante una estandarización difusa a partir de una función de pertenencia *sigmoidal*.

El siguiente paso es establecer un peso para cada uno de los factores, utilizando el método de comparación por pares de Saaty (1977), de tal forma que se pueda obtener un mapa del recurso territorial teórico donde se tenga en cuenta el valor relativo de cada uno de los factores respecto al resto. A continuación, se procede al desarrollo de una combinación lineal ponderada, en la que las capas temáticas de los diferentes factores son multiplicadas por sus respectivos pesos relativos, obteniendo el mapa del recurso territorial teórico. En este mapa, las zonas más adecuadas

asumirán una puntuación próxima a 1 y las zonas menos adecuadas asumirán valores próximos a 0<sup>66</sup>. Posteriormente, se resta al mapa del recurso territorial teórico las zonas que no son aptas para la explotación del recurso analizado (las que están afectadas por las restricciones), obteniéndose el mapa del recurso territorial disponible.

Una vez finalizado este proceso, es conveniente realizar su validación con el fin de garantizar que el mapa del recurso territorial disponible ofrece una representación fiable de lo que se pretendía obtener. Siguiendo a Pozzobon (2003), esta validación se podrá realizar en dos fases: (a) validación píxel a píxel, que consiste en seleccionar zonas del mapa resultante para confirmar que su situación coincide con la información contenida en las capas temáticas de los factores, y (b) análisis del modelo, que consiste en comprobar que los valores más altos de la leyenda coinciden con la localización de los sitios óptimos para ubicar las instalaciones de la energía analizada.

Finalmente, el índice de recurso territorial disponible (IRTD) se calcula a partir del producto de la media aritmética del valor que asumen los píxeles del mapa del recurso territorial disponible y la superficie de las zonas disponibles en hectáreas.

$$IRTD = \frac{\sum_{i=0}^n CRT_i}{n} * S$$

Donde:  $CRT_i$  es el valor que representa la calidad del recurso territorial en cada *píxel*.

$n$  es el número de píxeles de la superficie disponible.

$S$  es la superficie disponible (ha).

### Recursos complementarios

Por su parte, los recursos complementarios son aquellos cuya función es facilitar y mejorar la productividad de los recursos básicos. En el sector de las EE.RR., su evaluación se puede realizar a partir de dos variables: el capital humano y el volumen de mercado. Para la evaluación del primero se ha considerado que este está relacionado con el conjunto de factores que favorecen el nivel de cualificación educativa de los ciudadanos que viven en el territorio y, por ello, se propone calcular el porcentaje de alumnos universitarios que estudian ingenierías como un indicador

---

<sup>66</sup> En esta fase influyen de forma determinante los pesos relativos de cada factor, ya que los píxeles no adecuados (valor 0) de algunos factores no quedan excluidos si tienen una adecuación aceptable en otros factores de elevado peso relativo (De Cos Guerra, 2007).



válido, ya que refleja el potencial de conocimiento tecnológico tácito que tiene el territorio para que las empresas ubicadas en el mismo sean capaces de absorber y desarrollar las tecnologías e innovaciones que se produzcan en el sector. Por su parte, en relación con el volumen de mercado, teniendo en cuenta que la demanda de energía eléctrica está relacionada con la producción eléctrica, se ha estimado utilizar como indicador para medir el tamaño total del mercado que potencialmente puede ser abarcado por las EE.RR., el promedio de crecimiento interanual de la producción de energía eléctrica puesta en red (GWh).

### 2.3.2. MEDICIÓN DE CAPACIDADES

#### *Demanda*

La capacidad de demanda es valorada a través del grado de sofisticación de la misma. En este sentido, en el caso de las EE.RR. existe una serie de factores, entre los que cabe citar la disponibilidad de recursos energéticos, el coste de la energía, la calidad del medio ambiente, etc., que condicionan favorablemente el nivel de exigencia de los usuarios respecto a este tipo de energías. Por ejemplo, el movimiento verde se inició en la década de 1970 como consecuencia de la crisis energética, que produjo un aumento de los precios que impactó enormemente en la actitud de la población en relación con el consumo de energía. Con ello aumentó la concienciación hacia el medio ambiente, por el problema que supone la dependencia energética de combustibles fósiles, y por las políticas ambientales, produciéndose una corriente de opinión favorable hacia las EE.RR. y no contaminantes. Siguiendo esta línea, el primer indicador que se ha considerado para evaluar esta variable es la relación entre la cantidad de energía eléctrica de origen renovable y la cantidad de energía eléctrica total puesta en red que se consume en el territorio. Esto proporcionará una idea muy aproximada del nivel de concienciación y compromiso que existe en el territorio respecto a este tipo de energía.

Por otra parte, un nivel alto de educación aumenta, en general, el nivel de sofisticación de los consumidores, ya que un buen nivel de formación permite integrar la información necesaria para evaluar la necesidad de utilizar las EE.RR. con el objetivo de lograr la sostenibilidad del entorno. Para cuantificar esta variable, se ha considerado que un nivel medio-alto de educación lo obtendrían aquellas personas que poseen un título de educación secundaria (bachiller superior, BUP, bachiller LOGSE, COU, PREU, FPI, FP de grado medio, oficialía industrial o equivalente, FPII,

FP de grado superior, maestría industrial o equivalente) o los que posean estudios universitarios.

También se ha tenido en cuenta que -en el caso concreto de este sector- el nivel de compromiso de los habitantes del territorio hacia el medio ambiente puede implicar una actitud favorable hacia las EE.RR. En este sentido, es lógico pensar que una actitud cuidadosa con el medio ambiente comienza en casa con hábitos cotidianos como separar la basura para su posterior reciclado, por lo que se ha estimado cuantificar esta variable valorando también el porcentaje de hogares que separan la basura en proporción al total de viviendas principales en el territorio a analizar.

### *Innovación*

En la literatura empírica relacionada con la competitividad territorial existe un acuerdo amplio en relación con que la capacidad de los territorios para resistir la competencia y para adaptarse al cambio tecnológico se relaciona con su capacidad para innovar. Entre otros, Huggins (2003) considera que las empresas basadas en conocimiento son el motor fundamental del crecimiento económico y Kao *et al.* (2008) dedican a la innovación una gran relevancia. Teniendo en cuenta que la industria de EE.RR. se caracteriza por ser muy innovadora y que, en general, las innovaciones se generan a través de la investigación (Del Valle *et al.*, 2010), consideramos que los indicadores que pueden proporcionar una buena medida del comportamiento innovador en el contexto de esta investigación son aquellas actividades innovadoras que se producen en el territorio relacionadas con las EE.RR.

En este sentido, las patentes están relacionadas con inventos susceptibles de aplicación industrial y, por tanto, son un claro indicador de la capacidad de innovación de las personas que habitan un territorio. En esta misma línea, se ha tenido en cuenta que los proyectos fin de carrera relacionados con las EE.RR. también son un buen indicador de la capacidad innovadora en el territorio. Aunque estos proyectos están pensados, desde el punto de vista docente, para que los alumnos apliquen la tecnología existente es muy frecuente que exploren ideas nuevas y, en algunas ocasiones, forman parte de investigaciones enmarcadas en tesis doctorales o en proyectos de investigación de mayor envergadura. Por último, también se ha considerado que otra parte importante de la actividad investigadora de un territorio se genera en los institutos tecnológicos y en las agrupaciones empresariales innovadoras (AEI) a través de los proyectos que desarrollan en sus diferentes actividades de investigación, desarrollo e innovación.

### Localización

La medición del grado de localización de un sector se suele realizar a partir del cálculo de un determinado índice como, por ejemplo, el de Ellison y Glaeser (1997)<sup>67</sup> o el de Sternberg y Litzenger (2004). Estos índices son de gran utilidad por su relativa sencillez en el cálculo para detectar el grado de importancia territorial de un determinado sector, pero tienen el inconveniente de que utilizan unidades geográficas fijadas *a priori* (países, regiones, condados, etc.), lo que implica despreciar mucha información relativa a la localización precisa de las empresas. Ahora bien, Duranton y Overman (2005) plantean que, para que sean realmente apropiados los análisis de aglomeración, es necesario utilizar la distancia entre las empresas para evaluar adecuadamente los patrones de localización espacial de la actividad, ya que la aplicación de técnicas basadas en la distribución de distancias permite la obtención de contraste entre el supuesto de aleatoriedad frente al de aglomeración. Para aportar conocimiento sobre este aspecto del análisis territorial, estos autores proponen medir el grado de localización de las empresas a partir de la estadística espacial. Un ejemplo de la utilización de este criterio para el análisis de clusters es el trabajo realizado por Constantin *et al.* (2011), en el que se aborda un análisis empírico mediante SIG cuyo objetivo consistió en la detección de clusters en la parte oriental de Rumanía.

Tomando como referencia los índices de Ellison y Glaeser (1997) y Sternberg y Litzenger (2004), se ha considerado que la *localización* quedaría adecuadamente valorada mediante dos indicadores: la concentración de la industria y de empleados. Además, teniendo en cuenta también a Duranton y Overman (2005), se ha estimado oportuno realizar la evaluación de esta variable aplicando la estadística espacial mediante herramientas implementadas en los SIG.

La *concentración de la industria* se determina a partir del método del vecino más próximo de Clark y Evans (1954). Para ello, en primer lugar, se debe identificar los elementos que puedan integrar la posible concentración del sector. Una vez identificados, se georreferencian a partir de su dirección postal y, con el apoyo de las imágenes disponibles en Google Earth, se obtiene su posición geográfica a partir de sus coordenadas UTM. A partir de estas coordenadas se determina el nivel de concentración geográfica de la industria por el método del vecino más próximo, ya

---

<sup>67</sup> Este índice ha sido utilizado en diversos contextos territoriales como, por ejemplo, en EE.UU. (Ellison y Glaeser, 1997; Rosenthal y Strange, 2001), España (Callejón, 1997), el Reino Unido (Devereux, Griffith y Simpson, 1999) y Francia (Maurel y Sédillot, 1999).

que este estadístico (a diferencia de otros como el análisis mediante cuarteles<sup>68</sup>) se basa en el cálculo de la distancia entre eventos, de tal forma que cuanto menos distancia haya entre los componentes de la industria, más concentrada estará esta. Su cálculo se expresa mediante el índice  $r$ , que evalúa la ratio entre la distancia media esperada y la distancia media observada. Ahora bien, teniendo en cuenta que (a) cuanto más cerca de 0 esté el valor de  $r$ <sup>69</sup>, más agrupado será el patrón, (b) que el sector resultará más competitivo cuanto más agrupado se encuentre este, y (c) que en el contexto general de este modelo, cuanto mayor sea el índice, más competitivo es el territorio, se ha estimado que el indicador idóneo para este factor - que denominaremos *índice de localización* de la industria (IL)- será:

$$IL = (1-r)$$

Por su parte, la determinación de la *concentración de empleados* se realiza mediante el estimador de densidad kernel, ya que con él es posible obtener estimaciones tridimensionales continuas de las funciones de densidad, lo que permite lograr una caracterización espacial del proceso subyacente en el fenómeno analizado. En este caso se ha considerado que la cantidad de empleados en las empresas existentes en el territorio sería el atributo de la función de densidad kernel. Para su determinación, el primer paso es la elección del ancho de banda, ya que esta operación resulta determinante para la bondad de los resultados que se espera obtener. La elección de este ancho se puede realizar de tres formas diferentes: basándose en criterios subjetivos, mediante la adopción de hipótesis acerca de la naturaleza de las características del estudio o a partir métodos automáticos (Santos y García, 2008). Siguiendo a De Cos Guerra (2004), se ha optado por un criterio subjetivo, en el que se ha tenido en cuenta que un tamaño de ventana grande puede hacer desaparecer detalles interesantes de la distribución, mientras que si se toma un valor muy pequeño, la superficie que se obtendría sería un conjunto de picos centrados en cada uno de los puntos que representan a las empresas. Por tanto, se ha intentado buscar una solución de compromiso entre la pérdida de información por generalización excesiva (cuando la ventana es demasiado grande) y la pérdida de información por ensombrecer tendencias generales (cuando la ventana es demasiado pequeña).

---

<sup>68</sup> Este método se basa en la determinación de la concentración de eventos a partir de contabilizar el número de eventos contenidos en cada una de las cuadrículas de una malla (cuarteles) previamente diseñada.

<sup>69</sup> Si  $r$  es cero, el patrón estará completamente agrupado.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se ha optado por realizar un análisis previo para determinar hasta qué distancia se puede considerar que la distribución de los puntos (que representan a las empresas) es agrupada, ya que esa distancia marcará el límite máximo de la ventana kernel. Para el cálculo de esta distancia máxima se ha calculado, utilizando la función  $K$  de Ripley, un valor de distancia que se ajuste adecuadamente a las necesidades de nuestro estudio. La utilización de la  $K$  de Ripley para este objetivo es muy oportuna, porque es una herramienta que nos permite evaluar cambios en el comportamiento de la distribución considerando diferentes escalas de análisis.

Ahora bien, partiendo de la idea que subyace en este indicador de evaluar las ventajas competitivas derivadas de las posibilidades de intercambio de ideas, conocimiento y recursos humanos asociados a una alta concentración de trabajadores de un mismo sector en un determinado entorno geográfico, se ha estimado que la superficie de referencia no debe ser el territorio en su conjunto, sino las áreas urbanas e industrializadas, que es donde realmente se ubican las empresas y es el entorno físico a través del cual se produce la difusión de la información entre los trabajadores. Teniendo en cuenta estas consideraciones, se obtuvo la *concentración media de trabajadores* (con respecto a las áreas urbanizadas e industriales del territorio) como segundo indicador de esta variable.

### *Redes empresariales*

La capacidad del territorio para establecer redes empresariales se obtiene a partir de dos variables: intercambio comercial y efecto de red. En relación con la primera variable, existen muchas formas de medir el *intercambio comercial* entre las empresas de un territorio, siendo la más utilizada en la literatura la medición de input-output a lo largo de la cadena de producción. Algunos ejemplos de análisis de este tipo los encontramos en trabajos como el realizado por Feser y Bergman (2000), quienes elaboraron un mapa del cluster de las fábricas de vehículos en Estados Unidos, determinando la compleja red de interrelaciones industriales en este sector; por Gatica (2001), que diseñó una metodología de análisis de los circuitos económicos locales que permitió describir los flujos económicos en la región del Bio-Bio en Chile; y por Titze, Brachert y Kubis (2011), que lo aplicaron a la identificación de aglomeraciones industriales alemanas usando un análisis input-output cualitativo. Es evidente que un análisis de este tipo puede ser una herramienta muy interesante porque, por un lado, permite identificar la dirección de los flujos de intercambio (es decir, quién compra a quién) y, por otro, permite evaluar la fuerza relativa de los

vínculos en el sector. Para evaluar este tipo de relaciones se recurre a la *teoría de grafos*<sup>70</sup>, utilizando para ello matrices que registran de forma ordenada la existencia de relaciones entre las diferentes actividades económicas que desarrollan las empresas en la zona. De esta forma, el grafo va mostrando los distintos tipos de conexiones (que pueden ser en una dirección o en ambas direcciones), con distintos tipos de intensidades.

Partiendo de la idea que subyace en la teoría de grafos, planteamos una propuesta metodológica que no se centra en la cuantificación del flujo de compras y ventas entre las empresas, sino que tiene como objetivos la verificación de si existe o no esta relación entre ellas, en qué dirección se produce y la importancia que tiene dicha relación para las empresas. En la figura II.17 se puede observar una representación de la idea de lo que se pretende conseguir con esta metodología. Como se puede observar en dicha figura, la dirección del intercambio entre las empresas estaría representada por las flechas entre ellas (por ejemplo, H compra a G y vende a F), mientras que otras (como la E) pueden ser muy importantes en la zona porque muchos insumos se canalizan en esa dirección. Por su parte, el grado de importancia del intercambio está representado mediante el grosor de las flechas y se cuantifica mediante una encuesta a las empresas para que lo valoren. Finalmente, la estimación de la variable de *intercambio comercial* (IC) se obtendrá mediante el índice:

$$IC = \frac{\sum I}{n} * \frac{1}{l}$$

Donde:  $I$  es el grado de importancia de cada intercambio.

$n$  es el número de intercambios.

$l$  es la media aritmética de las longitudes de las flechas.

---

<sup>70</sup> Para obtener una información más detallada, véase Morillas (1996).



Figura II.17. Representación de flujo de relaciones de intercambio comercial.



Fuente: Elaboración propia.

Para la realización de esta fase del trabajo es necesario recabar información - mediante un cuestionario enviado a las empresas- sobre el nombre de las empresas con las que se establecen intercambios de compra/venta y una evaluación del grado de importancia de estas relaciones. Esta evaluación se realiza atendiendo a una escala Likert de cinco puntos, donde 1 es “muy poco importante” y 5 es “muy importante”. A partir del nombre de cada empresa implicada en cada intercambio, se georreferencia cada par de empresas, asignándole, además, el grado de importancia del intercambio. Para representar gráficamente esta información sobre la cartografía, se puede utilizar la extensión de software *directvector.avx*<sup>71</sup> -que une cada par de puntos de origen y destino de cada intercambio- lo que, posteriormente, se convertiría en la representación gráfica de una flecha que representa un flujo de intercambio entre empresas. Por tanto, para la cuantificación de esta variable, con los datos obtenidos del cuestionario se valora el grado de importancia de cada intercambio y con la representación gráfica de las flechas se calcula el promedio de longitud de las mismas.

En relación con la segunda variable, *efecto de red*, se ha estimado que un análisis de relaciones no debe quedar solamente en una evaluación del flujo de intercambios comerciales entre empresas, sino que debe abarcar también la evaluación de

<sup>71</sup> Esta extensión del software ArcView está disponible en <http://arcscripsts.esri.com/> [fecha de consulta: septiembre, 2010].

intercambios de conocimientos y experiencias entre dichas organizaciones (Jaegersberg, 2011). Desde el punto de vista metodológico, la naturaleza de estas relaciones puede ser detectada mediante estudios más profundos (a partir de cuestionarios o entrevistas), que permita aclarar qué tipos de vínculos tienden a establecerse entre las empresas como, por ejemplo, si comparten o intercambian información y conocimiento, colaboran en la innovación, formación o se embarcan en proyectos comunes (De Propriis, 2005), así como capturar elementos más informales como la amistad, la confianza, la cooperación, el grado de arraigo y el papel del capital social (Fuller-Love, 2009).

Como se apuntó en el apartado 1.3.2, en esta investigación se ha decidido seguir el planteamiento de Eisingerich *et al.* (2010), que argumentan que los clusters con un alto rendimiento se basan en redes fuertes y en redes abiertas. Para medir la fortaleza y apertura de la red, se ha considerado apropiado adaptar la propuesta efectuada por dichos autores, tal y como se muestra en el cuadro II.21, mediante la realización de un cuestionario en el que cada medida es valorada por las empresas mediante una escala Likert de cinco puntos, donde 1 es “muy en desacuerdo” y 5 es “muy de acuerdo”.

**Cuadro II.21.** Indicadores para la medición de la fuerza y la apertura de la red.

Constructo	Indicador	Medida
Fuerza de la red	Frecuencia de interacciones	Frecuentemente nos reunimos con miembros de empresas de nuestro sector para compartir recursos y nuevas ideas.
	Intensidad de interacciones	El número de intercambios de recursos con las empresas de nuestro sector es importante. El número de intercambios de ideas con las empresas de nuestro sector es importante.
	Nivel de confianza	La mayor parte de las relaciones que establecemos con las empresas del sector se caracterizan por altos niveles de confianza.
	Estabilidad de las interacciones	Esta empresa tiene relaciones duraderas con las empresas del sector.
Apertura de la red	Diversidad de miembros en la red	Entre las empresas con las que nos relacionamos existe diversidad en cuanto a tamaño, antigüedad, recursos complementarios a los nuestros, diferente nivel tecnológico, etc.
	Disposición a aceptar nuevos miembros	Esta empresa acepta fácilmente que se incorporen nuevas empresas en el sector e incluso de diferentes tecnologías de EE.RR.
	Existencia de vínculos con empresas externas	En general, mantenemos vínculos con empresas externas al sector.

Fuente: Elaboración propia a partir de Eisingerich *et al.* (2010).



Ahora bien, los dos constructos descritos anteriormente no influyen con la misma importancia para favorecer las relaciones de red en las empresas. Por ello, se ha establecido un peso para cada uno de ellos con el objetivo de obtener un valor ponderado de los mismos. Para establecer esta ponderación, se contó con el asesoramiento de profesores del Departamento de Economía y Dirección de Empresas de la ULPGC con conocimientos sobre estrategia de cooperación, y se asignó un peso de 0,7 a la fuerza de la red y de 0,3 a la apertura de la red, considerando que los indicadores que definen el primer factor son los que -en sí mismos- definen el concepto de red de un modo más determinante que los indicadores que definen el segundo factor. De esta forma, se obtendría el valor de un índice que llamaremos *índice de red* (IR):

$$IR = \frac{(0,7 * FR_i) + (0,3 * AR_i)}{n}$$

Donde: *FR* es la fuerza de la red.  
*AR* es la apertura de la red.  
*n* es el número de empresas.

Posteriormente, asignando el valor obtenido para cada uno de estos dos constructos a la posición geográfica de cada una de las empresas participantes, se logra una capa temática cuyo objetivo es georreferenciar el valor del índice de red en cada empresa.

Por otro lado, en el contexto del análisis competitivo de un territorio, se ha tenido presente que el efecto de red será tanto más importante cuanto más agrupadas espacialmente se encuentren las empresas, ya que la proximidad espacial entre empresas que tengan valores altos de fuerza y apertura de red favorecerá la posibilidad de establecer relaciones de alta calidad entre ellas, y al revés. Por ello, se ha estimado combinar el valor del índice de red con otro parámetro que indique la existencia de concentración de valores altos o bajos de dicho índice. El parámetro elegido ha sido el índice de concentración espacial *G* de Getis y Ord (1992), que indicará la existencia de aglomeraciones de valores altos o bajos de la variable analizada. De esta forma, un valor significativamente alto de *G* indicará una concentración de empresas con valores altos del índice de red respecto a su promedio. Teniendo en cuenta los dos parámetros antes mencionados (IR y *G*), se evaluará esta variable mediante un nuevo índice que llamaremos *efecto de red* (ER):

$$ER = IR * G$$

Donde:  $IR$  es el índice de red.

$G$  es el índice de concentración espacial de Getis y Ord (1992).

### Gobernanza

La gobernanza se mide mediante dos variables: el esfuerzo inversor y la cooperación. El *esfuerzo inversor* se puede evaluar a través del análisis del presupuesto, lo que proporciona un indicador de la sintonía entre las necesidades del territorio en materia de EE.RR. y los objetivos políticos que se desprenden de las partidas presupuestarias asignadas a dicho sector. Por su parte, la variable de cooperación se plantea evaluarlo a partir de tres indicadores: (a) coordinación del gobierno con las empresas del sector de EE.RR., con el que se pretende identificar el nivel de colaboración, diálogo e interacción existente entre ambos; (b) eficacia del gobierno en la gestión del sector de EE.RR., cuyo objetivo es saber si el gobierno pone todos los recursos necesarios para facilitar una gestión eficiente de los trámites administrativos que requiere este sector; y (c) promoción del sector por parte del gobierno, con el que se trata de conocer el grado de implicación del gobierno en trasladar a la sociedad la necesidad de la implantación de EE.RR. Estos indicadores se valoran mediante una escala Likert de cinco puntos y se han resumido -mediante el promedio de los anteriores- en un único indicador de *cooperación*.

### 2.3.3. MEDICIÓN DE RESULTADOS SOCIOECONÓMICOS

#### Resultados

En coherencia con la definición de competitividad territorial con la que nos hemos alineado a lo largo de este trabajo, se ha tenido en cuenta que los indicadores que midan la competitividad del territorio tienen que estar en sintonía con objetivos socioeconómicos y, por ello, se ha estimado evaluarla tanto con indicadores económicos -horas equivalentes, dependencia energética, impacto sobre el precio de la energía y proporción de empresas de EE.RR.- como con indicadores sociales- reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y supervivencia de las empresas.

En la línea que apuntan Gardiner *et al.* (2004) que sugieren que la mejor medida para evaluar los resultados de la competitividad territorial es la productividad, se ha pensado que las *horas equivalentes*, que evalúan la energía producida en las instalaciones de EE.RR. por unidad de potencia instalada (kWh/kW), constituyen un indicador idóneo para evaluar la productividad de este sector, porque representa

conjuntamente la potencia de energía renovable que existe en el territorio y la eficiencia de funcionamiento de sus instalaciones.

Por otra parte, el sistema energético español se caracteriza por una importante *dependencia energética* de los derivados del petróleo, estando las mayores reservas de petróleo del mundo situadas en regiones política o económicamente inseguras (como Oriente Medio). Esta circunstancia repercute, de forma significativa, en la actividad económica del territorio, porque la disponibilidad de la energía depende de factores y agentes externos. Por ello, se ha establecido como segundo indicador económico la estimación de la cantidad de toneladas equivalentes de petróleo que se ahorra en el territorio como consecuencia de la utilización de energía de origen renovable. Con este indicador, por tanto, se pretende evaluar la disponibilidad de recursos energéticos propios que permita un desarrollo sostenible del mismo.

Otra importante repercusión económica es la incidencia de esta dependencia exterior sobre el coste del suministro de energía eléctrica, que influye sobre la competitividad de buena parte de la economía del territorio; este condicionante - dependencia exterior- hace que también se plantee como otro indicador económico el ahorro del *coste de la energía eléctrica* que supone la producción de esta energía mediante EE.RR. de forma autónoma en el territorio.

A su vez, se ha considerado que la *tasa de empresas* dedicadas a EE.RR. ofrece un indicador económico adecuado, ya que apunta a la posibilidad de que exista en el territorio un “ecosistema” capaz de generar actividades industriales relacionadas con las EE.RR. que, en el caso de que se consiga un ecosistema avanzado, repercutirá - entre otros aspectos- en un aumento del empleo, del nivel de cualificación profesional y de los salarios (García y García, 2010).

Así mismo, se ha estimado como primer indicador social la cuantificación de la *reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>* a la atmósfera que traerá como resultado la disminución del nivel de contaminación en el territorio fruto de la utilización de las EE.RR.

Por otra parte, Angelelli y Llisterri (2003) señalan que la creación de nuevas empresas contribuye al aumento de la productividad, al rejuvenecimiento de los tejidos socioproductivos, a la innovación y a la generación de nuevos puestos de trabajo en el territorio, por lo que es evidente que, en una primera aproximación, la determinación de la tasa de nacimiento de empresas de EE.RR. en el territorio es un indicador interesante de los resultados sociales del sector. Ahora bien, los entornos innovadores e intensivos tecnológicamente -como es el caso del sector de las EE.RR.-

tienen una característica específica, que es el efecto negativo sobre la probabilidad de supervivencia de las empresas (Audretsch, Houweling y Thurik, 2000; Segarra y Callejón, 2002). En este sentido, Gerosky (1995) ofrece evidencia sobre cómo las empresas en sectores innovadores padecen un mayor riesgo de salida pero, por otra parte, indica que existe una relación positiva entre la edad de la empresa y la probabilidad de supervivencia. Estos resultados son coherentes con Audretsch (1995) y Audretsch *et al.* (2000), que establecen que las empresas en sectores más innovadores muestran una probabilidad de supervivencia inferior durante el periodo de infancia, pero su probabilidad de supervivencia es superior cuando traspasan ese periodo crítico. Considerando lo anterior, se ha optado por la determinación de la *supervivencia de las empresas* como una medida del éxito del territorio más efectiva (en el caso de un sector como el de las EE.RR.) que la tasa de nacimiento de empresas.

En el cuadro II.22 se presenta un resumen de los elementos básicos del modelo propuesto y los indicadores que se han tenido en cuenta para su evaluación.

**Cuadro II.22.** Desarrollo empírico del modelo para la evaluación del potencial competitivo del territorio: detalle de elementos, variables e indicadores.

	Elementos	Variables	Indicadores
Recursos	Recursos básicos	Recurso territorial disponible	<ul style="list-style-type: none"> <li>Índice de recurso territorial disponible.</li> </ul>
	Recursos complementarios	Capital humano	<ul style="list-style-type: none"> <li>Media anual del porcentaje de universitarios que estudian ingenierías relacionadas con el sector de las EE.RR. entre 2005 y 2009.</li> </ul>
		Volumen de mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Media del crecimiento interanual de la energía eléctrica puesta en red entre 2000 y 2008 (MWh).</li> </ul>
Capacidades	Demanda	Sofisticación de la demanda	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relación entre la energía eléctrica puesta en red y la renovable (%).</li> <li>Media anual del porcentaje de titulados en los distintos niveles de educación en los años 2001, 2004 y 2007.</li> <li>Media de hogares que separan la basura en el año 2007.</li> </ul>

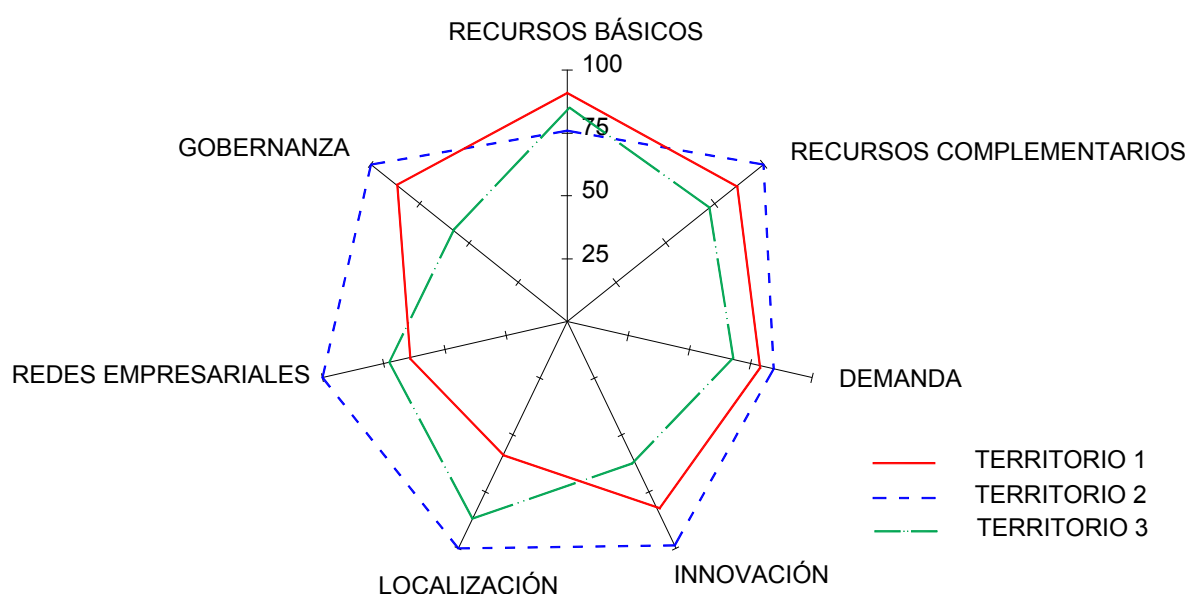
	Elementos	Variables	Indicadores
Capacidades	Innovación	Comportamiento innovador	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de solicitudes de patentes presentadas relacionadas con las EE.RR. entre 2000 y 2009.</li> <li>Media del número de proyectos fin de carrera relacionados con las EE.RR. presentados entre 2003 y 2010.</li> <li>Media anual del número de tesis doctorales, proyectos de investigación y artículos relacionada con las EE.RR. elaborados entre 2003 y 2009.</li> <li>Media anual del número de proyectos relacionados con las EE.RR. en los institutos tecnológicos entre 2006 y 2009.</li> <li>Media anual del número de proyectos relacionados con las EE.RR. en las AEI entre 2005 y 2010.</li> </ul>
	Localización	Concentración geográfica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concentración de la industria mediante el índice de localización.</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Concentración de empleados mediante el estimador de densidad kernel (empleado/km<sup>2</sup>).</li> </ul>
	Redes empresariales	Intercambio comercial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Índice de intercambio comercial.</li> </ul>
		Efecto de red	<ul style="list-style-type: none"> <li>Índice de efecto de red.</li> </ul>
	Gobernanza	Esfuerzo inversor	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relación entre la inversión en EE.RR. y la inversión total el territorio (%).</li> </ul>
Cooperación		<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación del nivel de coordinación de los organismos públicos con las empresas del sector de EE.RR.</li> <li>Evaluación del nivel de eficacia de los organismos públicos en la gestión del sector de EE.RR.</li> <li>Evaluación del nivel de promoción del sector de EE.RR. por parte de los organismos públicos.</li> </ul>	
Resultados	Socioeconómicos	Económicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Horas equivalentes en 2008 (kWh/kW).</li> <li>Dependencia energética en 2008 (tep).</li> <li>Impacto del precio de la energía en 2008 (€).</li> <li>Proporción de empresas de EE.RR. en 2008 (%).</li> </ul>
		Sociales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera en 2008 (tCO<sub>2</sub>).</li> <li>Supervivencia de las empresas desde su fundación hasta 2010 (años).</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Una vez cuantificados todos los indicadores de cada una de las variables que definen cada elemento del modelo, se ha procedido a elaborar una metodología que haga posible la comparación entre los factores que representan los recursos y capacidades de cada territorio. Para ello, teniendo en cuenta que cada indicador está expresado en una unidad diferente, se propone indexarlos en base 100. Esto se realiza

asignando el valor 100 al máximo entre ellos y un valor proporcional -en términos de porcentaje- a cada uno de los valores del resto de los territorios comparados para ese mismo indicador. En el caso de las variables que están representadas con varios indicadores, se le asigna un peso a cada uno de ellos utilizando el método de comparación por pares de Saaty con una consistencia menor a 0,1. Finalmente, combinando los pesos con los valores de los indicadores, se obtiene una evaluación definitiva para cada uno de los recursos y capacidades. Con esta evaluación se realiza un gráfico radial (figura II.18) para cada uno de los territorios analizados. De esta forma, es posible comparar el grado de desarrollo de cada elemento del modelo (recurso o capacidad) en cada territorio con respecto al resto.

Figura II.18. Ejemplo de gráfico comparativo de recursos y capacidades.



Fuente: Elaboración propia.

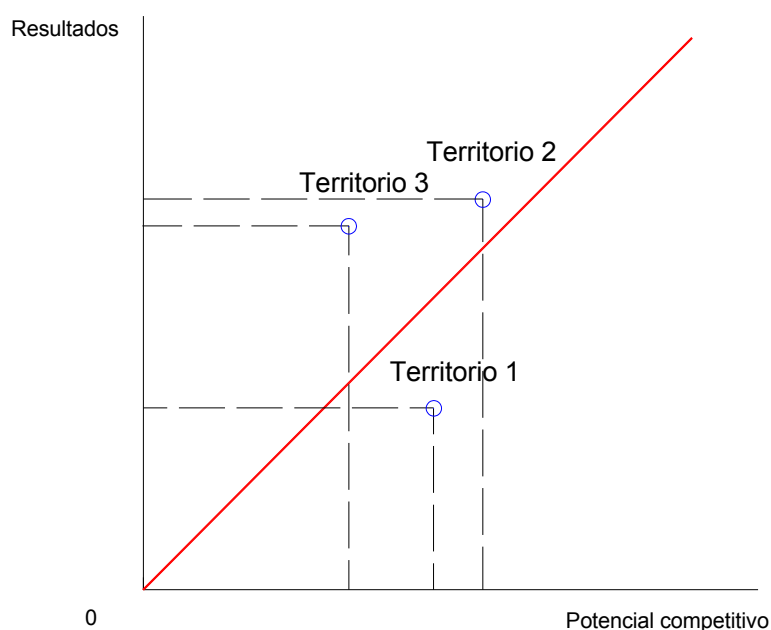
Además de un análisis comparativo entre las diferentes variables, otro objetivo de este proceso es determinar un valor que sintetice el *potencial competitivo* de cada uno de los territorios. Para ello se calcula, teniendo en cuenta el gráfico de la figura II.18, el área del polígono que representa a cada territorio y su ratio con respecto al área del polígono, que representa el máximo potencial competitivo posible<sup>72</sup> entre los territorios analizados. De esta forma, se obtendrá el valor del potencial competitivo de cada territorio y una clasificación de los mismos.

A continuación, teniendo en cuenta a Deas y Giordano (2001), es interesante relacionar el potencial competitivo con los resultados obtenidos. De esta forma se

<sup>72</sup> Este será un polígono que se representará con una puntuación de 100 en todos los factores.

podrá evaluar la capacidad que tienen los distintos territorios para explotar los recursos que tienen a su disposición. Para ello, se realiza una evaluación de los resultados socioeconómicos de una forma similar a como se hizo con las variables que definieron los recursos y capacidades. Una vez valorados (el potencial competitivo y los resultados), se representan en un sistema de coordenadas cartesianas (figura II.19), obteniendo una relación comparativa entre el potencial competitivo y los resultados que se obtienen de él. De la observación de este gráfico se puede deducir que cuanto más cerca esté el territorio del eje de ordenadas y más alejado del eje de abscisas, mayor es el éxito en la explotación de los recursos que tienen a su disposición, y al contrario. Por tanto, si representamos una línea de 45 grados, esta nos dividiría el cuadrante en dos sectores. Los territorios que quedan por encima de esta línea se puede considerar que están obteniendo un adecuado rendimiento respecto a su potencial competitivo en el contexto territorial de análisis. De la misma forma, los territorios que quedan por debajo, estarán obteniendo un insuficiente rendimiento respecto a su potencial competitivo.

**Figura II.19.** Relación entre potencial competitivo y resultados.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura II.19 podemos observar que tanto el territorio 2 como el territorio 3 están por encima de esta línea, lo que significa que ambos obtienen un rendimiento satisfactorio respecto a los recursos de los que disponen. Ahora bien, un análisis comparativo entre ambos indicaría que el territorio 3 (más alejado de la línea de 45 grados) obtiene mejores resultados en relación con su potencial competitivo que el

territorio 2. Finalmente, es posible determinar un *índice de competitividad territorial* que evalúe con un solo valor la competitividad territorial mediante el cociente de ambos valores (resultados/potencial competitivo).

Es necesario resaltar que este análisis es comparativo y depende del número y características de los territorios que se analicen, ya que tanto el potencial competitivo como los resultados se obtienen como porcentaje de las valoraciones de las variables de los territorios que son analizados.

## **2.4. CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN: ENERGÍA EÓLICA Y SOLAR FOTOVOLTAICA EN GRAN CANARIA Y TENERIFE.**

### **2.4.1. JUSTIFICACIÓN DEL CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN**

La aplicación de los SIG para la determinación de la competitividad territorial necesita de una evaluación multicriterio que implica el aporte de una gran cantidad de información de diversa índole<sup>73</sup>. Debido a que el volumen de información necesaria para abarcar todo el potencial en EE.RR. en los diferentes espacios territoriales que componen las Islas Canarias extendería y complicaría en gran medida el trabajo a realizar, se ha apostado por limitar el contenido del mismo en cuanto al contexto territorial y subsectores de EE.RR.

Respecto al ámbito territorial, teniendo en cuenta que es necesario un mínimo de dos territorios para poder evaluar el potencial competitivo de uno en comparación con otro considerado como referente, se ha estimado oportuno ilustrar la eficacia de la metodología propuesta en el contexto de las islas de Gran Canaria y Tenerife. Esta decisión ha estado motivada por el hecho de que ambas islas presentan unas condiciones similares en cuanto al desarrollo de las EE.RR. (Gran Canaria concentra el 40,7% del total de potencia instalada y Tenerife, el 42,8%, según la información aportada en el cuadro II.23) pero también porque presentan características similares en cuanto a condiciones socioeconómicas, que permite un análisis comparativo más equitativo.

---

<sup>73</sup> La geoinformación que se utiliza en este tipo de estudios implica un volumen de datos gráficos y numéricos muy elevado y, además, este volumen aumenta al realizar operaciones entre los mismos para obtener la información necesaria para los objetivos de la investigación.



**Cuadro II.23.** Potencia instalada de EE.RR. en Canarias por islas en 2008.

Fuente de energía	Eólica (kW)	Fotovoltaica (kWp)	Hidráulica (kW)	Térmica (kWt)
Lanzarote	8.775	3.238	0	5.696
Fuerteventura	11.385	4.318	0	2.540
Gran Canaria	78.425	22.498	0	20.090
Tenerife	36.680	63.172	463	26.736
La Gomera	360	11	0	1.446
El Hierro	100	38	0	377
La Palma	5.880	1.838	800	2.217
Total	141.605	95.113	1.263	59.102

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la CEIYC del Gobierno de Canarias (2009).

Además, se ha considerado oportuno delimitar el estudio a los subsectores eólicos y solar fotovoltaico por ser los más relevantes en el territorio analizado (ver cuadro II.23). Finalmente, indicar en relación con la energía solar fotovoltaica, que se ha estimado analizar solamente su implantación en el territorio a partir de “huertas solares”<sup>74</sup>, ya que su localización en zonas urbanas<sup>75</sup> también aumentaría en gran medida la extensión y complejidad de esta obra, como se puede comprobar en algunos trabajos realizados en esta línea (e.g., Izquierdo, Rodrigues y Fueyo, 2008; Wiginton *et al.*, 2010).

#### 2.4.2. FUENTES DE INFORMACIÓN UTILIZADAS

Para desarrollar el trabajo de investigación cuyo detalle metodológico se ha propuesto anteriormente, ha sido necesario utilizar tanto fuentes de información primaria -encuesta *ad hoc* y entrevistas a expertos-, como fuentes de información secundaria -geoinformación e información publicada en entidades públicas y privadas- que, aunque elaborada con una finalidad que no guarda relación directa con el objeto de esta investigación, ha sido de considerable utilidad para el

<sup>74</sup> Se entiende por “huerta solar” las instalaciones fotovoltaicas que se construyen en campo abierto con la intención de producir energía para venderla a la red eléctrica. Este nombre tiene su origen en que normalmente se construyen sobre campos agrícolas y se considera que, de alguna manera, se “cultivan” los rayos solares para producir energía como otro cultivo más.

<sup>75</sup> La complejidad del análisis territorial de la implantación de energía solar fotovoltaica en zonas urbanas deriva de la necesidad de realizar un estudio pormenorizado de la cantidad y tipos de cubiertas de edificaciones y su viabilidad para acoger paneles solares en función de su morfología, orientación, sombras, etc.

desarrollo de la misma. A continuación se expondrán las características básicas de las fuentes de información utilizadas y el objetivo perseguido en cada una de ellas.

### *Encuesta ad hoc*

Para obtener información acerca de algunos aspectos de la investigación (e.g., datos de las empresas, naturaleza de las relaciones entre ellas, implicación de los organismos públicos con las empresas del sector), se ha utilizado la encuesta *ad hoc*. Desde su concepción, se consideró la idoneidad de realizar esta encuesta mediante un cuestionario enviado por correo electrónico. Este cuestionario sería contestado por los encuestados de forma autoadministrada. Entre las razones que llevaron a elegir este método se encontraba, por un lado, el ahorro en tiempo y coste para acceder a todas y cada una de las empresas objeto de estudio y, por el otro, la facilidad que ofrece al encuestado para cumplimentar el cuestionario en el momento que desee y empleando para ello el tiempo que necesite.

En cuanto a la redacción del cuestionario, cuya formulación final aparece en el anexo I, se intentó considerar todos aquellos aspectos que pudieran mejorar la calidad del mismo. Para la formulación de las preguntas, se tuvieron en cuenta todas aquellas recomendaciones de la literatura especializada para no incitar a una respuesta inexacta que no correspondiera a la información buscada o evitar el ejercer influencia en el sentido de la respuesta. Seguidamente, fue revisado por profesores del Departamento de Economía y Dirección de Empresas, quienes aportaron algunas consideraciones sobre la estructura y redacción del mismo, a efectos de mejorar su comprensión. Finalmente, fue pretestado enviándolo por correo electrónico a diez empresas de la muestra, que la contestaron con la ayuda directa -mediante teléfono- de la persona autora de la investigación, lo que implicó la introducción de algunos cambios en el cuestionario que ayudaron a mejorar el nivel de comprensión e idoneidad de algunas cuestiones. Considerando la finalidad de las preguntas integrantes del cuestionario, estas han sido agrupadas en las siguientes categorías:

- Cuestiones dirigidas a obtener datos relativos a las empresas. Se pidió el nombre de cada empresa, su dirección postal para poder georreferenciarlas en el SIG, el año de fundación para calcular el tiempo de supervivencia y el número de empleados para determinar la concentración de empleados en el sector.
- Cuestiones dirigidas a medir el grado de relación comercial entre las empresas del sector. Se preguntó el nombre de las empresas con las que se establecen relaciones comerciales -con el objetivo de georreferenciar la relación-, el tipo

de relación comercial -compra, venta, compra/venta- y el grado de importancia de esa relación mediante una escala Likert de cinco puntos, a fin de calcular el indicador del grado de intercambio entre las empresas del sector.

- Cuestiones relacionadas con indicadores de la naturaleza de las relaciones entre empresas. Se preguntó por la fuerza y la apertura de la red. Cada uno de estos constructos fue valorado por las empresas consultadas mediante una escala Likert de cinco puntos.
- Cuestiones dirigidas a medir el grado de implicación de los organismos públicos con las empresas del sector. Se les pidió a las empresas que evaluaran -mediante una escala Likert de cinco puntos- tres aspectos de la labor realizada por los organismos públicos respecto a este sector: (a) el nivel de eficacia en la gestión, (b) el nivel de eficacia en su promoción y (c) el nivel de coordinación de los servicios públicos con las empresas del sector.

Al objeto de establecer confianza y credibilidad hacia el estudio, fue de suma utilidad la colaboración del Cluster-RICAM, que participó en el proyecto prestando su apoyo para contactar con sus empresas afiliadas y notificarles la próxima llegada del cuestionario, solicitándoles la colaboración en su cumplimentación.

El envío de los cuestionarios se acompañó de una carta de presentación con membrete del Departamento de Economía y Dirección de Empresas y firmada por el doctorando donde se realizaba una introducción del estudio (anexo I), destacando su utilidad y la importancia de la participación del encuestado, asegurando la confidencialidad de la información obtenida. De esta forma, el 12 de enero de 2011 se realiza el primer envío a un total de 101 empresas de EE.RR. (54 en Gran Canaria y 47 en Tenerife). Entre esa fecha y finales de marzo se realizaron un mínimo de tres contactos telefónicos y correo electrónico con los encuestados que aún no habían remitido las encuestas, con el objetivo de animarlos y motivarlos. Finalmente, participaron en el estudio 58 empresas (32 de Gran Canaria y 26 de Tenerife). En el cuadro II.24 se expone la ficha técnica que resume las características de esta fase de la investigación.

**Cuadro II.24.** Ficha técnica de la encuesta.

Aspectos de la investigación	Encuesta
Procedimiento metodológico	Encuestas postales mediante correo electrónico.
Universo	Directivos de 101 empresas de EE.RR. en Canarias.
Ámbito	Regional.
Fecha de realización del <i>pretest</i>	15 de diciembre de 2010.
Fecha del comienzo del trabajo de campo	12 de enero de 2011.
Número de envíos	101 cuestionarios.
Muestra final	58 cuestionarios.
Índice de respuesta	57%
Margen de error	8,6%
Seguimiento del trabajo de campo	Se supervisó la llegada de los cuestionarios y se solicitó la colaboración de las entidades por vía telefónica y correo electrónico.
Tratamiento de la información	Informático a través del paquete estadístico <i>SPSS-PC</i> .

Fuente: Elaboración propia.

Una vez finalizado el proceso de recogida de datos, se procedió a clasificar (codificar y tabular) los datos de cada una de las partes del cuestionario. Posteriormente, se procedió a depurar la base de datos, para detectar posibles errores que se pudiera haber cometido durante la transcripción de la información. Una vez codificada, tabulada y verificada la información, se realizaron los análisis estadísticos oportunos -mediante el programa informático *SPSS/PC (Statistical Package for Social Sciences)*- que permitieran cumplir con los objetivos propuestos en la metodología.

En este sentido, únicamente ha sido necesario calcular estadísticos descriptivos básicos como la media, desviación típica, moda y mediana, para cumplir los objetivos antes indicados. Solamente en la parte del cuestionario dedicada a medir la naturaleza de las relaciones entre empresas, se consideró conveniente examinar su consistencia interna utilizando el estadístico *alfa* de Cronbach (1951), que analiza la correlación media de un ítem con todos los demás de la escala. Como es sabido, su valor puede oscilar entre 0 y 1 y, si se obtiene un coeficiente alto, la escala es fiable y los resultados son estables. En nuestro caso se obtuvo un valor de *alfa* de Cronbach

de 0,74 que, teniendo en cuenta a George y Mallery (1995), es un valor aceptable de fiabilidad.

### *Entrevistas a expertos*

Teniendo en cuenta el carácter multidisciplinar de este estudio, se ha estimado oportuno contar con la colaboración de expertos con la finalidad de abordar con rigor ciertos aspectos de la metodología propuesta. La elección de dichos expertos ha estado en función de las necesidades específicas de determinadas fases de la investigación. Así, a modo de ejemplo, cabe citar que para la fase de elaboración del mapa del recurso territorial teórico -para la asignación de pesos a la matriz de Saaty- se contó con la colaboración de un profesor especialista en EE.RR. del Departamento de Ingeniería Electrónica y Automática de la ULPGC, así como con un técnico del departamento de EE.RR. en la División de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Instituto Tecnológico de Canarias (ITC). En el anexo II se presenta la relación de los expertos consultados.

Debido a que, por su naturaleza, este tipo de información no se puede obtener de forma óptima a través de una encuesta estandarizada, se recurrió a la realización de entrevistas. De esta forma, aunque se partía de un formulario de preguntas previamente estructurado en función de las necesidades de la investigación, el resultado de las mismas dependió de la propia dinámica de la conversación con el entrevistado que, a su vez, estaba en función de su predisposición, experiencia y conocimientos. En general, el resultado de la mayoría de las entrevistas realizadas fue muy satisfactorio tanto en relación con la riqueza de la información obtenida como con el clima de colaboración y buena disposición de los entrevistados.

### *Información secundaria*

Además de las fuentes de información primaria indicadas anteriormente, también se han utilizado diversas fuentes de información secundaria que han sido obtenidas tanto de instituciones públicas como privadas. Esta información puede ser clasificada en dos categorías atendiendo a su utilidad para esta investigación. Por un lado, para obtener la información necesaria que permitiese abordar la mayor parte de los indicadores del diseño metodológico, se ha utilizado información estadística y de naturaleza cuantitativa aportada por organismos e instituciones como el Instituto Canario de Estadística (ISTAC), las universidades canarias, Ministerio de Industria, Energía y Turismo, el Cluster-RICAM, la oficina española de patentes y marcas, la base de datos económico-financieros SABI, etc. Por otro lado, también se ha utilizado

información de carácter normativo con el objeto de recabar la información necesaria que nos permitiese realizar el análisis multicriterio. En el anexo III se muestra la relación de los distintos tipos de información secundaria utilizada en el presente trabajo.

### *Geoinformación*

La particularidad de los estudios territoriales de estas características viene determinada por el carácter espacial de parte de la información a analizar (geoinformación) que se distribuye a través de las IDEs. En nuestro caso se ha utilizado la geoinformación disponible en la IDEE tanto en el ámbito nacional como en el ámbito regional. La geoinformación de ámbito regional se ha obtenido a partir de la IDE de Canarias<sup>76</sup>, que ofrece la información geográfica producida por el Gobierno de Canarias. Para la gestión eficiente de la geoinformación, se creó una geodatabase en cada una de las fases del mismo. Además, se realizaron correcciones topológicas tanto de la geoinformación original como de la geoinformación que se iba generando a lo largo del proceso de análisis. En el anexo IV se muestra la relación de los recursos de geoinformación utilizados en este trabajo.

Para terminar esta presentación de las fuentes de información empleadas, en el cuadro II.25 se sintetizan los elementos básicos del modelo propuesto, los indicadores que se han tenido en cuenta para su evaluación y las fuentes de información utilizadas para evaluar cada uno de dichos indicadores.

---

<sup>76</sup> <http://www.idecan.grafcan.es/idecan/> [fecha de consulta: diciembre, 2010].

**Cuadro II.25.** Fuentes de información utilizadas en el modelo.

	Elementos	Variables	Indicadores	Fuentes de información
Recursos	Recursos básicos	Recurso territorial disponible	Índice de recurso territorial disponible.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normativa legal existente en la Comunidad Autónoma de Canarias relacionada con las energías eólicas y solar fotovoltaica.</li> <li>• Literatura académica relacionada con la localización de instalaciones de energías eólicas y solar fotovoltaica.</li> <li>• Recurso eólico de Canarias elaborado por el ITC.</li> <li>• Cartografía realizada por Cartográfica de Canarias, S.A. (GRAFCAN).</li> <li>• Planes insulares de ordenación del territorio.</li> <li>• Plan de Revitalización de los Conjuntos Históricos de Canarias.</li> <li>• Infraestructura de datos espaciales de Canarias.</li> <li>• Recomendaciones de la International Civil Aviation Organization.</li> <li>• Reglamento del dominio público hidráulico.</li> <li>• Dominio público militar.</li> <li>• Reglamento de Carreteras de Canarias.</li> <li>• Ley de Costas.</li> <li>• Google Earth.</li> <li>• Información facilitada en Internet por las asociaciones empresariales eólicas y fotovoltaicas.</li> <li>• Mapa solar de Cararias elaborado por la Fundación del Instituto Tecnológico de Canarias y Dobon's Technology, S.L.</li> </ul>
	Recursos complementarios	Capital humano	Media anual del porcentaje de universitarios que estudian ingenierías relacionadas con el sector de las EE.RR. entre 2005 y 2009.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memorias académicas de la ULL y la ULPGC.</li> </ul>
		Volumen de mercado	Media del crecimiento interanual de la energía eléctrica puesta en red entre 2000 y 2008 (MWh).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estadísticas energéticas elaboradas por la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias.</li> </ul>

	Elementos	Variables	Indicadores	Fuentes de información
Capacidades	Demanda	Sofisticación de la demanda	Relación entre la energía eléctrica total puesta en red y la renovable (%).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estadísticas energéticas elaboradas por la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias.</li> </ul>
			Media anual del porcentaje de titulados en los distintos niveles de educación en los años 2001, 2004 y 2007.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instituto Canario de Estadística.</li> </ul>
			Media de hogares que separan la basura en el año 2007.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instituto Canario de Estadística.</li> </ul>
	Innovación	Comportamiento innovador	El número de solicitudes de patentes presentadas relacionadas con las EE.RR. entre 2000 y 2009.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oficina Española de Patentes y Marcas.</li> </ul>
			Media del número de proyectos fin de carrera relacionados con las EE.RR. presentados entre 2003 y 2010.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles de la ULPGC y Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial de la ULL.</li> </ul>
			Media anual del número de tesis doctorales, proyectos de investigación y artículos relacionada con las EE.RR. elaborados entre 2003 y 2009.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memorias de investigación y memorias académicas de la ULPGC y ULL.</li> </ul>
			Media anual del número de proyectos relacionados con las EE.RR. en los institutos tecnológicos entre 2006 y 2009. Media anual del número de proyectos relacionados con las EE.RR. en las agrupaciones de empresas innovadoras entre 2005 y 2010.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memorias de gestión del Instituto Tecnológico de Canarias y del Instituto Tecnológico y de Energías Renovables.</li> <li>Memorias de gestión de las agrupaciones de empresas innovadoras.</li> </ul>
	Localización	Concentración geográfica	Concentración de la industria mediante el índice de localización.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Catálogo de empresas pertenecientes al Cluster-RICAM.</li> <li>Información que facilitan en Internet las empresas de energía eólica y solar fotovoltaica.</li> <li>Google Earth.</li> <li>Registro administrativo de instalaciones de producción de energía eléctrica del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.</li> <li>Aplicación Mapa de GRAFCAN.</li> <li>Boletín Oficial de Canarias.</li> <li>Dirección General del Catastro.</li> <li>Cartografía elaborada por GRAFCAN.</li> <li>Registro de parques eólicos en tramitación de la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias.</li> </ul>



	Elementos	Variables	Indicadores	Fuentes de información
Capacidades			Concentración del empleados mediante el estimador de densidad kernel (empleado/km <sup>2</sup> ).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuesta.</li> <li>• Base de datos SABI.</li> <li>• Catálogo de empresas pertenecientes al Cluster - RICAM.</li> <li>• Información que facilitan en Internet las empresas de energía eólica y solar fotovoltaica.</li> <li>• Cartografía elaborada por GRAFCAN.</li> </ul>
	Redes empresariales	Intercambio comercial	Índice de intercambio comercial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuesta.</li> <li>• Catálogo de empresas pertenecientes al Cluster- RICAM.</li> <li>• Información que facilitan en Internet las empresas de energía eólica y solar fotovoltaica.</li> </ul>
		Efecto de red	Índice de efecto de red.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuesta.</li> <li>• Catálogo de empresas pertenecientes al Cluster- RICAM.</li> <li>• Información que facilitan en Internet las empresas de energía eólica y solar fotovoltaica.</li> </ul>
	Gobernanza	Esfuerzo inversor	Relación entre la inversión en EE.RR. y la inversión total en cada territorio (%).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Plan Energético de Canarias 2006-2015.</i></li> </ul>
		Cooperación	Evaluación del nivel de coordinación de los organismos públicos con las empresas del sector de EE.RR.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuesta.</li> </ul>
			Evaluación del nivel de eficacia de los organismos públicos en la gestión del sector de EE.RR. Evaluación del nivel de promoción del sector de EE.RR. por parte de los organismos públicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuesta.</li> <li>• Encuesta.</li> </ul>

	Elementos	Variables	Indicadores	Fuentes de información
Resultados	Socioeconómicos	Económicos	Horas equivalentes en 2008 (kWh/kW).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estadísticas energéticas elaboradas por la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias.</li> </ul>
			Dependencia energética en 2008 (tep).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estadísticas energéticas elaboradas por la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias.</li> </ul>
			Impacto del precio de la energía en 2008 (€).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estadísticas energéticas elaboradas por la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias.</li> <li>Análisis de los sobrecostes de la energía del sistema energético de Canarias realizado por el Cluster-RICAM.</li> </ul>
			Proporción de empresas de EE.RR. en 2008 (%).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Base de datos SABI.</li> <li>Catálogo de empresas pertenecientes al Cluster-RICAM.</li> <li>Información que facilitan en Internet las empresas de energía eólica y solar fotovoltaica.</li> </ul>
		Sociales	Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> a la atmósfera en 2008 (t).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estadísticas energéticas elaboradas por la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias.</li> </ul>
			Supervivencia de las empresas desde su fundación hasta 2010 (años).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encuesta.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.



## CAPÍTULO III

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN:

---

Una vez expuesto el modelo estratégico de competitividad territorial y los elementos básicos para su evaluación, se presenta a continuación una aplicación empírica de dicha metodología en las islas de Gran Canaria y Tenerife en los subsectores eólicos y solar fotovoltaico. Como se ha indicado a lo largo de este trabajo, para la evaluación de algunos elementos del modelo se ha considerado apropiado articular determinadas metodologías<sup>77</sup> fundamentadas en herramientas de análisis territorial aplicadas mediante SIG. Finalmente, como consecuencia de la mencionada aplicación empírica, se presenta un análisis del potencial competitivo de Gran Canaria y Tenerife, y la determinación del índice de competitividad territorial de ambas islas.

#### 3.1. INDICADORES DE RECURSOS

En el modelo propuesto se ha considerado diferenciar entre recursos básicos y recursos complementarios. El conjunto de los recursos básicos han sido incorporados en una variable denominada recurso territorial disponible que engloba a aquellos factores que favorecen el desarrollo de las EE.RR. en el territorio. Por su parte, para los recursos complementarios se han considerado dos variables: (a) el capital humano, que hace referencia a la importancia del nivel de cualificación educativa de los ciudadanos que viven en el territorio como reflejo de su potencial para absorber y desarrollar las tecnologías e innovaciones que se produzcan en el sector, y (b) el volumen de mercado, que apunta a que una amplia demanda de las EE.RR. es un recurso necesario para el desarrollo de dicho sector en el territorio.

##### 3.1.1. RECURSO TERRITORIAL DISPONIBLE

El proceso para la determinación del recurso territorial disponible parte de la revisión de la literatura existente relacionada con la localización de cada tipo de energía (eólica y solar fotovoltaica), con el objetivo de seleccionar los criterios que se deben tener en cuenta para cada una de ellas. En este sentido, la elección de los

---

<sup>77</sup> Aunque estas metodologías se aplican de igual forma a Gran Canaria y Tenerife, con el objetivo de no hacer demasiado extenso este documento, su explicación solamente se presenta georreferenciada en Gran Canaria.

factores y las restricciones para la evaluación del recurso territorial disponible de la energía eólica en Canarias se ha realizado con base en la normativa legal existente en la Comunidad Autónoma de Canarias (Decreto 32/2006, de 27 de marzo<sup>78</sup>) y en la literatura relacionada con la localización de parques eólicos mediante tecnología SIG. Por su parte, la elección de los criterios para la energía solar fotovoltaica en Canarias ha estado fundamentada solamente en la literatura relacionada con la localización de parques de energía fotovoltaica mediante tecnología SIG ya que, según hemos podido constatar, ninguna normativa legal existente a nivel nacional (RD 1663/2000, RD 661/2007 y RD 1578/2008) ni en el ámbito autonómico (Decreto 141/2009) hacen referencia a ningún aspecto relacionado con criterios o restricciones para la localización de parques fotovoltaicos.

A continuación se ha procedido a la obtención del mapa del recurso territorial teórico a partir de la estandarización y ponderación de las capas temáticas que conforman los factores. En este mapa, las zonas más adecuadas asumirán una puntuación próxima a 1 y las zonas menos adecuadas asumirán valores próximos a 0. Posteriormente, restando al mapa del recurso territorial teórico las zonas que no son aptas para la explotación de las energías objeto de estudio (las que están afectadas por las restricciones), obtendremos el mapa del recurso territorial disponible. Finalmente, se obtendrá el índice de recurso territorial disponible (objetivo de esta parte de la metodología) a partir del producto de la media aritmética del valor que asumen los píxeles del mapa del recurso territorial disponible y la superficie de las zonas disponibles en hectáreas.

#### RECURSO TERRITORIAL EÓLICO TEÓRICO

El *recurso territorial teórico de energía eólica* se ha obtenido valorando los criterios para generar energía eólica en condiciones óptimas, sin tener en cuenta ningún tipo de restricción. En este sentido, se ha considerado que este mapa estará determinado por siete factores: velocidad del viento, pendiente del terreno, distancia a la red de comunicaciones existente, distancia a las líneas eléctricas aéreas, suelo disponible para el desarrollo de la energía eólica según el Plan Insular para la Ordenación del Territorio, impacto visual sobre las localizaciones consideradas como conjuntos históricos y distancia a los núcleos poblados (cuadro III.1). En el anexo V se presentan todos los mapas de los factores tenidos en cuenta para obtener el recurso territorial eólico teórico en Gran Canaria y Tenerife.

---

<sup>78</sup> Decreto 32/2006, de 27 de marzo, por el que se regula la instalación y explotación de los parques eólicos en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias.

**Cuadro III.1.** Factores para la localización de parques eólicos.

Factores	Puntos de corte	Referencias
Velocidad del viento	Menos de 4 m/s = 0 Más de 10 m/s = 1	Voivontas, Assimacopoulos, Mourelatos y Corominas (1998); Elliott <i>et al.</i> (1999); Baban <i>et al.</i> (2001); Palanichamy, Babu, y Nadarajan (2004); Hansen (2005); Ramachandra (2005); Yue <i>et al.</i> (2006); Tegou <i>et al.</i> (2007); Yue <i>et al.</i> (2009); Belmonte, Núñez, Viramonte y Franco (2009); Tegou <i>et al.</i> (2009); Aydin <i>et al.</i> (2010); Hoesen y Letendre (2010); Janke (2010); Tegou <i>et al.</i> (2010).
Pendiente del terreno	Menos de 10% = 1 Más de 60% = 0	Voivontas <i>et al.</i> (1998); Baban <i>et al.</i> (2001); Tudela <i>et al.</i> (2005); Tegou <i>et al.</i> (2007); Tegou <i>et al.</i> (2009); Hoesen y Letendre (2010); Tegou <i>et al.</i> (2010).
Red de comunicaciones	Más de 2.000 m = 0 Menos de 300 m = 1	Baban <i>et al.</i> (2001); Yue <i>et al.</i> (2006); Tegou <i>et al.</i> (2007); Tegou <i>et al.</i> (2009); Janke (2010); Tegou <i>et al.</i> (2010).
Red eléctrica aérea	Más de 2.000 m = 0 Menos de 300 m = 1	Baban <i>et al.</i> (2001); Hansen (2005); Tegou <i>et al.</i> (2007); Tegou <i>et al.</i> (2009); Janke (2010); Tegou <i>et al.</i> (2010).
Suelo disponible	Áreas compatibles; 1 Áreas incompatibles; 0	Baban <i>et al.</i> (2001); Tudela <i>et al.</i> (2005); Tegou <i>et al.</i> (2007); Tegou <i>et al.</i> (2009).
Impacto visual	Más de 4 municipios = 0 Ningún municipio = 1	Voivontas <i>et al.</i> (1998); Baban <i>et al.</i> (2001); Tudela <i>et al.</i> (2005); Tegou <i>et al.</i> (2007); Tegou <i>et al.</i> (2009); Molina-Ruiz <i>et al.</i> (2011).
Núcleos de población	Más de 5.000 m = 0 Menos de 1.000 m = 1	Arán, Espín, Aznar, Zamorano, Rodríguez, y Ramos (2008); Tegou <i>et al.</i> (2009); Janke (2010).

Fuente: Elaboración propia.


### Velocidad del viento

Es indudable que la velocidad del viento es la variable clave para la generación de energía eólica, ya que sin la existencia de este no sería posible la producción de dicha energía. En nuestro archipiélago se dispone del recurso eólico de Canarias<sup>79</sup> elaborado por el ITC, en el que se utiliza un sofisticado modelo de simulación atmosférica capaz de reproducir los patrones de viento a gran escala mediante un modelo microescalar que responde a las características del terreno y que simula las

<sup>79</sup> [http://www.itccanarias.org/recursoeolico/island\\_cells/index.html](http://www.itccanarias.org/recursoeolico/island_cells/index.html) [fecha de consulta: abril, 2010].

condiciones atmosféricas sobre el archipiélago canario para un total de 366 días elegidos de forma aleatoria de un total de 15 años. Según podemos observar en la figura III.1, en esta documentación se nos facilitan los datos numéricos de las características principales del recurso eólico para un conjunto de puntos dispuestos en una malla de 100 m de resolución (cada punto está separado 100 m del siguiente, tanto en la dirección Norte-Sur como en la Este-Oeste).

Figura III.1. Recurso eólico de Canarias.



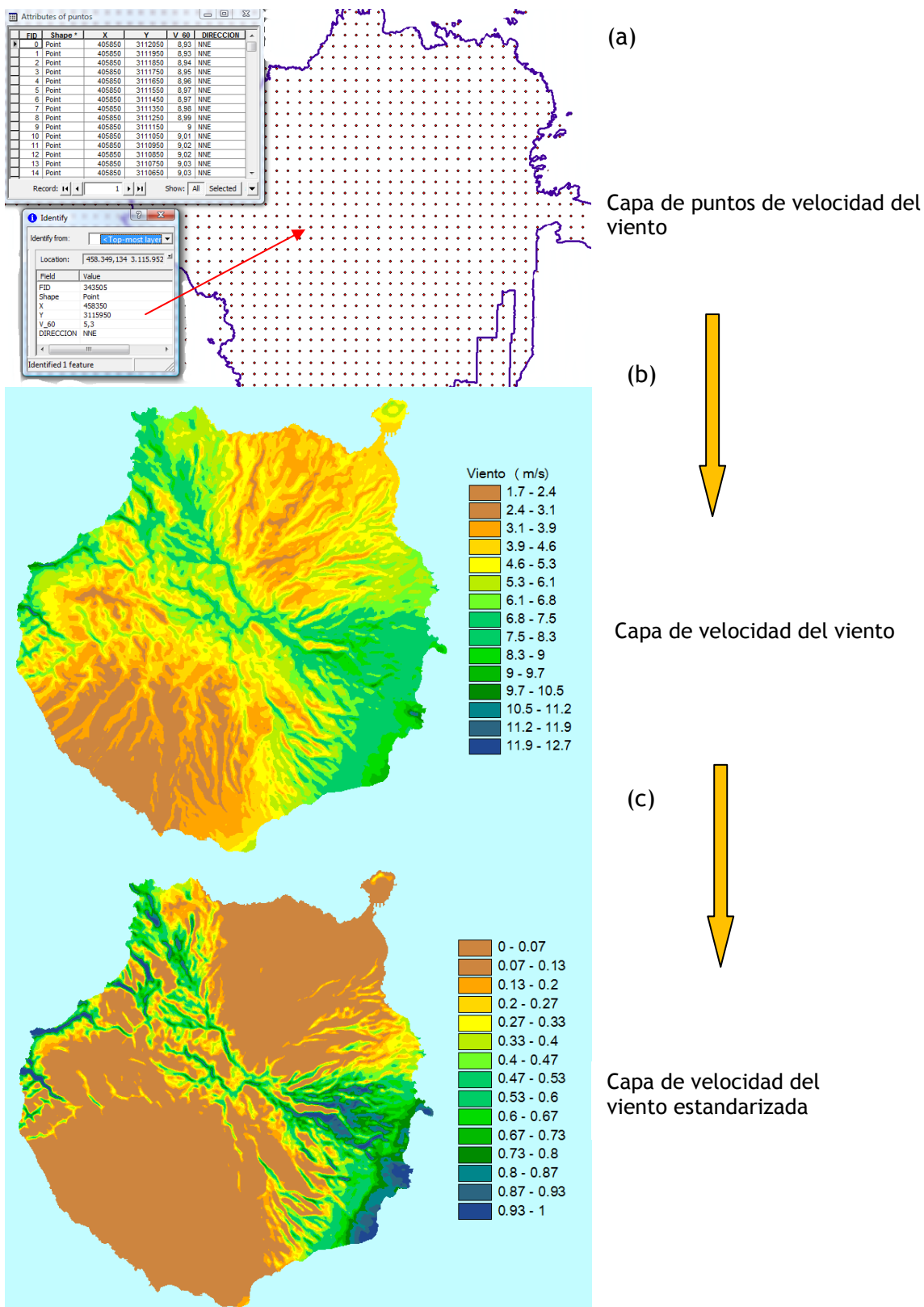
X	Y	V. Viento 40	Weibk 40	V. Viento 60	Weibk 60	V. Viento 80	Weibk 80	<sup>1</sup> Dirección Predominante
426650	3135150	6,620	2,497	6,780	2,515	6,910	2,514	NE
426650	3135050	6,620	2,478	6,780	2,495	6,910	2,494	NE
426650	3134950	6,620	2,478	6,780	2,495	6,900	2,493	NE
426650	3134850	6,620	2,478	6,780	2,495	6,900	2,493	NE

Fuente: ITC.

Para poder utilizar esta información en nuestro SIG es necesario transformarla en una capa temática, transfiriéndola previamente a una base de datos. A partir de esta, se obtiene una capa vectorial donde dispondremos de la georreferenciación de los puntos suministrados por el ITC (figura III.2a), los cuales tendrán asociadas una serie de atributos que, en este caso, serán la velocidad del viento (m/s) a 40, 60 y 80 metros de altura respecto al terreno, la dirección predominante del mismo y el valor del parámetro  $K$  de la distribución de la función densidad de probabilidad de Weibull<sup>80</sup>. Ahora bien, la representación de elementos espaciales continuos (como es el caso del viento) encuentra una representación más operativa mediante un modelo *raster* en el que cada punto estará representado por un píxel, lográndose modelar el fenómeno del viento de una forma continua. En este caso será necesario transformar esta capa temática vectorial de puntos en otra capa temática *raster* donde cada punto se transformará en un píxel al que se le asigna el valor de la velocidad del viento en ese punto. En este caso será de 100 m/píxel, lo que nos permitirá visualizar el territorio diferenciando intervalos continuos de este atributo (figura III.2b).

<sup>80</sup>La distribución de Weibull determina las variaciones en la velocidad del viento a lo largo del tiempo.

Figura III.2. Capas temáticas de velocidad del viento.



Fuente: Elaboración propia.



Una vez obtenida la capa temática de la velocidad del viento, debemos aplicarle una estandarización difusa en la que cada píxel asumirá un valor desde 0 (adecuación nula) a 1 (adecuación óptima). Para el caso del viento se ha establecido que las zonas con velocidades inferiores a 4 m/s no son adecuadas para el desarrollo de esta energía, porque la mínima velocidad del viento necesaria para la entrada en servicio de los aerogeneradores es entre 3 y 4 m/s. A partir de este valor de velocidad, las palas giran más rápidamente a medida que aumenta la velocidad del viento y la corriente eléctrica producida también va aumentando hasta que llega a la potencia nominal. Esta potencia nominal se alcanza a una velocidad del viento entre los 10 y 12 m/s, según las especificaciones técnicas de los fabricantes de aerogeneradores<sup>81</sup> y, por ello, se ha estimado que las zonas con velocidad del viento mayor de 10 m/s son las que reúnen las mejores condiciones para implementar la energía eólica. Finalmente, obtendremos la capa temática del recurso eólico estandarizado mediante una función de pertenencia sigmoïdal creciente entre los valores antes indicados (figura III.2c).

#### Pendiente del terreno

Las zonas con fuertes pendientes deben ser excluidas como ubicaciones óptimas para parques eólicos debido a que las labores que serían necesarias para acondicionarlas resultarían muy impactantes desde el punto de vista medioambiental (Tudela y Molina, 2005). Además, la construcción de los accesos necesarios para acercar los materiales necesarios para construir las instalaciones sería muy dificultosa. Por esta razón, se ha estimado evaluar como inadecuadas aquellas zonas cuya pendiente sea superior al 60% y como adecuadas aquellas que tienen una pendiente inferior al 10%.

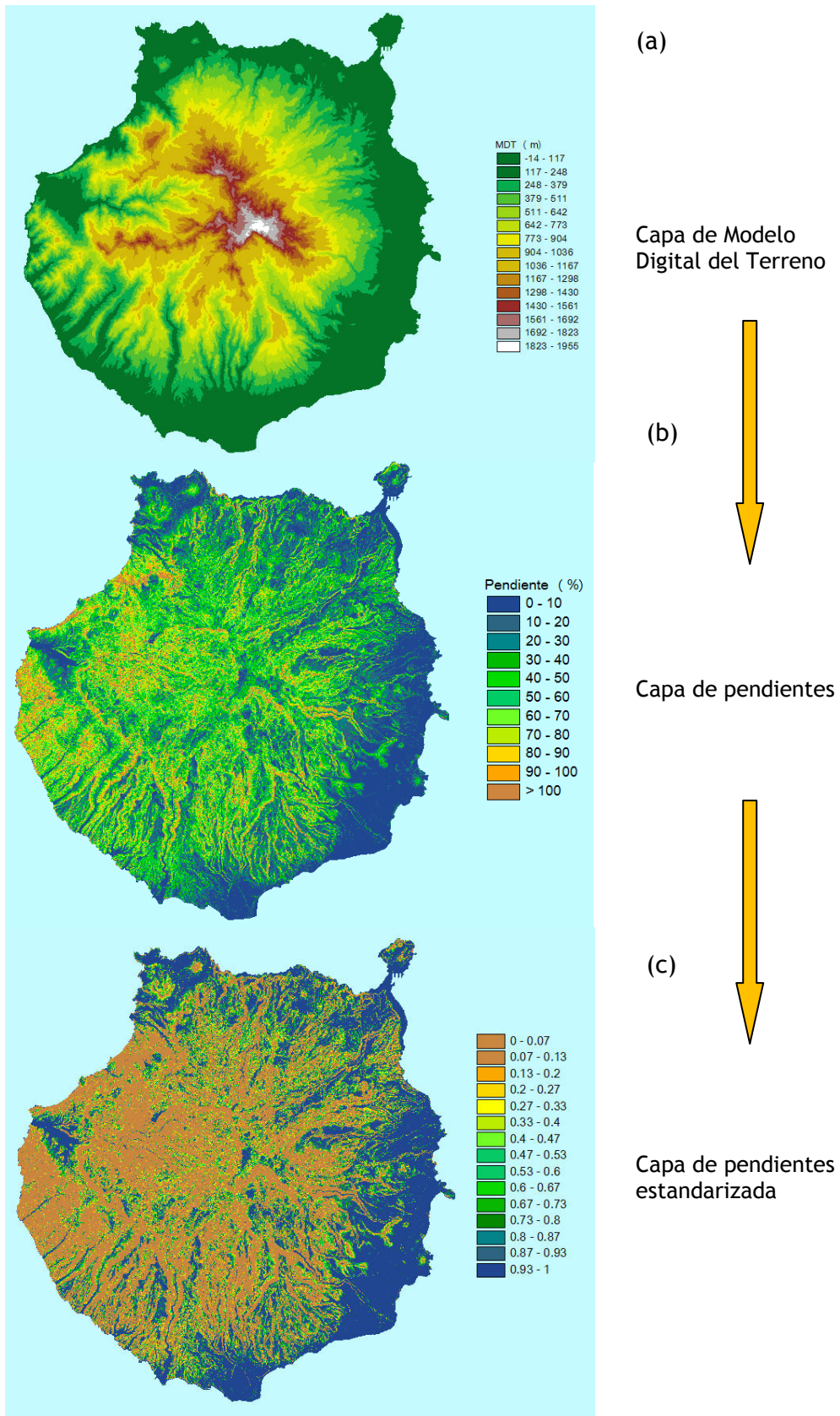
Para evaluar este criterio se ha elaborado una capa *raster* de pendientes (figura III.3a) sobre la base del Modelo Digital del Terreno (MDT) a partir de la información que suministra GRAFCAN<sup>82</sup>. Este MDT está disponible en formato de texto (x, y, z), con una distribución equidistante de diez metros. A partir de esta información, se ha obtenido la capa temática de pendientes (%) aplicando a la capa del MDT las funciones implementadas en el SIG para obtener las pendientes de un modelo (figura III.3b). Una vez que disponemos de la capa de pendientes, le aplicamos una estandarización difusa entre los valores anteriormente indicados (figura III.3c).

---

<sup>81</sup> <http://www.alcion.es/Download/ArticulosPDF/en/11articulo.pdf> [fecha de consulta: febrero, 2010].

<sup>82</sup> <http://tiendavirtual.grafcan.es/index.jsf;jsessionid=BAD8DCEC36EB19DFF54E7550791489B7> [fecha de consulta: febrero, 2010].

Figura III.3. Capas temáticas de pendiente.



Fuente: Elaboración propia.

### Distancia a red de comunicaciones

Como se comentó en el punto anterior, la construcción de un parque eólico precisa de accesos que permitan la llegada de vehículos pesados hasta el emplazamiento de los aerogeneradores y así hacer llegar a la localización prevista todos los equipos y maquinaria necesarios. Por tanto, la red de carreteras y caminos de la zona son un importante recurso territorial, porque el hecho de que el emplazamiento no disponga de accesos puede incrementar los costes en infraestructuras o incluso hacer inviable la construcción del parque.

Para evaluar este factor, se ha elaborado una capa *raster* con la red de carreteras y caminos existentes, a partir del Mapa Topográfico 1:5.000 de GRAFCAN<sup>83</sup>. Este mapa topográfico cubre la totalidad del territorio canario y se suministra en hojas con una superficie de 1.250 ha (5.000 x 2.500 m). Para elaborar esta capa, primero ha sido necesario obtener una capa vectorial seleccionando, en el mapa topográfico, las capas de ejes de todos los tipos de viales, caminos y senderos. Una vez obtenida esta capa, se ha modelado el territorio a partir de distancias mediante *buffers*<sup>84</sup> equidistantes cada 100 m (figura III.4a). Con esto lo que se pretende es clasificar el territorio en función de la distancia de cada punto a cualquier vía de comunicación, de tal forma que se pueda evaluar la adecuación de un área determinada del territorio en función de su distancia a cualquier vía de comunicación.

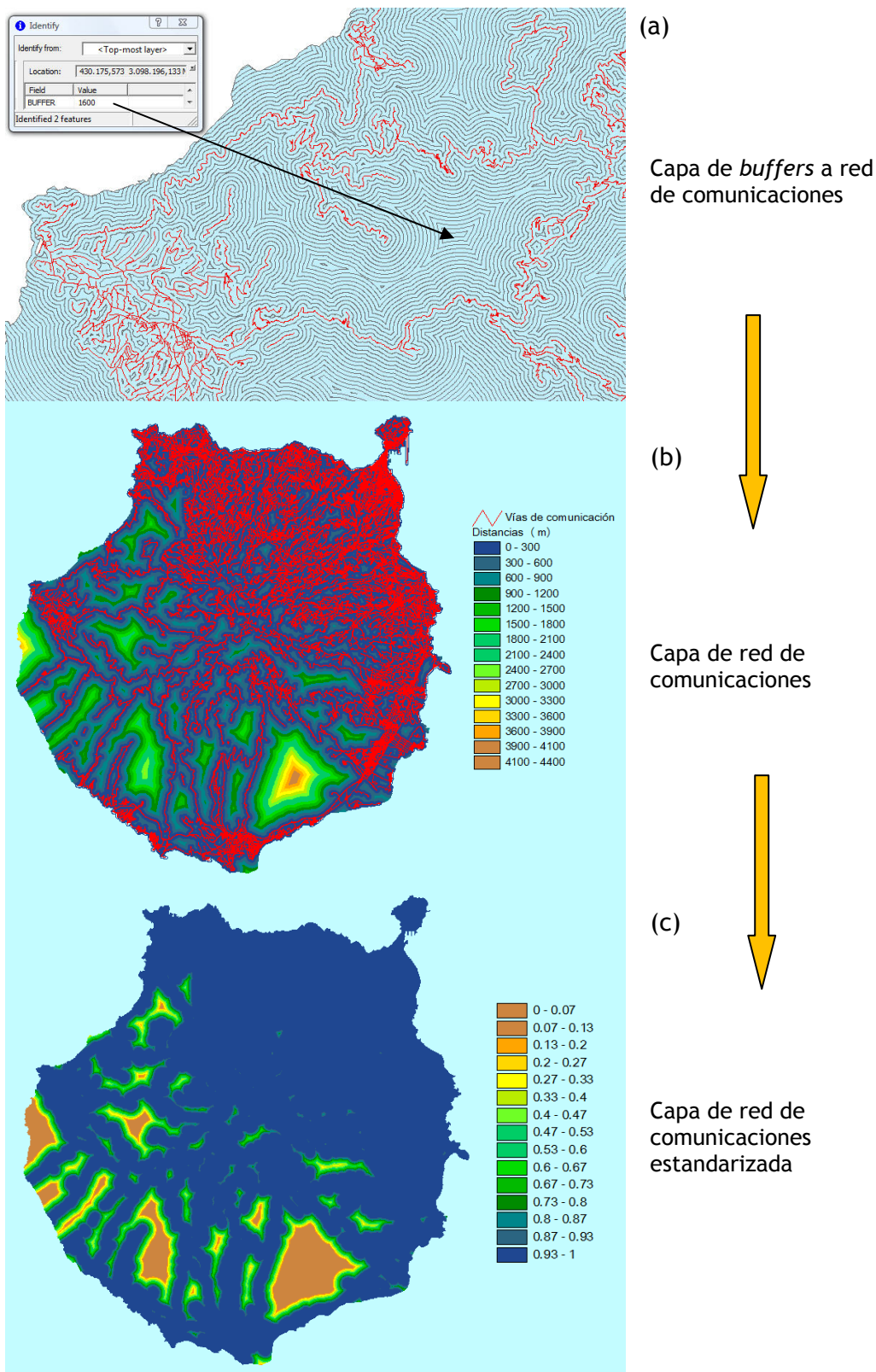
Posteriormente, es necesario transformar esta capa vectorial en una capa tipo *raster* (figura III.4b) para poder estandarizarla (figura III.4c). Aunque en la literatura consultada se suele considerar que la distancia idónea es de 1 km y que no se debe superar los 10 km a cualquier vía de comunicación, en este estudio hemos valorado la configuración del territorio en islas y su accidentada orografía, por lo que se ha disminuido el rango de los puntos de corte a 300 m como distancia idónea y 2.000 m como distancia máxima a cualquier vía de comunicación. Igual que en los casos anteriores, se ha aplicado una estandarización entre estos valores.

---

<sup>83</sup> <http://tiendavirtual.grafcan.es/visor.jsf?currentSeriePk=1> [fecha de consulta: febrero, 2010].

<sup>84</sup> Los *buffers* son polígonos que se crean alrededor del objeto analizado (en este caso vías de comunicación) con la intención de delimitar el territorio que está a una distancia determinada de dicho elemento.

Figura III.4. Capas temáticas de red de comunicaciones.



Fuente: Elaboración propia.



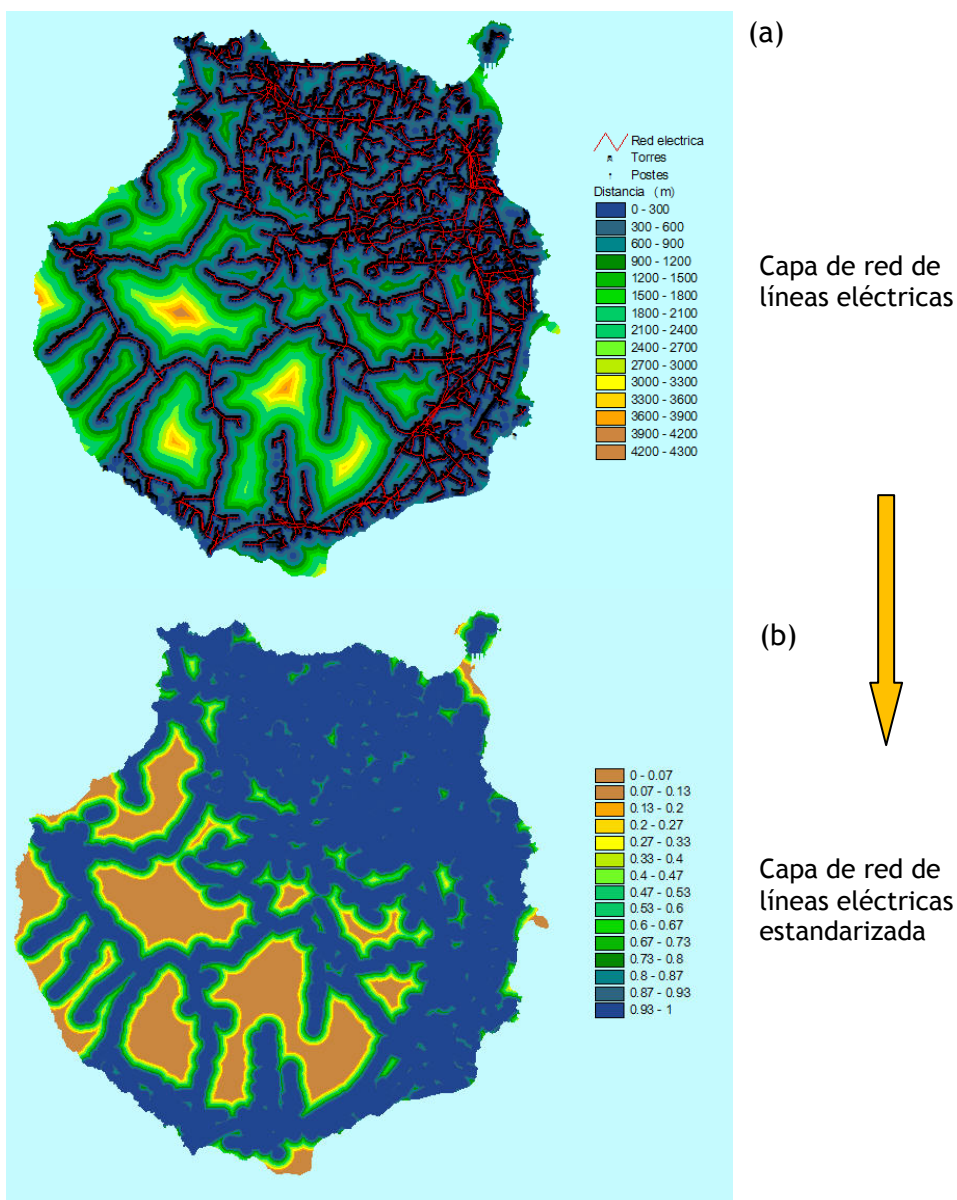
### Distancia a la red eléctrica aérea

Otro de los factores que puede actuar como freno para el desarrollo de la energía eólica es la insuficiencia de redes eléctricas, ya que puede ocurrir que no haya posibilidad de conexión entre el parque eólico y el punto de conexión a la red por la distancia y condiciones de evacuación de energía. Por tanto, para evitar que esto no suponga un obstáculo definitivo al desarrollo de los parques eólicos, debe existir una red de líneas eléctricas relativamente cerca del emplazamiento de los parques.

En este caso, también se ha recurrido a la información disponible en el Mapa Topográfico 1:5.000 de GRAFCAN. Ahora bien, es necesario reseñar que se han considerado solamente las líneas eléctricas aéreas, ya que en esta cartografía no aparecen las líneas eléctricas subterráneas. Por este motivo, también se ha incluido otro tipo de información (además de las líneas eléctricas aéreas) como las torres eléctricas y postes de tendido eléctrico, pues estimamos que si existen estas instalaciones en el territorio, deben hallarse líneas eléctricas entre ellas aunque no queden reflejadas en la cartografía. De esta forma podremos incorporar algunas líneas subterráneas que no aparecen en la misma.

Igual que en el caso de las vías de comunicación, una vez obtenida la capa vectorial, se ha modelado el territorio a partir de distancias mediante *buffers* equidistantes 100 m y se ha transformado esta capa vectorial en una capa tipo *raster* (figura III.5a). Para esta capa, también se ha estimado que si los parques no superan 300 m de distancia de las líneas eléctricas, estarán en las mejores condiciones para su localización, y que si superan una distancia de 2.000 m, estarían en las peores condiciones. Finalmente, se ha aplicado una estandarización entre los valores antes indicados (figura III.5b).

Figura III.5. Capas temáticas de red de líneas eléctricas.



Fuente: Elaboración propia.

### Suelo disponible

El desarrollo de la energía eólica dependerá en gran medida de que exista una adecuada planificación territorial de suelo reservado que facilite la implantación de dicha energía. Una prueba de la importancia de este factor es que en las convocatorias de concurso público para la asignación de potencia en la modalidad de nuevos parques eólicos en los sistemas eléctricos canarios, se establecen unos criterios de evaluación en función del uso del suelo en el que se vaya a instalar el nuevo parque eólico, valorando con la máxima puntuación a aquellas instalaciones que se prevea situar en las zonas estipuladas para las mismas. Por ello, existe en el

planeamiento urbanístico de algunos municipios una serie de parcelas reservadas para la implantación de energía eólica.

Ahora bien, la consejera de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias, Margarita Ramos, en una reciente intervención parlamentaria ha indicado que “Entre los principales obstáculos para las autorizaciones administrativas de los parques eólicos en Canarias se encuentra la incompatibilidad de dichas instalaciones con las determinaciones territoriales contenidas en el planeamiento territorial y urbanístico [...] los adjudicatarios del concurso, convocado en 2007, se han encontrado que al tratar de recabar las autorizaciones administrativas correspondientes se han encontrado con incompatibilidades a la hora de implantar los parques vinculadas a las determinaciones territoriales, contenidas en el planeamiento territorial y urbanístico”<sup>85</sup>, lo que le motiva a estudiar determinadas medidas para resolver este inconveniente. Como consecuencia de lo anterior, el Ejecutivo regional declaró los parques eólicos de interés general -a través de la Ley 2/2011<sup>86</sup>- para conseguir desbloquear su instalación en las Islas. Teniendo en cuenta esta circunstancia, se ha optado por tener en cuenta no solo las parcelas que actualmente están habilitadas para implantar este tipo de energía -ya que esta nueva ley facilita el acceso a localizaciones que actualmente no están disponibles en el planeamiento urbanístico de los municipios-, sino el planeamiento que existe a largo plazo.

En la Comunidad Canaria, la planificación territorial de infraestructuras energéticas a largo plazo es competencia de los cabildos insulares y se desarrolla en los planes insulares de ordenación del territorio (PIOT) de cada uno de los cabildos. Por ello, se ha tenido en cuenta que en el PIOT de Gran Canaria<sup>87</sup> y de Tenerife<sup>88</sup> existen sus correspondientes planificaciones respecto al suelo que se debe dedicar a la energía eólica. En este planeamiento se diferencia entre “áreas incompatibles”, donde no se autorizará la implantación de centrales de producción de energía eólica, y “áreas potencialmente compatibles”, cuya ordenación se remite a lo dispuesto en el Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras Energéticas o al planeamiento urbanístico, según corresponda. Por tanto, la cantidad de superficie compatible con la implantación de energía eólica que se establece en el PIOT de cada isla es un

---

<sup>85</sup> <http://www.gobcan.es/noticias/index.jsp?module=1&page=nota.htm&id=143597> [fecha de consulta: octubre, 2011].

<sup>86</sup> [http://www.gobiernodecanarias.org/energia/normativa/energielectrica/Ley202\\_2011.pdf](http://www.gobiernodecanarias.org/energia/normativa/energielectrica/Ley202_2011.pdf) [fecha de consulta: diciembre, 2011].

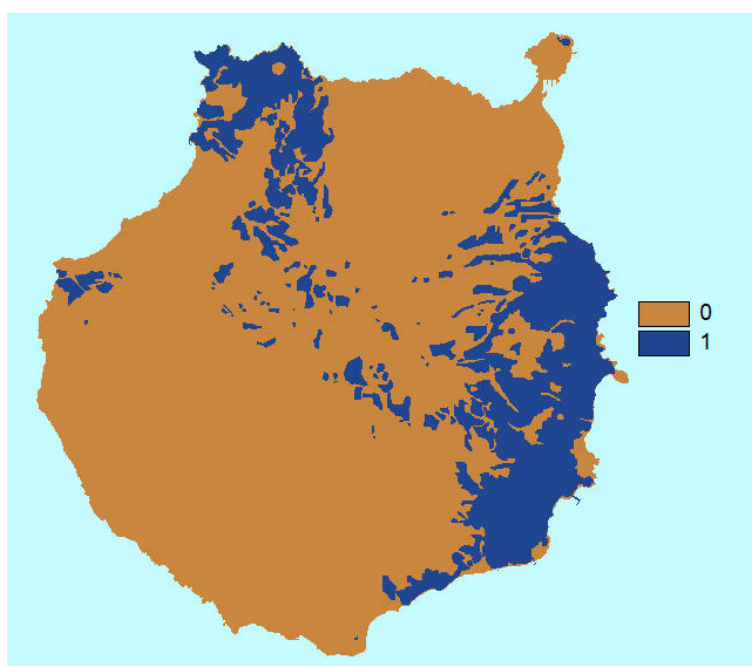
<sup>87</sup> [http://descargas.idegrancanaria.es/PlanesCabGC/PIO-GC/PDF/PIO2010\\_Index.pdf](http://descargas.idegrancanaria.es/PlanesCabGC/PIO-GC/PDF/PIO2010_Index.pdf) [fecha de consulta: abril, 2010].

<sup>88</sup> <http://www.tenerife.es/planes/PIOT/PIOTindex.htm> [fecha de consulta: abril, 2010].

indicador muy adecuado del suelo potencialmente disponible para el desarrollo de esta energía.

Para la modelización de este factor se ha realizado, tomando como base los mapas zonales eólicos de los PIOTs de las dos islas, una capa *raster* donde se diferencian las áreas potencialmente compatibles de las áreas incompatibles. En este caso, no se ha considerado necesario realizar una estandarización difusa, ya que la estandarización se realiza de forma dicotómica, asignando el valor uno a los píxeles de las zonas compatibles y el valor cero a los píxeles de las zonas incompatibles (figura III.6).

Figura III.6. Capa temática de uso del suelo estandarizada.



Fuente: Elaboración propia a partir del PIOT del Cabildo de Gran Canaria.

### Impacto visual

Teniendo en cuenta que los aerogeneradores son altamente visibles en el paisaje, se ha considerado el impacto visual que ocasiona la instalación de un parque eólico en el territorio como un factor más en este estudio. Ahora bien, el análisis del impacto visual en el paisaje es un factor difícil de analizar de forma objetiva, porque la subjetividad del observador juega un papel muy importante para realizar dicha evaluación. Aunque este factor es susceptible de ser abordado desde diversos puntos de vista, en este trabajo se ha optado por tener en cuenta la Ley 4/1999 de Patrimonio Histórico de Canarias, por la que se establece la necesidad de realizar planes especiales de protección de los conjuntos históricos y se ha dado prioridad a salvaguardar el impacto visual sobre estos enclaves, por ser el territorio objeto de



este estudio eminentemente turístico. En este sentido, consideramos que el patrimonio cultural, histórico y paisajístico de nuestras islas puede verse alterado por la inadecuada ubicación de parques eólicos, pudiendo constituir un elemento discordante si no se elige correctamente su localización.

Hasta la actualidad han sido incoados en la Comunidad Autónoma de Canarias un total de 53 expedientes para la declaración de conjuntos históricos, de los cuales 35 han alcanzado la declaración definitiva como bien de interés cultural. En el cuadro III.2 se detallan los municipios y la denominación de los conjuntos históricos existentes en las islas de Gran Canaria y Tenerife que han sido tenidos en cuenta para la realización de este estudio. En este punto es necesario reseñar que en la isla de Gran Canaria se han incluido todos los enclaves catalogados como conjuntos históricos, pero en la isla de Tenerife se ha tenido que seleccionar a los dieciséis que se han estimado más interesantes desde el punto de vista del interés patrimonial y paisajístico de los veintiocho existentes, ya que una de las limitaciones de cálculo que impone el programa de SIG<sup>89</sup> que se ha empleado en esta fase del trabajo es que el número máximo de puntos que es capaz de analizar simultáneamente es dieciséis.

**Cuadro III.2.** Localizaciones catalogadas como conjuntos históricos.

Gran Canaria		Tenerife	
Municipio	Denominación	Municipio	Denominación
<b>Agaete</b>	Casco Antiguo de la Villa de Agaete	<b>Arico</b>	Arico el Nuevo
<b>Agüimes</b>	Barrio de Temisas	<b>Arona</b>	Arona
	Villa de Agüimes	<b>Garachico</b>	Villa y Puerto de Garachico
<b>Arucas</b>	Casco Antiguo de Arucas	<b>Guía de Isora</b>	Guía de Isora
<b>Gáldar</b>	Plaza de Santiago	<b>Güímar</b>	Casco Histórico de Güímar
	Barranco Hondo de Abajo	<b>Icod de Los Vinos</b>	Icod de Los Vinos
<b>Las Palmas de G. C.</b>	Barrio de Vegueta	<b>La Laguna</b>	San Cristobal de la Laguna
	Casas de la Mayordomía	<b>La Matanza</b>	La Matanza de Acentejo
	Calle Perojo e inmediaciones	<b>La Orotava</b>	Villa de La Orotava
	Barrio de Triana	<b>Los Realejos</b>	El Realejo Bajo

<sup>89</sup> Esta es una limitación de la herramienta *Observer Points* de *ArcGis*.

Gran Canaria		Tenerife	
Santa Brígida	Casco Histórico de Santa Brígida	Puerto de la Cruz	Puerto de la Cruz
Santa María de Guía	Casco Antiguo de Santa María de Guía	San Juan de la Rambla	Villa de San Juan de la Rambla
Telde	Barrio de San Juan	Santa Cruz de Tenerife	Plaza Weyler
	Barrio de San Francisco		Antiguo Santa Cruz
Teror	Casco Antiguo de la Villa de Teror	Tacoronte	Tacoronte
		Tegueste	Tegueste

Fuente: Consejería de Educación, Universidades y Sostenibilidad (2009).

Desde el punto de vista metodológico, se ha comprobado que en algunos trabajos relacionados con la localización de parques eólicos (e.g., Tudela *et al.*, 2005; Tegou *et al.*, 2009; Molina-Ruiz *et al.*, 2011) se suele considerar que, adoptando como punto de origen el parque eólico, la delimitación del ámbito de afección visual queda recogida por diferentes radios de acción. Por ejemplo, Tegou *et al.* (2009:319), teniendo en cuenta la legislación griega, distinguen entre varias zonas de afección: asentamientos tradicionales, asentamientos significativos y lugares históricos. En el caso, por ejemplo, de los asentamientos tradicionales, la legislación griega diferencia tres rangos de impacto visual: (a) desde la localización del parque hasta un radio de 1,5 km, donde la incidencia visual se estima como alta y no se permite ningún aerogenerador en ese radio; (b) hasta un radio de 3 km, donde se considera que existe una incidencia media y se permiten cuatro aerogeneradores por km<sup>2</sup>; y (c) hasta un radio de 6 km, donde se considera una incidencia baja y se permiten siete aerogeneradores por km<sup>2</sup>.

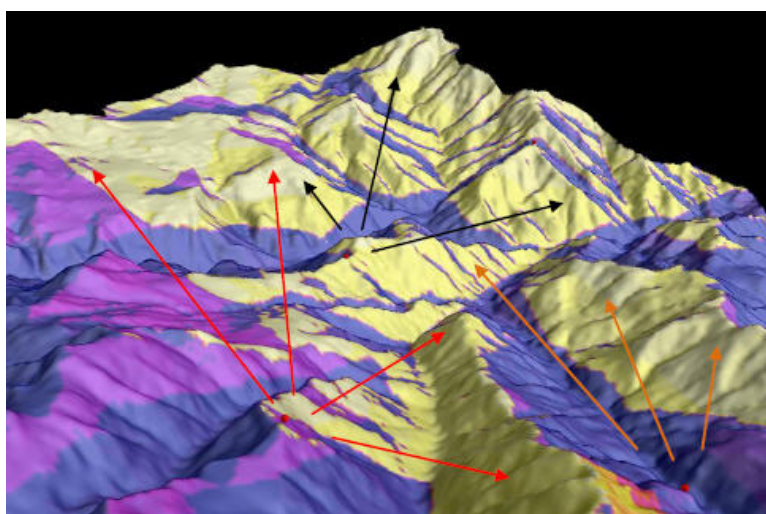
Por su parte, Molina-Ruiz *et al.* (2011) basan su análisis en el cálculo de la distancia de visualización de los molinos eólicos, a partir de herramientas SIG, teniendo en cuenta la capacidad visual del ojo humano y el modelo digital del terreno de la zona de estudio. De acuerdo con su estudio, en términos generales, el impacto visual podría ser reclasificado en tres grupos: hasta 10 km el impacto visual es alto, de 10 a 20 km el impacto visual es medio, y para distancias superiores a 30 km será bajo. En consecuencia, con el fin de minimizar el impacto visual, la distancia óptima sería de 30 km.

Ahora bien, en nuestro caso, teniendo en cuenta la orografía montañosa que abunda en nuestras islas, se ha pensado que para evaluar el impacto visual que provocan los aerogeneradores, más que la determinación de una distancia de afección, puede ser

significativo tener en cuenta la orografía de la zona, que es la que realmente condiciona la visibilidad en nuestro territorio. En este sentido, se considera más interesante evaluar el nivel de visibilidad de los aerogeneradores teniendo en cuenta la altura, morfología y orientación de las laderas circundantes.

Para llevar a la práctica este análisis se ha utilizado la herramienta *Viewshed*<sup>90</sup>, que calcula visuales desde diferentes puntos de observación hasta el centro de cada uno de los cuadrados de la retícula del *raster* que forma un MDT, obteniendo las zonas que quedarían visibles o no desde los puntos antes indicados (figura III.7).

Figura III.7. Determinación de una cuenca visual.



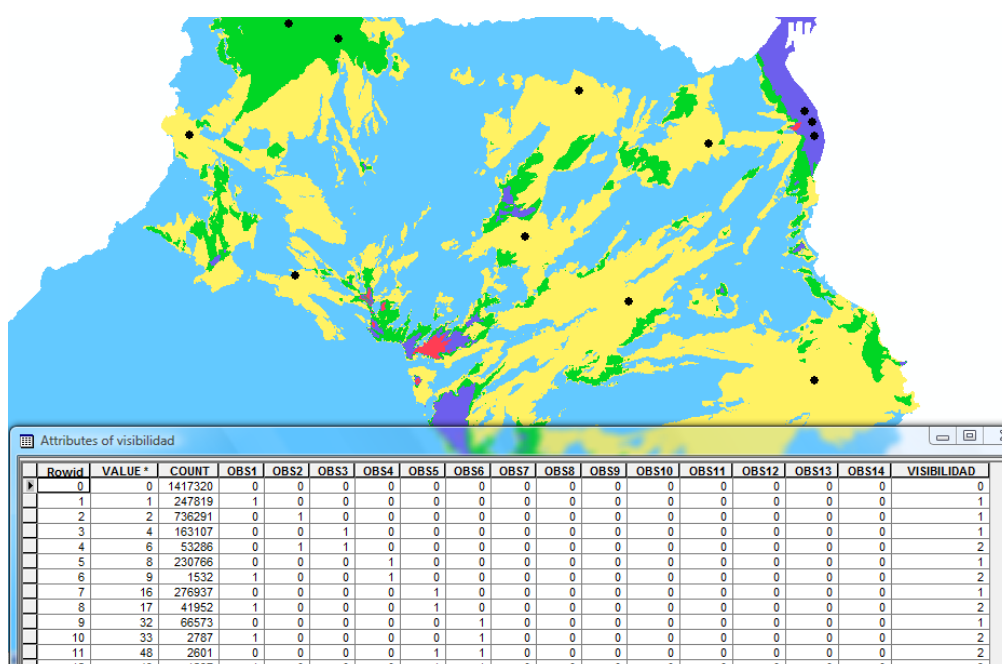
Fuente: Barrientos (2006:33).

En este estudio, para determinar el grado de visibilidad de posibles aerogeneradores instalados en el territorio respecto de los conjuntos históricos, se ha tenido en cuenta que los puntos de observación (conjuntos históricos) estarán a una altura de una persona (1,70 m), y en el centro de cada uno de los cuadrados de la retícula que forma el MDT se ha considerado que se dispone de un aerogenerador de 80 m de altura. De esta forma, se conseguirá obtener una capa *raster* en la cual cada píxel tendrá el valor del grado de visibilidad de cada punto del territorio (si instaláramos en él un aerogenerador) respecto de los asentamientos de los conjuntos históricos. Para ello, como podemos observar en la figura III.8, el *raster* resultante almacena información binaria codificada acerca de los distintos valores de visibilidad para cada uno de los enclaves analizados en distintas columnas denominadas “OBS $n$ ” (donde  $n$

<sup>90</sup> *Viewshedes* una herramienta de SIG (en este caso de *ArcGis*) que comúnmente se utiliza para calcular la cuenca visual que se obtendría si instaláramos en una determinada zona una torre de vigilancia para, por ejemplo, prevención de incendios.

es el número que identifica al conjunto histórico de observación). Estas columnas almacenan la visibilidad de las celdas por cada uno de los puntos de observación sujeto al análisis de visibilidad, de tal manera que, por ejemplo, todas las celdas que puedan ser observadas desde el municipio 3 se almacenarán con el valor 1 en la columna “OBS3”. Si sumamos en cada fila el valor de cada una de las columnas y lo ponemos en una nueva columna que, en este caso, se ha denominado “visibilidad”, obtendremos, si el valor es 0, las zonas desde donde no es visible ningún casco histórico; si el valor es 1, las zonas desde donde es visible uno; si el valor es 2, donde son visibles dos, etc.

Figura III.8. Interpretación de la capa temática de impacto visual.



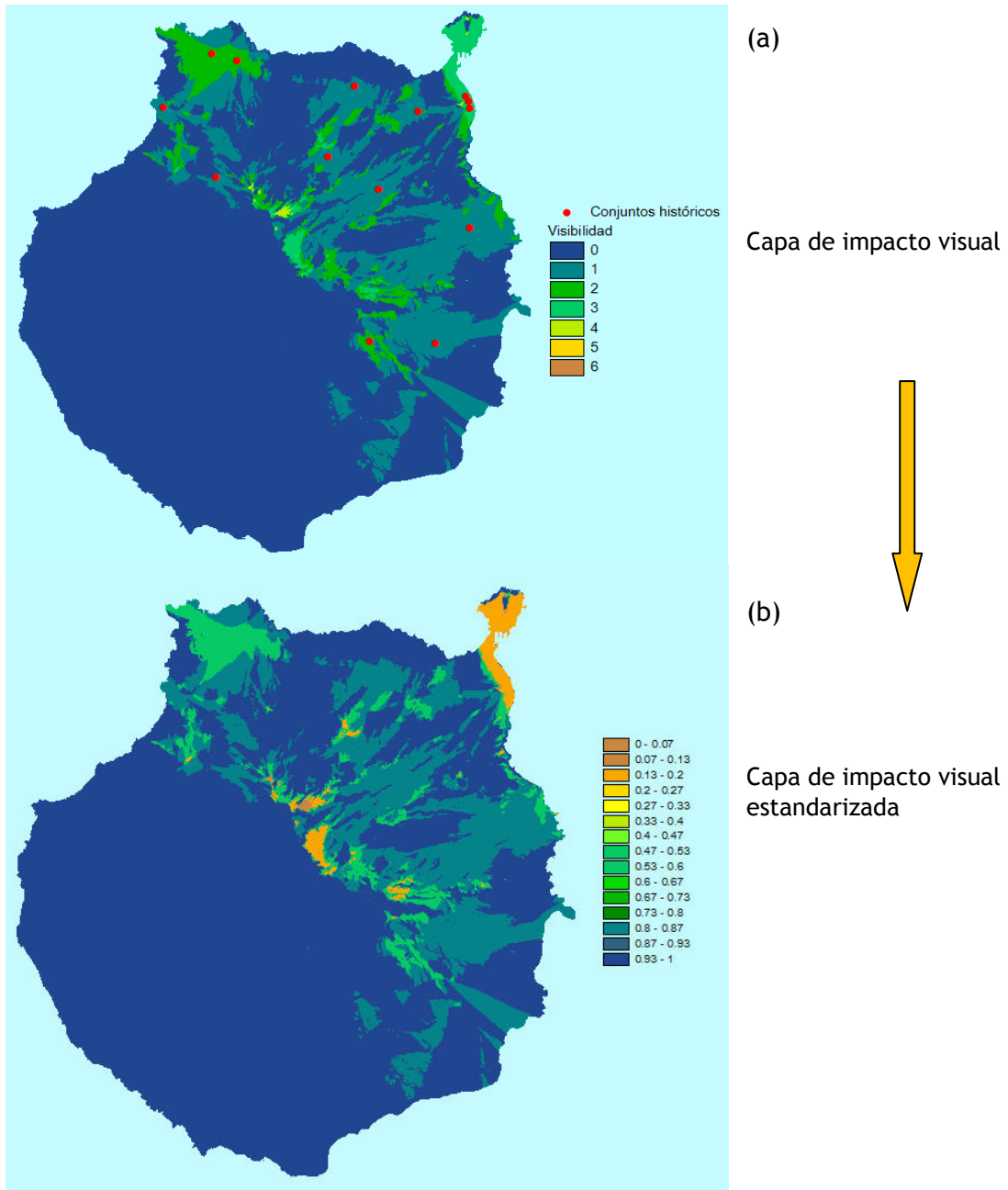
Fuente: Elaboración propia.

En la figura III.8 también se puede observar que las zonas rotuladas en celeste son aquellas donde no serían visibles los aerogeneradores desde ninguno de los conjuntos históricos, las zonas que están en amarillo son aquellas donde podrían ser vistos desde un solo municipio, las zonas verdes desde dos, las malvas desde tres y las rojas desde cuatro o más. Los puntos negros representan la localización de los cascos históricos.

Seguidamente, se ha elaborado una capa temática de impacto visual (figura III.9a) y, posteriormente, se han estandarizado estos valores de visibilidad (figura III.9b). En este caso se ha estimado que las zonas no visibles desde ningún municipio (valores de píxel igual a cero) estarán en las mejores condiciones para la localización de parques

eólicos, mientras que las zonas más visibles (valores de píxel superiores a cuatro) son las que estarán en las peores condiciones.

Figura III.9. Capa temática de impacto visual.



Fuente: Elaboración propia.

### Núcleos de población

Por último, se ha estimado que la cercanía de los parques eólicos a los lugares poblados del territorio mejora la viabilidad de su instalación. Además, la cercanía a los núcleos urbanos reduce las pérdidas en el transporte de la energía eléctrica generada. Por otra parte, es lógico pensar que las zonas del territorio pobladas son aquellas donde se produce demanda de energía, siendo esta demanda directamente proporcional al tamaño de la población.

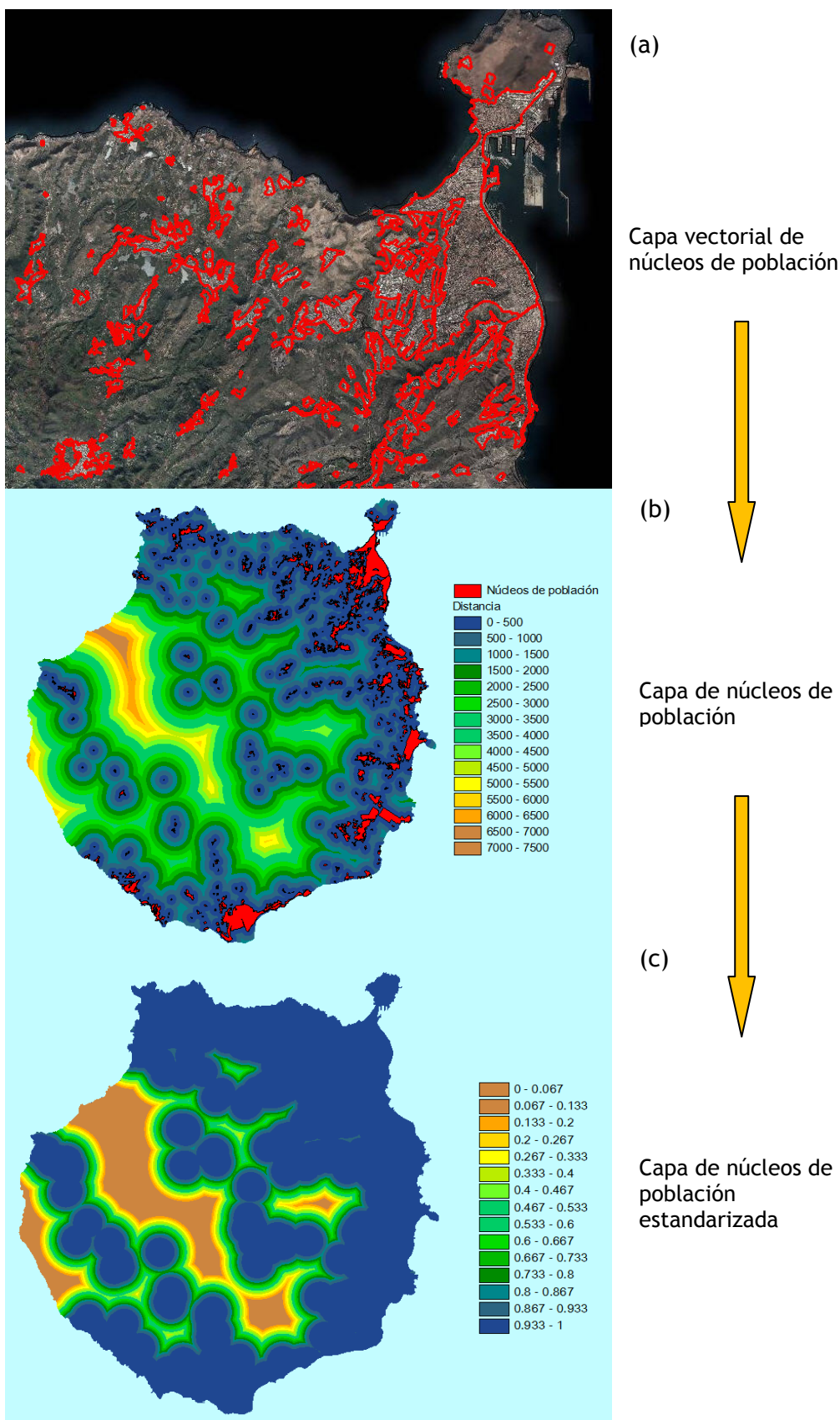
Siguiendo esta premisa, para la realización de esta capa temática se han localizado las áreas de urbanización densa, las áreas de urbanización dispersa y las áreas industriales a partir del mapa de ocupación de suelo de GRAFCAN<sup>91</sup>, obteniendo una capa vectorial de núcleos de población (figura III.10a). Una vez obtenido este mapa vectorial, se ha modelado mediante *buffers* equidistantes a 100 m y se ha transformado en una capa tipo *raster* para poder combinarla con las capas elaboradas previamente (figura III.10b). Igual que los casos anteriores, será preciso aplicar a este *raster* una estandarización difusa (figura III.10c). Aunque es muy relativo el establecer puntos de corte en este factor, siguiendo a Arán, Espín, Aznar, Zamorano, Rodríguez, y Ramos (2008) y teniendo en cuenta el contexto territorial donde nos encontramos, se ha decidido que estas instalaciones no deben alejarse más de 5.000 m de los núcleos urbanos y que las mejores localizaciones serían las que se situaran a menos de 1.000 m de los mismos.

---

<sup>91</sup> <http://tiendavirtual.grafcan.es/articulos.jsf> [fecha de consulta: marzo, 2010].



Figura III.10. Capa temática de núcleos de población.



Fuente: Elaboración propia.

### Mapa del recurso territorial eólico teórico

Una vez obtenidas todas las capas de los factores, se ha procedido a la elaboración del mapa del recurso territorial teórico. Para ello, ha de tenerse en cuenta que no todos los factores influyen con la misma importancia para favorecer el desarrollo territorial de la energía eólica y será necesario establecer un peso para cada uno de los factores. En este caso, la asignación de pesos se ha realizado mediante una matriz de Saaty y se han tenido en cuenta el trabajo realizado por Tegou *et al.* (2010) y Arán, Espín, Aznar, Zamorano, Rodríguez, y Ramos (2008), donde se establecen pesos en factores similares a los del presente trabajo. Con el objetivo de contextualizar la evaluación de los pesos a las características específicas de Canarias, también se ha consultado a expertos en EE.RR. en la región<sup>92</sup>. El resultado de la consulta a ambas fuentes de información se muestra en el cuadro III.3.

**Cuadro III.3.** Matriz de ponderación de los factores de energía eólica.

FACTORES	Viento	Pendiente	Impacto visual	Red eléctrica	Suelo	Núcleos urbanos	Red viaria	PESOS
Viento	1							0,4141
Pendiente	1/7	1						0,0545
Impacto visual	1/5	3	1					0,0997
Red eléctrica	1/5	3	3	1				0,1378
Suelo	1/3	7	3	3	1			0,2439
Núcleos urbanos	1/9	1/5	1/7	1/7	1/9	1		0,0193
Red viaria	1/9	1/3	1/5	1/5	1/7	3	1	0,0307

Fuente: Elaboración propia.

Como se ha indicado anteriormente, esta es una de las fases críticas del proceso, ya que de la importancia que se le asigne a cada factor dependerá la configuración de la solución final. En este caso, el resultado que se ha conseguido es bastante coherente, al ponderar con un mayor peso al viento (41,41%), que es el factor clave para el desarrollo de la energía eólica, seguido del suelo (24,39%), que es un recurso imprescindible para la instalación de los aerogeneradores y un recurso escaso en nuestro territorio; en tercer y cuarto lugar se valoran otros dos factores relevantes, red eléctrica (13,78%) -que es la arteria a través de la cual se articulan las

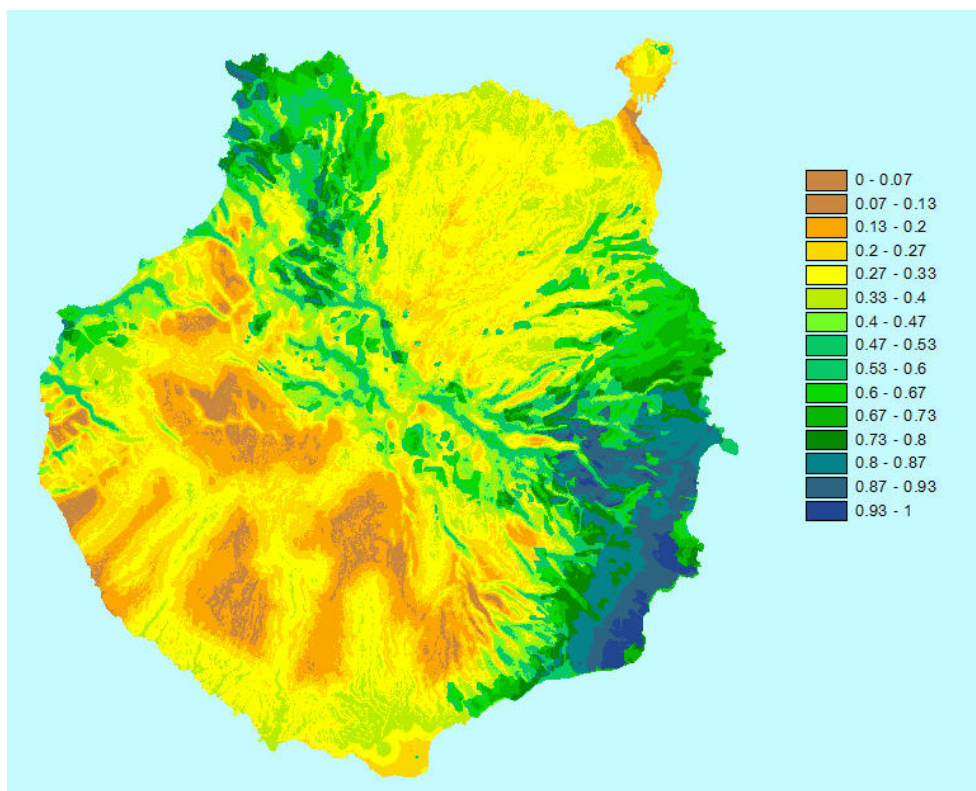
<sup>92</sup> Para esta fase se ha contado con el asesoramiento de un profesor especialistas en EE.RR. del Departamento de Ingeniería Electrónica y Automática de la ULPGC; y también con el Jefe del Departamento de Energías Renovables en la división de Investigación y Desarrollo Tecnológico del ITC.



instalaciones de este tipo de energía- y el impacto visual para asentamientos históricos (9,97%); en quinto lugar se posiciona la pendiente (5,45%), que es un factor que limita la localización de parques eólicos en las zonas más accidentadas, pero que tiene una menor importancia que los anteriores; y, finalmente, se le adjudica un menor peso a los dos factores menos decisivos para el desarrollo de la misma como son la red de comunicaciones (3,07%) y la distancia a núcleos urbanos (1,93%). Con esta configuración de pesos conseguimos una ratio de consistencia de 0,08, que es menor a la tolerancia establecida de 0,1, por lo que consideramos que la ponderación es óptima.

Finalmente, se obtiene el mapa del recurso territorial teórico mediante una combinación lineal ponderada en la que las capas de los factores son multiplicadas por sus respectivos pesos relativos, de modo que las zonas más adecuadas para la instalación de parques eólicos asumirán una puntuación próxima a 1 y las zonas no adecuadas asumirán valores próximos a 0 (figura III.11).

Figura III.11. Mapa del recurso territorial eólico teórico.



Fuente: Elaboración propia.

RECURSO TERRITORIAL EÓLICO DISPONIBLE

El *recurso territorial eólico disponible* es la parte del recurso territorial eólico teórico que puede ser realmente utilizado, teniendo en cuenta las restricciones que se establezcan en el territorio para el desarrollo de esta energía. Fundamentándonos en la revisión de la literatura relacionada con este tema, se ha considerado que este mapa debe estar afectado por trece restricciones: proximidad a espacios protegidos, distancia a una vivienda aislada, distancia a núcleos habitados, distancia a aeropuertos, distancia a cualquier tipo de instalación, distancia a embalses de agua, ancho de los caminos existentes, distancia a carreteras, distancia a líneas eléctricas, distancia entre aerogeneradores de parques eólicos existentes, distancia a barrancos, distancia a zonas militares y límite marítimo-terrestre (cuadro III.4).

**Cuadro III.4.** Restricciones para la localización de parques eólicos.

Restricciones	Distancia de afección	Referencias
Distancia a espacios protegidos	El perímetro de los espacios protegidos	Clarke (1991); Baban <i>et al.</i> (2001); Hansen (2005); Tudela <i>et al.</i> (2005); Yue <i>et al.</i> (2006); Tegou <i>et al.</i> (2007); Orden de 27 de abril de 2007; Yue <i>et al.</i> (2009); Tegou <i>et al.</i> (2009); Aydin <i>et al.</i> (2010).
Distancia a una vivienda aislada	Más de 150 m del perímetro	Baban <i>et al.</i> (2001); Decreto 32/2006; Tegou <i>et al.</i> (2007); Tegou <i>et al.</i> (2009); Yue <i>et al.</i> (2009).
Distancia a un núcleo de población	Más de 250 m del perímetro	Voivontas <i>et al.</i> (1998); Baban <i>et al.</i> (2001); Hansen (2005); Decreto 32/2006; Yue <i>et al.</i> (2006); Tegou <i>et al.</i> (2007); Tegou <i>et al.</i> (2009); Yue <i>et al.</i> (2009); Janke (2010); Aydin <i>et al.</i> (2010).
Distancia a área de afección de aeropuertos	Superficie de aproximación y despegue	Voivontas <i>et al.</i> (1998); Hansen (2005); Aydin <i>et al.</i> (2010).
Distancia a instalaciones	El perímetro de la instalación	Baban <i>et al.</i> (2001); Tegou <i>et al.</i> (2007); Tegou <i>et al.</i> (2009); Yue <i>et al.</i> (2009).
Embalses de agua	El perímetro del embalse	Baban <i>et al.</i> (2001); Hansen (2005); Yue <i>et al.</i> (2006); Tegou <i>et al.</i> (2007); Aydin <i>et al.</i> (2010).
Caminos	Ancho del camino	Hansen (2005); Janke (2010) Tegou <i>et al.</i> (2009); Tegou <i>et al.</i> (2010).
Distancia a red de carreteras	Más de 120 m del eje	Hansen (2005); Janke (2010) Tegou <i>et al.</i> (2009); Tegou <i>et al.</i> (2010).
Distancia a red de líneas eléctricas	Más de 120 m del eje	Hansen (2005); Janke (2010); Tegou <i>et al.</i> (2010).
Distancia a ejes de barranco	Más de 5 m del eje	Decreto 86/2002.
Límite marítimo-terrestre	100 m tierra adentro desde la ribera del mar	Real Decreto 1471/1989.

Restricciones	Distancia de afección	Referencias
Distancia a aerogeneradores de parques eólicos existentes	En una misma línea > 2D <sup>93</sup> Entre dos líneas >5D	Decreto 32/2006.
Distancia a zonas militares	El perímetro de la zona militar	Ley Orgánica 5/2005.

Fuente: Elaboración propia.

### Distancia a espacios protegidos

El emplazamiento de los parques eólicos no debe entrar en conflicto con las políticas de conservación de la biodiversidad en el territorio. En este sentido, se debe establecer una planificación territorial donde se estipule una zonificación que recoja estas zonas sensibles. Para la realización de este estudio, se ha considerado que estas zonas de exclusión incluirán la Red de Espacios Naturales Protegidos y la Red Natura 2000. Se han tenido en cuenta ambas redes porque, aunque en líneas generales las delimitaciones territoriales son bastante coincidentes, existen algunas zonas que no son comunes. Para cada una de estas zonas, se han considerado los criterios establecidos en la Orden de 27 de abril de 2007<sup>94</sup> (anexo III, apartado B), en la que se valora la afección de los parques eólicos en relación con los espacios protegidos. En este documento se establece como límite para la instalación de una nueva planta eólica el borde exterior del espacio protegido.

La Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos (RCENP) es un sistema de ámbito regional en el que todas las áreas protegidas se gestionan como un conjunto integral. Su propósito es contribuir al mantenimiento de la biosfera mediante la conservación de la naturaleza y se compone de 146 espacios<sup>95</sup> que, en su conjunto, constituyen aproximadamente el 40% de la superficie del archipiélago. Para la realización de este trabajo se ha realizado la georreferenciación de estos espacios a partir de la información disponible en el servicio WMS de la IDE de Canarias<sup>96</sup>, y posteriormente se ha importado esta información a nuestro SIG (figura III.12). La IDE de Canarias proporciona estos espacios naturales protegidos distribuidos en ocho categorías: parque nacional, parque natural, parque rural, reserva natural especial, reserva natural integral, paisaje protegido, monumento natural y sitio de interés científico.

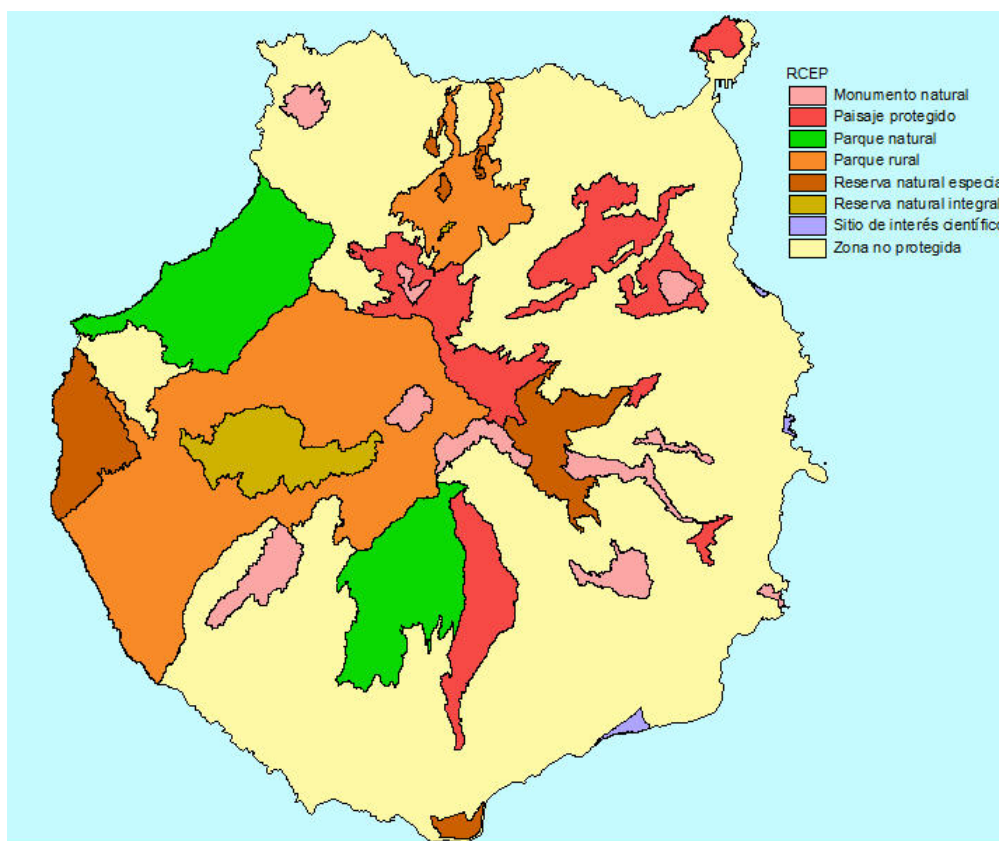
<sup>93</sup> Siendo *D* el diámetro del rotor del aerogenerador.

<sup>94</sup> <http://www.gobcan.es/boc/2007/089/010.html> [fecha de consulta: marzo, 2010].

<sup>95</sup> <http://www.gobcan.es/cmayer/espaciosnaturales/informacion/quees.html> [fecha de consulta: marzo, 2010].

<sup>96</sup> <http://www.idecan.grafcan.es/idecan/es/portal/catalogo-de-servicios.html> [fecha de consulta: marzo, 2010].

Figura III.12. Capa temática de espacios naturales protegidos.



Fuente: Elaboración propia a partir de la WMS de la IDE de Canarias.

La Red Natura 2000, por su parte, es una red ecológica de ámbito europeo cuyo objetivo es garantizar el mantenimiento de los tipos de hábitats naturales y de las especies en su área de distribución natural. Lo que pretende la Directiva 92/43/CEE es fomentar la ordenación del territorio, la gestión de los elementos del paisaje que revisten importancia para la flora y la fauna silvestres, así como garantizar la aplicación de un sistema de vigilancia del estado de conservación de los hábitats naturales y de las especies. Los espacios que forman parte de Natura 2000 son de dos tipos: las *zonas especiales de conservación* (ZEC), que en Canarias se registran 177, y las *zonas de especial protección para las aves* (ZEPA)<sup>97</sup>, que Canarias cuenta con 43.

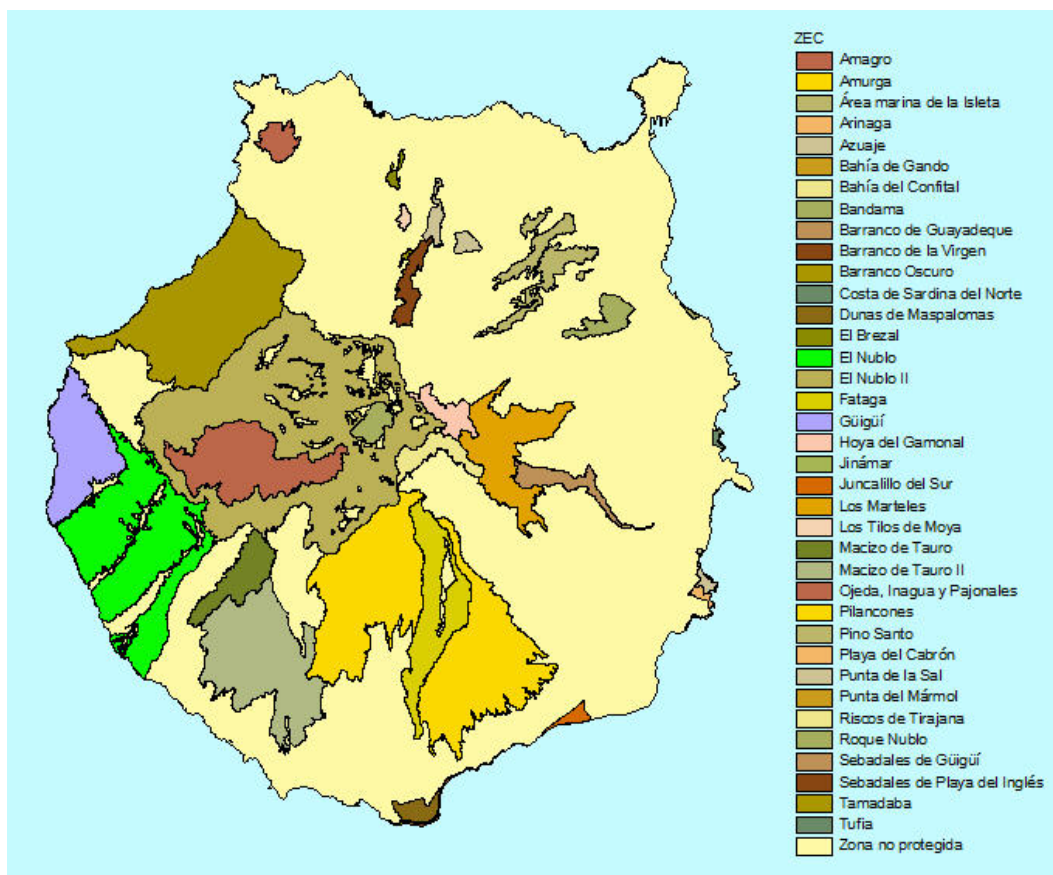
La georreferenciación de las ZEC se ha obtenido a partir de la información que la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial del Gobierno de Canarias<sup>98</sup> pone a disposición pública mediante un documento que contiene la descripción

<sup>97</sup> Las ZEPA son una categoría de área protegida catalogada por los estados miembro de la Unión Europea como zonas naturales de singular relevancia para la conservación de la avifauna amenazada de extinción, de acuerdo con lo establecido en la directiva comunitaria 79/409/CEE y modificaciones subsiguientes.

<sup>98</sup> [http://www.gobcan.es/cmayerot/descargas/conservacion\\_zec\\_natura2000.html](http://www.gobcan.es/cmayerot/descargas/conservacion_zec_natura2000.html) [fecha de consulta: marzo, 2010].

geométrica de estas zonas. Para la utilización de esta información es necesario transformarla en una capa temática, convirtiéndola primero en una tabla de datos e introduciéndola, posteriormente, en un SIG. El resultado será una capa vectorial donde se dispone de la georreferenciación de los puntos que definen el contorno de cada uno de los espacios protegidos y que posteriormente convertiremos en polígonos (figura III.13).

Figura III.13. Capa temática de las zonas especiales de conservación.



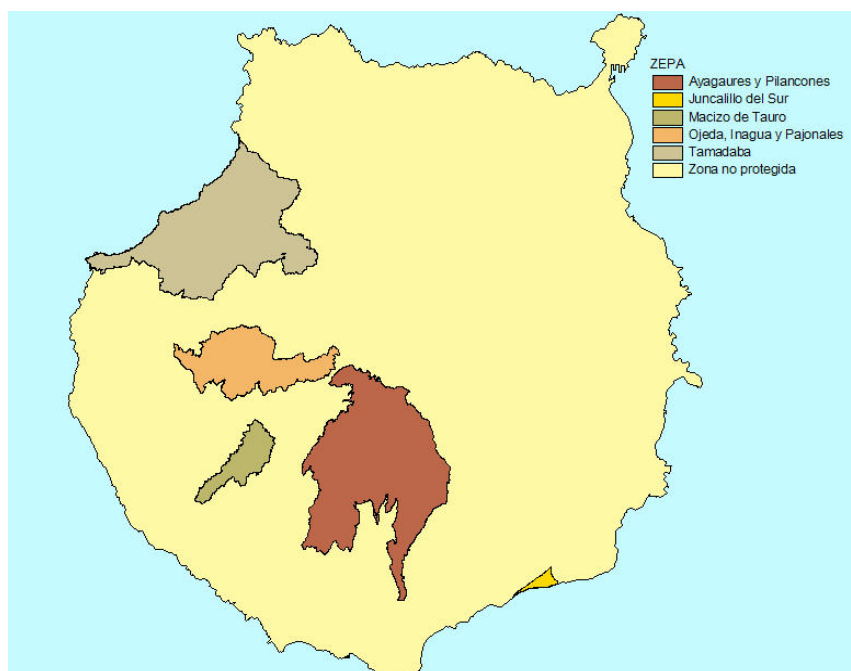
Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, la georreferenciación de las ZEPA se ha obtenido mediante la información disponible en el servicio WMS de la IDE de Canarias<sup>99</sup> e importando, posteriormente, a nuestro SIG (figura III.14).

<sup>99</sup> <http://www.idecan.grafcan.es/idecan/es/portal/catalogo-de-servicios.html> [fecha de consulta: marzo, 2010].



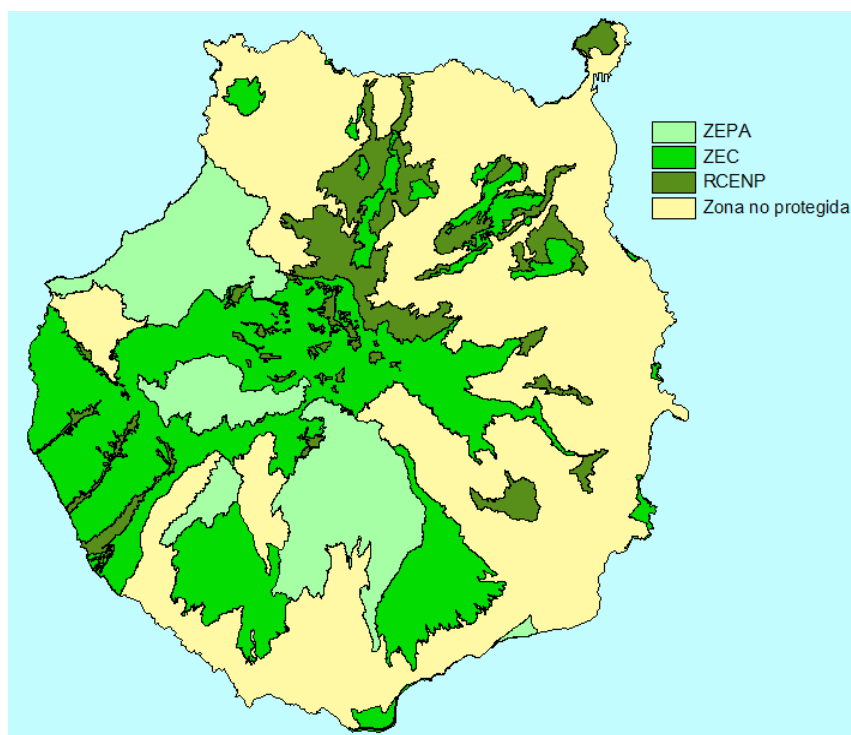
Figura III.14. Capa temática de las zonas de especial protección para las aves.



Fuente: Elaboración propia a partir de la WMS de la IDE de Canarias.

Calculando la unión entre estas tres capas se obtendrá la totalidad de la superficie protegida (figura III.15).

Figura III.15. Capa temática de las zonas protegidas.



Fuente: Elaboración propia.

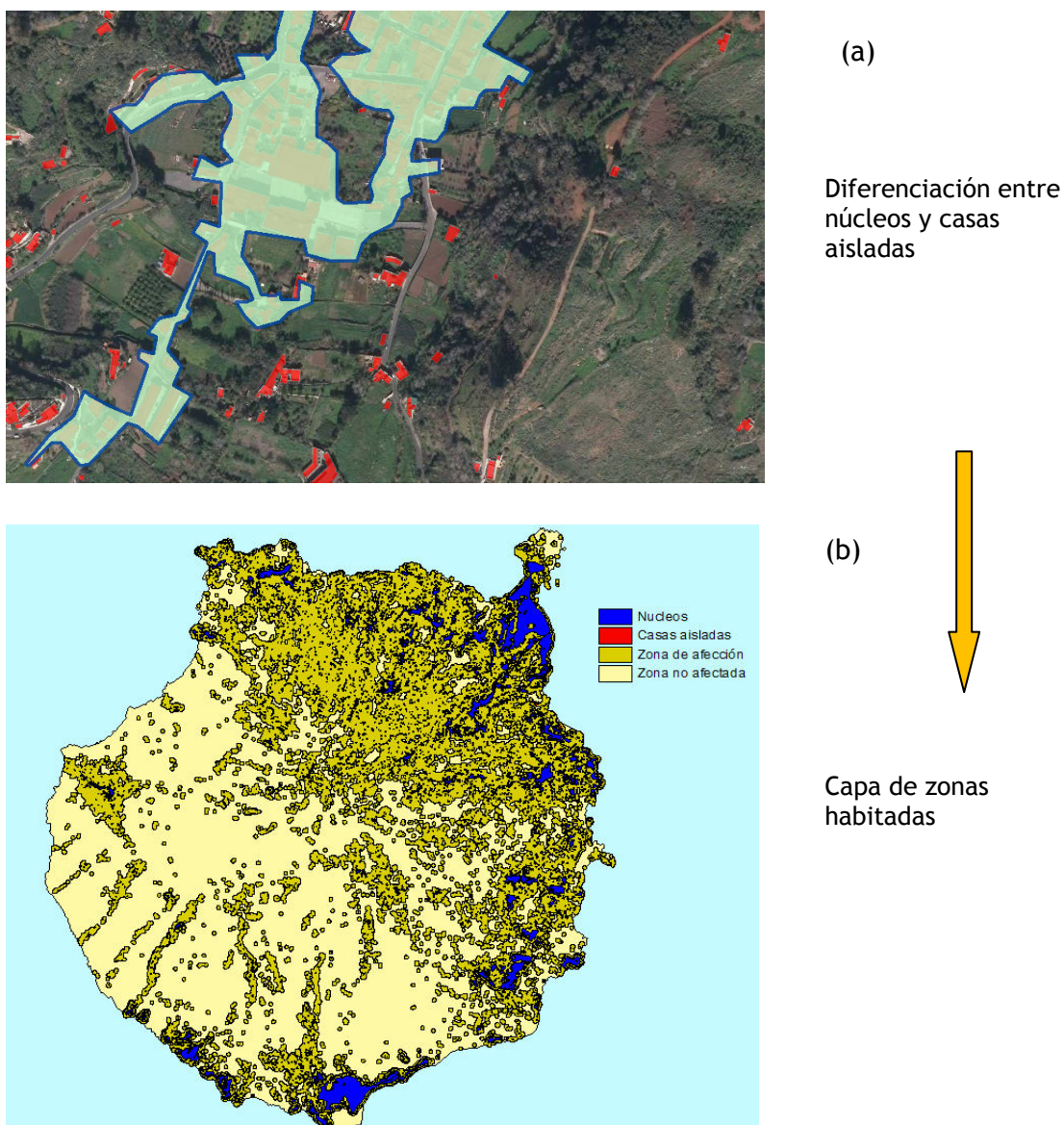
### Distancia a núcleos de población y viviendas aisladas

Esta restricción está relacionada directamente con la contaminación acústica que produce el nivel de ruido que causan los aerogeneradores. Aunque el sonido que originan estos aparatos ha sido disminuido significativamente en los últimos años mediante los avances tecnológicos en el diseño de las turbinas, actualmente el nivel de ruido que produce un aerogenerador está en torno a los 70 dB (Martín *et al.*, 2008). Teniendo en cuenta que el nivel de ruido disminuye con la distancia a la fuente sonora, se suele considerar que a distancias superiores a 300 m, el nivel de ruido teórico máximo de los aerogeneradores de alta calidad estará generalmente por debajo de los 45 dB(A) al aire libre<sup>100</sup>. En este sentido, el Gobierno de Canarias estipula que “[...] cuando el planeamiento aplicable no imponga separaciones mayores, la distancia entre un aerogenerador y una vivienda no será inferior a 150 m y a 250 m respecto de un núcleo habitado. Estas distancias podrán ser ampliadas en caso de que se superen los niveles máximos de ruido establecidos en la reglamentación vigente” (Decreto 32/2006, art. 25). Por tanto, es necesario tener en cuenta que el Decreto 32/2006 establece una distinción entre la distancia a viviendas aisladas y a núcleos habitados, por lo que para la realización de esta capa temática ha sido necesario obtener de forma separada una capa con las viviendas aisladas y otra capa con los núcleos habitados (figura III.16a). La información para la elaboración de la capa de viviendas aisladas se ha obtenido a partir del Mapa Topográfico 1:5.000 de GRAFCAN, mientras que para identificar los núcleos habitados se ha recurrido al mapa de ocupación de suelo donde están delimitadas las áreas de urbanización densa y las áreas de urbanización dispersa. Una vez obtenidas ambas capas y establecidas sus correspondientes distancias de afección, se han unido para configurar la capa temática definitiva de esta restricción (figura III.16b).

---

<sup>100</sup> Berglund, Lindvall y Schwela (1999) indican que la Organización Mundial de la Salud considera los 50 dB como el límite superior deseable de ruido que deben soportar las personas, ya que por encima de este nivel el sonido resulta pernicioso para el descanso, la comunicación y la salud de las personas.

Figura III.16. Capa temática de zonas habitadas.



Fuente: Elaboración propia.

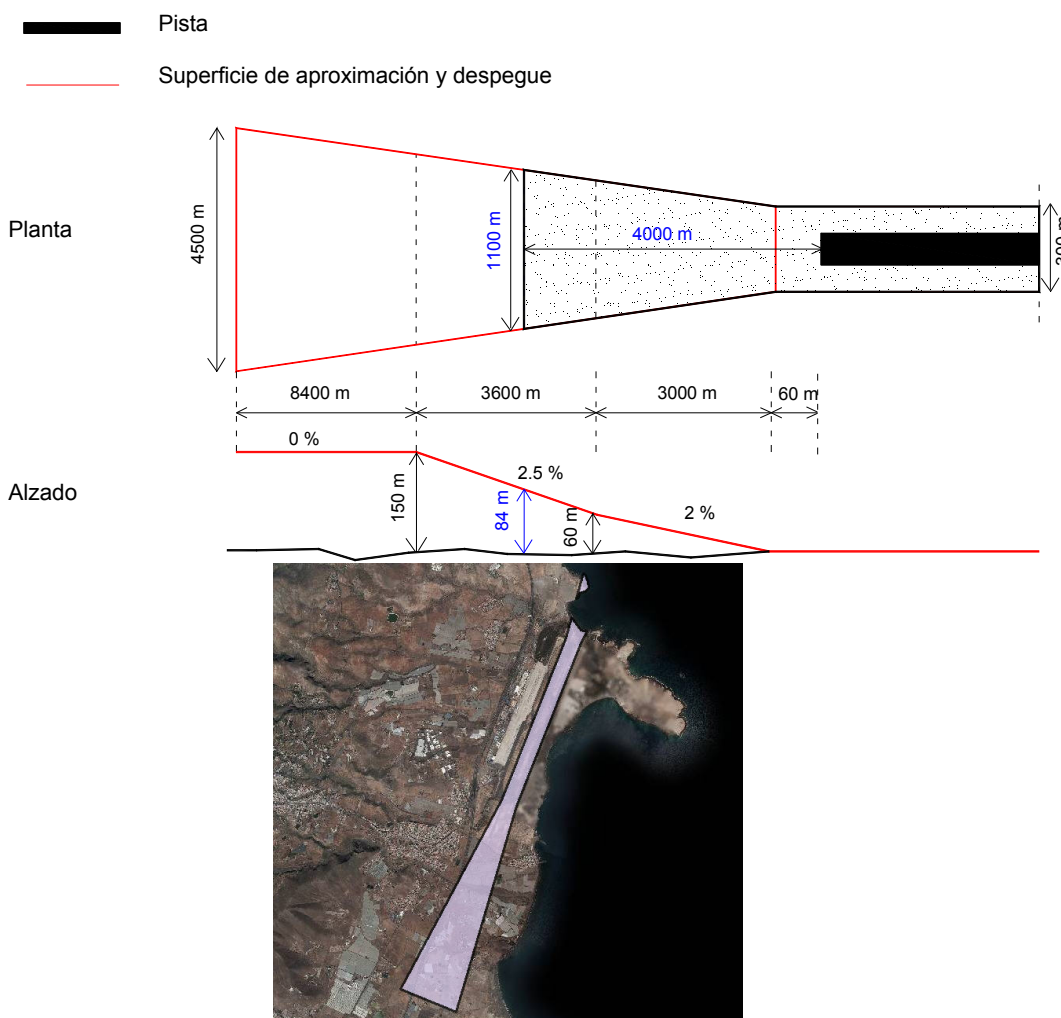
### Distancia a aeropuertos

En las zonas aeroportuarias es necesario establecer una superficie que delimite el espacio aéreo que debe mantenerse libre de obstáculos con el fin de reducir al mínimo los peligros que para las aeronaves pueda representar, por ejemplo, un conjunto de aerogeneradores situados cerca de un aeropuerto. Para este estudio nos hemos basado en las recomendaciones que establece la International Civil Aviation Organization (ICAO) en relación con la restricción y eliminación de obstáculos que es necesario tener en cuenta en el diseño de aeródromos. De las distintas superficies limitadoras de obstáculos que describe esta organización, se ha considerado en este



estudio solamente la *superficie de aproximación y despegue*<sup>101</sup>, que es la parte del espacio que debe mantenerse libre de obstáculos para proteger a las aeronaves durante dichas maniobras (figura III.17).

**Figura III.17.** Superficie de afección en zonas aeroportuarias.



Fuente: Elaboración propia a partir de ICAO.

Sobre la base de las recomendaciones que realiza la ICAO para garantizar la superficie de aproximación y despegue, se ha calculado que -reservando un área igual a la sombreada en la figura III.17- se conseguirá despejar el espacio necesario para que las aeronaves puedan realizar las maniobras antes indicadas hasta una

<sup>101</sup> Es necesario mencionar la existencia de otras servidumbres relacionadas con los aeródromos que también deben tenerse en cuenta para la instalación de parques eólicos como, por ejemplo, las que afectan a las instalaciones radioeléctricas para la ayuda a la navegación aérea. En este estudio (que es de carácter genérico) no se han considerado, porque dichas servidumbres pueden ser susceptibles de búsqueda de alternativas en función de la localización y características de cada parque eólico.

altura de 84 metros, que es una altura suficiente para instalar aerogeneradores de gran envergadura.

#### Distancia a embalses, instalaciones, caminos, carreteras, líneas eléctricas, barrancos y límite marítimo-terrestre

El área de afección respecto a los embalses de agua está relacionada con la dificultad de instalar los aerogeneradores sobre superficies cubiertas de agua y, por tanto, se ha establecido que esta restricción se limite al perímetro de los elementos como lagunas, charcas, zonas pantanosas, balsas y embalses. También se ha considerado crear un área de afección para el perímetro de lo que hemos denominado *instalaciones*, que hace referencia a construcciones como invernaderos, naves industriales, marquesinas, puentes, etc. que no están afectados por las restricciones propias de las viviendas, pero que la superficie que ocupan no está disponible para localizar molinos eólicos. Así mismo, se ha excluido el ancho de los caminos existentes en el territorio porque, evidentemente, no deben instalarse aerogeneradores en su trazado. Por otra parte, los parques eólicos se deben localizar a una distancia mínima de la traza de ejes de carreteras<sup>102</sup> y de las líneas eléctricas aéreas para evitar impactos no deseados sobre los mismos. De esta forma se evita que, al romperse las aspas -que llegan a recorrer hasta 400 m- pueda verse afectada la seguridad de los usuarios y de las propias infraestructuras. Para la determinación de este límite de afección, dadas las limitaciones de disponibilidad de suelo en nuestras islas, se ha considerado que una distancia adecuada puede ser de una vez y media la altura de los aerogeneradores, por lo que -si consideramos para nuestro estudio una altura de mástil de 80 m- esta distancia será de 120m.

En lo que respecta a los cauces de barranco, el Decreto 86/2002<sup>103</sup>, que regula el dominio público hidráulico, establece en su artículo 12 que los cauces de barrancos estarán sujetos, con carácter general y en toda su extensión longitudinal, a una zona de servidumbre para uso público de 5 m de anchura<sup>104</sup>, siendo esta la distancia de

---

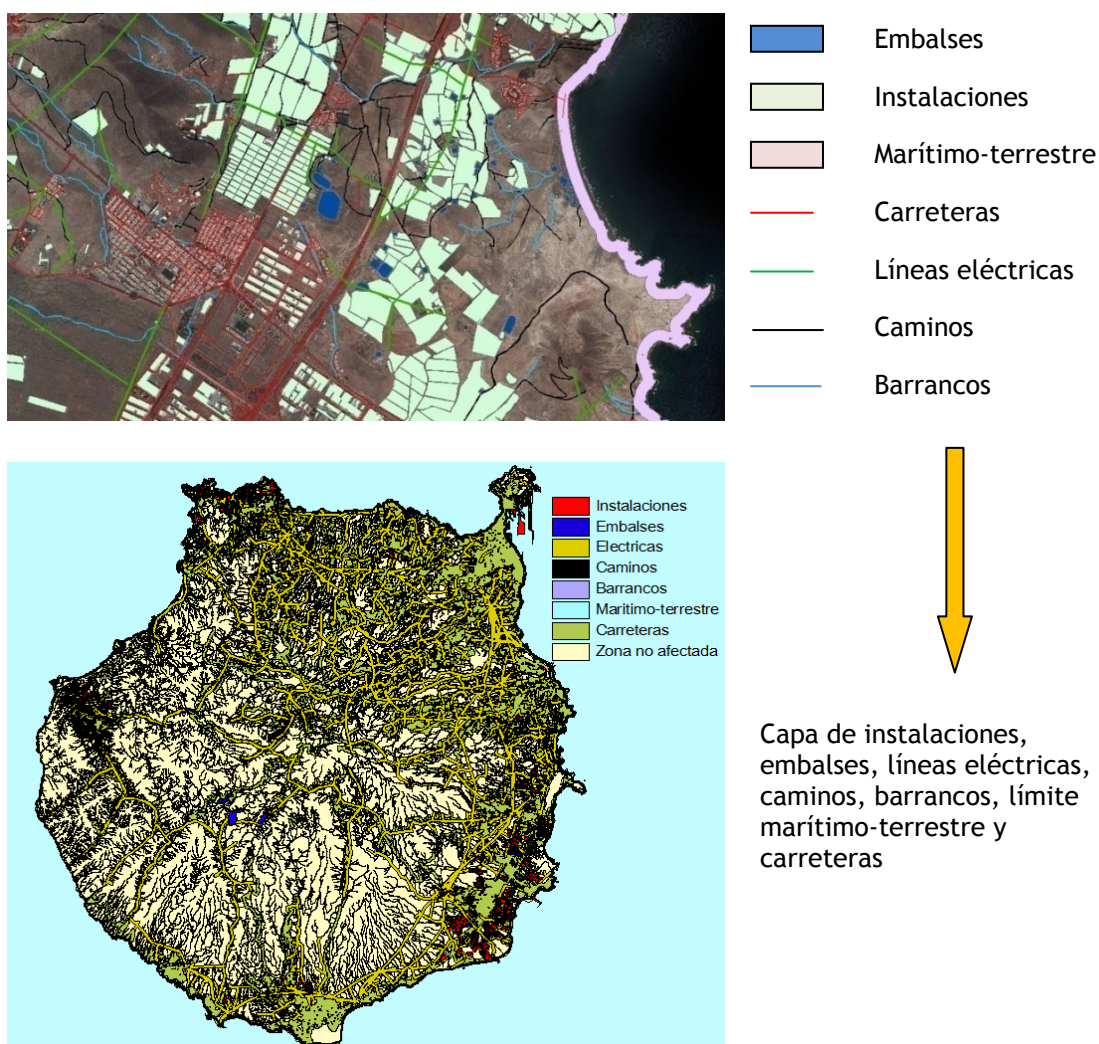
<sup>102</sup> En este caso no se han considerado los caminos y senderos, sino solamente los ejes de carreteras asfaltadas por considerar que son las vías de comunicación donde existe una mayor intensidad media diaria de vehículos y, por tanto, un mayor riesgo de impacto de las aspas con los vehículos.

<sup>103</sup> <http://www.gobiernodecanarias.org/libroazul/pdf/40520.pdf> [fecha de consulta: junio, 2011].

<sup>104</sup> En supuestos de especiales dificultades de acceso al barranco, este decreto establece que la zona de servidumbre se extendería al terreno practicable más próximo que permita el acceso al cauce, aun cuando la distancia al mismo supere los cinco metros lineales, previa declaración expresa y singular del Consejo Insular de Aguas. Para nuestro estudio se ha considerado solamente la zona de afección de 5 m.

afección considerada en este caso. Finalmente, el Real Decreto 1471/1989<sup>105</sup> por el que se desarrolla la Ley de Costas, indica en su artículo 43 que la servidumbre de protección de la zona marítimo-terrestre recaerá sobre una longitud de 100 metros<sup>106</sup> medida tierra adentro desde el límite interior de la ribera del mar, considerando, por tanto, que los aerogeneradores deben quedar fuera de este límite. De la unión de las capas de todas estas restricciones, se obtendrá la capa de las zonas que quedan excluidas debido a estos criterios (figura III.18).

**Figura III.18.** Capa temática de afección de embalses, carreteras, líneas eléctricas, barrancos y límite marítimo-terrestre.



Fuente: Elaboración propia.

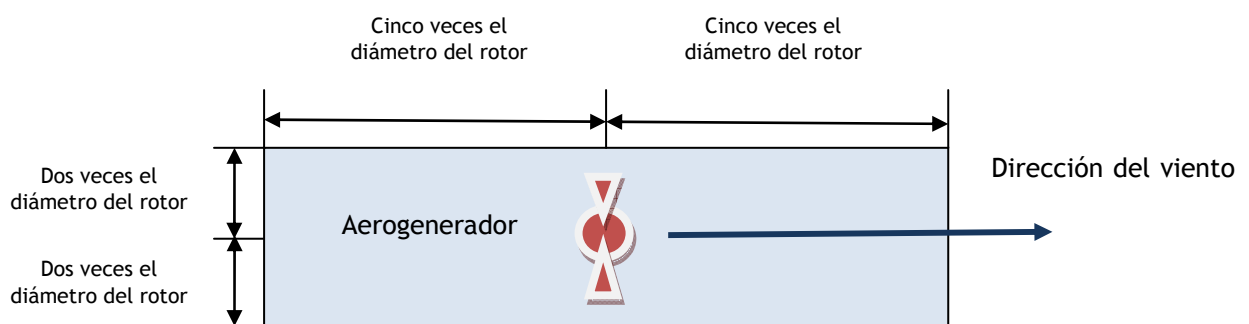
<sup>105</sup> [http://www.marm.es/es/costas/legislacion/Reglamento\\_Costas\\_tcm7-150050.pdf](http://www.marm.es/es/costas/legislacion/Reglamento_Costas_tcm7-150050.pdf) [fecha de consulta: junio, 2011].

<sup>106</sup> Este real decreto también indica que la extensión de esta zona podrá ser ampliada por la Administración del Estado, de acuerdo con la de la comunidad autónoma y el ayuntamiento correspondiente, hasta un máximo de otros 100 metros, cuando sea necesario para asegurar la efectividad de la servidumbre, en atención a las peculiaridades del tramo de costa de que se trate (artículo 23 de la Ley de Costas).

Distancia a aerogeneradores de parques eólicos existentes

Teniendo en cuenta que un aerogenerador produce energía eléctrica a partir de la energía del viento, es evidente que el viento que abandona la turbina tendrá un contenido energético menor que el que llega a la misma, produciendo una larga cola de viento bastante turbulenta y ralentizada. Por esta razón, para evitar una turbulencia excesiva alrededor de las turbinas, se separan las mismas lo máximo posible en la dirección de viento dominante. Por otra parte, el coste del terreno y la limitación de disponibilidad de suelo en nuestras islas aconsejan instalar las turbinas lo más cerca posible unas de otras. Para combinar estas dos condiciones, como norma general se establece una separación entre aerogeneradores de cinco a nueve diámetros de rotor en la dirección de los vientos dominantes, y de tres a cinco en la dirección perpendicular a dichos vientos. Para la realización de nuestro estudio se ha tenido en cuenta el Decreto 32/2006, art. 25, que establece que “[...] no podrá instalarse ningún aerogenerador si dentro de su área de sensibilidad eólica se localiza un aerogenerador previamente autorizado, o si queda dentro del área de sensibilidad eólica de un aerogenerador previamente autorizado”. Para determinar cuál es la distancia de afección, también se ha tenido en cuenta lo que en ese mismo decreto se indica: “[...] la distancia mínima entre dos aerogeneradores de una misma línea no será inferior a dos diámetros de rotor. La distancia entre dos líneas de un mismo parque ha de ser como mínimo de cinco diámetros de rotor” (figura III.19).

**Figura III.19.** Zona de influencia de los aerogeneradores.



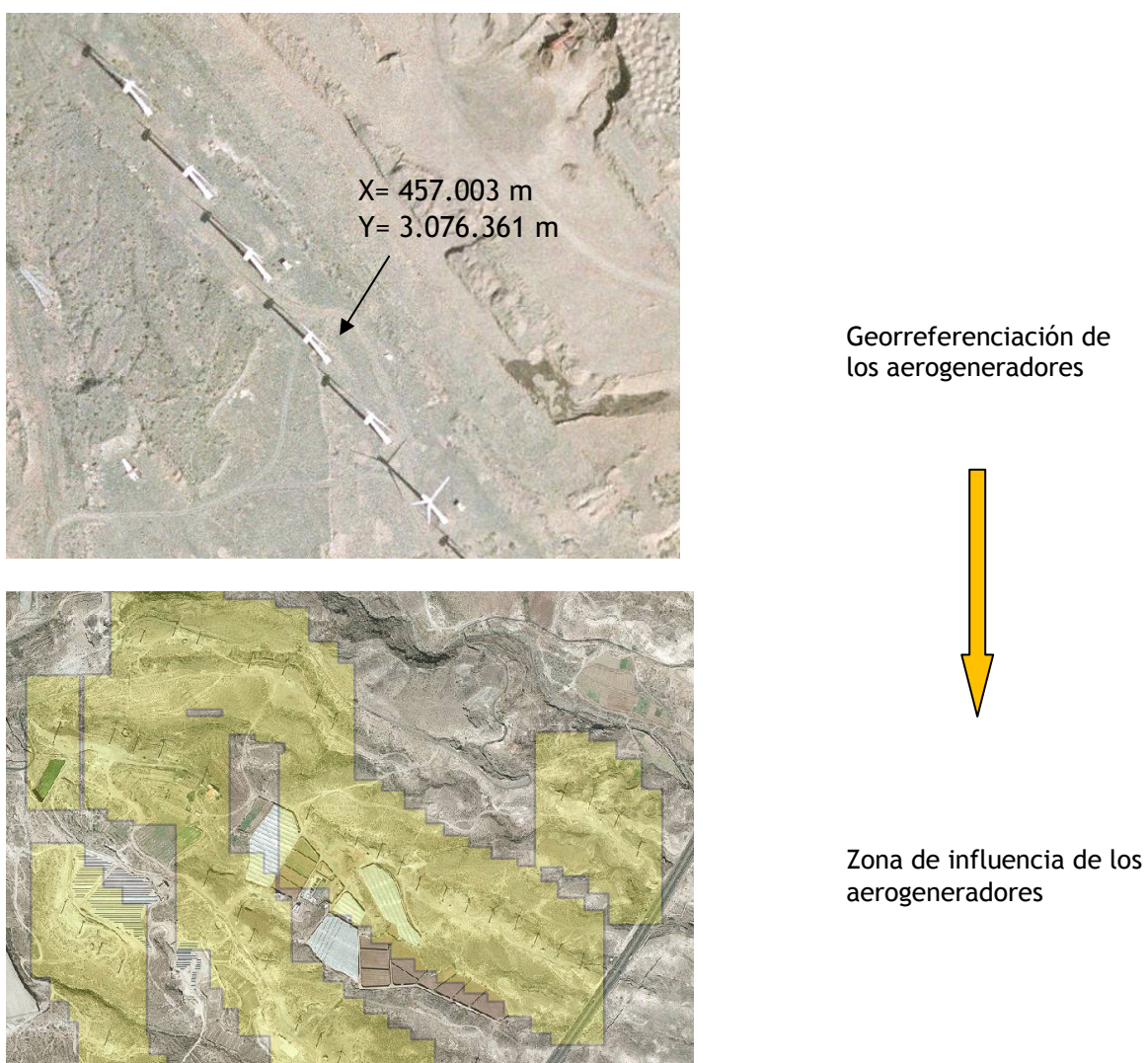
Fuente: Elaboración propia.

Para la determinación de la capa de la zona de afección de los parques eólicos, será necesario disponer de los siguientes datos: las coordenadas de cada uno de los aerogeneradores de los parques existentes actualmente, el modelo de aerogenerador



que existe en cada parque<sup>107</sup> y la dirección de los vientos dominantes en la zona. La información de la posición geográfica de cada uno de los aerogeneradores se ha obtenido a partir de las coordenadas UTM de las imágenes disponibles en *Google Earth*. El modelo de los aerogeneradores instalados en los parques eólicos canarios se obtiene de la información que ofrece la Asociación Empresarial Eólica<sup>108</sup> y la dirección de los vientos dominantes en la zona a partir del recurso eólico de Canarias elaborada por el ITC. Con la información indicada anteriormente, se ha construido - para cada aerogenerador de cada parque eólico existente- una zona de influencia (figura III.20) que debe ser excluida de futuras instalaciones en ese territorio.

Figura III.20. Capa temática de los aerogeneradores.



Fuente: Elaboración propia.

<sup>107</sup> A partir del modelo de cada aerogenerador obtendremos el diámetro de su rotor.

<sup>108</sup> <http://www.aeeolica.es/canarias.php/> [fecha de consulta: marzo, 2010].

### Zonas militares

En la Ley Orgánica 5/2005<sup>109</sup>, art. 30, se establece que “[...] en las zonas del territorio nacional consideradas de interés para la defensa, en las que se encuentren constituidas o se constituyan zonas de seguridad de instalaciones, militares o civiles, declaradas de interés militar, así como en aquellas en que las exigencias de la defensa o el interés del Estado lo aconsejen, podrán limitarse los derechos sobre los bienes propiedad de nacionales y extranjeros situados en ellas, de acuerdo con lo que se determine por Ley”. Teniendo en cuenta lo anterior, sobre estas zonas recaen limitaciones de aprovechamiento y, por tanto, consideramos que también deben quedar excluidas como recurso territorial para la ubicación de parques eólicos. La información para la elaboración de la capa de zonas militares se ha obtenido a partir del mapa de ocupación de suelo de GRAFCAN donde están delimitadas las instalaciones militares. Ahora bien, se ha detectado que en esta cartografía no se referencian todas las instalaciones militares existentes, por lo que ha sido necesario complementar esa información con la toponimia del Mapa Topográfico 1:5.000 y la identificación sobre ortofotos de zonas difuminadas<sup>110</sup> (figura III.21).

**Figura III.21.** Localización de instalaciones militares con ortofotos.



Fuente: Elaboración propia.

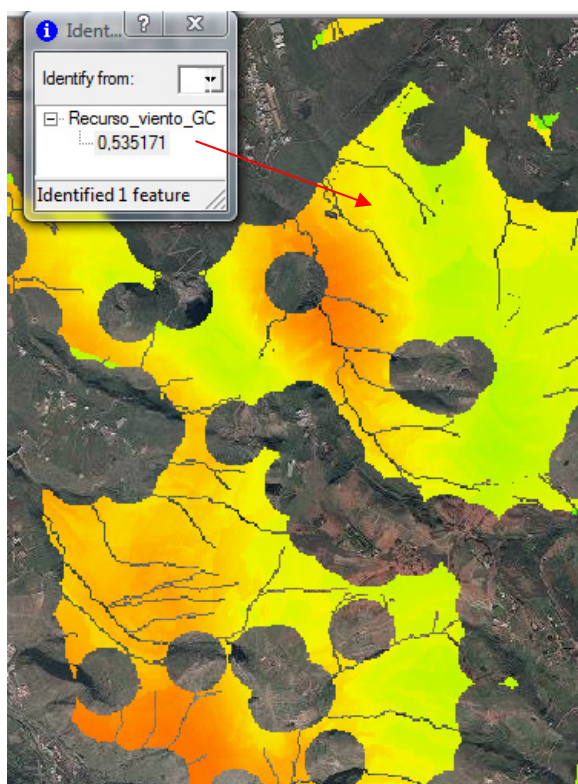
<sup>109</sup> <http://www.boe.es/boe/dias/2005/11/18/pdfs/A37717-37723.pdf> [fecha de consulta: febrero, 2010].

<sup>110</sup> Las zonas militares se difuminan en las ortofotos por razones de seguridad.

### Mapa del recurso territorial eólico disponible

El mapa del recurso territorial disponible se ha obtenido restando estas restricciones al mapa del recurso territorial teórico. Por tanto, en este mapa se delimitan aquellas zonas que son viables para la instalación de parques eólicos, quedando valoradas cada una de ellas en función del análisis multifactorial realizado previamente. De esta forma, si se desea obtener el valor estandarizado de una determinada zona, solamente tendríamos que realizar la consulta en el SIG y obtendríamos este valor (figura III.22).

Figura III.22. Consulta del valor estandarizado del recurso eólico.

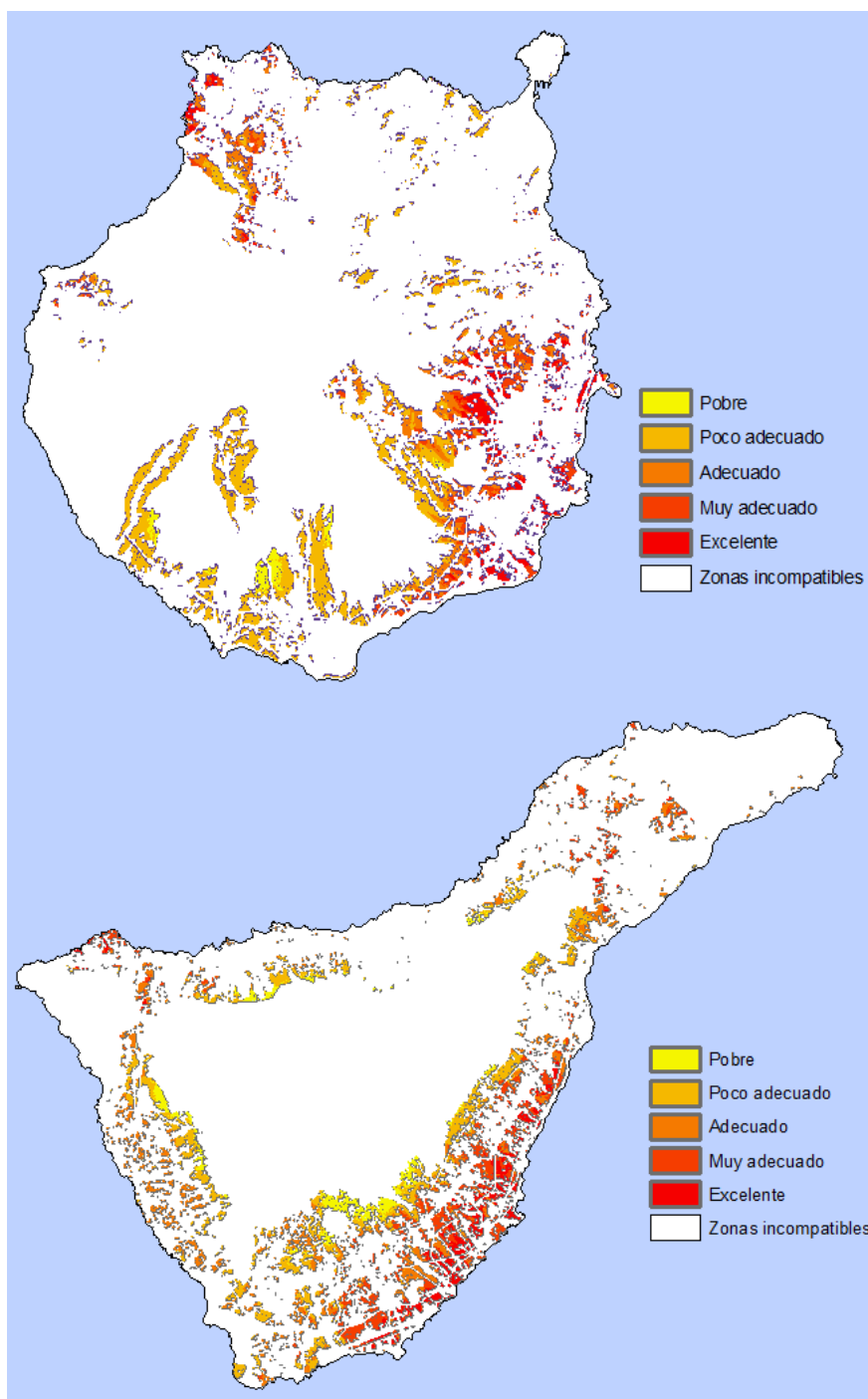


Fuente: Elaboración propia.

En la figura III.23 se presenta el resultado obtenido del mapa del recurso territorial eólico disponible en Gran Canaria y Tenerife. Para facilitar la visualización del resultado obtenido, se ha clasificado en cinco niveles de adecuación: pobre (0-0,2), poco adecuado (0,2-0,4), adecuado (0,4-0,6), muy adecuado (0,6-0,8) y excelente (0,8-1).



Figura III.23. Recurso territorial eólico disponible.



Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de dichos mapas extraemos que la superficie disponible en Gran Canaria es de 14.837,06 ha y de 18.409,72 ha en Tenerife. Esto implica que esta superficie en la isla de Tenerife es 1,2 veces superior que la de Gran Canaria. Si realizamos un análisis más detallado calculando la superficie que le correspondería a cada una de las clasificaciones realizadas (cuadro III.5), obtendremos que la superficie y el porcentaje de territorio con una calificación de adecuado, muy adecuado y excelente



también es inferior en Gran Canaria (6.344 ha, que supone un 42,76%) que en Tenerife (10.580 ha, que representa un 57,47%). No obstante, aunque el recurso territorial en Gran Canaria es menor, no es desdeñable, puesto que casi un 43% del mismo es de *calidad*<sup>111</sup>.

**Cuadro III.5.** Superficie de los distintos niveles de adecuación del recurso territorial eólico disponible en Gran Canaria y Tenerife.

Nivel de adecuación	Gran Canaria		Tenerife	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Pobre	702,95	4,74	1.862,82	10,12
Poco adecuado	7.790,17	52,50	5.967,23	32,41
Adecuado	2.877,78	19,40	4.919,85	26,72
Muy adecuado	1.979,27	13,34	3.839,12	20,85
Excelente	1.486,89	10,02	1.820,70	9,89
Total	14.837,06	100,00	18.409,72	100,00

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, se ha realizado un análisis comparativo entre ambas islas para determinar qué porcentaje de nivel de adecuación existe en el territorio que queda disponible de cada uno de los factores determinantes del recurso eólico. En el cuadro III.6 se puede observar que el factor más importante (el viento) es de calidad en el 34,0% del territorio disponible en Gran Canaria, frente al 30,9% de Tenerife. Esta ventaja aumenta cuando se considera que el nivel de adecuación es excelente (9,5% en Gran Canaria y 4,6% en Tenerife). En cuanto a la cercanía de las zonas disponibles a la red de comunicaciones y el impacto visual, ambas islas están prácticamente en las mismas condiciones. En lo que respecta a la cercanía de las zonas disponibles a la red eléctrica existente, Gran Canaria posee cierta ventaja (90,5% de zona disponible en calificación de calidad en Gran Canaria frente a 83,5% en Tenerife). Con la cercanía a los núcleos de población ocurre que si consideramos la calificación de calidad, Gran Canaria también posee cierta superioridad (98,2% en Gran Canaria y 90,6% en Tenerife), además, Gran Canaria tiene un 84,12% de su territorio con calificación de excelente frente a un 73,9% de Tenerife. Respecto a la reserva de suelo según el PIOT de cada isla, Gran Canaria presenta una desventaja significativa con un 19,7% frente a un 42,7% de Tenerife. Finalmente, en cuanto al efecto de la

<sup>111</sup> En este caso el calificativo de *calidad* englobará los tres mejores niveles de adecuación: adecuado, muy adecuado y excelente.

pendiente, en Gran Canaria también existe menor cantidad de territorio en condiciones de calidad (66,8%) que en Tenerife (47,4%).

**Cuadro III.6.** Calidad de los factores determinantes del recurso eólico en el territorio que queda disponible.

Factores	Gran Canaria					Tenerife				
	P (%)	PA (%)	A (%)	MA (%)	E (%)	P (%)	PA (%)	A (%)	MA (%)	E (%)
Viento	54,11	11,85	13,08	11,46	9,50	55,45	13,63	13,47	12,84	4,62
Pendiente	44,77	7,84	7,41	8,61	31,37	25,08	8,14	9,60	13,16	44,03
Comunicaciones	2,43	2,09	3,97	6,59	84,92	1,30	1,35	2,25	4,49	90,61
Red eléctrica	5,90	3,56	5,72	8,86	75,96	12,02	4,49	6,83	10,66	66,00
Suelo	80,28	0,00	0,00	0,00	19,72	57,31	0,00	0,00	0,00	42,69
Impacto visual	0,17	0,00	4,85	0,00	94,98	4,84	0,00	4,98	0,00	90,18
Núcleos	0,55	1,28	3,64	10,42	84,12	4,34	5,11	5,92	10,75	73,88

Nota: Pobre (P), poco adecuado (PA), adecuado (A), muy adecuado (MA) y excelente (E).

Fuente: Elaboración propia.

### *Índice del recurso territorial eólico disponible*

El objetivo final de este proceso es obtener el índice del recurso territorial disponible que nos permita evaluar el recurso eólico en el territorio. Como se ha indicado en apartados anteriores, este índice se calcula a partir del producto de la media del valor que asumen los píxeles del mapa del recurso territorial disponible por la superficie de las zonas disponibles. De esta forma, se ha obtenido para Gran Canaria un valor de 6.473 y para Tenerife de 8.853 (cuadro III.7). Este dato refleja que, aunque la media de los valores estandarizados entre ambas islas es similar, el potencial territorial en la isla de Tenerife es 1,4 veces superior al de Gran Canaria debido, principalmente, a la diferencia de superficie disponible entre ambas islas. También se han extraído otros parámetros que pueden aportar más información, como el valor máximo y mínimo de los valores estandarizados -que nos proporciona el rango entre los cuales se encuentran dichos valores- y la desviación típica -de la que obtenemos el grado de dispersión de los valores que representan la calidad del recurso territorial.

**Cuadro III.7.** Datos representativos del recurso territorial eólico disponible.

Parámetros representativos	Gran Canaria	Tenerife
Máximo y mínimo de los valores estandarizados	0,9985 0,1306	0,9879 0,0676
Media	0,4363	0,4809
Desviación típica	0,2118	0,2205
<b>Recurso territorial eólico disponible</b>	<b>6.473</b>	<b>8.853</b>

Fuente: Elaboración propia.

### RECURSO TERRITORIAL SOLAR FOTOVOLTAICO TEÓRICO

Para la determinación del recurso territorial teórico de energía solar fotovoltaica se han considerado nueve factores: radiación solar, temperatura, sombras existentes en el territorio, orientación de las laderas, uso del suelo, pendiente del terreno, distancia a las carreteras, distancia a las líneas eléctricas y distancia a áreas urbanas (cuadro III.8). En el anexo VI se presentan todos los mapas de los factores tenidos en cuenta para obtener el recurso territorial solar fotovoltaico teórico en Gran Canaria y Tenerife.

**Cuadro III.8.** Factores para la localización de parques fotovoltaicos.

Factores	Puntos de corte	Referencias
Radiación solar	Menos de 1.000 Wh/m <sup>2</sup> /día = 0 Más de 5.000 Wh/m <sup>2</sup> /día = 1	Arán, Espín, Aznar, Zamorano, Rodríguez, y Ramos (2008).
Temperatura	Más de 45° C = 0 Menos de 15° C = 1	Arán, Espín, Aznar, Zamorano, Rodríguez, y Ramos (2008).
Sombra	Menos de 30 = 0 Más de 90 = 1	Arán, Espín, Aznar, Zamorano, Rodríguez, y Ramos (2008).
Orientación	Entre 0° y 22,5° = 0 Entre 157,5° y 202,5° = 1 Entre 337,5° y 360° = 0	Arán, Espín, Aznar, Zamorano, Rodríguez, y Ramos (2008).
Uso del suelo	Nivel de compatibilidad 4 = 1 Nivel de compatibilidad 0 = 0	Baban <i>et al.</i> (2001); Tudela <i>et al.</i> (2005); Tegou <i>et al.</i> (2007); Arán, Espín, Aznar, y Ramos (2008); Tegou <i>et al.</i> (2009).
Pendiente del terreno	Menos de 5% = 1 Más de 50% = 0	Arán, Espín, Aznar, Zamorano, Rodríguez, y Ramos (2008).
Red de comunicaciones	Más de 2.000 m = 0 Menos de 300 m = 1	Arán, Espín, Aznar, Zamorano, Rodríguez, y Ramos (2008).
Red eléctrica	Más de 2.000 m = 0 Menos de 300 m = 1	Arán, Espín, Aznar, Zamorano, Rodríguez, y Ramos (2008).
Núcleos de población	Más de 5.000 m = 0 Menos de 1.000 = 1	Arán, Espín, Aznar, Zamorano, Rodríguez, y Ramos (2008); Tegou <i>et al.</i> (2009); Janke (2010).

Fuente: Elaboración propia.

### Radiación solar

Es evidente que la *radiación solar* que llega al territorio es la variable clave para la generación de energía solar fotovoltaica, ya que sin su existencia no sería posible la producción de dicha energía. La potencia de la radiación solar incidente sobre una superficie se mide mediante la *irradiancia* ( $W/m^2$ ) y su aprovechamiento depende en gran medida de cómo incide la radiación solar sobre la superficie captadora (cuanto más perpendicular sea esta incidencia, mayor será la potencia aprovechada). Este dato se obtiene a partir de mapas solares realizados mediante observaciones directas en distintos puntos del territorio a lo largo del tiempo con *piranómetros*<sup>112</sup>. En los lugares donde no hay datos de irradiancia disponibles se utilizan relaciones entre distintos parámetros climatológicos como la temperatura media, la humedad relativa y la humedad específica, relacionados mediante una ecuación empírica con datos climatológicos locales (Ramachandra y Shruthi, 2007).

En las Islas Canarias se dispone de un mapa solar desarrollado por la Fundación Instituto Tecnológico de Canarias en colaboración con la empresa Dobon`s Technology, S.L. en el año 2007. Este mapa solar ofrece dos datos que pueden ser muy adecuados para evaluar este factor: la *irradiación solar* y el *potencial fotovoltaico*. Ahora bien, ambos datos están directamente relacionados, por lo que se ha considerado conveniente decantarse por uno de los dos a la hora de evaluar el efecto del factor de la radiación solar sobre el territorio. La irradiación solar<sup>113</sup> ( $Wh/m^2/día$ ) representa la energía total de la radiación solar incidente sobre una superficie durante un tiempo determinado. Por su parte, el potencial fotovoltaico (*yield*) representa el rendimiento de un sistema fotovoltaico conectado a red, por lo que su unidad ( $kwh/kwp$ ) expresa el cociente entre la energía diaria producida por los vatios pico instalados. En el caso del potencial fotovoltaico calculado en Canarias por Monedero *et al.* (2007), este queda determinado por la expresión siguiente:

$$Y_{Fi} = n_i G_i PR_i$$

Donde:  $n$  es el número de días del mes  $i$ .

$G_i$  es la radiación solar global de cada lugar.

$PR_i$  es el rendimiento del mes  $i$ .

---

<sup>112</sup> Un piranómetro es un instrumento que, mediante un sensor, mide la densidad del flujo de radiación solar en un campo de  $180^\circ$ .

<sup>113</sup> En la literatura anglosajona se utiliza el término *insolation* que es un acrónimo derivado de tres palabras: *incident solar radiation*.

A su vez,  $PR_i$  está en función de cinco variables: (a)  $P_{TEMP}$ , que evalúa el rendimiento en función de las pérdidas por temperatura en los módulos; (b)  $P_{FRE}$ , que evalúa el rendimiento en función de las pérdidas de Fresnel<sup>114</sup>; (c)  $P_{CC}$ , que evalúa el rendimiento en función de las pérdidas debidas a la resistencia de las interconexiones en serie; (d)  $P_{DIS}$ , que evalúa el rendimiento en función de las pérdidas de dispersión de los módulos; y (e)  $P_{INV}$ , que evalúa el rendimiento en función de las pérdidas del inversor<sup>115</sup>.

En el presente estudio, siguiendo a diferentes autores (*e.g.*, Ramachandra y Shruthi, 2007; Arán, Espín, Aznar, Zamorano, Rodríguez, y Ramos, 2008; Belmonte *et al.*, 2009; Hoesen y Letendre, 2010; Janke, 2010), se ha optado por evaluar la radiación solar mediante la irradiación, ya que evalúa el recurso territorial solar de una forma directa, mientras que el potencial fotovoltaico es un valor que hace referencia a un hipotético rendimiento, en este caso evaluado a partir del modelo de Monedero *et al.* (2007), de un determinado sistema fotovoltaico.

Para la elaboración de esta fase del trabajo, GRAFCAN nos ha facilitado los datos del mapa solar de las islas de Gran Canaria y Tenerife. A su vez, de los diferentes tipos de datos de irradiación que incorpora dicho mapa<sup>116</sup>, se optó por utilizar el de superficie horizontal, por ser la modalidad de captación de radiación más directa y, por tanto, más representativa del potencial solar del territorio. Esta información se facilitó en formato vectorial que posteriormente se ha transformado a formato *raster* con valores de irradiación cada 10 m/píxel, lo que permite visualizar el territorio diferenciando intervalos continuos de este atributo (figura III.24a). Para el establecimiento de puntos de corte en este factor se ha tomado como referencia a Arán, Espín, Aznar, Zamorano, Rodríguez, y Ramos (2008) y se ha considerado un intervalo de irradiación entre 1.000 y 5.000 Wh/m<sup>2</sup>/día. Finalmente, se ha obtenido la capa temática de irradiación estandarizada entre los valores antes indicados (figura III.24b).

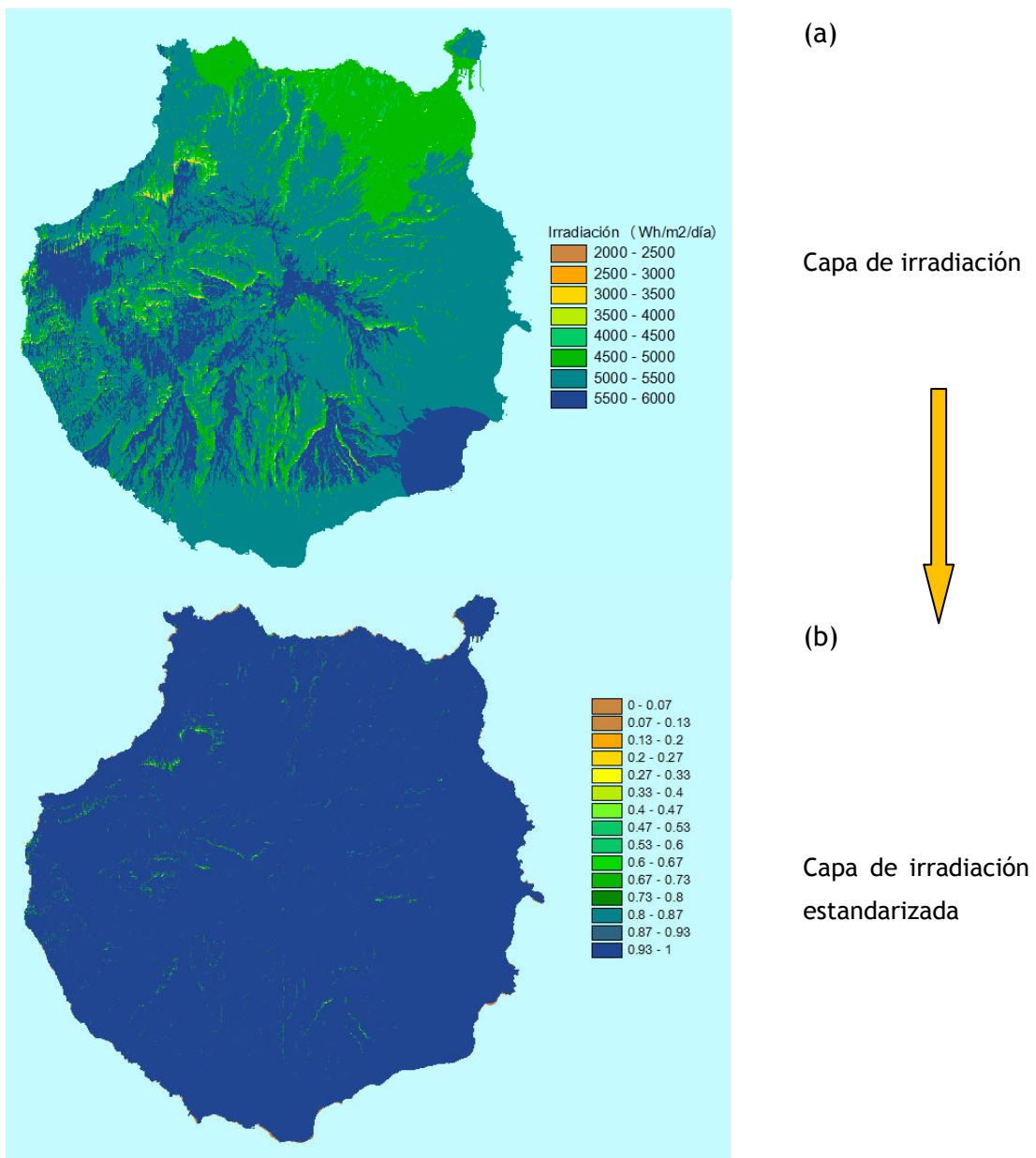
---

<sup>114</sup> Las pérdidas de Fresnel son debidas a la refracción de la luz al encontrarse un cambio brusco del índice de refracción, ya que parte de la potencia se refleja. Las pérdidas serán mayores cuanto mayor es el ángulo de incidencia del rayo (Ibáñez, Rosell y Rosell, 2004).

<sup>115</sup> Un inversor fotovoltaico es un instrumento que transforma la corriente de continua a alterna. Estos instrumentos son necesarios porque los paneles fotovoltaicos suministran la energía eléctrica en forma de corriente continua.

<sup>116</sup> Los datos de irradiación solar facilitados por Grafcan están disponibles en: superficie horizontal, inclinada orientada, con seguimiento en dos ejes y con seguimiento polar.

Figura III.24. Capa temática de irradiación.



Fuente: Elaboración propia.

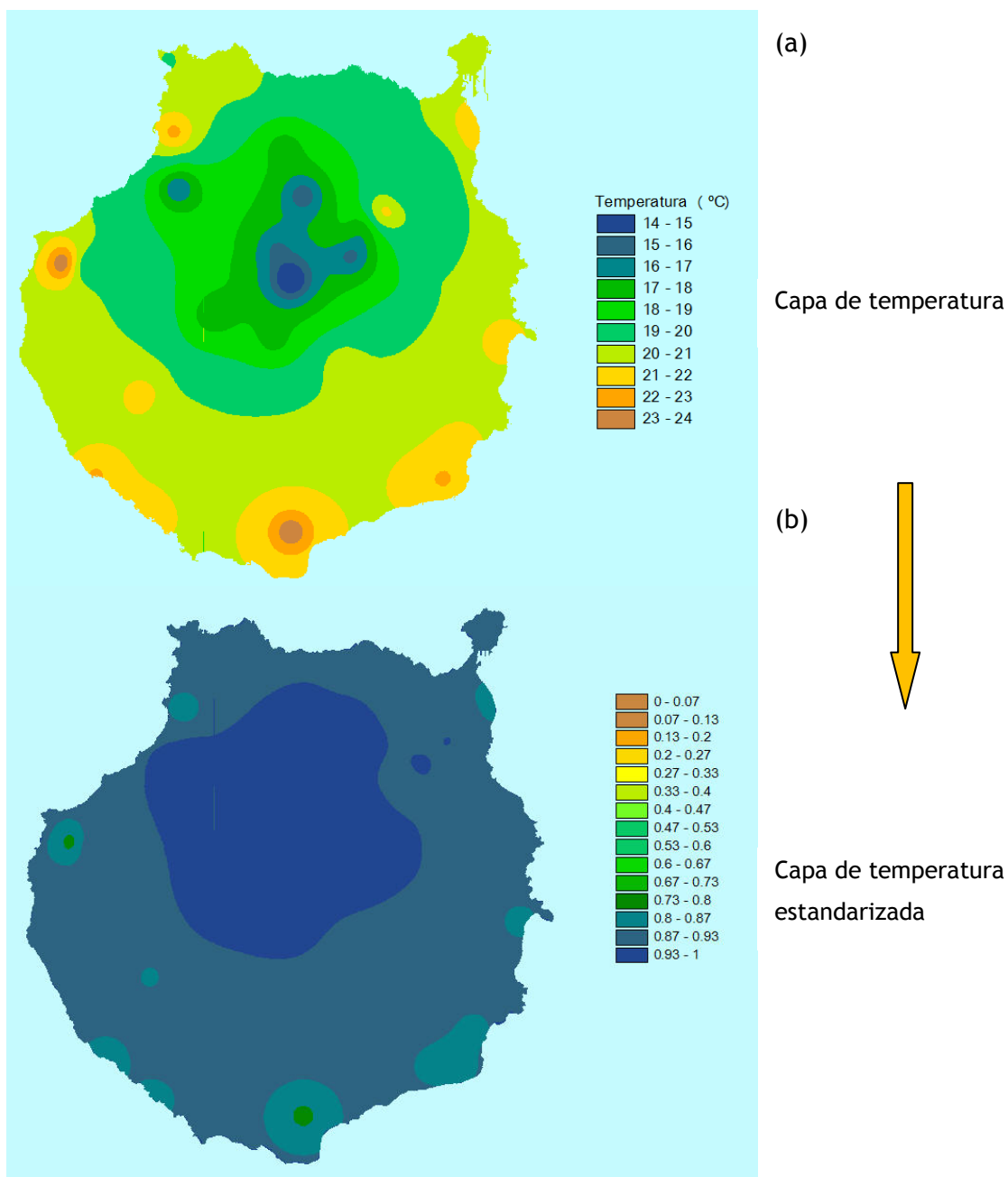
## Temperatura

Los módulos fotovoltaicos presentan unas pérdidas de potencia del orden de un 4% por cada 10°C de aumento de su temperatura de operación (variando este porcentaje en función de la irradiancia, el viento y la tecnología empleada), lo que implica que a igualdad de irradiación solar incidente, un mismo sistema fotovoltaico producirá menos energía en un lugar cálido que en un lugar frío (Chenlo y Abella, 2006). Por esta razón se ha estimado pertinente incluir también los valores medios de temperatura de las zonas estudiadas, dado el efecto negativo del aumento de la temperatura sobre el rendimiento y la capacidad de producción de energía de las células de silicio.

Para realizar esta capa temática nos hemos basado en los datos de temperatura media diurna de puntos del territorio en formato vectorial que se incluyen en el mapa solar facilitado por GRAFCAN. Para poder utilizar esta información en nuestro trabajo, se ha transformado esta capa vectorial a un formato *raster* con valores de temperatura cada 10 m/píxel, lo que nos permite visualizar el territorio diferenciando intervalos continuos de temperatura (figura III.25a).

Con el propósito de elaborar la estandarización de esta variable, se ha tenido en cuenta que los fabricantes de paneles solares fotovoltaicos indican que la potencia nominal de un panel se alcanza a una temperatura de panel de 25°C. Si la temperatura promedio es menor a los 25°C, no se considera ninguna degradación para la potencia de salida pico, comenzando a aumentar esa degradación a medida que aumenta la temperatura. Ahora bien, es necesario tener en cuenta que en la práctica (debido a la disipación de calor dentro de las celdas del panel), la temperatura de trabajo del panel excede a la temperatura ambiente, por lo que se ha estimado un valor de temperatura ambiente óptimo de 15°C. Por otra parte, el trabajo realizado por Campos (2006) indica que la temperatura de trabajo máxima del panel estaría en la recta (temperatura, irradiancia) que une los puntos [45°C, 1.350 W/m<sup>2</sup>] y [35°C, 2.200 W/m<sup>2</sup>] para una velocidad de viento de 10km/h. A partir de lo anterior, se ha considerado que los puntos de corte para determinar los tramos de adecuación de la capa temática de temperaturas estarán en un intervalo entre 15°C y 45°C de temperatura ambiente. A partir de estos valores se ha elaborado la capa de temperatura estandarizada (figura III. 25b).

Figura III. 25. Capa temática de temperatura.



Fuente: Elaboración propia.

### Sombra

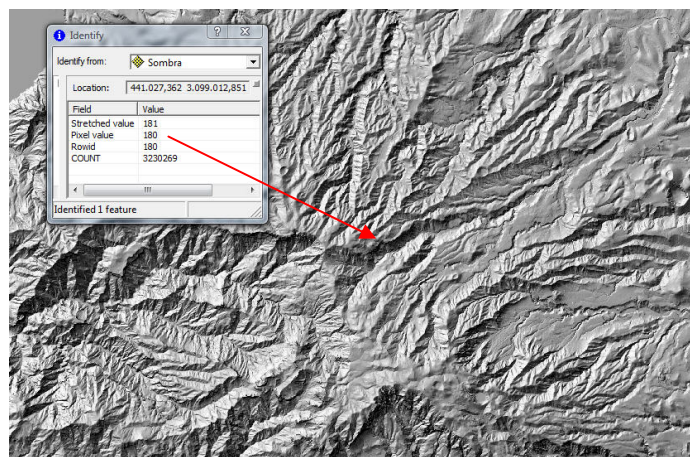
Parece evidente que el potencial fotovoltaico que llega a un lugar determinado también disminuirá si este está en sombra. Ahora bien, la evaluación de este factor no es tan directa como los casos anteriores, ya que la sombra varía de forma muy significativa a lo largo del día y a lo largo del año. En efecto, si contemplamos el territorio un día soleado, podremos comprobar que la posición de la sombra no es constante durante el día, ya que la posición del Sol varía, apareciendo por encima del horizonte (momento llamado *orto*) y alcanzando una altura máxima, momento a



partir del cual empieza a descender bajo el horizonte por el oeste (momento llamado *ocaso*). Por otra parte, el Sol no está a la misma altura sobre el horizonte a lo largo del año, puesto que (en el hemisferio norte) en verano adquiere una mayor altura sobre el horizonte que en invierno. Por tanto, la cantidad de sombra de un territorio dependerá de la altura del Sol a lo largo del día y esta también es diferente a lo largo del año.

Para evaluar este factor, se ha realizado un modelado de sombras sobre el territorio aprovechando las posibilidades que ofrecen los SIG a partir de su herramienta *Hillshade*, que permite combinar la orografía de la zona de estudio con diferentes condiciones del posicionamiento de una fuente de luz hipotética. Para ello, esta función genera un *raster* calculando la iluminación hipotética de cada superficie mediante la determinación de valores de iluminación -en nuestro caso, a partir de la posición del Sol- para cada celda y el posterior cálculo de los valores de iluminación de cada celda en relación con las celdas vecinas. Para el cálculo de la sombra es necesario introducir en el SIG el valor de la altitud y la orientación de la fuente de iluminación que, posteriormente, serán procesados junto con los cálculos de la pendiente, para determinar el valor final de sombreado para cada celda en el *raster* de salida (figura III.26). De esta forma, considerando el algoritmo de cálculo que establece el SIG para el cálculo de la sombra, se obtendrá un rango de valores para cada píxel que oscilará entre el valor 255 (valor de máxima iluminación) y el 0 (valor de sombra total), ya que para valores de píxeles menores de cero, el procesador les asigna valor cero.

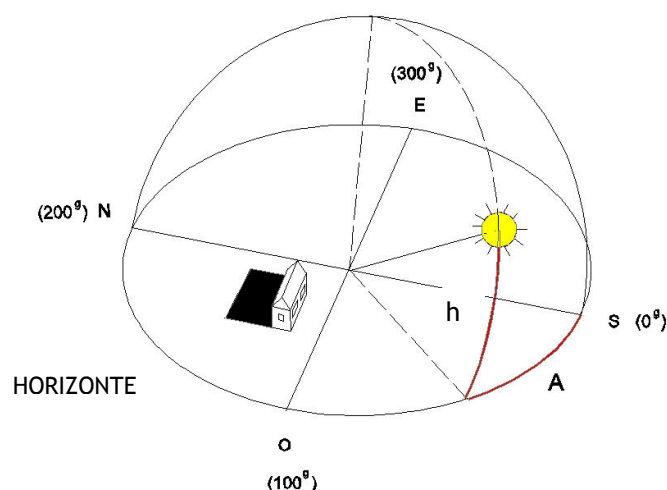
Figura III.26. Cálculo de sombras a partir de un SIG.



Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, para la realización del estudio de sombras se necesitan dos elementos: un modelo de pendientes que incorpore la orografía del terreno y la situación del Sol en cada momento. El modelo de pendientes utilizado ha sido el MDT de GRAFCAN descrito en apartados anteriores, mientras que la situación del Sol se ha calculado a partir de las coordenadas de la posición del Sol -altura ( $h$ ) y acimut ( $A$ )<sup>117</sup>- referidas al plano del horizonte (figura III.27). Ahora bien, estas coordenadas varían de forma continua, por lo que ha sido necesario modelar esta variable para unos puntos concretos a lo largo del tiempo. Con el objetivo de clarificar el planteamiento realizado para la determinación del posicionamiento del Sol, realizaremos una breve exposición de las consideraciones tenidas en cuenta en el presente trabajo.

Figura III.27. Coordenadas locales solares.



Fuente: Elaboración propia.

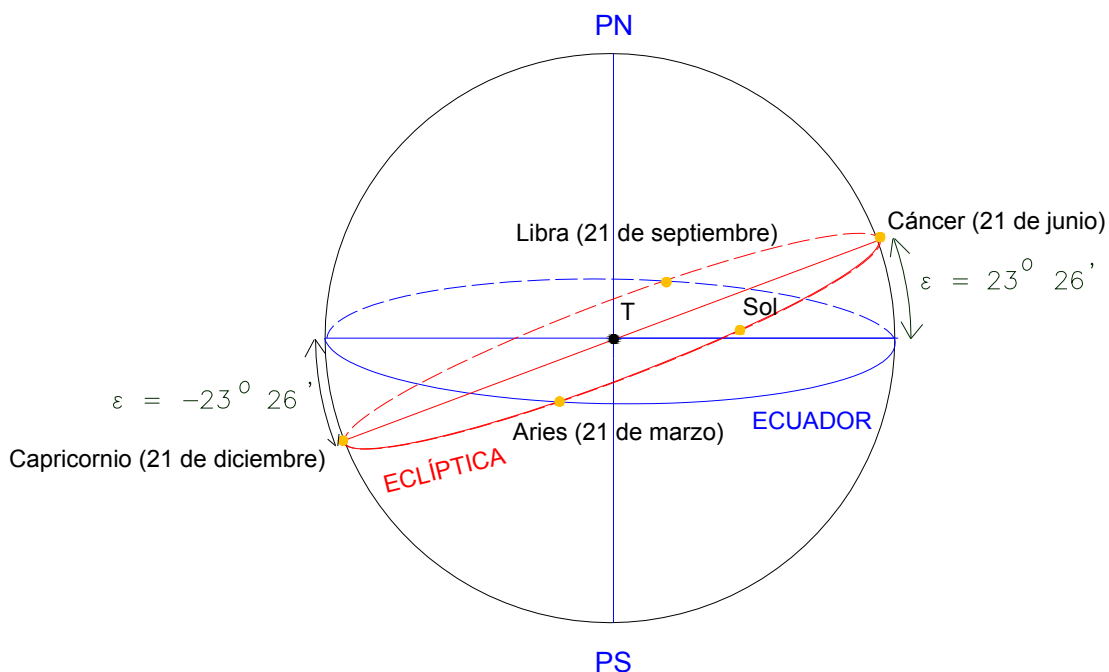
Para determinar el posicionamiento del Sol a lo largo del año, la Astronomía considera una esfera ideal de radio arbitrario donde el Sol realiza un movimiento aparente alrededor de un observador situado en el centro  $T$  (figura III.28). Este movimiento se desarrolla a lo largo de un año sobre un plano llamado *Eclíptica*, que tiene una inclinación respecto al plano del Ecuador denominada *oblicuidad* ( $\varepsilon$ ) cuyo valor es de  $23^{\circ} 26'$ . Así pues, el Sol recorre la Eclíptica en un año de tal forma que en primavera (21 de marzo<sup>118</sup>) intercepta con el Ecuador en el punto denominado Aries (equinoccio de primavera), donde la duración del día es igual que la de la noche y su

<sup>117</sup> La altura solar ( $h$ ) es el ángulo en el que se encuentra el Sol sobre la superficie determinada por el horizonte, y el acimut solar ( $A$ ) es el ángulo de giro del Sol medido sobre el plano horizontal tomando como origen el Sur y medido hacia el Oeste (Martín, 1982).

<sup>118</sup> Estas fechas son aproximadas debido a que el plano de la *Eclíptica* no es fijo.

declinación<sup>119</sup> vale 0°; en verano (21 de junio) alcanza su máxima declinación en el punto denominado Cáncer (solsticio de verano), donde -en el hemisferio norte-, el día es el más largo del año y la noche la más corta, con una declinación de 23° 26'; en otoño (21 de septiembre) la declinación vuelve a valer 0°, al pasar por el punto Libra (equinoccio de otoño), donde el día y la noche vuelven a tener la misma duración; y, finalmente, en invierno (21 de diciembre) -en el hemisferio norte- el día es el más corto del año y la noche la más larga, alcanzando una declinación de -23° 26' en el punto Capricornio (solsticio de invierno).

Figura III.28. Posición del Sol a lo largo del año.



Fuente: Elaboración propia.

La incidencia que tiene lo anteriormente dicho para nuestro estudio es que la altura del Sol sobre el horizonte es diferente dependiendo de la época del año en la que nos encontremos. Para modelar este hecho, se ha calculado el paso del Sol por el meridiano del lugar (altura máxima) en las cuatro estaciones del año. En esa posición se cumple que el acimut es cero ( $A = 0^0$ ) y su altura viene determinada por:

$$H = 90^{\circ} - \varphi + \delta$$

<sup>119</sup> La declinación ( $\delta$ ) es una coordenada que representa el arco de meridiano desde el Ecuador a la estrella (en este caso el Sol).

Donde:  $\varphi$  es la latitud del lugar, que en Canarias es de  $28^{\circ} 04'$ <sup>120</sup>.

$\delta$  es la declinación del Sol.

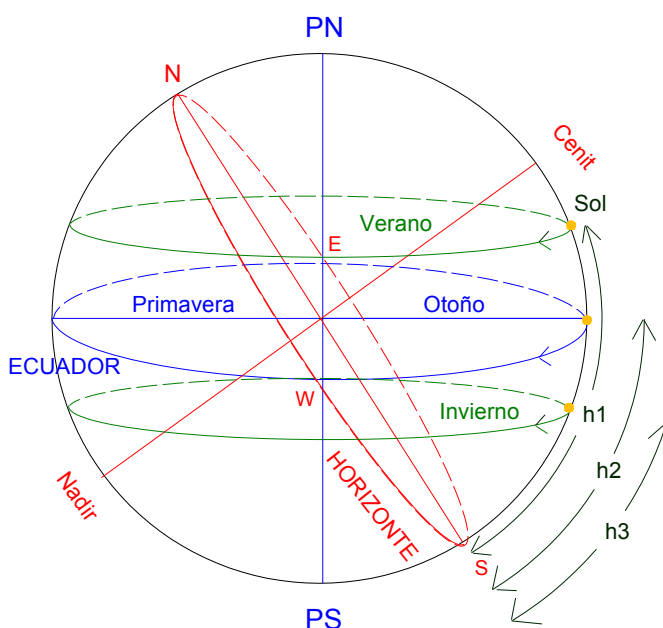
De tal forma que, teniendo en cuenta la ecuación anterior y la figura III.29:

En verano,  $h_1 = 90^{\circ} - 28^{\circ} 04' + 23^{\circ} 26' = 85^{\circ} 22'$

En primavera y otoño,  $h_2 = 90^{\circ} - 28^{\circ} 04' + 0^{\circ} 00' = 62^{\circ}$

En invierno,  $h_3 = 90^{\circ} - 28^{\circ} 04' - 23^{\circ} 26' = 38^{\circ} 30'$

Figura III.29. Altura del Sol en el meridiano del lugar.



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la posición de la sombra a lo largo de un día tampoco es constante, apareciendo esta a partir de que el Sol pasa del orto (proyectándose hacia el Oeste), disminuyendo a mediodía, donde el Sol adquiere su altura máxima, y aumentando nuevamente (proyectándose hacia el Este) a medida que el Sol llega al ocaso. Las coordenadas del Sol en las que proyecta la sombra mínima (posición de altura máxima) ya se han calculado para las cuatro estaciones del año en el punto anterior, por lo que ahora se determinarán las coordenadas del Sol en las que proyecta su sombra máxima también en las cuatro estaciones. Para el análisis del movimiento diario de los astros, es muy útil el cálculo de las coordenadas del orto y ocaso de los mismos, puesto que suele ser muy interesante conocer las coordenadas a partir de las cuales los astros son visibles o no desde un determinado lugar y en las diferentes

<sup>120</sup> Se ha considerado un valor medio de la latitud en Canarias.

épocas del año (figura III.30). En el orto y ocaso se cumple que  $h = 0^\circ$  y el acimut tendrá dos soluciones, una para cada uno de ellos (Martín, 1982:78):

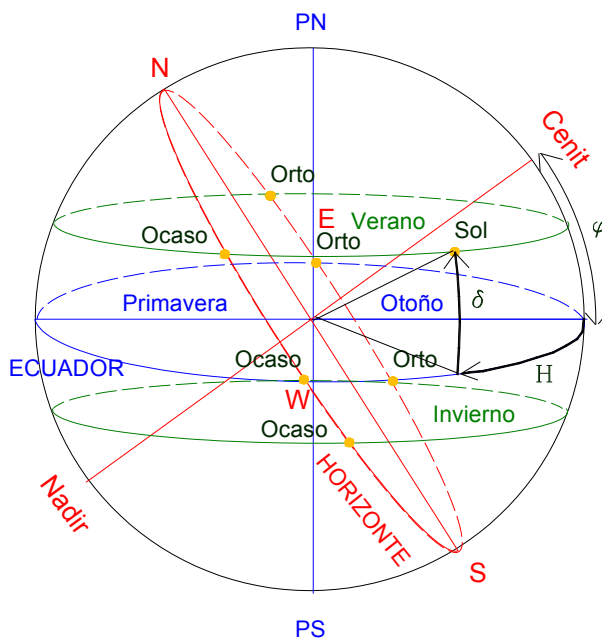
$$A = \arccos\left(-\frac{\sin \delta}{\cos \varphi}\right)$$

Evidentemente, la determinación exacta del orto y ocaso no son útiles para nuestro estudio, porque al no tener altura el Sol, tampoco proyectará sombra en esos momentos. Por tanto, lo que nos interesa es determinar las coordenadas de puntos que estén al Este y al Oeste del meridiano del lugar y a una pequeña altura para que proyecten sombra sobre el territorio. En este caso, se ha optado por calcular el acimut y altura del Sol a cinco horas antes del mediodía, de tal forma que el Sol esté al Este ( $H^{121} = 285^\circ$ ) del meridiano del lugar, y a cinco horas después del mediodía, con lo que el Sol se situará al Oeste ( $H = 75^\circ$ ) del meridiano del lugar en las cuatro estaciones del año, considerando para ello que:

$$\sin h = \sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos H$$

$$\cos A = \frac{\sin \varphi \sin h - \sin \delta}{\cos \varphi \cos h}$$

Figura III.30. Orto y ocaso.



Fuente: Elaboración propia.

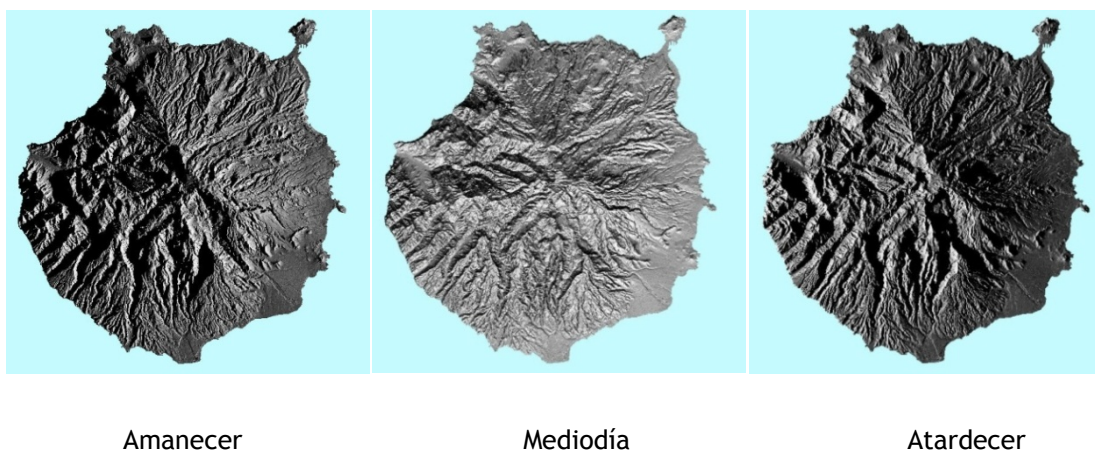
<sup>121</sup> H es una coordenada llamada *ángulo horario* medida sobre el plano del Ecuador que representa un arco que va desde el meridiano lugar hasta el meridiano del astro (en este caso el Sol). Este valor se cuenta de  $0^\circ$  a  $360^\circ$ , que equivaldría al intervalo de 0 a 24 horas.

A partir de los cálculos anteriores se ha elaborado el cuadro III.9 donde se combinan las distintas posiciones del Sol considerando lo indicado anteriormente. Teniendo en cuenta estas coordenadas se han confeccionado doce capas temáticas *raster* de sombra combinando cada una de estas condiciones de posicionamiento del Sol. En la figura III.31 se exponen, a modo de ejemplo, las tres posiciones para el caso de la primavera.

**Cuadro III.9.** Cálculo de las coordenadas del Sol en los distintos casos de estudio.

Estación del año	H = 285° (amanecer)		H=0° (mediodía)		H=75° (atardecer)	
	A	h	A	h	A	h
Primavera	277° 11' 07''	13° 12' 07''	0° 00' 00''	61° 56' 00''	82° 48' 52''	13° 12' 07''
Verano	254° 53' 48''	23° 22' 09''	0° 00' 00''	85° 22' 00''	105° 06' 11''	23° 22' 09''
Otoño	277° 11' 07''	13° 12' 07''	0° 00' 00''	61° 56' 00''	82° 48' 52''	13° 12' 07''
Invierno	297° 33' 56''	1° 17' 08''	0° 00' 00''	38° 30' 00''	62° 26' 04''	1° 17' 08''

**Figura III.31.** Capa temática de sombras en primavera.



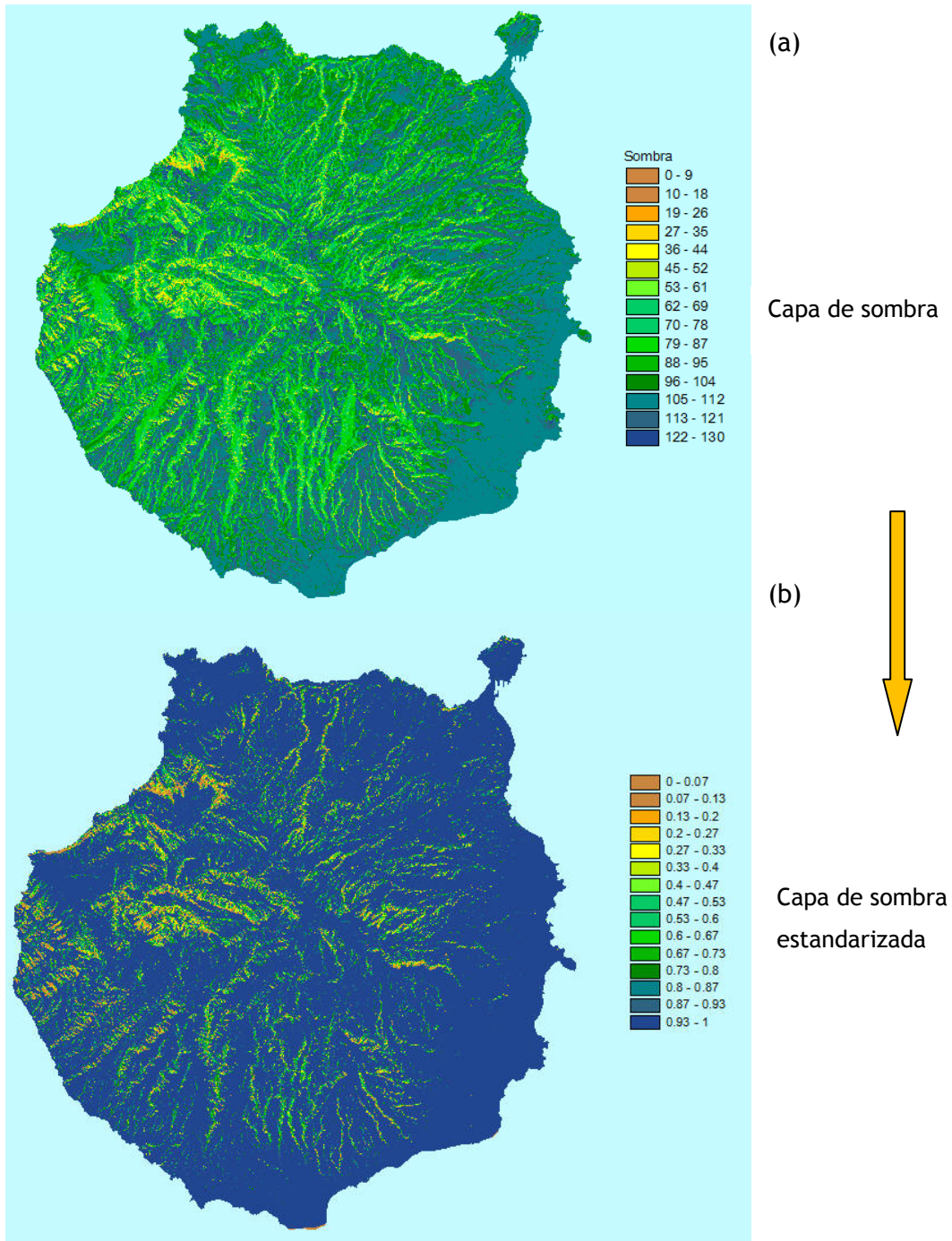
Fuente: Elaboración propia.

Con el objeto de evaluar la incidencia de la sombra en el territorio de una forma global y mediante una sola capa temática que se pudiera combinar con los demás factores considerados en este estudio, se ha calculado una capa temática *raster* donde cada píxel es la media aritmética de las doce posibilidades consideradas anteriormente (figura III.32a). Por otra parte, no tenemos referencias de cuáles pueden ser los valores de puntos de corte para realizar la estandarización. En este caso, se ha optado por considerar como valor 0 al valor del píxel en el cual se estima que empieza a estar en sombra y cuyo color es de un gris muy cercano al negro (30), y como 1 al valor del píxel en el que empieza a estar soleado y cuyo color es de un



gris cercano al blanco (90). Teniendo en cuenta estos valores, se ha confeccionado la capa de sombra estandarizada (figura III.32b).

Figura III.32. Capa temática de sombra.



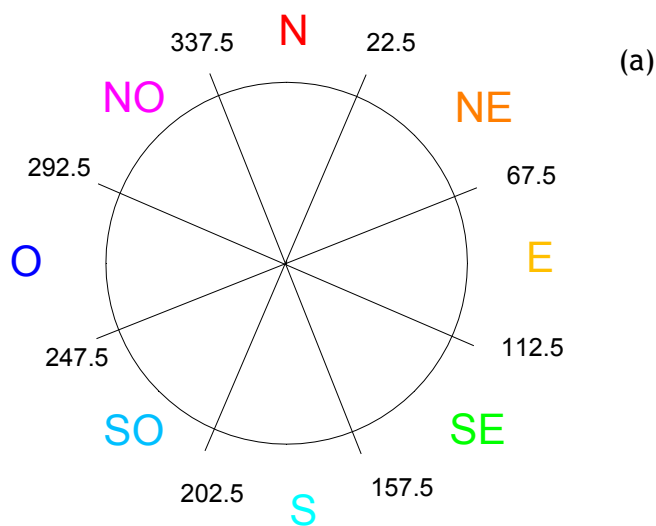
Fuente: Elaboración propia.

### Orientación

También es fácil deducir que, independientemente de las sombras que se proyecten en el territorio, las zonas orientadas al Sur tendrán un recurso solar mucho más importante que aquellas zonas que están orientadas al Norte. Esta circunstancia indica que la orientación de las laderas debe ser otro factor más a tener en cuenta a la hora de evaluar este recurso territorial.

Para modelar la dirección de las laderas en el territorio, se ha utilizado una función del SIG que permite calcular la orientación de las laderas a partir del MDT del territorio. Esta función identifica la dirección de las laderas basándose en un algoritmo que analiza los valores de elevación de las ocho celdas contiguas a la celda de análisis<sup>122</sup>. Conceptualmente esta función lo que hace es ajustar a un plano los valores de las alturas de las celdas aledañas a la celda que está calculando, de tal forma que la dirección del plano a calcular representa la orientación de la ladera de dicha celda. Los valores resultantes para cada celda que nos ofrece esta función representan el ángulo de orientación del plano teniendo en cuenta los intervalos de la figura III.33.

**Figura III.33.** Referencia angular de las orientaciones.



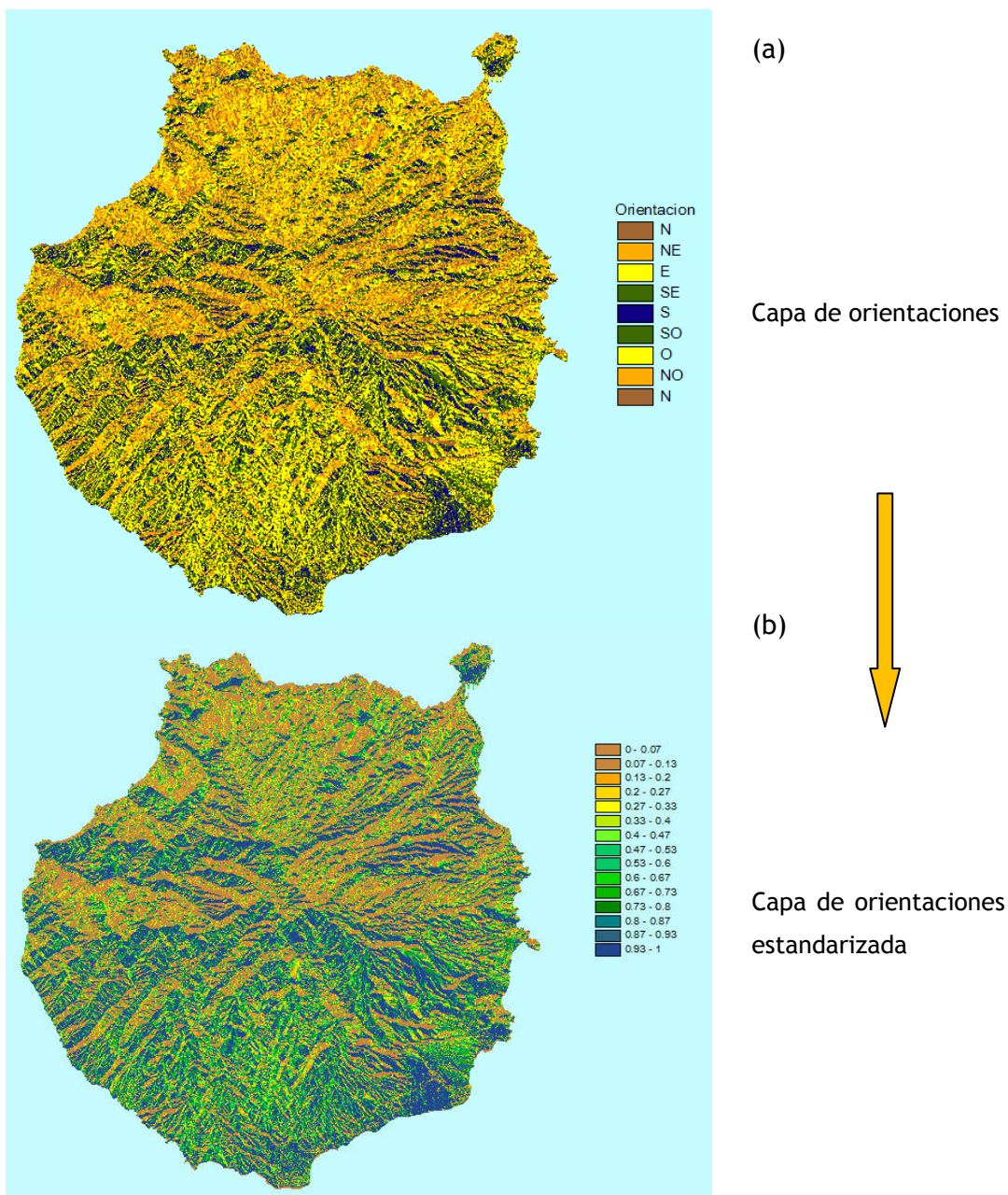
Fuente: Elaboración propia.

<sup>122</sup> Si se desea obtener información de cómo se realiza este cálculo, consultar Barrientos (2006).



Mediante el procedimiento explicado obtendríamos la capa temática de orientación (figura III.34a) y, posteriormente, la capa temática estandarizada (figura III.34b). En este caso, la estandarización se realizará en varios tramos. Un primer tramo entre  $0^{\circ}$  y  $22,5^{\circ}$ , donde el grado de adecuación será cero; un segundo tramo entre  $157,5^{\circ}$  y  $202,5^{\circ}$ , donde el grado de adecuación será uno; y finalizando con otro tramo entre  $337,5^{\circ}$  y  $360^{\circ}$ , donde el grado de adecuación volverá a ser cero.

Figura III.34. Capa temática de orientaciones.



Fuente: Elaboración propia.

### Usos de suelo

Igual que en el caso de la energía eólica, el desarrollo de la energía fotovoltaica dependerá de que exista suelo disponible en el territorio que facilite la implantación de dicha energía. Ahora bien, en este caso los PIOT de Gran Canaria y Tenerife no estipulan una zonificación de áreas potencialmente compatibles, por lo que se ha optado por establecer un criterio que permita clasificar las zonas en función de su compatibilidad para implantar este tipo de energía. Para conseguir este objetivo, se ha elaborado una tabla que clasifica el territorio en distintos niveles de compatibilidad para implantar energía fotovoltaica, en función de los distintos tipos de uso del suelo (cuadro III.10).

**Cuadro III.10.** Nivel de compatibilidad del suelo para implantar energía fotovoltaica.

Nivel de compatibilidad	Clase de ocupación	Tipo de ocupación
Baja	Suelo urbanizado	Áreas de urbanización densa, áreas de urbanización dispersa, infraestructuras y complejos industriales.
	Suelo con vegetación	Bosques termófilos, laurisilva y frondosas de barrancos.
	Suelo desnudo	Playas y dunas.
	Elementos hidrológicos	Balsas, estanques, lagunas o presas y salinas.
Medio-baja	Suelo agrícola	Flores, frutales tropicales y plataneras.
	Suelo con vegetación	Fayal-brezal, pino canario, pino carrasco y pino <i>insignis</i> .
	Suelo desnudo	Canteras y minas.
Media	Suelo agrícola	Cultivos de hortalizas, cultivos de regadío y frutales cítricos.
	Suelo desnudo	Arenales, vertederos y escombreras.
Medio-alta	Suelo agrícola	Cultivos en invernaderos, tomate, viña y cultivos en secano.
	Suelo con vegetación	Castaños, escobonales, matorrales de cumbre, matorrales de costa (cardonales y tabaibales) y eucaliptos.
	Suelo desnudo	Coladas recientes y terrenos con vegetación escasa.
Alta	Suelo agrícola	Cultivos abandonados.
	Suelo con vegetación	Matorral degradado y pastizales.
	Suelo desnudo	Terrenos sin vegetación.

Fuente: Elaboración propia.

La base cartográfica para la elaboración de esta capa temática se ha obtenido del mapa de ocupación del suelo de GRAFCAN. A partir de la clasificación del suelo que

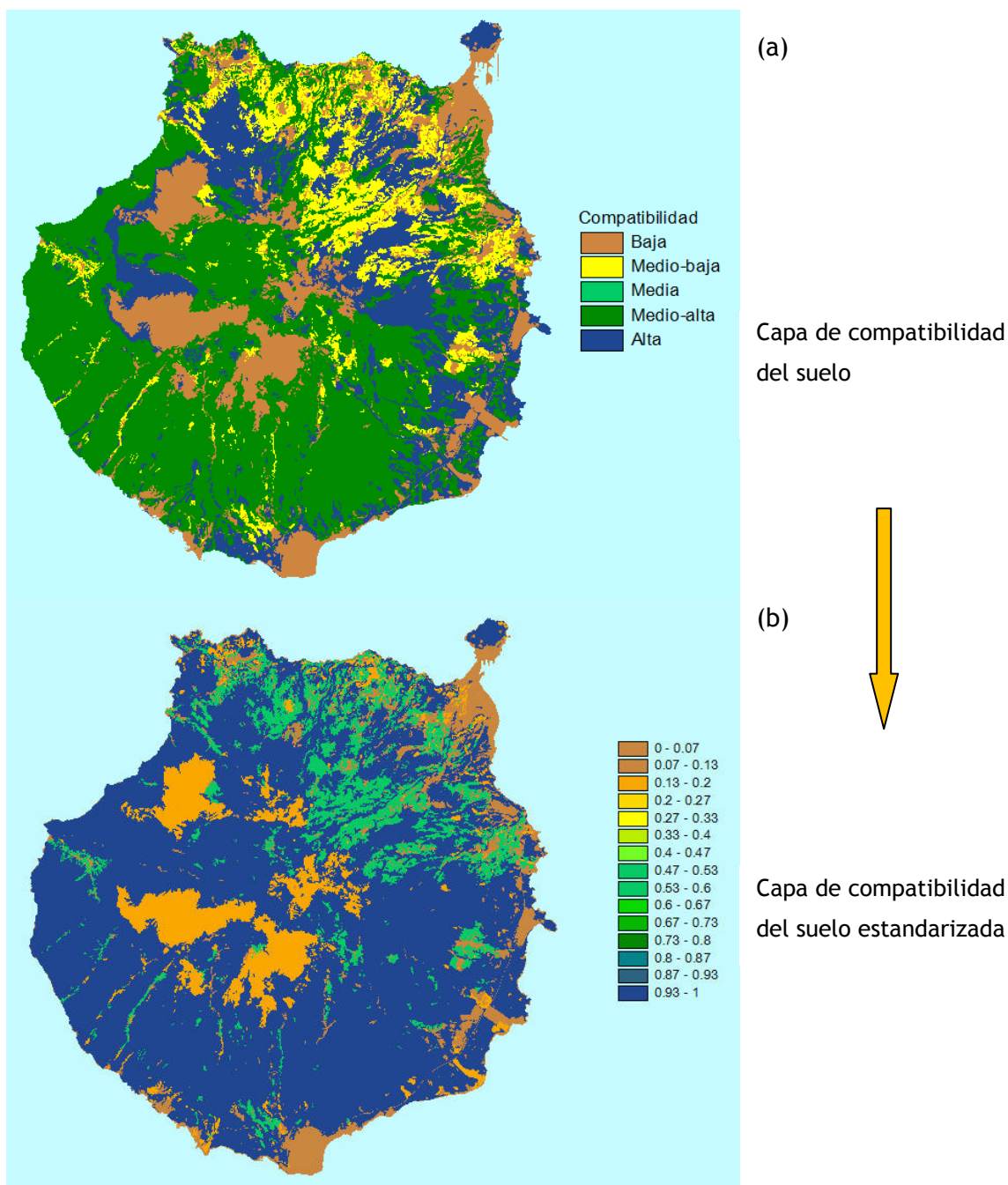
se establece en esta cartografía, se ha procedido a evaluar la idoneidad de cada uno de esos tipos de suelo para la instalación de huertas solares. El grado de idoneidad se ha valorado en función de una escala de cinco niveles donde se gradúa el uso del territorio desde el nivel “bajo” -que incluiría el suelo donde no sería compatible la implantación de esta energía- hasta un nivel “alto” -que incluiría el suelo más compatible para ubicarla-. Para la asignación de cada tipo de suelo en cada una de estas categorías, se han seguido criterios de evaluación basados en la geografía física<sup>123</sup>, complementada con la información del tipo de suelo que se suele utilizar en las solicitudes de autorización administrativa de las instalaciones fotovoltaicas publicadas en el BOC. En este sentido, podemos decir que existen algunos tipos de usos de suelo que son fácilmente catalogables como, por ejemplo, las playas y dunas, que tienen un nivel de compatibilidad bajo, y los terrenos de cultivo abandonados, que sí son compatibles. Sin embargo, se ha podido detectar que en otros casos la clasificación no es tan evidente. Por ejemplo, aunque, según criterios estrictamente geográficos, un terreno ocupado por cultivos en invernadero puede considerarse con un nivel de compatibilidad medio-bajo, hemos observado que, con cierta frecuencia, en las solicitudes de licencia de instalaciones fotovoltaicas se utilizan cubiertas de invernadero<sup>124</sup>, por lo que este tipo de suelo debe ser catalogado con un nivel de compatibilidad medio-alto. Teniendo en cuenta esta clasificación del suelo, se ha elaborado su respectiva capa temática, tal y como se puede observar en la figura III.35a. Posteriormente, para realizar la estandarización de esta variable, se han graduado los píxeles de la capa *raster*, asignándole valores desde cero -en las zonas de niveles de compatibilidad baja- hasta un valor de cuatro -en las zonas de compatibilidad alta-. Posteriormente, se ha aplicado una estandarización difusa entre los valores cero y cuatro para obtener la capa estandarizada (figura III.35b).

---

<sup>123</sup> Para la evaluación de este criterio se ha contado con la colaboración de un geógrafo, que es profesor del Departamento de Cartografía y Expresión Gráfica en la Ingeniería de la ULPGC.

<sup>124</sup> A modo de ejemplo exponemos la siguiente solicitud: “[...] anuncio de 6 de julio de 2010, por el que se somete a información pública el expediente relativo a autorización administrativa de la instalación fotovoltaica de 1 MW sobre cubierta de invernaderos en la Finca Lomo Caballo, término municipal de la Vega de San Mateo” (BOC, 2010).

Figura III.35. Capa temática de compatibilidad del suelo.



Fuente: Elaboración propia.

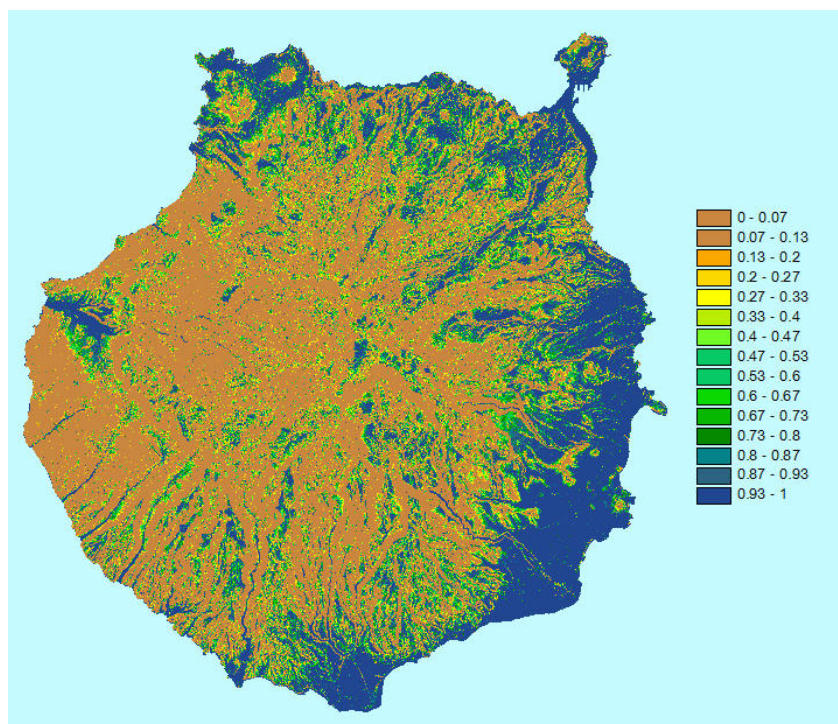
### Pendiente del terreno

También las zonas con fuertes pendientes deben ser excluidas como ubicaciones óptimas, debido a que las labores que serían necesarias para acondicionar los paneles fotovoltaicos pueden resultar impactantes desde el punto de vista medioambiental y, además, las explanaciones necesarias para acondicionar estos terrenos pueden generar importantes sombras. En este caso se ha optado por ser más exigente con el rango de pendientes permitidas que en la energía eólica, ya que las infraestructuras



necesarias para instalar los paneles fotovoltaicos ocupan un gran espacio superficial y -aunque su estructura es modular- su instalación puede ser más dificultosa en zonas de gran pendiente. Por esta razón se han descartado las zonas con pendientes superiores a 50% y se han considerado como más idóneas las que tienen pendiente inferior al 5%, siendo estos los puntos de corte para la estandarización (figura III.36).

Figura III.36. Capa temática de pendiente estandarizada.



Fuente: Elaboración propia.

#### Distancia a carreteras, red eléctrica y áreas urbanas

La construcción de una huerta solar también precisa de accesos para permitir la llegada de vehículos hasta el emplazamiento para adecuar las instalaciones y realizar el mantenimiento. Es necesario asimismo que exista una adecuada infraestructura de redes eléctricas que facilite la conexión entre el parque fotovoltaico y el punto de conexión a la red. Además, se ha considerado evaluar la localización de parques fotovoltaicos en relación con su proximidad a áreas urbanas, porque son las zonas donde más se consume energía eléctrica. Los valores de adecuación en estos tres casos se han mantenido igual que en el caso de los parques eólicos, porque las condiciones son las mismas.

*Mapa del recurso territorial solar fotovoltaico teórico*

Al igual que con la energía eólica, no todos los factores tienen la misma importancia a la hora de favorecer el desarrollo territorial de la energía fotovoltaica. Por esta razón, es necesario establecer un grupo de pesos para cada uno de los factores, de tal forma que permita obtener un mapa del recurso territorial teórico donde se tenga en cuenta el valor relativo de cada uno de estos factores respecto al resto. En este caso, también se ha consultado a las mismas fuentes que para la energía eólica, obteniéndose la matriz que se muestra en el cuadro III.11.

**Cuadro III.11.** Matriz de ponderación de los factores de energía fotovoltaica.

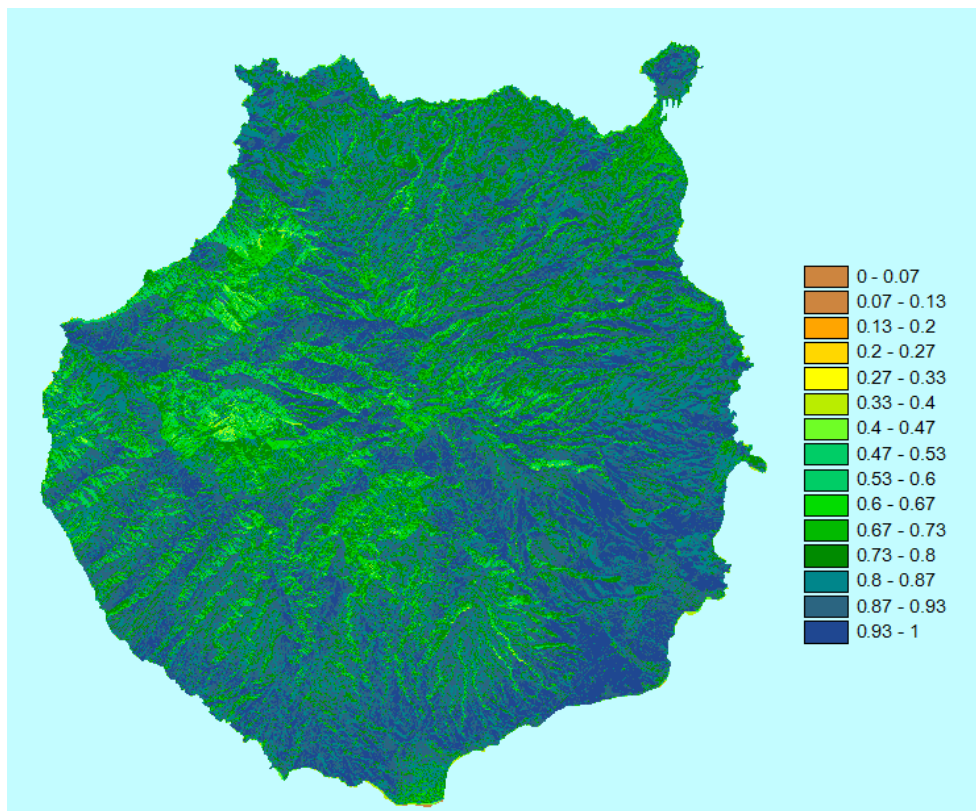
FACTORES	Rad.	Red viaria	Orient.	Sombra	Suelo	Pend.	Temp.	Red eléctrica	Núcleos urbanos	PESOS
Rad.	1									0,3287
Red viaria	1/9	1								0,0210
Orient.	1/3	9	1							0,1638
Sombra	1/3	9	3	1						0,2395
Suelo	1/5	5	1/3	1/3	1					0,0975
Pend.	1/7	3	1/5	1/7	1/5	1				0,0335
Temp.	1/7	3	1/5	1/7	1/3	3	1			0,0445
Red eléctrica	1/7	3	1/5	1/7	1/3	5	3	1		0,0572
Núcleos urbanos	1/9	1/3	1/9	1/9	1/7	1/5	1/5	1/5	1	0,0143

Fuente: Elaboración propia.

El resultado de la ponderación muestra que se asigna un mayor peso a los tres factores que más influyen en la captación de energía fotovoltaica: la radiación (32,87%), la existencia de sombras en el territorio (23,95%) y la orientación de las laderas (16,38%), seguido de la disponibilidad de suelo (9,75%), que es otro recurso fundamental para la instalación de los paneles. A continuación se valoran la red eléctrica (5,72%) que, como se indicó en el caso de la eólica, es la arteria a través de la que se articulan las instalaciones de este tipo de energía; después se sitúa la temperatura (4,45%), que es un factor climatológico mucho menos importante que la radiación; posteriormente la pendiente (3,35%), que es un factor orográfico que limita la localización de este tipo de instalaciones en las zonas más accidentadas. Finalmente, con un inferior peso, los dos factores menos decisivos son la red de comunicaciones (2,10%) y la distancia a núcleos urbanos (1,43%). Con esta

configuración de pesos se consigue una ratio de consistencia de 0,09, por lo que consideramos que la ponderación es óptima. Teniendo en cuenta esta ponderación, se ha obtenido el mapa del recurso territorial teórico mediante la combinación lineal ponderada de las capas de los factores (figura III.37).

Figura III.37. Mapa del recurso territorial solar fotovoltaico teórico.



Fuente: Elaboración propia.

#### RECURSO TERRITORIAL SOLAR FOTOVOLTAICO DISPONIBLE

Siguiendo nuestro planteamiento metodológico, el recurso solar fotovoltaico disponible se obtiene descontando al recurso solar fotovoltaico teórico las restricciones que se establezcan en el territorio para el desarrollo de esta energía. La obtención de este mapa se ha realizado considerando ocho restricciones: espacios protegidos, zonas urbanas, embalses de agua, caminos, carreteras, barrancos, límite marítimo-terrestre y zonas militares (cuadro III.12).

**Cuadro III.12.** Restricciones para la localización de parques solares fotovoltaicos.

Restricciones	Distancia de afección	Referencias
Distancia a espacios protegidos	El perímetro de los espacios protegidos	Arán, Espín, Aznar, Zamorano, Rodríguez, y Ramos (2008).
Instalaciones y embalses de agua	El perímetro de la infraestructura	Arán, Espín, Aznar, Zamorano, Rodríguez, y Ramos (2008).
Núcleo de población	El perímetro de los núcleo de población	Arán, Espín, Aznar, Zamorano, Rodríguez, y Ramos (2008).
Viviendas aisladas	El perímetro de las edificaciones	Arán, Espín, Aznar, Zamorano, Rodríguez, y Ramos (2008).
Caminos	Ancho del camino	Arán, Espín, Aznar, Zamorano, Rodríguez, y Ramos (2008).
Distancia a red de carreteras	Más de 20 m del eje	Hansen (2005); Janke (2010); Tegou <i>et al.</i> (2009); Tegou <i>et al.</i> (2010).
Distancia a ejes de barranco	Más de 5 m del eje	Decreto 86/2002.
Límite marítimo-terrestre	100 m tierra adentro desde la ribera del mar	Real Decreto 1471/1989.
Distancia a zonas militares	El perímetro de la zona militar	Ley Orgánica 5/2005.

Fuente: Elaboración propia.

Los motivos que ocasionan las restricciones relacionadas con los espacios protegidos, embalses de agua, caminos, barrancos, límite marítimo-terrestre y zonas militares son los mismos que los indicados en la energía eólica. En relación con las instalaciones, no se han considerado los invernaderos como una restricción ya que, como se indicó anteriormente, las cubiertas de los mismos se suelen utilizar como plataforma para instalar huertas fotovoltaicas, por lo que se han excluido del resto de las instalaciones. La restricción que hace referencia a las zonas urbanas no está relacionada, en este caso, con el ruido, sino con las características urbanísticas de este tipo de suelos, que lo imposibilitan para implantar huertas solares<sup>125</sup>, por lo que no se considera necesario establecer una distancia de afección. Esta restricción afectaría solamente al perímetro de las áreas de urbanización (densa y dispersa) y a las edificaciones aisladas. Respecto a la red de carreteras, se ha tenido en cuenta el Reglamento de Carreteras de Canarias (Decreto 131/1995<sup>126</sup>) por el que se establece, en su artículo 45, que: “[...] son de dominio público los terrenos ocupados por las carreteras y sus elementos funcionales y una franja de terreno de ocho metros de anchura a cada lado de la vía en autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras de interés regional, y de tres metros en el resto de las carreteras, medidos horizontal y

<sup>125</sup> Téngase en cuenta que en este estudio no se está considerando la instalación de paneles en edificios.

<sup>126</sup> <http://www.gobiernodecanarias.org/libroazul/pdf/22942.pdf>. [fecha de consulta: marzo, 2011].



perpendicularmente al eje de la misma desde la arista exterior de la explanación”. Como la referencia cartográfica de la que disponemos es el eje de la vía, se ha establecido una distancia de afección de veinte metros<sup>127</sup> desde dicho eje.

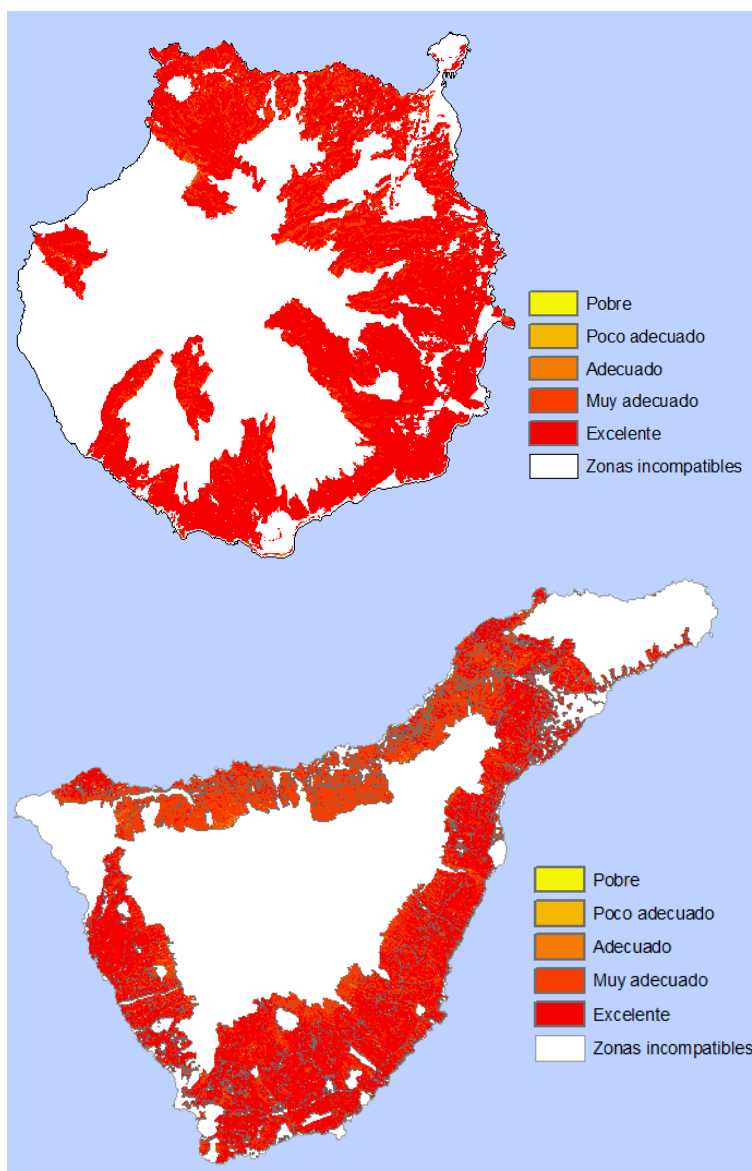
#### *Mapa del recurso territorial solar fotovoltaico disponible*

En la figura III.38 se muestran los mapas del recurso territorial fotovoltaico disponible de Gran Canaria y Tenerife. De estos mapas se deduce que la superficie disponible en Gran Canaria es de 57.520,80 ha y de 79.466,08 ha en Tenerife. Esto implica que esta superficie en la isla de Tenerife es 1,4 veces superior que la de Gran Canaria. A su vez, si realizamos un análisis por clasificaciones (cuadro III.13), se obtiene que la superficie de territorio con una calificación de adecuado, muy adecuado y excelente también es inferior en Gran Canaria (57.516 ha) que en Tenerife (79.453 ha). Por último, es oportuno destacar que el porcentaje calificado como excelente en Gran Canaria (78,09%) es superior al de Tenerife, aunque con menos superficie.

---

<sup>127</sup> Estos 20 m son el resultado de sumar 4 m de carril, 1 m de arcén, 1 m de cuneta, 6 m de arista exterior de explanación y 8 m de dominio público (no se ha distinguido entre rangos de carreteras).

**Figura III.38.** Recurso territorial fotovoltaico disponible.



Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro III.13.** Superficie de los distintos niveles de adecuación del recurso territorial fotovoltaico disponible en Gran Canaria y Tenerife.

Nivel de adecuación	Gran Canaria		Tenerife	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Pobre	0,09	0,00	0,22	0,00
Poco adecuado	4,56	0,01	12,55	0,02
Adecuado	638,02	1,11	499,03	0,63
Muy adecuado	11.958,12	20,79	26.171,74	32,93
Excelente	44.920,01	78,09	52.782,54	66,42
Total	57.520,80	100,00	79.466,08	100,00

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro III.14 se muestra un análisis comparativo de cada uno de los factores determinantes del recurso fotovoltaico en el territorio que queda disponible en Gran Canaria y Tenerife. En dicho cuadro se puede observar que la radiación, la ausencia de sombras y la temperatura son de alta calidad en prácticamente todo el territorio en ambas islas. En el caso de la orientación de las laderas, Gran Canaria tiene una pequeña desventaja respecto a Tenerife. En cuanto al efecto de la pendiente y la cercanía de las zonas disponibles a la red de comunicaciones, ambas islas están prácticamente en las mismas condiciones. En lo que respecta a la clasificación según los usos del suelo, Gran Canaria muestra una pequeña ventaja (94,39%) frente a Tenerife (86,77%). Finalmente, en relación con la cercanía a la red eléctrica existente y a los núcleos de población, sucede que si tenemos en cuenta la calificación de calidad, las dos islas quedan con un porcentaje muy similar; sin embargo, Gran Canaria tiene una mejor posición en la calificación de excelente en ambos casos.

**Cuadro III.14.** Calidad de los factores determinantes del recurso fotovoltaico en el territorio que queda disponible.

Factores	Gran Canaria					Tenerife				
	P (%)	PA (%)	A (%)	MA (%)	E (%)	P (%)	PA (%)	A (%)	MA (%)	E (%)
Radiación	0,03	0,00	0,03	0,18	99,76	0,03	0,05	0,23	9,22	90,47
Temperatura	0,00	0,00	0,00	0,01	99,99	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Sombra	0,95	1,22	1,65	3,54	92,64	0,08	0,14	0,24	0,57	98,97
Orientación	33,01	11,09	10,76	11,63	33,51	31,22	9,13	8,59	10,07	40,99
Suelo	5,61	0,00	18,00	0,00	76,39	13,23	0,00	22,60	0,00	64,17
Pendiente	38,18	7,29	7,40	9,38	37,74	22,29	8,19	10,36	14,86	44,30
Comunicaciones	0,89	0,75	1,51	2,46	94,40	0,37	0,40	0,75	1,55	96,93
Red eléctrica	1,89	1,12	2,06	3,49	91,45	4,42	2,05	3,46	5,77	84,30
Núcleos	0,53	0,96	2,02	5,31	91,18	1,54	2,33	3,34	6,42	86,37

Nota: Pobre (P), poco adecuado (PA), adecuado (A), muy adecuado (MA) y excelente (E).

Fuente: Elaboración propia.

### *Índice del recurso territorial fotovoltaico disponible*

A partir de los datos obtenidos en el mapa anterior, también se ha calculado el índice del recurso territorial solar fotovoltaico disponible en cada una de las islas analizadas, obteniéndose para Gran Canaria un valor de 49.784 y para Tenerife de 66.417 (cuadro III.15). Este dato refleja, al igual que para la energía eólica, que el recurso territorial solar fotovoltaico disponible en Tenerife es superior al de Gran

Canaria (1,3 veces). Teniendo en cuenta que la media de los valores estandarizados entre ambas islas es similar, esta diferencia se debe (también en este caso) a la superioridad de superficie disponible en Tenerife respecto a Gran Canaria.

**Cuadro III.15.** Datos representativos del recurso territorial solar fotovoltaico disponible.

Parámetros representativos	Gran Canaria	Tenerife
Máximo y mínimo de los valores estandarizados	0,9998 0,1401	0,9981 0,0764
Media	0,8655	0,8424
Desviación típica	0,0892	0,0958
<b>Recurso territorial fotovoltaico disponible</b>	<b>49.784</b>	<b>66.943</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.2. CAPITAL HUMANO

Teniendo en cuenta que el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (2008) indica que las empresas de EE.RR. emplean trabajadores muy cualificados, de tal forma que la mitad de los trabajadores son técnicos -bien sea titulados superiores (32%) o medios (18%)- y que en las pequeñas empresas de menos de diez trabajadores el peso de los titulados superiores es incluso mayor (38%), se ha considerado que el porcentaje de alumnos universitarios que estudian ingenierías es un indicador idóneo para evaluar el capital humano en el entorno de las EE.RR. Se ha optado por este indicador porque refleja el potencial de conocimiento tecnológico tácito que tiene el territorio para que las empresas ubicadas en el mismo sean capaces de absorber y desarrollar las tecnologías e innovaciones que se produzcan en el sector.

Para evaluar esta variable se ha tenido en cuenta a los alumnos de todas las carreras técnicas que se estudian en las universidades canarias, porque la formación que reciben en este tipo de carreras universitarias puede ser de aplicación a este sector. Además, se han cuantificado todos los alumnos matriculados, ya que este dato nos daría una idea del número de personas que están formadas (en mayor o menor medida) para absorber el conocimiento necesario para desarrollar estas tecnologías. Téngase en cuenta que muchos alumnos de carreras técnicas se incorporan al mercado de trabajo sin haber presentado su proyecto fin de carrera o cuando cursan los últimos años de la misma. Por otra parte, con el objetivo de simplificar la casuística de la localización de los alumnos, se ha tomado el criterio de asignar los alumnos formados en la ULL a la isla de Tenerife y los formados en la ULPGC a la isla de Gran Canaria, por proceder la mayoría de los estudiantes de estos dos ámbitos

insulares, aunque, en la práctica, existen alumnos de todas las islas en cualquiera de las dos universidades canarias. Al margen de ello, es muy difícil determinar en qué isla terminarán desarrollando su actividad profesional y, por tanto, se ha estimado como una aproximación adecuada la indicada anteriormente. Del cuadro III.16 podemos extraer que la media anual del porcentaje de universitarios que estudian ingenierías relacionadas con el sector de las EE.RR. entre 2005 y 2009 en Gran Canaria ha sido del 30,9% y en Tenerife, del 19,3%, observándose un potencial superior en la isla de Gran Canaria que en la de Tenerife.

**Cuadro III.16.** Porcentaje de estudiantes de ingenierías relacionadas con las EE.RR.

Año	Titulaciones ULPGC						Porcentaje del total de la ULPGC (%)
	Ing. Telecom.	Ing. Civil/Geomática	Ing. Industrial	Ing. Informática	Ing. Naval	Arquitectura	
2005	1.181	798	2.411	1.528	104	1.011	32,12
2006	1.087	781	2.446	1.538	92	1.036	31,96
2007	1.105	798	2.473	1.247	78	1.075	30,91
2008	990	830	2.472	1.106	79	1.086	29,86
2009	858	872	2.590	988	72	1.112	29,44
<b>Media</b>	<b>1.044</b>	<b>815</b>	<b>2.478</b>	<b>1.281</b>	<b>85</b>	<b>1.064</b>	<b>30,86</b>

Año	Titulaciones ULL						Porcentaje del total de la ULL (%)
	Ing. Agraria	Ing. Civil	Ing. Industrial	Ing. Informática	Ing. Naval	Arquitectura Técnica	
2005	767	360	785	947	416	1.391	19,85
2006	730	349	776	857	359	1.335	19,41
2007	634	347	820	837	378	1.294	19,32
2008	596	385	840	797	345	1.208	19,04
2009	526	399	922	733	382	1.160	18,74
<b>Media</b>	<b>651</b>	<b>368</b>	<b>829</b>	<b>834</b>	<b>376</b>	<b>1.277</b>	<b>19,27</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la memorias académicas de la ULL<sup>128</sup> y la ULPGC<sup>129</sup>.

### 3.1.3. VOLUMEN DE MERCADO

La energía eléctrica es el tipo de energía que mayoritariamente se consume en Canarias. Por esta razón, se ha estimado utilizar -como indicador para medir el tamaño total del mercado que potencialmente puede ser abarcado por las EE.RR.- el promedio de crecimiento interanual de la producción de energía eléctrica puesta en red (GWh) entre 2000 y 2008 (cuadro III.17). Es necesario puntualizar que en el

<sup>128</sup> [http://www.ull.es/view/institucional/ull/Memorias\\_academicas/es](http://www.ull.es/view/institucional/ull/Memorias_academicas/es) [fecha de consulta: noviembre, 2010].

<sup>129</sup> <http://www.ulpgc.es/index.php?pagina=ulpgcencifras&ver=inicio> [fecha de consulta: noviembre, 2010].

cálculo de la energía puesta en red se evalúa la energía que realmente se inyecta en la red<sup>130</sup>.

**Cuadro III.17.** Energía eléctrica anual puesta en red.

Año	Gran Canaria		Tenerife	
	Energía eléctrica (GWh)	Crecimiento (%)	Energía eléctrica (GWh)	Crecimiento (%)
2000	2.720,37		2.367,53	
2001	2.836,87	0,53	2.547,23	0,92
2002	2.893,88	0,78	2.697,63	1,64
2003	3.134,63	1,79	2.949,44	2,79
2004	3.359,00	2,67	3.144,99	3,61
2005	3.439,84	2,98	3.358,47	4,47
2006	3.566,47	3,44	3.536,25	5,14
2007	3.666,46	3,80	3.643,85	5,54
2008	3.703,67	<b>3,93</b>	3.699,43	<b>5,74</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la CEIYC del Gobierno de Canarias (2009).

En el cuadro anterior, tomando como referencia que la energía puesta en red ha crecido entre los años 2000-2008 a un ritmo interanual del 5,03% en el conjunto de Canarias (CEIYC del Gobierno de Canarias, 2009:39), podemos observar que este crecimiento ha sido mucho menor en la isla de Gran Canaria (3,93%) y ligeramente superior en la isla de Tenerife (5,74%). Al mismo tiempo, habría que destacar también que la tasa de crecimiento entre 2007 y 2008 ha sido reducida y similar en ambas islas: 0,13% en Gran Canaria y 0,19% en Tenerife.

### 3.2. INDICADORES DE CAPACIDADES

En el modelo propuesto se han considerado cinco capacidades: (a) la demanda, determinada a través del grado de sofisticación de la demanda en el sector; (b) la innovación, a partir del comportamiento innovador de los habitantes del territorio; (c) la localización, mediante la concentración geográfica de la industria y empleados en el sector; (d) las redes empresariales, considerando el efecto de red de las empresas del sector; y (e) la gobernanza, teniendo en cuenta tanto el esfuerzo inversor en el sector, como el nivel de cooperación entre los organismos públicos y las empresas del sector.

<sup>130</sup> En este cálculo se cuantifica la energía bruta en bornes del alternador menos los consumos auxiliares de las distintas centrales de generación.

### 3.2.1. SOFISTICACIÓN DE LA DEMANDA

El primer indicador que se ha considerado para evaluar la sofisticación de la demanda es la relación entre la cantidad de energía renovable y la cantidad de energía eléctrica que se consume en el territorio, ya que proporciona una idea fiable del nivel de concienciación que existe respecto a este tipo de energía. El valor de este indicador se muestra en el cuadro III.18, donde se cuantifica la relación antes indicada mediante el porcentaje de energía renovable puesta en red respecto al total de energía eléctrica en Tenerife y Gran Canaria. De dicho cuadro se extrae que la proporción de energía renovable respecto al total es el doble en Gran Canaria (6,64%) que en Tenerife (3,86%) para una cantidad de MWh puestos en red muy similares en ambos territorios.

**Cuadro III.18.** Relación entre la energía eléctrica total puesta en red (MWh) y la renovable en Tenerife y Gran Canaria en 2008.

	Gran Canaria	Tenerife
Eólica	231.446	86.341
Solar fotovoltaica <sup>131</sup>	14.491	54.657
Hidráulica	0	1.673
Total renovables	245.937	142.671
Total de energía	3.703.670	3.699.430
<b>Energías Renovables/Total (%)</b>	<b>6,64</b>	<b>3,86</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la CEIYC del Gobierno de Canarias (2009).

Por otra parte, también se ha estimado el nivel de estudios como un indicador idóneo para evaluar el grado de sofisticación de la demanda. Para cuantificar esta variable, se ha pensado que un nivel medio-alto de educación lo obtendrían aquellas personas que poseen un título de educación secundaria (bachiller superior, BUP, bachiller LOGSE, COU, PREU, FPI, FP de grado medio, oficialía industrial o equivalente, FPII, FP de grado superior, maestría industrial o equivalente) o los que posean estudios universitarios (diplomatura, arquitectura o ingeniería técnica; licenciatura, arquitectura o ingeniería; máster y doctorado). Los datos se han obtenido de la encuesta de ingresos y condiciones de vida de los hogares canarios realizada por el (ISTAC)<sup>132</sup>, y donde se contemplan tres años: 2001, 2004 y 2007. En el cuadro III.19 se

<sup>131</sup> Este dato cuantifica solamente la producción eléctrica de origen fotovoltaico de las instalaciones conectadas a red.

<sup>132</sup>[http://www2.gobiernodecanarias.org/istac/estadisticas/poblacion/eicvhc/evolucion/eicvhc\\_frame.html](http://www2.gobiernodecanarias.org/istac/estadisticas/poblacion/eicvhc/evolucion/eicvhc_frame.html) [fecha de consulta: noviembre, 2010].



puede observar que en ambas islas sus habitantes tienen un nivel muy similar tanto en estudios secundarios como en estudios universitarios. Por tanto, si calculamos la media aritmética entre esos dos niveles educativos, obtendremos un porcentaje muy parecido en ambas islas: 33,5% en Gran Canaria y 32,7% en Tenerife.

**Cuadro III.19.** Nivel de educación medio-alto.

Año	Gran Canaria		Tenerife	
	Estudios secundarios (%)	Estudios universitarios (%)	Estudios secundarios (%)	Estudios universitarios (%)
2001	45	16	45	18
2004	50	18	49	18
2007	53	19	47	19
<b>Media</b>	<b>33,5</b>		<b>32,7</b>	

Fuente: Instituto Canario de Estadística (2007).

Además, también se ha estimado que otro indicador oportuno para esta variable -en el caso concreto de este sector- es el nivel de compromiso de los habitantes del territorio hacia el medio ambiente, que puede implicar, a su vez, una actitud favorable hacia las EE.RR. En este sentido, es lógico pensar que una actitud cuidadosa con el medio ambiente comienza en casa con hábitos cotidianos como separar la basura para su posterior reciclado. Para obtener esta información, se ha recurrido a los datos que ofrece el ISTAC<sup>133</sup> para 2007, donde se determina la frecuencia de separación de la basura, discriminando en tres niveles: nunca, de vez en cuando/a menudo y siempre. Para este estudio se ha creído conveniente considerar a los hogares que siempre separan los residuos como el indicador más oportuno de concienciación por el medio ambiente. A su vez, la información disponible nos indica el número de hogares que separan cada uno de los tipos de basura (cristal, papel-cartón, plástico-latas, pilas y medicamentos), de tal forma que un mismo hogar puede estar implicado en la separación de todos los tipos de residuos, en varios, en uno o dos, etc. En este caso se ha optado por calcular el porcentaje de los hogares que separa, como mínimo, cada uno de estos tipos de residuos respecto del total de viviendas principales que existen en cada una de las islas. El dato más actualizado del número de viviendas principales se ha obtenido del Istac (2001), que cuantifica 232.778 hogares principales en Gran Canaria y 233.457 en Tenerife. En el cuadro III.20 se aprecia que el porcentaje de hogares que siempre

<sup>133</sup> <http://www2.gobiernodecanarias.org/istac/estadisticas.jsp?tema=1> [fecha de consulta: noviembre, 2010].

separan algún tipo de residuo en la isla de Gran Canaria es de 61,12% y en Tenerife de 53,06%.

**Cuadro III.20.** Número de hogares que siempre separan residuos.

Residuos	Gran Canaria		Tenerife	
	Nº de hogares que reciclan	Porcentaje del total de hogares (%)	Nº de hogares que reciclan	Porcentaje del total de hogares (%)
Cristal	150.488	64,65	139.081	59,57
Papel/cartón	128.922	55,38	120.728	51,71
Plástico/latas	136.573	58,67	116.316	49,82
Pilas	153.656	66,01	130.951	56,09
Medicamentos	141.798	60,91	112.290	48,10
<b>Media</b>	<b>61,12</b>		<b>53,06</b>	

Fuente: Instituto Canario de Estadística (2007).

### 3.2.2. COMPORTAMIENTO INNOVADOR

El primer indicador que se ha considerado para evaluar el comportamiento innovador es el número de patentes registradas en el territorio. El número de patentes relacionadas con las EE.RR. registradas en Canarias se ha obtenido a partir de la información facilitada por la Oficina Española de Patentes y Marcas<sup>134</sup> y en esta contabilidad se han incluido las patentes, los modelos de utilidad<sup>135</sup> y las patentes PCT<sup>136</sup>. Como podemos observar en el cuadro III.21, el número de patentes presentadas en Gran Canaria en el periodo comprendido entre los años 2001 y 2009 ha sido de 15, mientras que el número de patentes presentadas en Tenerife ha llegado a 5.

<sup>134</sup> <http://www.oepm.es/bopiweb/index.htm> [fecha de consulta: noviembre, 2010].

<sup>135</sup> Se consideran modelos de utilidad a los objetos que, como resultado de una modificación en su configuración, presenten una función diferente respecto de las partes que lo integran o ventajas en cuanto a su utilidad, siempre que cumplan con las condiciones de novedad.

<sup>136</sup> El PCT (Patent Cooperation Treaty) es un tratado de cooperación en materia de patentes que facilita la tramitación de las solicitudes cuando el interesado desea proteger las invenciones en varios países. Este tratado posibilita la presentación de una solicitud única que tiene los mismos efectos que si la hubiera presentado en cada uno de los países deseados por el autor.

**Cuadro III.21.** Número de patentes.

Año	Gran Canaria			Tenerife		
	Eólica	Solar fotovoltaica	Solar térmica	Eólica	Solar fotovoltaica	Solar térmica
2001	0	0	2	0	0	0
2002	1	0	1	1	0	0
2003	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0
2005	1	0	0	0	0	0
2006	0	1	0	0	0	1
2007	1	0	1	0	0	0
2008	2	0	2	0	0	2
2009	3	0	0	0	0	1
<b>Total</b>	<b>15</b>			<b>5</b>		

Fuente: Elaboración propia a partir de la Oficina Española de Patentes y Marcas.

El segundo indicador que se ha tenido en cuenta para evaluar la capacidad innovadora en el territorio son los proyectos fin de carrera relacionados con las EE.RR. Para este trabajo, la información se ha obtenido de los datos facilitados por la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles (EIIC) de la ULPGC y por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial (ETSICI) de la ULL. Del cuadro III.22 se deduce que el número de proyectos fin de carrera relacionados con las EE.RR. en la ULPGC en el periodo comprendido entre 2003 y 2010 ha sido de 113 y en la ULL solo de 21.

**Cuadro III.22.** Proyectos fin de carrera.

Año	ULPGC	ULL
2003	5	0
2004	7	0
2005	10	0
2006	7	0
2007	13	3
2008	17	5
2009	22	7
2010	32	6
<b>Total</b>	<b>113</b>	<b>21</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos facilitados por la EIIC y la ETSICI.

Otro aspecto fundamental a tener en cuenta para el fomento de la innovación en un territorio es la actividad investigadora que se genere en el mismo y esta se

desarrolla, con más intensidad, en el entorno de las universidades. Es por ello que se ha cuantificado la actividad investigadora relacionada con las EE.RR. mediante tres indicadores muy característicos de la producción investigadora de estas instituciones: las tesis doctorales, los proyectos y convenios de investigación<sup>137</sup> y los artículos publicados en revistas especializadas. No se han tenido en cuenta las ponencias y comunicaciones a congresos porque suelen vincularse a las actividades anteriores. Las fuentes de información utilizadas para obtener estos datos han sido las memorias de investigación de la ULPGC<sup>138</sup> y ULL<sup>139</sup>, y las memorias académicas de la ULPGC<sup>140</sup> y ULL<sup>141</sup>. En el cuadro III.23 se aprecia que entre los años 2003 y 2009 en la ULPGC se han defendido 4 tesis doctorales, se han desarrollado 11 proyectos de investigación y se han presentado 25 artículos. Respecto a la ULL, estas cifras han sido de 5 tesis doctorales, 28 proyectos de investigación y 21 artículos.

**Cuadro III.23.** Actividad investigadora relacionada con las EE.RR. en las universidades canarias.

Año	ULPGC			ULL		
	Tesis	Proyectos y convenios de investigación	Artículos	Tesis	Proyectos y convenios de investigación	Artículos
2003	2	2	2	1	1	2
2004	0	3	4	1	4	2
2005	0	0	3	0	6	3
2006	1	1	2	1	7	2
2007	0	1	5	0	3	7
2008	1	2	5	2	1	0
2009	0	2	4	0	6	5
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>28</b>	<b>21</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de las memorias de investigación y las memorias académicas de la ULPGC y ULL.

Otra parte importante de la actividad investigadora de un territorio se genera en los institutos tecnológicos<sup>142</sup>. Para este estudio, se ha tenido en cuenta la actividad

<sup>137</sup> Los proyectos de investigación se han asignado al año de comienzo de los trabajos.

<sup>138</sup> <https://www.ulpgc.es/index.php?pagina=investigacion&ver=meminv> [fecha de consulta: noviembre, 2010].

<sup>139</sup> [http://www.ull.es/view/institucional/ull/Memorias\\_de\\_investigacion/es](http://www.ull.es/view/institucional/ull/Memorias_de_investigacion/es) [fecha de consulta: noviembre, 2010].

<sup>140</sup> <https://www.ulpgc.es/index.php?pagina=secretariageneral&ver=memoria> [fecha de consulta: noviembre, 2010].

<sup>141</sup> [http://www.ull.es/view/institucional/ull/Memorias\\_academicas/es](http://www.ull.es/view/institucional/ull/Memorias_academicas/es) [fecha de consulta: noviembre, 2010].

<sup>142</sup> En el modelo propuesto también se consideró la posibilidad de tener en cuenta los proyectos liderados o participados por las agrupaciones de empresas innovadoras como

investigadora de estas instituciones a partir de los proyectos<sup>143</sup> desarrollados por los dos institutos tecnológicos especializados en EE.RR. en Canarias: el Instituto Tecnológico de Canarias (ITC), creado por el Gobierno de Canarias y cuya actividad se enmarca en el fomento de la innovación y el desarrollo tecnológicos; y el Instituto Tecnológico y de Energías Renovables (ITER), que fue creado por el Cabildo Insular de Tenerife para desarrollar la investigación en la isla con el objetivo de contribuir a reducir la dependencia exterior de abastecimiento energético. Ahora bien, aunque el ITC tiene sede en Gran Canaria y Tenerife, todos los proyectos de innovación relacionados con EE.RR. han sido desarrollados en la división de Investigación y Desarrollo Tecnológico en su sede de Pozo Izquierdo en Gran Canaria y, por ello, es en esta isla donde se ha cuantificado esta actividad. Las fuentes de información utilizadas han sido las memorias de gestión del ITC<sup>144</sup> e ITER<sup>145</sup>. Del cuadro III.24 obtenemos el número de proyectos realizados entre los años 2006 y 2009, que han sido 35 en el ITC y 17 en el ITER.

**Cuadro III.24.** Actividad investigadora en los institutos tecnológicos de Canarias.

Año	ITC	ITER
2006	17	10
2007	8	2
2008	5	3
2009	5	2
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>17</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de las memorias de gestión del ITC e ITER.

### 3.2.3. CONCENTRACIÓN GEOGRÁFICA

#### *Concentración de la industria*

Para proceder a la identificación de las empresas que operan en este sector en Canarias se ha contado con información proporcionada por el Cluster-RICAM<sup>146</sup>, que nos ha facilitado el nombre y localización de todas las empresas afiliadas a su organización. Esta información fue complementada con una búsqueda exhaustiva en Internet para completar aquella información con el resto de las empresas que no

---

indicador de innovación, pero en Canarias solamente existe una AEI dedicada al sector de las EE.RR. -Cluster-Ricam- y su ámbito es regional, no pudiéndose discriminar su actividad por islas.

<sup>143</sup> Los proyectos de investigación se han asignado al año de comienzo de los trabajos.

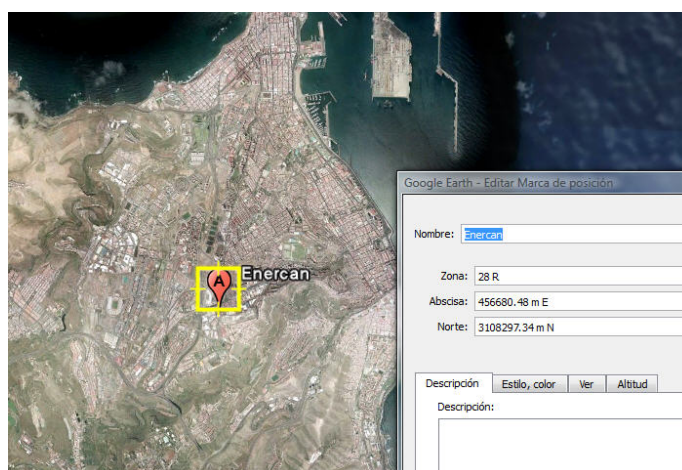
<sup>144</sup> <http://www.itccanarias.org/> [fecha de consulta: noviembre, 2010].

<sup>145</sup> <http://www.iter.es/> [fecha de consulta: noviembre, 2010].

<sup>146</sup> Cluster-RICAM (<http://www.clusterricam.org/>) [fecha de consulta: noviembre, 2010].

pertenecen a dicho cluster. Una vez identificadas todas las empresas que pueden formar parte del estudio, verificando mediante contacto telefónico que están en activo, se han georreferenciado a partir de la dirección postal de cada una de ellas. Seguidamente, apoyándonos en las imágenes disponibles en *Google Earth*, se ha obtenido su posición geográfica a partir de las coordenadas UTM (figura III.39).

Figura III. 39. Localización de las empresas de energías renovables.



Fuente: Elaboración propia.

Con el objetivo de realizar una evaluación más completa del nivel de concentración geográfica de la industria, se han georreferenciado también las instalaciones de parques solares fotovoltaicos y parques eólicos existentes en el territorio, porque se ha estimado que la proximidad entre estas instalaciones amplifica, en gran medida, la percepción de los efectos económicos y sociales de este tipo de energías. Además favorece el flujo de información tecnológica y concienciación social a lo largo del territorio, aumentando, a su vez, la presión competitiva entre los distintos agentes implicados en este sector.

El proceso de identificación de parques fotovoltaicos y parques eólicos se ha realizado de distinta forma. Para la identificación de las instalaciones fotovoltaicas se ha recurrido, en primera instancia, al registro administrativo de instalaciones de producción de energía eléctrica<sup>147</sup> perteneciente al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, donde están inscritas todas las instalaciones de producción de energía eléctrica que hayan sido autorizadas. Ahora bien, aunque el registro contiene un

<sup>147</sup> Este registro viene recogido en el artículo 9 del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial <http://www.MIEYT.es/ENERGIA/ELECTRICIDAD/REGIMENESPECIAL/REGISTRO/Paginas/RegistrInstalacionesRE.aspx>[fecha de consulta: marzo, 2011].



apartado donde se indica el municipio donde se ubican las instalaciones<sup>148</sup>, este es un dato insuficiente para realizar su georreferenciación y, por ello, la localización se ha realizado combinando la información disponible en dicho registro, la información de la empresa disponible en Internet y la aplicación Mapa<sup>149</sup> de GRAFCAN (figura III.40).

**Figura III.40.** Localización de instalaciones fotovoltaicas a partir del registro de instalaciones de producción de energía eléctrica.



Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, el registro administrativo de instalaciones de producción de energía eléctrica ofrece -en muchas ocasiones- solamente el nombre del solicitante de la misma o alguna referencia irrelevante para su localización. Por ello, se optó por tener en cuenta también la información oficial publicada que genera el procedimiento administrativo para la autorización de instalaciones de energía eléctrica. Este procedimiento está regulado por el Decreto 161/2006 -modificado

<sup>148</sup> Es necesario señalar que, en la práctica, en la mayor parte de las instalaciones registradas no consta el dato del municipio donde está ubicada la instalación.

<sup>149</sup> <http://visor.grafcan.es/visorweb/> [fecha de consulta: marzo, 2011].



posteriormente por el Decreto 141/2009<sup>150</sup>- y establece que “[...] las solicitudes de autorización administrativa de las instalaciones de transporte, de generación en régimen ordinario y de generación en régimen especial de potencia superior a 100 kW, se someterán al trámite de información pública, durante el plazo de treinta días, a cuyo efecto se insertará un anuncio extracto de la misma en el Boletín Oficial de Canarias” (Decreto 141/2009, art. 10). Aprovechando que en el anuncio publicado en el BOC se especifica el emplazamiento, se ha podido (de una forma directa o indirecta, según la calidad de la información) localizar muchas de las instalaciones fotovoltaicas que no se pudieron referenciar de forma directa con el registro.

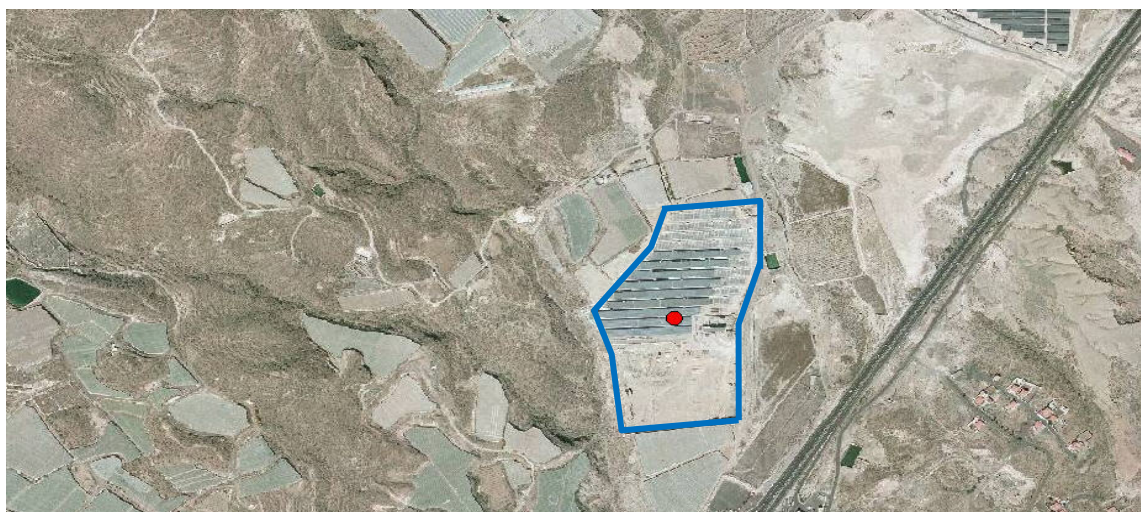
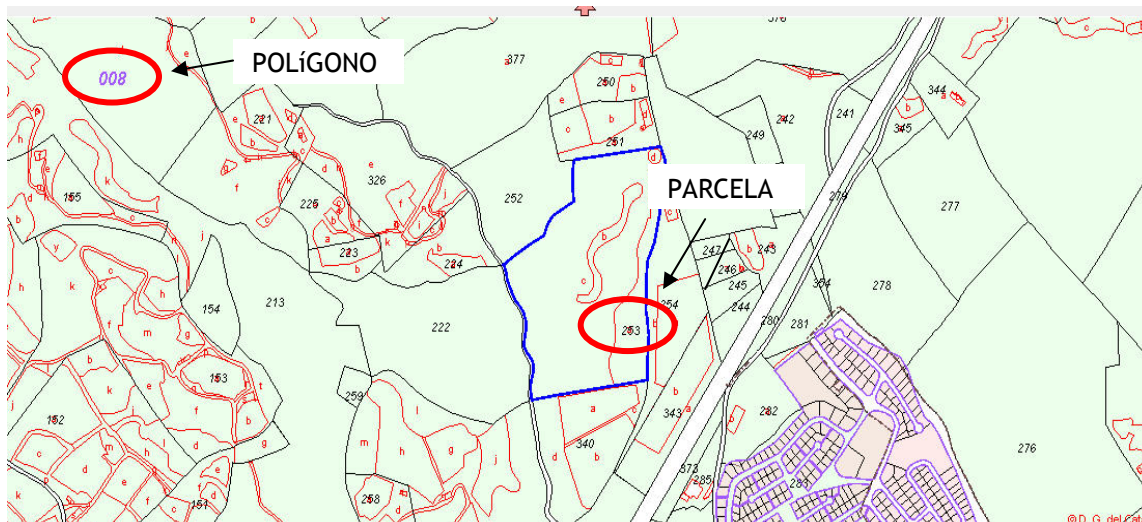
Con el objetivo de clarificar el procedimiento seguido, diferenciaremos entre dos posibilidades de localización. La primera posibilidad está relacionada con los anuncios donde se especifica claramente la parcela donde está ubicada la instalación mediante la declaración en el anuncio de la isla, municipio, polígono catastral y parcela catastral, como se muestra en el ejemplo siguiente: “Anuncio de 15 de noviembre de 2006, por el que se somete a información pública el expediente relativo a autorización administrativa de la instalación eléctrica denominada planta solar fotovoltaica de 3,6 MW en Risco Blanco, en el término municipal de Arico (Tenerife). Ubicación: polígono 008, parcela 253, Risco Blanco, Arico.” Con esta referencia, la identificación de la instalación solar se puede realizar de una forma muy precisa, combinando la información que nos facilita la Dirección General del Catastro<sup>151</sup> -donde se puede identificar el polígono y la parcela indicadas en el anuncio- y la información gráfica que proporciona GRAFCAN, a través de su aplicación Mapa, donde se pueden obtener las coordenadas exactas de la instalación a partir de la información del Catastro (figura III.41).

---

<sup>150</sup> En el Decreto 161/2006 aparece la indicación del trámite de información pública mediante su publicación en el BOC en su artículo 13, mientras que en el Decreto 141/2009 aparece en el artículo 10, siendo ambos artículos muy similares.

<sup>151</sup> <http://www.catastro.meh.es/> [fecha de consulta: marzo, 2011].

Figura III. 41. Localización de huertas fotovoltaicas perfectamente localizables.



Fuente: Elaboración propia.

La segunda posibilidad se relaciona con aquellos anuncios donde no se especifica claramente la parcela catastral donde está ubicada la instalación, sino que se hace referencia a un paraje del territorio a partir de su toponimia, como se muestra en el ejemplo siguiente: “Anuncio de 23 de junio de 2010, por el que se somete a información pública la solicitud de autorización administrativa del Proyecto de instalación fotovoltaica de 1,5 MW sobre cubierta de invernaderos en La Florida, término municipal de San Bartolomé de Tirajana (Gran Canaria). Ubicación: Zona La Florida, Aldea Blanca.” En este caso, ha sido necesario localizar la instalación utilizando solamente la aplicación Mapa (figura III.42). En primer lugar, apoyándonos en la cartografía 1:5000 y con ayuda de la toponimia, se identificaron las posibles localizaciones. Posteriormente, a partir de las ortofotografías de esta misma aplicación, se identificaron definitivamente las mismas.

Figura III.42. Localización de huertas fotovoltaicas de dudosa localización.



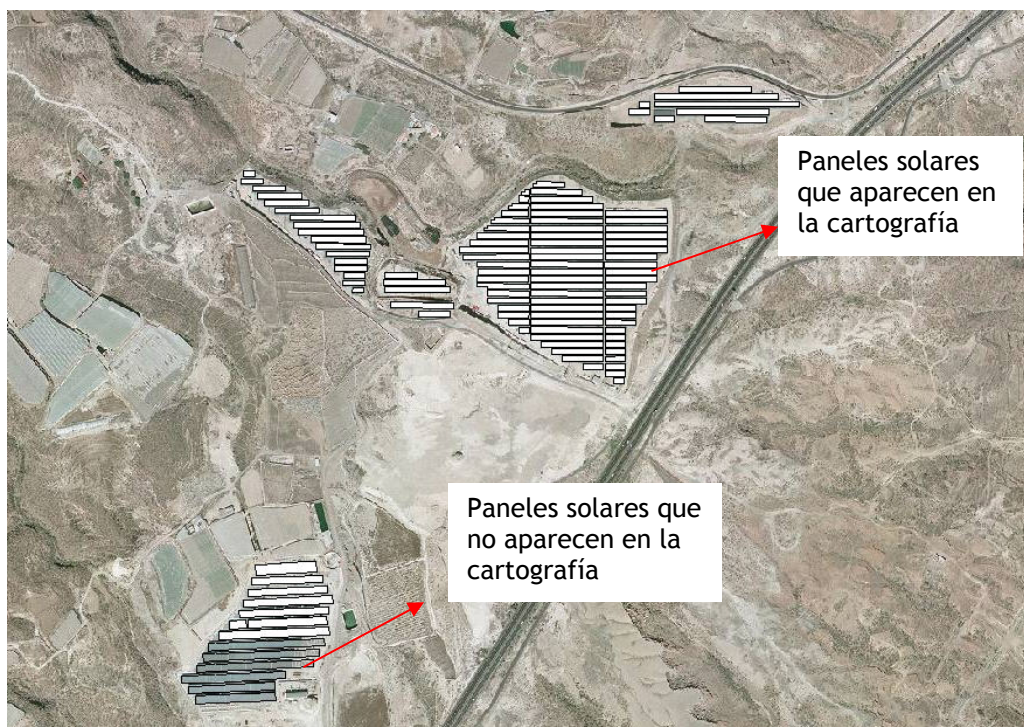
Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, incluso con la información disponible en los anuncios publicados en el BOC, no fue posible localizar todas las instalaciones fotovoltaicas reseñadas en el registro. Con el objetivo de mejorar las probabilidades de encontrar más instalaciones fotovoltaicas, se ha recurrido a otras dos estrategias de búsqueda. Por un lado, se ha tenido en cuenta que existe una capa temática en la cartografía 1:5000 de GRAFCAN en la que se representan las estructuras metálicas del territorio (entre las cuales se encuentran los paneles fotovoltaicos<sup>152</sup>). Superponiendo la imagen de esta capa sobre las ortofotos (figura III.43), se ha procedido a identificar en el territorio algunas instalaciones que no se localizaron con los anteriores procedimientos.

<sup>152</sup> En la información que implementa Grafcan en la capa de estructuras metálicas, tampoco se encuentran todos los paneles fotovoltaicos que existen en el territorio. Como ejemplo podemos observar en la figura III.43 que existen algunos paneles que no están incorporados en esta capa.



**Figura III.43.** Localización de parques fotovoltaicos a partir de la cartografía de GRAFCAN.



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, se ha considerado que muchas de las instalaciones fotovoltaicas están instaladas sobre naves industriales. Por ello, se ha realizado una búsqueda focalizada sobre las cubiertas de estas naves, superponiendo la capa temática que corresponde a estas instalaciones de la cartografía 1:5000 de GRAFCAN sobre ortofotografías (figura III.44). Aun así, existen algunas instalaciones que no pudieron ser identificadas de ninguna de las formas<sup>153</sup>.

<sup>153</sup> Es imposible la cuantificación del número de instalaciones que no se han podido georreferenciar, debido a que el registro de instalaciones de producción de energía eléctrica facilita la identificación de las instalaciones por provincias y no es posible determinar cuáles de las no identificadas están ubicadas en las islas objeto de estudio.

**Figura III. 44.** Localización de instalaciones fotovoltaicas a partir de la cartografía de GRAFCAN y ortofotografías.



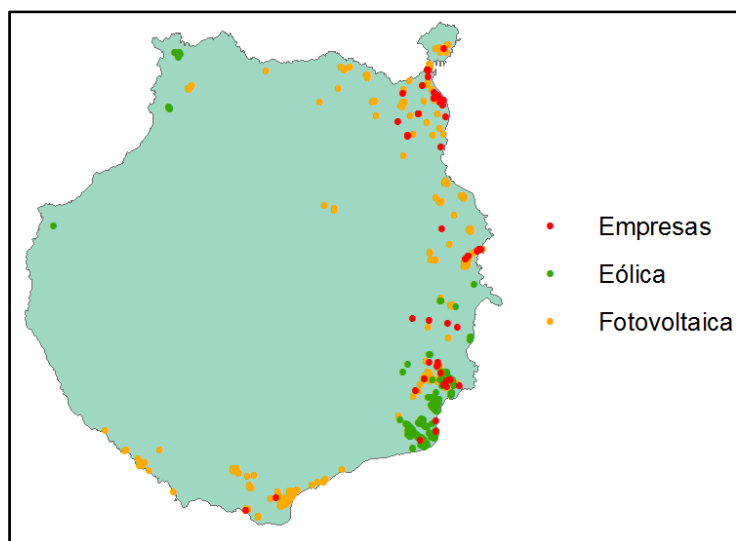
Fuente: Elaboración propia.

Para la identificación de los aerogeneradores, se ha recurrido a la información ya elaborada para determinar las zonas de influencia de los aerogeneradores en el apartado de recursos básicos. Además, con el objetivo de tener una evaluación exhaustiva, se ha considerado también la localización de los aerogeneradores de los parques eólicos en tramitación, cuya información se obtuvo de la Consejería de Empleo, Industria y Energía del Gobierno de Canarias<sup>154</sup>.

El resultado de la capa temática de la concentración de la industria en Gran Canaria se muestra en la figura III.45, a partir de la cual se ha determinado el nivel de concentración geográfica de la industria mediante el método del vecino más próximo. Por su parte, los estadísticos representativos de esta capa se muestran en el cuadro III.25, donde se puede observar que el índice de localización obtenido para Gran Canaria es de 0,7548 y para Tenerife de 0,6623.

<sup>154</sup> <http://www.gobiernodecanarias.org/industria/eolica/eolica.html> [fecha de consulta: marzo, 2011].

Figura III. 45. Concentración de la industria en Gran Canaria y Tenerife.



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro III.25. Datos representativos de la capa temática de localización.

	Gran Canaria	Tenerife
Índice del vecino más próximo( $r$ ) <sup>155</sup>	0,2451	0,3377
Índice de localización (IL)	<b>0,7548</b>	<b>0,6623</b>

Fuente: Elaboración propia.

Este nivel de concentración geográfica se obtuvo considerando -de forma conjunta- las empresas que operan en el sector, las instalaciones de parques solares fotovoltaicos y los parques eólicos existentes en el territorio, ya que el objetivo era obtener un índice que representara de forma global a la industria en el territorio. Ahora bien, con el propósito de realizar una evaluación más detallada se ha calculado un índice de localización independiente para cada uno de estos agentes implicados en el sector (cuadro III.26), donde se puede apreciar que la concentración en Gran Canaria es superior en relación con las empresas y con las instalaciones fotovoltaicas; siendo sensiblemente menor en el caso de los parques eólicos.

<sup>155</sup> Para la determinación de este índice se ha considerado una superficie de referencia para Gran Canaria de 1.560 km<sup>2</sup> y para Tenerife de 2.034 km<sup>2</sup> (ISTAC).

**Cuadro III.26.** Índices de localización de empresas, instalaciones fotovoltaicas y parques eólicos.

	Gran Canaria (IL)	Tenerife (IL)
Empresas	0,7047	0,3766
Instalaciones fotovoltaicas	0,7671	0,5294
Parques eólicos	0,8770	0,9666

Fuente: Elaboración propia.

### *Concentración de empleados*

La determinación de la concentración de empleados que genera este sector se ha realizado mediante el estimador de densidad kernel, con el que se ha calculado la concentración de empleados de las empresas de EE.RR. existentes en las islas de Gran Canaria y Tenerife. Para ello, se han utilizado los datos de empleados obtenidos mediante el cuestionario, recogido en el anexo I, realizado a todas las empresas identificadas en el apartado anterior. Para el caso de aquellas que no contestaron a la encuesta, el dato del número de empleados se obtuvo de la información disponible en la base de datos SABI.

El cálculo del ancho de banda se realizó a partir de la función  $K$  de Ripley que, como se indicó en el capítulo III, identifica hasta qué distancia se puede considerar que existe concentración o dispersión en el conjunto de puntos analizados. Para ello es necesario tener en cuenta que el software calcula en primer lugar la mitad de la dimensión máxima del área de estudio -en la dirección  $x$  o  $y$ - y a continuación divide este valor por el número de las distancias que se especifique en el software para obtener el intervalo. En este caso se utilizaron 40 distancias. En la figura III.46a, a modo de ejemplo, se puede observar la tabla de datos de la función  $K$  de Ripley donde figuran -en las dos primeras columnas- el valor de la  $K$  estimada y calculada, en la tercera columna se presentan sus diferencias (si es positiva, significa que la distribución está concentrada y si es negativa, que está dispersa) y en las dos últimas columnas, los niveles superior e inferior de confianza<sup>156</sup>, de tal forma que si el valor observado excede el límite superior de confianza, indicará que se trata de un patrón agrupado estadísticamente significativo, mientras que si está por debajo del límite inferior, indicará una dispersión significativa. En la figura III.46b, se representa la curva de la función  $K$  de Ripley, en la que se observa que hasta una distancia de

<sup>156</sup> Para determinar estos niveles de confianza se han realizado 999 permutaciones que garantizan un intervalo de confianza del 5% (Marcon y Puech, 2003).



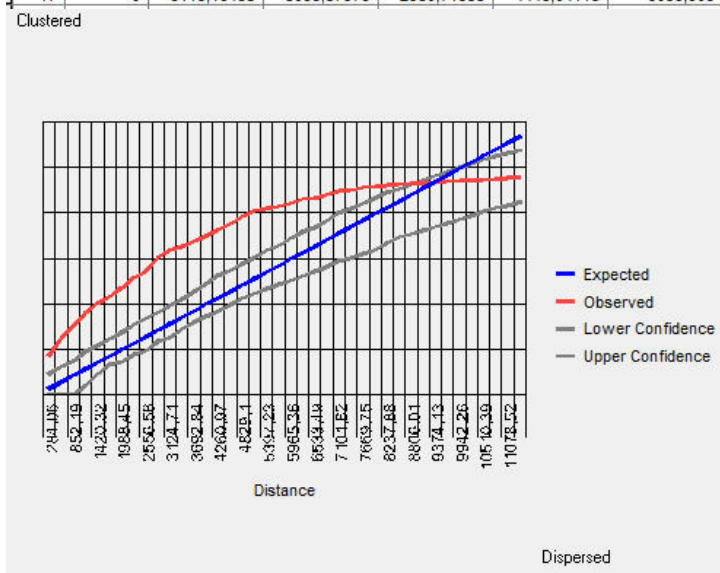
8.000 metros se puede considerar que la distribución de puntos (empresas) está significativamente concentrada.

Figura III.46. Función  $K(d)$  de Ripley.

OJD	Field1	ExpectedK	ObservedK	DiffK	LwConfEnv	HiConfEnv
0	0	284,064688	1773,28021	1489,21552	0	934,600731
1	0	568,129375	2542,38886	1974,25948	0	1253,89846
2	0	852,194063	3013,9968	2161,80273	0	1506,9984
3	0	1136,25875	3595,4808	2459,22205	417,986153	1915,36154
4	0	1420,32344	4030,71961	2610,39618	934,600731	2171,81584
5	0	1704,38813	4323,47551	2619,08738	1321,72503	2472,72111
6	0	1988,45281	4728,74722	2740,29441	1447,87723	2740,78736
7	0	2272,5175	5169,9558	2897,4383	1773,28021	3099,71995
8	0	2556,58219	5401,31306	2844,73088	1960,43503	3343,72923
9	0	2840,64688	6071,30907	3230,6622	2364,37361	3619,69307
10	0	3124,71156	6379,97644	3255,26488	2507,79692	3920,87007
11	0	3408,77625	6528,84003	3120,06378	2925,76307	4221,25123
12	0	3692,84094	6765,37322	3072,53228	3183,13539	4540,27458
13	0	3976,90563	6981,41116	3004,50554	3446,6372	4892,1684
14	0	4260,97031	7251,44174	2990,47143	3667,63811	5253,75308
15	0	4545,035	7523,39076	2978,35576	3965,17509	5465,61667
16	0	4829,09969	7830,59338	3001,49369	4241,89317	5761,26584
17	0	5113,16438	8093,87976	2980,71538	4443,04116	6056,905

(a)

Tabla de datos de la función  $K(d)$  de Ripley.



(b)



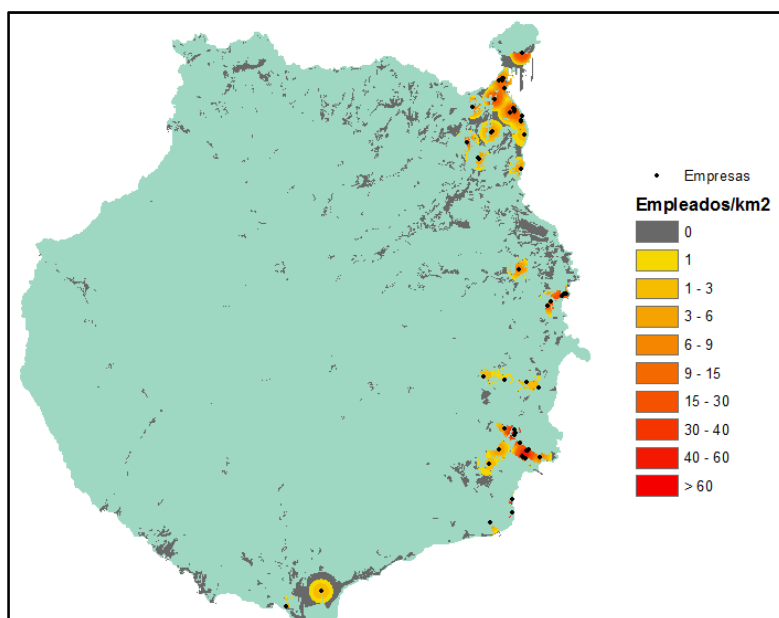
Curva de la función  $K(d)$  de Ripley.

Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente se aplicó el criterio subjetivo para fijar definitivamente el ancho de banda. Este criterio se llevó a la práctica construyendo una serie de superficies de densidad con distintos anchos de banda (inferiores a 8.000 m, en este caso) y escogiendo el que mejor se adapte a los objetivos que se pretende lograr. En este trabajo se ha decidido establecer finalmente un ancho de ventana de 1.000 metros, ya que está dentro del rango de distancias donde se producen concentraciones de empresas (diferencias positivas entre la  $K$  estimada y calculada) y, además, se ha estimado que es una distancia de proximidad óptima para que se pueda producir la difusión de la información entre los trabajadores y, a su vez, amplificar las ventajas de productividad e innovación que se generen en las empresas.

Con los datos anteriormente reseñados, se procedió a aplicar el estimador de densidad kernel (figura III.47) estimándose -como se indicó en el apartado 2.3.1- que la superficie de referencia no debe ser el territorio en su conjunto, sino las áreas urbanas. Partiendo de esta premisa, se ha considerado como superficie de referencia las áreas de urbanización densa, de urbanización dispersa e industriales que se incluyen en el mapa de ocupación de suelo de GRAFCAN. Aplicando el resultado del estimador de densidad kernel a esta superficie de referencia, se ha obtenido una concentración media de 2,1 empleados/km<sup>2</sup> en Gran Canaria y de 1,5 empleados/km<sup>2</sup> en Tenerife.

Figura III.47. Estimador de densidad kernel.



Fuente: Elaboración propia.

También se exponen en el cuadro III.27 otros parámetros que pueden aportar más información, como la superficie que se ha tomado como referencia para el cálculo de la concentración, el valor máximo y mínimo del número de empleados por kilómetro cuadrado- que nos proporciona el rango entre los cuales se encuentran estos valores en esta superficie de referencia- y la desviación típica -de la que obtendremos el grado de dispersión de los empleados.

**Cuadro III.27.** Datos representativos de la concentración de empleados.

Parámetros representativos	Gran Canaria	Tenerife
Superficie (ha)	9.214,71	10.883,57
Máximo y mínimo de los valores de concentración	0 204	0 59
Desviación típica	7,1	4,9
<b>Media</b>	<b>2,1</b>	<b>1,5</b>

Fuente: Elaboración propia.

Con el objetivo de analizar con más detalle este indicador, se ha obtenido un estudio comparativo entre ambas islas para determinar cómo se distribuye esta concentración a lo largo de dicha superficie. Para facilitar el análisis de los datos, se ha realizado una clasificación con cinco niveles de concentración: nula (0 empleados/km<sup>2</sup>), baja (1-3 empleados/km<sup>2</sup>), medio-baja (3-15 empleados/km<sup>2</sup>), medio-alta (15-40 empleados/km<sup>2</sup>), alta (más de 40 empleados/km<sup>2</sup>). En el cuadro III.28 se puede observar la superficie y el porcentaje de cada uno de estos niveles de concentración en ambas islas. De dicho cuadro se observa que Gran Canaria -con 1.469,16 ha- tiene una mayor cantidad de superficie en los tres niveles mayores de concentración que Tenerife, que cuenta con 1.315,09 ha en estos niveles.

**Cuadro III.28.** Superficie y porcentaje de concentración de empleados.

Concentración	Gran Canaria		Tenerife	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Nula	6.015,23	65,28	8.262,91	75,92
Baja	1.730,32	18,78	1.305,57	12,00
Medio-baja	1.094,36	11,88	992,04	9,12
Medio-alta	320,87	3,48	289,43	2,66
Alta	53,93	0,59	33,62	0,31
<b>Total</b>	<b>9.214,71</b>	<b>100,00</b>	<b>10.883,57</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.4. EFECTO DE RED

En el apartado 2.3.2 se estableció que la evaluación de la capacidad del territorio para constituir redes empresariales se utilizarían dos variables: intercambio comercial y efecto de red. Ahora bien, la determinación del indicador que valora el

intercambio comercial entre empresas no se ha podido llevar a la práctica debido a que una gran cantidad de las empresas consultadas no han contestado a este ítem del cuestionario por considerar que la información de las empresas con las que realizan intercambios de compra/venta es estratégica para su sector. Por ello, finalmente, este elemento del modelo solamente se valoró mediante el indicador de efecto de red.

La evaluación del efecto de red se ha realizado combinando el índice de red (*IR*) con el índice de concentración espacial (*G*). En el cuadro III.29 se muestran los valores del *IR* y de *G* obtenidos para Gran Canaria y Tenerife. En dicho cuadro se puede observar que el valor de *IR* es prácticamente igual en ambas islas. Por su parte, se han obtenido valores de *G* pequeños en ambos territorios (0,000235 en Gran Canaria y 0,000174 en Tenerife), lo que sugiere que no existe -en ninguna de las dos islas- concentración de valores altos ni bajos del efecto de red, sino que estos están cerca de la media. Combinando ambos valores, se ha obtenido un valor del efecto de red ligeramente superior en Gran Canaria (0,000744) que en Tenerife (0,000541), debido a la diferencia existente del índice de concentración espacial entre ambas islas.

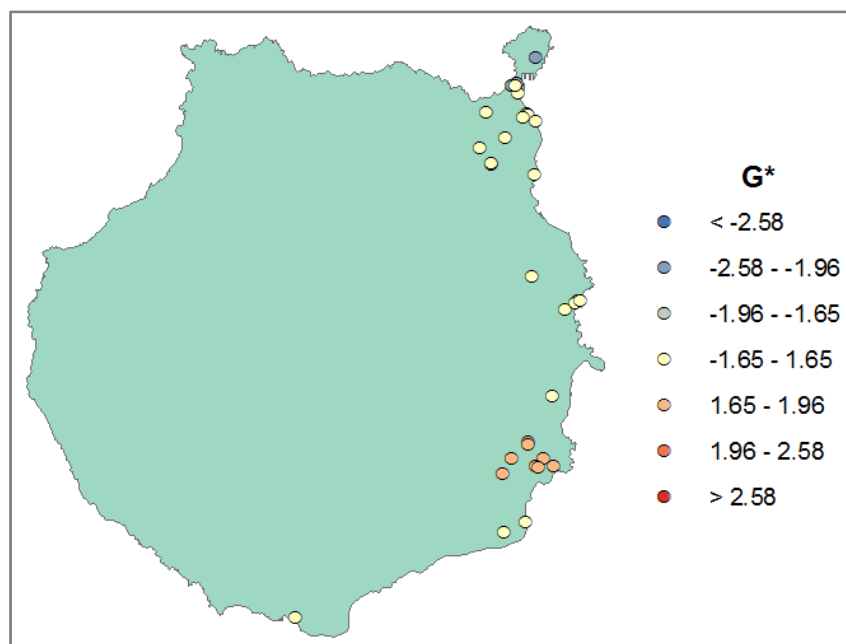
**Cuadro III.29.** Efecto de red.

	Gran Canaria	Tenerife
Índice de red ( <i>IR</i> )	3,167	3,108
Índice de concentración espacial ( <i>G</i> )	0,000235	0,000174
<b>Efecto de red (<i>ER</i>)</b>	<b>0,000744</b>	<b>0,000541</b>

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, aunque para la evaluación general de este factor en cada una de las islas se asumieron los valores antes indicados, es pertinente complementar esa información con el estadístico de autocorrelación local  $G^*$  de Ord y Getis (1995) para identificar aquellas zonas en las que, aunque a nivel insular no se pueda afirmar que exista aglomeración de efecto de red, sí se pueda destacar su existencia en zonas determinadas. Si observamos la figura III.48, que representa los valores del estadístico local  $G^*$  en Gran Canaria, podemos descubrir que existe una serie de empresas en color rojo que tienen valores relativamente altos de este estadístico, lo que significa que en ellas se produce una concentración alta de valores de efecto de red respecto al resto; otras en color azul que tienen una concentración relativamente baja; y en las que tienen un color amarillo, los valores están cercanos a la media.

Figura III.48. Localización de  $G^*$ .



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.5. ESFUERZO INVERSOR

La determinación del esfuerzo inversor se ha conseguido a partir de la repercusión presupuestaria que se prevé en el *Plan Energético de Canarias* -en relación con las nuevas infraestructuras energéticas destinadas a las energías renovables- en Gran Canaria y Tenerife en el periodo de 2006 a 2015. En este caso, tomando como referencia que el objetivo es cuantificar la eficacia de las instituciones locales para obtener inversión en el sector de las EE.RR., se ha considerado como indicador la relación entre la inversión que se prevé en cada isla y el total de la inversión que se prevé en el conjunto de Canarias. En el cuadro III.30 se muestran los datos de la inversión que, según el PECAN 2006-2015, se prevé realizar en Tenerife y Gran Canaria en EE.RR. A partir de estos datos se ha obtenido que la inversión que se prevé aplicar en Gran Canaria (30,01%) es ligeramente inferior a la de Tenerife (38,09%).

**Cuadro III.30.** Esfuerzo inversor previsto en el PECAN 2006-2015 en Gran Canaria y Tenerife.

Financiación	Gran Canaria (miles de €)	Tenerife (miles de €)
Gobierno de Canarias	16.884	18.272
Privada	425.453	550.405
Otras administraciones	22.095	20.805
Total	464.432	589.482
Total archipiélago	1.547.452	
Relación isla/total (%)	<b>30,01</b>	<b>38,09</b>

Fuente: Elaboración propia a partir del PECAN 2006-2015.

### 3.2.6. COOPERACIÓN

Para la medición de este factor, se ha elaborado un conjunto de ítems que se recogen en el cuestionario enviado a los responsables de las empresas de EE.RR. en Canarias (anexo I), en el que se les ha consultado respecto al nivel de coordinación de los organismos públicos con las empresas de EE.RR., la eficacia en la gestión del sector y la promoción del mismo. Como se puede observar en el cuadro III.31, la evaluación de los tres indicadores por parte de los responsables de las empresas es muy similar en ambas islas, aunque con valores ligeramente superiores en Gran Canaria.

**Cuadro III.31.** Indicadores de cooperación.

	Gran Canaria	Tenerife
Coordinación	1,81	1,73
Gestión	2,12	1,92
Promoción	2,12	1,81

Fuente: Elaboración propia.

## 3.3. POTENCIAL COMPETITIVO Y RESULTADOS: ÍNDICE DE COMPETITIVIDAD TERRITORIAL

### 3.3.1. ANÁLISIS DEL POTENCIAL COMPETITIVO DEL TERRITORIO

Una vez cuantificados todos los indicadores de los recursos y capacidades del modelo, resumidos en el cuadro III.32, se ha procedido a compararlos entre Gran Canaria y Tenerife.

Cuadro III.32. Síntesis de la evaluación de los indicadores de los recursos y capacidades.

	ELEMENTOS	VARIABLES	INDICADORES	G.C.	TF.	G.C. (%)	TF. (%)	Difer.
RECURSOS	RECURSOS BÁSICOS	Recurso territorial disponible	Índice de recurso territorial disponible solar y fotovoltaico.	56.257	75.796	42,60	57,40	-14,80
	RECURSOS COMPLEMENTARIOS	Capital humano	Universitarios que estudian ingenierías relacionadas con el sector de las EE.RR.	30,9	19,3	61,55	38,45	23,11
		Volumen de mercado	Promedio del crecimiento interanual de la demanda energética (MWh).	3,93	5,74	40,64	59,36	-18,72
CAPACIDADES	DEMANDA	Sofisticación de la demanda	Relación entre la energía renovable y el total de energía eléctrica puesta en red (%).	6,64	3,86	63,24	36,76	26,48
			Titulados en educación secundaria o universitarios.	33,5	32,7	50,60	49,40	1,21
			Hogares que separan la basura.	61,12	53,06	53,53	46,47	7,06
	INNOVACIÓN	Comportamiento innovador	Patentes.	15	5	75,00	25,00	50,00
			Proyectos fin de carrera.	113	21	84,33	15,67	68,66
			Tesis doctorales.	4	5	44,44	55,56	-11,11
			Proyectos de investigación.	11	28	28,21	71,79	-43,59
			Artículos.	25	21	54,35	45,65	8,70
			Proyectos de los institutos tecnológicos.	35	17	67,31	32,69	34,62
	LOCALIZACIÓN	Concentración geográfica	Concentración de la industria.	0,7548	0,6623	53,26	46,74	6,53
			Concentración de empleados (empl./km <sup>2</sup> ).	2,1	1,5	58,33	41,67	16,67
	REDES EMPRESARIALES	Efecto de red	Índice de efecto de red.	0,000744	0,000541	57,90	42,10	15,80
	GOBERNANZA	Esfuerzo inversor	Relación entre la inversión en EE.RR. en cada isla y la inversión total en el conjunto de Canarias (%).	30,01	38,09	44,07	55,93	-11,86
Cooperación		Coordinación de los organismos públicos con el sector (escala 1-5).	1,812	1,731	51,14	48,86	2,29	
		Eficacia de los organismos públicos en la gestión del sector (escala 1-5).	2,125	1,923	52,50	47,50	4,99	
		Promoción del sector por parte de los organismos públicos (escala 1-5).	2,125	1,808	54,03	45,97	8,06	

Fuente: Elaboración propia.



Para ello, considerando los valores de un mismo indicador entre Gran Canaria y Tenerife, se le ha asignado el valor 100 a la isla que tiene un mayor valor y un valor proporcional -en términos de porcentaje- a la otra isla. Por ejemplo, para la variable *recurso territorial disponible* se ha obtenido un único indicador que es valorado con 56.257 en Gran Canaria y 75.796 en Tenerife. Por tanto, en este caso, a Gran Canaria se le asignará un valor de 74,22 y a Tenerife un valor de 100. En el caso de las variables que están representados con varios indicadores, se le ha asignado un peso a cada uno de ellos utilizando el método de comparación por pares de Saaty con una consistencia menor a 0,1. Finalmente, combinando los pesos con los valores de los indicadores, se ha obtenido una evaluación definitiva para cada uno de los elementos (cuadro III.33).

**Cuadro III.33.** Evaluación relativa de los recursos y capacidades.

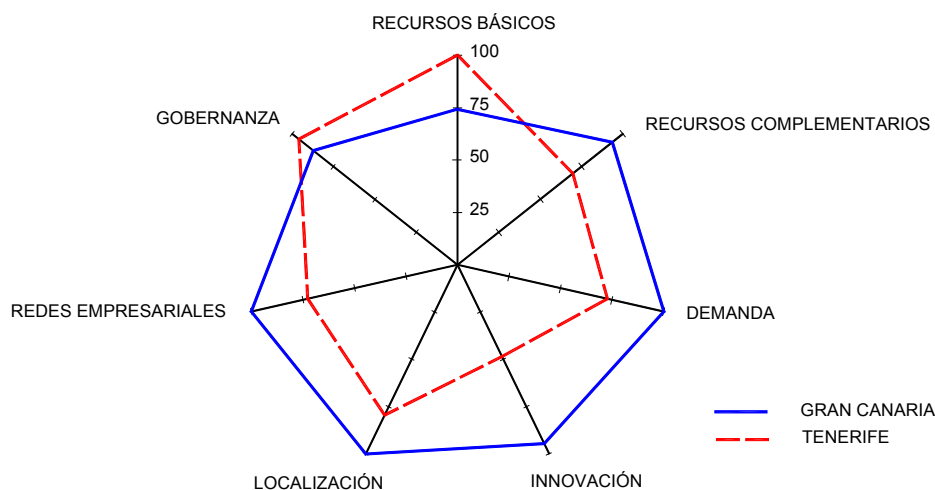
	ELEMENTOS	VARIABLES	G.C.	TF.	Peso	G.C.	TF.
RECURSOS	RECURSOS BÁSICOS	Recurso territorial disponible	74,22	100,00	100%	74,22	100,00
	RECURSOS COMPLEMENTARIOS	Capital humano	100,00	62,46	80%	93,69	69,97
		Volumen de mercado	68,47	100,00	20%		
	DEMANDA	Sofisticación de la demanda	100,00	58,13	60%	100,00	72,84
100,00			97,61	30%			
100,00			86,81	10%			
CAPACIDADES	INNOVACIÓN	Comportamiento innovador	100,00	33,33	30%	94,62	48,71
			100,00	18,58	15%		
			80,00	100,00	20%		
			39,28	100,00			
			100,00	84,00			
	100,00	48,57	35%				
	LOCALIZACIÓN	Concentración geográfica	100,00	87,75	50%	100,00	79,59
100,00			71,43	50%			
REDES EMPRESARIALES	Efecto de red	100,00	72,72	100%	100,00	72,72	
GOBERNANZA	Esfuerzo inversor	78,79	100,00	60%	87,27	96,04	
	Cooperación	100,00	90,10	40%			

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta las valoraciones anteriormente obtenidas, se ha realizado un gráfico radial del conjunto de los elementos (figura III.49) para cada isla analizada.

De esta forma, es posible comparar el grado de desarrollo de cada elemento de una isla respecto a la otra.

**Figura III.49.** Gráfico comparativo de recursos y capacidades.



Fuente: Elaboración propia.

El objetivo final de todo este proceso es determinar un valor que sintetice el potencial competitivo de cada territorio. Para ello se ha calculado, teniendo en cuenta la figura III.49, el área del polígono que representa a cada territorio, y su ratio con respecto al área del polígono que representará el máximo potencial competitivo posible<sup>157</sup> entre los territorios analizados (cuadro III.34). De esta forma, se ha obtenido que Gran Canaria tiene un potencial competitivo (23,65) superior a Tenerife (16,35).

**Cuadro III.34.** Potencial competitivo.

	Total	Gran Canaria	Tenerife
Área del polígono (m <sup>2</sup> )	27.42	23.65	16.35
<b>Potencial competitivo</b>	<b>100,00</b>	<b>86,27</b>	<b>59,64</b>

Fuente: Elaboración propia.

La evaluación realizada en el apartado anterior ofrece un valor del potencial competitivo para cada uno de los territorios analizados, lo que posibilita una clasificación entre los mismos. Ahora bien, en el contexto del presente trabajo de investigación, se ha considerado necesario incorporar, además, un análisis comparativo entre los elementos que representan los recursos y capacidades de Gran

<sup>157</sup> Este será un polígono que se representará con una puntuación de 100 en todos los factores.

Canaria en relación con Tenerife. Para ello se ha calculado la diferencia de las valoraciones obtenidas en Gran Canaria con a las obtenidas en Tenerife para cada uno de los indicadores que representan los recursos y capacidades del modelo (ver cuadro III.32), lo que servirá de base para la realización del análisis antes mencionado. Este análisis comparativo ha dado como resultado la determinación de una serie de fortalezas y debilidades de Gran Canaria en comparación con la isla de Tenerife para el desarrollo de la energía eólica y solar fotovoltaica que resumimos a continuación en función de las variables de los recursos y capacidades del modelo.

## FORTALEZAS

### *Recursos*

#### Capital humano

La mayor fortaleza con que cuenta Gran Canaria en relación con el capital humano es la dilatada experiencia de la ULPGC en el área de las enseñanzas técnicas y, más concretamente, en las ingenierías industriales. Es necesario destacar que el antecedente de la ULPGC fue la creación en 1979 de la Universidad Politécnica de Las Palmas<sup>158</sup>. Esta circunstancia ha implicado que, hasta hace muy pocos años, la mayor parte de las carreras técnicas que se estudiaban en Canarias se impartían en Gran Canaria. Por esta razón, esta Universidad cuenta con una importante experiencia y tradición en este tipo de docencia que hace que exista un amplio catálogo de carreras técnicas, y que un significativo porcentaje del total de sus alumnos estén matriculados en este tipo de carreras.

### *Capacidades*

#### Sofisticación de la demanda

El nivel de concienciación y compromiso que existe en Gran Canaria respecto a las EE.RR. es otra de sus fortalezas que se evidencia a partir del hecho de que la proporción de energía renovable respecto al total es el doble en Gran Canaria que en Tenerife para una cantidad de MWh puestos en red muy similares en ambos territorios. Además, la cualificación educativa de los ciudadanos de Gran Canaria es

---

<sup>158</sup> La Universidad Politécnica de Las Palmas estaba formada por las Escuelas Técnicas Superiores de Ingeniería Industrial y Arquitectura, la Escuela Politécnica de Las Palmas de Gran Canaria -en la que se impartían las carreras de Ingeniería Técnica en Telecomunicaciones, Ingeniería Técnica Naval, Ingeniería Técnica en Topografía e Ingeniería Técnica de Obras Públicas.

sensiblemente superior a la de Tenerife lo que refleja un mayor nivel de sofisticación de los potenciales consumidores de EE.RR. en esta isla. Por último, también se ha detectado que existe una actitud más cuidadosa de los habitantes de Gran Canaria hacia el medio ambiente evidenciada por un porcentaje superior de hogares que siempre separan la basura para su posterior reciclado.

#### Comportamiento innovador

La significativa actividad innovadora de carácter aplicado en el ámbito de las EE.RR. en Gran Canaria, materializada en el número de patentes relacionadas con el sector, la actividad académica de la ULPGC en relación con los proyectos fin de carrera relacionados con las EE.RR. y la actividad investigadora del ITC, indica que en Gran Canaria existe una interesante cultura innovadora de carácter aplicado que apunta a una fortaleza de este sector en esta isla.

#### Concentración geográfica

De los datos obtenidos en este estudio se concluye que Gran Canaria tiene una cierta ventaja en relación con la concentración de la industria y de empleados respecto a Tenerife. Como se ha indicado a lo largo de este trabajo, esta mayor concentración mejora el flujo de información entre las empresas y la presión competitiva se siente de manera más acuciante, favoreciendo las ventajas de productividad e innovación.

#### Relación entre empresas.

Gran Canaria también tiene una ligera mejor capacidad para establecer relaciones fuertes y abiertas entre empresas que Tenerife, lo que se puede traducir en un mejor rendimiento del sector.

#### Cooperación.

La medición de la cooperación realizada tuvo como resultado una evaluación ligeramente superior de las relaciones de cooperación entre el Gobierno y las empresas en Gran Canaria que en Tenerife, lo que implica que esta mayor participación y coordinación puede favorecer el diseño y la aplicación de políticas públicas que beneficien al sector en Gran Canaria. En este sentido cabe destacar, a modo de ejemplo, la elaboración por parte del Cabildo de Gran Canaria del Plan Territorial Especial de Ordenación del Transporte, Producción y Almacenamiento de

Energía Eólica<sup>159</sup>, que supone una herramienta significativa para el desarrollo de esta energía en la isla; y la labor que se está realizando en la mancomunidad del sureste de Gran Canaria<sup>160</sup> en el ámbito de las EE.RR. con acciones tan importantes como el Plan Estratégico Integral de Desarrollo Sostenible de la Mancomunidad del Sureste.

## DEBILIDADES

### *Recursos*

#### Recurso territorial disponible

Los datos obtenidos reflejan que el recurso territorial eólico disponible en la isla de Tenerife es 1,4 veces superior al de Gran Canaria y el recurso solar fotovoltaico disponible es también 1,3 veces superior en Tenerife que en Gran Canaria, lo que indica una debilidad de la segunda isla respecto a la primera en esta variable. Además, en Gran Canaria existe un significativo porcentaje de territorio que no es posible utilizar debido a la gran cantidad de superficie que abarca la aplicación de las restricciones propias de cada energía. A esto habría que añadir que los Planes Generales de Ordenación Urbana (PGOU) de la mayor parte de los municipios no tienen reservado territorio para que pueda ser compatible con la instalación de plantas eólicas y fotovoltaicas.

#### Volumen de mercado

En el periodo 2000-2008 Gran Canaria experimentó un crecimiento inferior al de Tenerife para la energía puesta en red. Este menor crecimiento se agudizó entre 2007 y 2008, en el que en Gran Canaria disminuyó su crecimiento hasta el 0,13%, convirtiéndose este aspecto en una debilidad para esta isla porque indica que el volumen de demanda puede estar “tocando techo”.

### *Capacidades*

#### Comportamiento innovador

En la ULPGC existe una discreta actividad investigadora -evidenciada por la pequeña actividad en proyectos de investigación y tesis doctorales relacionados con el sector de las EE.RR.- lo que denota cierta debilidad si tenemos en cuenta la larga

---

<sup>159</sup> <http://descargas.idegrancanaria.es/PlanesCabGC/PTE-32/Inicio.pdf> [fecha de consulta: diciembre, 2010].

<sup>160</sup> <http://www.surestegc.org/modules.php?mod=portal&file=index> [fecha de consulta: mayo, 2011].

experiencia con la que cuenta la ULPGC en relación con las ingenierías respecto a la ULL que, con una trayectoria mucho más corta en esta área de conocimiento, tiene una actividad investigadora ligeramente superior.

#### Esfuerzo inversor

La inversión en Gran Canaria (30,01%) es ligeramente inferior a la de Tenerife (38,09%), lo que convierte a esta menor capacidad para atraer inversión en una debilidad para Gran Canaria.

### **3.3.2. INDICADORES DE RESULTADOS SOCIOECONÓMICOS**

En coherencia con la definición de competitividad territorial formulada en el apartado 1.3, los indicadores que miden los resultados de la competitividad del territorio están en sintonía con objetivos socioeconómicos. En este sentido, se ha estimado evaluarlos mediante indicadores económicos -horas equivalentes, dependencia energética, impacto sobre el precio de la energía y proporción de empresas de EE.RR.- como mediante indicadores sociales- reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y supervivencia de las empresas.

#### *RESULTADOS ECONÓMICOS*

Para la determinación de las horas equivalentes se ha tenido en cuenta la información que facilita la Consejería de Energía, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias (2009) en relación con la producción de energía eléctrica de origen renovable y a la potencia instalada. En este documento se especifica que en la potencia eólica instalada quedan incluidas tanto las instalaciones que vierten toda su energía a la red eléctrica como las instalaciones con consumos asociados en las que parte de la energía generada se consume en una instalación asociada y el resto se vierte a la red eléctrica. Por su parte, en relación con la potencia fotovoltaica, quedan incluidas tanto las instalaciones conectadas a la red eléctrica como las aisladas. Ahora bien, dichas instalaciones solo incluyen las enganchadas a red según registro de Régimen Especial de Unelco-Endesa, mientras que las instalaciones aisladas de red solo hacen referencia a aquellas con subvención por parte de la Dirección General de Energía. En el cuadro III.35 quedan reflejados los datos de producción de energía eléctrica y potencia instalada en el año 2008, tanto para la energía eólica como para la fotovoltaica.

**Cuadro III.35.** Horas equivalentes eólicas y fotovoltaicas.

	Gran Canaria		Tenerife	
	Eólica	Fotovoltaica	Eólica	Fotovoltaica
Producción (kWh)	231.446.000	14.491.031	86.341.000	54.656.970
Potencia instalada (kW)	78.425	22.498	36.680	65.172
Horas equivalentes (kWh/kW)	2.951	644	2.353	839
<b>Total horas equivalentes</b>	<b>3.595</b>		<b>3.192</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la CEIYC del Gobierno de Canarias (2009).

Para la evaluación de las tep<sup>161</sup> se ha tomado como referencia la cantidad de energía eólica y fotovoltaica producida en el año 2008 según la Consejería de Energía, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias (2009), obteniendo como resultado los valores que se pueden observar en el cuadro III.36.

**Cuadro III.36.** Toneladas equivalentes de petróleo (tep) procedentes de las energías eólica y fotovoltaica.

	Gran Canaria		Tenerife	
	Eólica	Fotovoltaica	Eólica	Fotovoltaica
tep	19.904	1.246	7.425	4.700
<b>Total tep</b>	<b>21.150</b>		<b>12.125</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la CEIYC del Gobierno de Canarias (2009).

La estimación del ahorro del coste de la energía eléctrica se ha basado en el estudio efectuado por el Cluster-RICAM (2010) en el que se determinan los sobrecostes de la energía del sistema energético de Canarias tomando como referencia los datos de los boletines de sistema eléctrico canario de 2008 para el Régimen Ordinario, y las producciones de energía eólica y fotovoltaica del PECAN 2006-2015 para el Régimen Especial. No obstante, el *mix* energético para cada isla es distinto, ya que la estructura tecnológica que presenta cada parque de generación de energía es diferente en cada una de las islas. Esto hace que la potencia nominal de las unidades de generación condicionen los costes, puesto que cada tecnología puede presentar rendimientos a escala para diferentes tamaños, lo que implica que el coste de producción de energía en cada isla sea diferente.

En nuestro estudio se ha efectuado una actualización del cálculo realizado por el Cluster-RICAM (2010). Esta actualización consiste en que, aunque se han conservado los datos de energía del régimen ordinario del mencionado estudio -ya que son los

<sup>161</sup> Se ha considerado que 1 MW/h de energía se convierte en 0,086 tep (Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias, 2009).



que facilitan los boletines de sistema eléctrico canario de 2008<sup>162</sup>-, se han actualizado los datos de energía del régimen especial utilizando los de la Consejería de Energía, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias (2009), ya que son más recientes que los del PECAN 2006-2015 -que son los que se han utilizado en el estudio antes indicado.

En el cuadro III.37 se puede observar que el coste por kWh de la energía del régimen ordinario es prácticamente igual en Gran Canaria y Tenerife, aunque superior (en ambas islas) al coste del régimen especial. Por otra parte, el coste de la energía renovable es más barato en la isla de Gran Canaria que en la isla de Tenerife, siendo el ahorro de 6,44 céntimos en la primera isla frente a 4,39 céntimos en la segunda. Esta diferencia se debe a que el coste de la energía eólica es mucho más barato que el de la energía fotovoltaica, y en Gran Canaria se genera una mayor cantidad de la primera que en Tenerife.

**Cuadro III.37. Coste unitario de la energía.**

	Gran Canaria			Tenerife		
	Coste/kWh (céntimos)	Energía (kWh)	Coste Total (euros)	Coste/kWh (céntimos)	Energía (kWh)	Coste Total (euros)
Fuel	13,70	3.189.582.000	436.972.734	13,70	2.926.690.000	400.956.530
Diésel	17,35	277.910.000	48.217.385	17,35	294.312.000	51.063.132
<b>Total</b>	<b>13,99</b>	<b>3.467.492.000</b>	<b>485.190.119</b>	<b>14,03</b>	<b>3.221.002.000</b>	<b>452.019.662</b>
Eólica	7,17	231.446.000	16.594.678	7,17	86.341.000	6.190.650
Fotovoltaica	13,55	14.491.031	1.963.535	13,55	54.656.970	7.406.019
<b>Total</b>	<b>7,55</b>	<b>245.937.031</b>	<b>18.558.213</b>	<b>9,64</b>	<b>140.997.970</b>	<b>13.596.669</b>
<b>Ahorro (céntimos)</b>	<b>6,44</b>			<b>4,39</b>		

Fuente: Elaboración propia a partir de Cluster-RICAM (2010) y la CEIYC del Gobierno de Canarias (2009).

Por último, para determinar la tasa de empresas localizadas en las islas de Gran Canaria y Tenerife ha sido necesario obtener, por un lado, la relación del total de empresas y, por otro, el número de ellas dedicadas a EE.RR. en cada una de estas islas. Para obtener el primer dato se consultó la base de datos SABI, solicitándole el número de empresas activas en cada uno de los municipios de estas islas. Para la determinación del número de empresas dedicadas al sector de las EE.RR., se ha

<sup>162</sup> [http://www.ree.es/sistema\\_electrico/boletin\\_mensual\\_canarias.asp](http://www.ree.es/sistema_electrico/boletin_mensual_canarias.asp) [fecha de consulta: enero, 2011].

contado con información facilitada por el Cluster-RICAM y con la información obtenida de la búsqueda en Internet. Una vez identificadas, se procedió a contactar telefónicamente con cada una de ellas para comprobar que estaban en activo y continúan operando en este sector. En el cuadro III.38 se muestra que la proporción de empresas dedicadas al sector de las EE.RR. respecto del total de empresas es sensiblemente mayor en Gran Canaria (0,39%) que en Tenerife (0,28%).

**Cuadro III.38.** Porcentaje de empresas de energías renovables.

	Gran Canaria	Tenerife
Total de empresas	15.597	18.604
Empresas de EE.RR.	61	52
Proporción (%)	<b>0,39</b>	<b>0,28</b>

Fuente: Elaboración propia.

### RESULTADOS SOCIALES

Para la cuantificación de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera se ha tomado como referencia la cantidad de energía eólica y fotovoltaica producida en el año 2008<sup>163</sup> y, tomando como referencia estos datos, se ha calculado la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> que se ha dejado de emitir a la atmósfera por la utilización de este tipo de energías. Los resultados obtenidos se pueden observar en el cuadro III.39. Para ilustrar la importancia de este indicador, destacaremos que, según el Cluster-RICAM (2010), Canarias se excedía ya en 2005 un 41,4% en sus emisiones de CO<sub>2</sub>, cuando el objetivo de Kioto para España en el año 2012 es de únicamente un 15%.

**Cuadro III.39.** Toneladas de CO<sub>2</sub> procedentes de las energías eólica y fotovoltaica.

	Gran Canaria		Tenerife	
	Eólica	Fotovoltaica	Eólica	Fotovoltaica
CO <sub>2</sub> (t)	181.916	11.390	67.864	42.960
<b>Total</b>	<b>193.306</b>		<b>110.824</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la CEIYC del Gobierno de Canarias (2009).

Por su parte, la supervivencia de las empresas se ha cuantificado mediante la mediana de años de supervivencia de las empresas de EE.RR. en el territorio. Para su determinación, se indicó en el cuestionario destinado a las empresas que aportaran el año de su constitución en la isla donde están localizadas. Una vez realizado el

<sup>163</sup> Se ha considerado que 1 MW/h de energía se convierte en 0,786 toneladas de CO<sub>2</sub> (Gobierno de Canarias, 2009).

cálculo de la mediana en cada una de las islas objeto de estudio, se obtuvo que en ambas islas la mediana<sup>164</sup> de años de supervivencia es de cinco años.

Finalmente, se procede a relacionar el potencial competitivo de Gran Canaria y Tenerife con los resultados socioeconómicos obtenidos en cada una de estas islas. Para ello, previamente, se debe realizar una evaluación de este último elemento del modelo tal y como se hizo con los elementos que definieron los recursos y capacidades. En este caso la ponderación se ha obtenido de forma conjunta, ya que se ha creído que ambos tipos de resultados están intrínsecamente relacionados y, por ello, era más apropiado una evaluación socioeconómica en su conjunto (cuadro III.40).

**Cuadro III.40.** Síntesis de la evaluación de los indicadores y evaluación relativa de los resultados socioeconómicos.

VARIABLES	INDICADORES	G.C.	TF.	G.C.	TF.	Peso	G.C.	TF.
Económicos	Horas equivalentes (kWh/kW).	3.595	3.192	100	88,79	43%	100	80,63
	Dependencia energética (tep).	21.150	12.125	100	57,33	5%		
	Impacto del precio de la energía (€).	6,44	4,39	100	68,17	27%		
	Proporción de empresas de EE.RR. (%).	0,39	0,28	100	71,79	9%		
Sociales	Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> (t).	193.306	110.824	100	57,33	3%		
	Supervivencia de las empresas (años).	5	5	100	100	13%		

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.3. ÍNDICE DE COMPETITIVIDAD TERRITORIAL

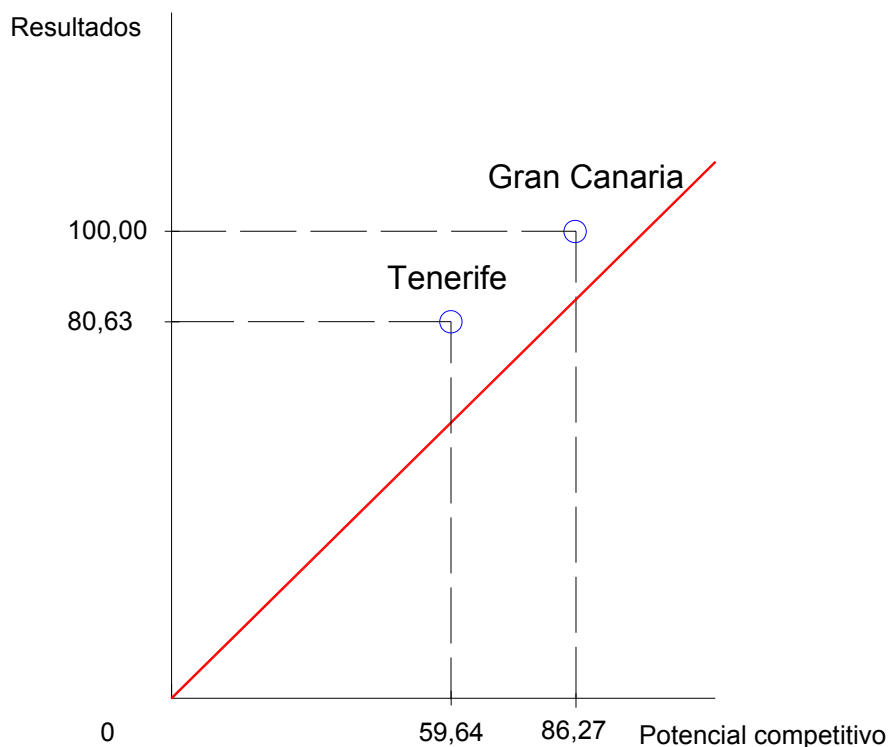
Una vez valorado el potencial competitivo y los resultados, estos se han representado en un sistema de coordenadas cartesiano (figura III.50), obteniendo una relación comparativa entre el potencial competitivo y sus resultados entre Gran Canaria y Tenerife. De la observación del resultado obtenido podemos deducir que tanto Gran Canaria como Tenerife están por encima de la línea que marca la proporción entre el potencial competitivo y los resultados, lo que significa que ambos territorios obtienen un óptimo rendimiento respecto a los recursos de los que disponen.

<sup>164</sup> Se ha utilizado como medida de tendencia central la mediana porque la distribución de esta variable, tanto en Gran Canaria como en Tenerife, presentaba una alta dispersión.

Ahora bien, un análisis comparativo entre estos dos territorios, nos señala que Tenerife tiene una relación entre ambas variables sensiblemente mejor que Gran Canaria, ya que está más alejada de la línea diagonal. Esto significa que Tenerife tiene más éxito en la explotación de los recursos y capacidades que tiene a su disposición, ya que obtiene mejores resultados con menor potencial competitivo.

Este hecho (la relación entre los resultados y el potencial competitivo) ha sido evaluado mediante el índice de competitividad territorial que se ha definido, en el apartado 2.3.3, como el cociente entre los resultados obtenidos por el territorio y el potencial competitivo del que dispone. De esta forma, se ha obtenido que -en el sector de las energías eólica y solar fotovoltaica- Tenerife obtiene un índice de competitividad territorial de 1,35 frente a 1,16 de Gran Canaria.

**Figura III. 50.** Relación entre potencial competitivo y resultados.



Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO IV

### RESUMEN Y CONCLUSIONES

---

El presente trabajo de investigación ha perseguido cuatro objetivos fundamentales. En primer lugar, se ha desarrollado un marco teórico en relación con la conceptualización y medición de la competitividad territorial, desde el enfoque de la teoría de recursos y capacidades. En segundo lugar, se ha diseñado una metodología basada en los SIG orientada a evaluar el potencial competitivo de un territorio. El tercer objetivo ha consistido en realizar una aplicación empírica para determinar el potencial competitivo de Gran Canaria y Tenerife en el desarrollo del sector de la energía eólica y solar fotovoltaica. Por último, fruto de la aplicación empírica anteriormente mencionada, se ha realizado un análisis de las fortalezas y debilidades del potencial territorial de Gran Canaria para el desarrollo del sector de la energía eólica y solar fotovoltaica. En el presente capítulo se exponen las conclusiones e implicaciones prácticas y académicas más relevantes obtenidas a partir de nuestra investigación en referencia a dichos objetivos. Asimismo, se presentan las limitaciones de la investigación y, finalmente, algunas recomendaciones para futuras investigaciones.

#### 4.1. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

A partir de la revisión de la literatura relacionada con la competitividad territorial se ha podido constatar que, aunque no existe una propuesta teórica que capture toda la complejidad de dicho concepto, se pueden distinguir tres enfoques conceptuales diferentes en relación con la misma: (a) un primer enfoque cuyo argumento principal es la ventaja comparativa entre territorios en función de la productividad del trabajo, (b) un segundo enfoque centrado en la obtención de ventaja competitiva en el territorio a través del grado de desarrollo de un conjunto de factores relacionados con el entorno, y (c) un tercer enfoque que se basa en la capacidad de los territorios para establecer redes de colaboración entre los diferentes actores de la actividad económica del territorio. Al calor de este debate han ido surgiendo numerosos modelos de medición de la competitividad territorial, tanto a escala nacional (*e.g.*, Porter, 1991; Sala-i-Martin *et al.*, 2004; Porter *et al.*, 2008), regional (*e.g.*, Farrell *et al.*, 1999; Huggins, 2003) y local (*e.g.*, Deas y Giordano, 2001). En este sentido, la medida de la competitividad territorial y la identificación de los principales factores

que la determinan han despertado el interés de los políticos para elaborar estrategias que promuevan e impulsen el desarrollo de los territorios. Por tanto, en una época donde la imagen de los territorios es muy relevante, la exposición de indicadores de resultados y clasificaciones es, quizás, una herramienta necesaria para que estos puedan compararse en términos de desarrollo socioeconómico. Estas comparaciones pueden tener un propósito útil para analizar la realidad y obtener respuestas de por qué determinadas naciones, regiones o ciudades se diferencian en prosperidad económica.

Tomando como referencia la revisión de la literatura comentada en el párrafo anterior, se ha constatado que existe un relativo consenso en cuanto a que la competitividad territorial emana de los recursos del territorio. Para enriquecer este enfoque, apoyándonos en la teoría de recursos y capacidades, se ha definido la competitividad territorial como el resultado de articular la adecuada combinación de recursos y capacidades específicos de un territorio, y ponerlos a disposición del desarrollo socioeconómico, con el fin último de mantener o aumentar la calidad de vida de sus habitantes.

Partiendo de esta definición, de acuerdo con otros trabajos precedentes (*e.g.*, Melián y García, 2001; West III y Bamford, 2005; Sánchez *et al.*, 2007; West III *et al.*, 2008; García y García, 2010), se ha considerado que los recursos y capacidades de un territorio son los factores fundamentales sobre los cuales se debe fundamentar la formulación de su estrategia si se pretende conseguir una ventaja competitiva sostenida en el tiempo. Por ello, se ha propuesto un modelo que tiene su origen conceptual en Grant (1991) conjuntamente con el enfoque estratégico de ventaja-país de Porter (1991).

Dicho modelo se fundamenta en que la competitividad territorial se construye sobre la base de la existencia en el territorio de una serie de recursos básicos y complementarios que, combinados entre sí, facilitan el afloramiento de un conjunto de capacidades. Ahora bien, hasta ahora los trabajos revisados en el contexto territorial hacían referencia solamente a recursos o activos territoriales, sin una separación clara y precisa entre los recursos y capacidades territoriales. Con el propósito de realizar una aportación que permita superar esta limitación, el presente trabajo de investigación ha estimado que las capacidades territoriales pueden ser valoradas adecuadamente bajo el prisma del diamante de Porter (1991) adaptado al contexto de esta investigación. En este sentido, las capacidades territoriales se han

definido como: demanda, innovación, localización, redes empresariales y gobernanza.

Por otro lado, no es suficiente con que existan recursos y capacidades, sino que es necesario que estos se materialicen en resultados tangibles. Estos resultados proporcionan información de cómo los recursos y capacidades son utilizados de forma eficiente, de tal forma que serán considerados más competitivos aquellos territorios que con menores recursos consigan mejores resultados. En este sentido, a diferencia de la mayor parte de los modelos analizados (*e.g.*, Moon *et al.*, 1998; Huggins, 2003; Martin, 2003; Sala-i-Martin *et al.*, 2004; Kao *et al.*, 2008; Porter *et al.*, 2008) que valoran el resultado de la competitividad territorial mediante la medición de la productividad a partir del PIB *per cápita*, el punto de vista del modelo propuesto en esta investigación está más en sintonía con el tercer enfoque de competitividad territorial indicado anteriormente, que sostiene que el desarrollo territorial debe sustentarse en un proceso que aproveche sus potencialidades propias para transformar los sistemas productivos locales con el propósito de mejorar la calidad de vida de la población. En este sentido, este trabajo de investigación está alineado con la idea de que un valor alto de productividad no significaría una ventaja competitiva plena si no repercute tanto en la vertiente económica como en la vertiente social y, por tanto, debe materializarse a través de resultados socioeconómicos.

Este marco conceptual constituyó el punto de partida para afrontar el siguiente objetivo de este trabajo consistente en diseñar una metodología que permitiera evaluar el potencial competitivo de un territorio desde el enfoque de la teoría de recursos y capacidades, teniendo en cuenta la componente geográfica. En este sentido, los diferentes modelos de medida de la competitividad territorial utilizados hasta ahora han tenido el inconveniente de que sus indicadores son evaluados de forma fragmentada y en relación a unidades geográficas fijadas *a priori* (países, regiones, ciudades, etc.). Con el objetivo de superar esta limitación, en el presente trabajo de investigación se ha incorporado una propuesta metodológica con una perspectiva novedosa consistente en que, sobre la base de la geoinformación, se ha tenido en cuenta la distribución geográfica de aquellos indicadores susceptibles de ser valorados mediante herramientas implementadas en los softwares de los SIG disponibles en el mercado. Esto ha posibilitado realizar un análisis de la competitividad territorial de una forma continua y no fragmentada como se realizaba hasta el momento.



Así, la incorporación en el modelo de la medición de determinados recursos y capacidades a partir de geoinformación y gestionados mediante SIG constituye la segunda aportación destacable de este trabajo de investigación. En este sentido, el método de análisis estadístico geográfico del vecino más próximo ha sido el empleado para determinar el grado de concentración geográfica de la industria. Por su parte, la utilización de la estimación kernel aplicada a la posición geográfica de cada una de las empresas y modulada por el número de empleados en cada una de ellas, se utilizó como una herramienta eficaz para construir estimaciones de concentración de empleados. En este caso, la función  $K$  de Ripley ha ayudado a establecer el ancho de banda de dicho estimador de densidad. Finalmente, la utilización del índice de autocorrelación espacial  $G$  de Getis y Ord (1992) permitió identificar la existencia de concentraciones de valores altos o bajos en el territorio de relaciones entre empresas. Por tanto, el uso de este tipo de herramientas de análisis territorial mediante SIG se presenta como un instrumento valioso para su utilización en análisis de competitividad territorial.

Otras de las potencialidades de los SIG es que permiten desarrollar análisis novedosos de factores relacionados con el territorio en estudios de estas características. A modo de ejemplo cabría decir que en este trabajo se han podido evaluar variables como la incidencia de las sombras o la orientación de las laderas -en el caso de la energía fotovoltaica- o el impacto visual -en el caso de la energía eólica- que de otra forma serían difícilmente cuantificables. Además del análisis de los aspectos concretos expuestos anteriormente, en esta investigación también se ha recurrido a la evaluación multicriterio mediante SIG para la determinación del índice de recurso territorial disponible, ya que para su cálculo ha sido necesario evaluar simultáneamente un gran número de variables y criterios. Esta poderosa técnica se muestra como un instrumento determinante para realizar una evaluación simultánea de los recursos y capacidades territoriales en cualquier contexto de investigación de estas características.

Por otro lado, esta propuesta metodológica va más allá de la determinación de un valor del potencial competitivo que permita ordenar los territorios en función del mismo, sino que relaciona el potencial competitivo con los resultados obtenidos, de tal forma que se pueda evaluar la capacidad que tienen dichos territorios para explotar los recursos que tienen a su disposición. En este sentido, nuestra propuesta metodológica aporta un sistema de representación bidimensional en el que se obtiene una relación comparativa entre el potencial competitivo y los resultados de los territorios analizados. Esta manera de evaluar la competitividad territorial se

presenta como una forma más eficaz para evaluar la posición que tiene cada territorio respecto a sus competidores o referentes que si dispusieran solamente de la evaluación del potencial competitivo, ya que permite determinar la relación existente entre rendimiento obtenido en cada territorio en relación con los recursos de los que dispone.

El sector de actividad elegido para aplicar la evaluación de la competitividad territorial ha sido el de las EE.RR. Para ello, se ha tenido en cuenta que: (a) es un sector que es susceptible de favorecer interesantes oportunidades empresariales; (b) es un sector altamente estratégico para el futuro energético nacional y, sobre todo, para el canario; y (c) al ser un sector que depende, en gran medida, de los recursos propios del territorio, es propicio para desarrollar una metodología que permita evaluar la competitividad territorial mediante SIG. Ahora bien, en nuestro país el modelo energético actual está basado en el uso intensivo de recursos energéticos de origen fósil y, al no disponer de ellos de forma natural, dependemos de su importación. Frente a este escenario, se ha podido comprobar -con base en los datos recabados para la realización de este trabajo de investigación- que en la última década el sector de las EE.RR. ha experimentado un crecimiento considerable en potencia instalada, sobre todo, en los subsectores eólico (39%), solar fotovoltaica (156%), solar térmica (40%) y solar termoeléctrica (67%). En Canarias, territorio elegido para la aplicación empírica de nuestro modelo, la importancia del sector de las EE.RR. también ha ido en aumento en los últimos años pero, aunque se dispone de inmejorables recursos propios, este desarrollo se ha producido de una forma mucho menos efectiva que en el contexto nacional. La energía que más ha crecido es la solar fotovoltaica (83%), mientras que la eólica ha experimentado un crecimiento muy inferior a sus posibilidades en las islas (5%), debido a los problemas con los concursos de asignación de potencia.

Partiendo como referencia de la metodología propuesta y de que el sector de actividad elegido para aplicar la evaluación de la competitividad territorial es el de las EE.RR., se llevó a cabo el tercer objetivo de este trabajo de investigación consistente en realizar una aplicación empírica orientada a testar el modelo teórico propuesto. En este caso se evaluó el potencial competitivo de Gran Canaria y Tenerife en el sector de la energía eólica y solar fotovoltaica (por ser dos territorios que presentan unas condiciones similares en cuanto al desarrollo de estas energías y al contexto socioeconómico). El resultado de este análisis dio como resultado que Gran Canaria tiene un potencial competitivo (86,27) superior a Tenerife (59,64).

Además del potencial competitivo, se han valorado una serie de variables que representan los resultados socioeconómicos obtenidos por ambas islas relacionados con el sector objeto de estudio. Ambos valores (potencial competitivo y resultados socioeconómicos) se han representado en un sistema de coordenadas cartesianas obteniendo una relación comparativa entre ellos en Gran Canaria y Tenerife. De dicha representación se ha deducido que tanto Gran Canaria como Tenerife están por encima de la línea que marca la proporción entre el potencial competitivo y los resultados, lo que significa que ambos territorios obtienen un óptimo rendimiento respecto a los recursos de los que disponen. Ahora bien, teniendo en cuenta este índice de competitividad -en el que se valora la capacidad que tienen los territorios para explotar los recursos que tienen a su disposición- se concluye que Gran Canaria tiene un potencial competitivo mayor que Tenerife, pero Tenerife tiene más éxito en la explotación de los recursos y capacidades que tiene a su disposición, ya que obtiene mejores resultados con menor potencial competitivo.

De lo indicado anteriormente se extrae otra de las aportaciones de la metodología propuesta. Así, el valor del potencial competitivo solo hubiera ofrecido una imagen parcial, ya que señalaría que Gran Canaria tiene una ventaja notablemente mayor que Tenerife. Ahora bien, la propuesta de evaluación de competitividad territorial que realizamos en este trabajo permite comparar no sólo el potencial competitivo de dos territorios, sobre la base de sus recursos y capacidades, sino también evaluar su habilidad para ponerlos a disposición del desarrollo socioeconómico, con el fin último de mantener o aumentar la calidad de vida de sus habitantes.

En relación con las implicaciones prácticas, la incorporación en el modelo de algunos factores medidos a partir de geoinformación y gestionados mediante SIG, producen una información que es potencialmente muy útil como herramienta para la planificación y toma de decisiones. Así, la aplicación de esta metodología ha desvelado la posibilidad de localizar con exactitud, a partir del mapa del recurso territorial disponible, los lugares donde es posible implantar cada una de estas energías en el territorio pudiéndose evaluar la calidad de cada una de estas zonas en función del análisis multifactorial realizado. De esta forma, si se desea obtener el valor de la calidad en una determinada zona, solamente se tendría que realizar la consulta en el SIG y se obtendría este valor. Además, el sistema permite ir variando cada capa temática de forma independiente en función de las posibles variaciones de las condiciones que la determinan, lo que permite monitorizar el recurso a lo largo del tiempo sin necesidad de repetir todas las capas cada vez.

La evaluación del potencial competitivo se ha realizado desde una perspectiva multifactorial, lo que permitió una comparación del grado de desarrollo de cada factor del modelo en cada una de estas islas para estos dos tipos de energía. Fruto del mismo se han obtenido un conjunto de fortalezas y debilidades que se han valorado tomando como referencia los resultados obtenidos en cada uno de los factores del modelo. Como fortalezas de Gran Canaria se podrían subrayar, en relación con el capital humano, la dilatada experiencia de la ULPGC en el área de las enseñanzas técnicas, y, en relación con la innovación, la significativa actividad innovadora de carácter aplicado que existe en la isla en el ámbito de las EE.RR. Por su parte, las debilidades más destacadas serían que en Gran Canaria existe un significativo porcentaje de territorio que no es posible utilizar debido a la gran cantidad de superficie que abarca la aplicación de las restricciones propias de cada energía, y que el esfuerzo inversor previsto en el PECAN 2006-2015 es ligeramente inferior al de Tenerife.

Este análisis interno podría complementarse con un estudio de las oportunidades y amenazas que existan para el sector en la isla, a fin de configurar un DAFO cuya información sea susceptible de ser utilizada para la determinación de la estrategia a seguir en el sector de la energía eólica y solar fotovoltaica en Gran Canarias. A modo de ejemplo citaremos algunas oportunidades y amenazas que se podrían tener en cuenta para dicho análisis estratégico. Como oportunidades se podrían destacar: (a) la Zona Especial Canaria, ya que su finalidad es la de promover el desarrollo económico y social del archipiélago a través de la diversificación de su estructura productiva, y las EE.RR. es uno de sus sectores preferentes; (b) el programa de apoyo a las agrupaciones empresariales innovadoras (establecido por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo) se configura como una interesante oportunidad para ayudar a articular mecanismos (formales e informales) que tengan como objetivo que grupos de empresas de este sector trabajen juntas en busca de ventaja competitiva; (c) la Ley 2/2011, a través de la cual la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias ha declarado los parques eólicos de interés general, supone una importante oportunidad para la localización de parques eólicos en Canarias; y (d) la Reserva para Inversiones en Canarias -cuyo objetivo es fomentar la inversión empresarial productiva y la creación de infraestructuras públicas en el archipiélago canario- es una excelente oportunidad para captar inversión para el sector de las EE.RR. En relación con las amenazas cabría señalar: (a) el periodo de restricciones presupuestarias motivadas por la actual crisis económica que estamos atravesando; (b) el consabido pleito insular entre Gran Canaria y Tenerife que puede ser

interpretado como una amenaza, ya que puede arriesgar la aprobación de decisiones o inversiones estratégicamente importante para el sector de las EE.RR. o, incluso, frenar algunas iniciativas para evitar desequilibrios entre islas; (c) una deficitaria inversión en I+D en Canarias, puesto que -según los datos del INE- la inversión en I+D en Canarias es de las más bajas del Estado, llegando solamente a un 0,62% del PIB regional en 2010; y (d) el Real Decreto-ley 1/2012 por el que se suspenden de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables.

## **4.2. LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES**

La presente investigación ha permitido realizar una evaluación de la competitividad territorial mediante SIG aplicada al sector de la EE.RR. Ahora bien, es preciso reconocer la existencia de una serie de limitaciones, así como proponer algunas recomendaciones de cara a la realización de trabajos futuros.

Una de las limitaciones de este trabajo está relacionada con la gran cantidad de información de diferente naturaleza y origen que es necesario abordar en un análisis multifactorial de estas características. En este sentido, en muchas ocasiones dicha información no existe y se dificulta su obtención debido a la falta de colaboración de las entidades que pueden facilitarla. Así por ejemplo, es reseñable la negativa de la mayor parte de las empresas a responder a la pregunta del cuestionario que hacía referencia a las relaciones entre empresas, lo que ha dificultado la medición de una de las variables teóricas contempladas. En otras ocasiones, la información existe y no está disponible por diferentes motivos de carácter burocrático. En este sentido, sería fundamental la colaboración de empresarios e instituciones públicas a la hora de facilitar la información necesaria para acometer una investigación de esta naturaleza.

A su vez, la fuente de información básica para desarrollar nuestro modelo teórico ha sido la geoinformación (GI) y esta se distribuye a través de las infraestructuras de datos espaciales (IDEs). En este sentido, es necesario resaltar la importancia de su disponibilidad y mantenimiento como elementos necesarios para realizar investigaciones en el contexto territorial. El inconveniente con el que nos encontramos en este tipo de investigaciones es que, en muchas ocasiones, no se dispone de la suficiente información territorial, la que existe no está actualizada o su

coste económico es muy elevado. Es evidente que las GI/IDE son infraestructuras costosas en términos económicos y a las administraciones les supone un gran esfuerzo considerarlas como un servicio público convencional. Ahora bien, teniendo en cuenta que este tipo de infraestructura puede contribuir de forma decidida a la mejora de las tareas de gobernanza si los análisis territoriales se realizan sobre una base territorial sólida, el mantenimiento de las GI/IDE -por parte de las administraciones- debe requerir de una visión amplia de los múltiples beneficios que puede reportar a la ciudadanía. Por tanto, esta visión debe ir más allá del análisis coste/beneficio, ya que existe otro valor no cuantificable económicamente -al que Morant (2007) llama *valor social de uso*- cuyo desconocimiento hace que estos recursos sean subestimados.

Por otra parte, para llevar a cabo determinadas fases del desarrollo metodológico (e.g., la asignación de pesos a las matrices de ponderación de los factores o la medición de determinadas variables mediante encuesta) fue necesario contar con la opinión de informantes clave. Este hecho puede suponer una limitación al estar dichas opiniones sustentadas en percepciones que se hallan sujetas a errores y sesgos de diversa índole y consideración.

Además, se debe indicar que la mayor parte de la información secundaria utilizada ha sido elaborada originalmente con una finalidad que no guarda relación directa con nuestra investigación. Esto hace inevitable que el resultado de los diferentes indicadores refleje algunas heterogeneidades en cuanto a los periodos temporales de análisis. También ha de tenerse en cuenta que muchos de los factores y restricciones han sido asignados en función de las características territoriales de las Islas Canarias y la normativa legal existente en las mismas, no pudiendo ser generalizables a otros territorios.

Finalmente, al interpretar los resultados, es necesario tener en cuenta que este estudio solo presenta una instantánea de la situación actual. Por tanto, considerando que el sector de las EE.RR. es muy dinámico, una réplica de este estudio dentro de algunos años, e incluso meses, podría ofrecer resultados sensiblemente diferentes. Por ejemplo, la ejecución definitiva del último concurso eólico, la declaración de los parques eólicos de interés general o el Real Decreto-ley 1/2012 podría cambiar el panorama del sector en nuestras islas de una forma drástica.

Aunque la corriente de investigación relacionada con la medición de la competitividad territorial centrada en la utilización de los SIG es aún incipiente y requiere de nuevas investigaciones que consoliden e integren todo su potencial, indicaremos, a modo de ejemplo, algunas propuestas para futuras investigaciones.

En este sentido, recomendamos la continuidad del trabajo que aquí se presenta con la inclusión del resto de las islas, con el objetivo de tener una evaluación de la posición de cada una de ellas en relación con el sector de las EE.RR. También sería conveniente complementar el trabajo anteriormente indicado con la elaboración de un plan estratégico para las EE.RR. para todo el archipiélago, comparándolo con otro territorio de similares características (*e.g.*, Madeira, Baleares), ya que la evaluación del potencial competitivo (realizado desde una perspectiva multifactorial) abre las puertas a la posibilidad de formulación de objetivos y acciones estratégicas, lo que favorecerá la mejora de la competitividad del territorio en este sector.

Además, sería interesante explorar otros posibles tipos de capacidades territoriales (*e.g.*, participación ciudadana, dinamismo empresarial), de cara a ampliar los factores que constituyen el diamante de la ventaja competitiva de Porter (1991) sobre el que se ha sustentado este trabajo. Con el objetivo de profundizar en el conocimiento de las capacidades territoriales, sería también muy oportuno realizar estudios conducentes a verificar en qué medida cada una de las capacidades territoriales propuestas contribuyen a aumentar la competitividad del territorio.

Así mismo, sería recomendable articular una metodología que haga posible un seguimiento de las variables territoriales del modelo propuesto (*e.g.*, los recursos territoriales, la concentración geográfica o las redes empresariales) a partir de estudios longitudinales mediante SIG. Con esta monitorización se obtendría un seguimiento evolutivo georreferenciado de dichas variables, lo que permitiría la identificación con precisión de aquellas zonas susceptibles de actuaciones estratégicas focalizadas. Por tanto, sería una herramienta muy eficaz para la planificación y toma de decisiones estratégicas en relación a las mismas. Esta monitorización posibilitaría, además, investigar cuál es el tiempo de retardo entre la aplicación de una actuación puntual para potenciar determinados recursos y capacidades de un territorio y los efectos socioeconómicos que producen sus resultados.

Por otra parte, la metodología propuesta es susceptible de ser aplicada al análisis de la competitividad territorial de cualquier sector económico. Ahora bien, los sectores más propicios para aprovechar las posibilidades de los SIG son aquellos que tengan



una fuerte componente territorial como, por ejemplo, al sector agroalimentario, turístico, comercial, transporte, entre otros. En este sentido, se abre un amplio abanico de posibilidades de investigaciones futuras en esta línea.

Por último, se propone estudiar la influencia sobre la competitividad de un territorio de posibles sinergias entre diferentes sectores potencialmente complementarios. Por ejemplo, las sinergias que puedan existir entre actividades económicas como la agraria y ganadera, y los subsectores de bioenergías renovables como la biomasa, biocombustibles y biogás. En este sentido, aprovechando las posibilidades que ofrece el análisis multicriterio de los SIG, se podría investigar la posibilidad de una metodología que permita clasificar y evaluar el territorio indicando qué zonas serían más idóneas para desarrollar una u otra actividad y cuáles serían las más adecuadas para aprovechar las sinergias entre las diferentes actividades.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Aaker, D. (1989). "Managing assets and skills: The key to a sustainable competitive advantage". *California Management Review*. Vol. 31: 91-106.
- Aiginger, K. (2006). "Competitiveness: From a dangerous obsession to a welfare creating ability with positive externalities". *Journal of Industry, Competition and Trade*. Vol. 6: 161-177.
- Álvarez, S.A. y Busenitz, L.W. (2001). "The entrepreneurship of resource-based theory". *Journal of Management*. Vol. 27: 755-776.
- Alvira, F. y García, S. (2003). "Calidad de vida en las comunidades autónomas". *Cuadernos de Información Económica*. Vol. 173: 145-151.
- Amit, R. y Schoemaker, P.J. (1993). "Strategic assets and organizational rent". *Strategic Management Journal*. Vol. 14: 33-46.
- Andersen, O. y Kheam, L. (1998). "Resource-based theory and international growth strategies: An exploratory study". *International Business Review*. Vol. 7: 163-184.
- Angelelli, P.J. y Llisterri, J.J. (2003). *El BID y la Promoción de la Empresarialidad: Lecciones Aprendidas y Recomendaciones para Nuevos Programas*, en línea, "<http://iadbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=367309>" [Fecha de consulta: 9 de junio de 2011].
- Ansoff, H.I. (1976). *La Estrategia de la Empresa*. Pamplona, Universidad de Navarra.
- Arán, J.; Espín, A.; Aznar, F. y Ramos, A. (2008). "The electricity production capacity of photovoltaic power plants and the selection of solar energy sites in Andalusia (Spain)". *Renewable Energy*. Vol. 33: 545-552.
- Arán, J.; Espín, A.; Aznar, F.; Zamorano, M.; Rodríguez, M. y Ramos, A. (2008). "Environmental decision-support systems for evaluating the carrying capacity of land areas: Optimal site selection for grid-connected photovoltaic power plants". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 12: 2.358-2.380.
- Aranguren, M; Larrea, M. y Wilson, J. (2009). "Learning from the local: Governance of networks for innovation in the Basquecountry". *European Planning Studies*. Vol. 18, Nº 1: 47-65.

- Aranoff, S. (1989). *Geographical Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa, WDL.
- Armstrong, C.E. y Shimizu, K. (2007). "A review of approaches to empirical research on the resource-based view of the firm". *Journal of Management*. Vol. 33: 959-986.
- Asheim, B.T. (1996). "Industrial districts as "learning regions": A condition for prosperity". *European Planning Studies*. Vol. 4: 379-400.
- Asociación de Productores de Energías Renovables (2011). *Estudio del Impacto Macroeconómico de las EE.RR. en España*, en línea, "<http://www.appa.es/19privado/descargas/APPA%20-%20Estudio%20Impacto%20Macroeconomico%20Energias%20Renovables%20Espana.pdf>" [Fecha de consulta: 1 de enero de 2010].
- Asociación Empresarial Eólica (2011). *Anuario Eólica'11*, en línea, "<http://www.appa.es/descargas/APPA2011web.pdf>" [Fecha de consulta: 25 de septiembre de 2011].
- Audretsch, D. (1995). "Innovation, growth and survival". *International Journal of Industrial Organization*. Vol. 13, Nº 4: 441-457.
- Audretsch, D.; Houweling, P. y Thurik, A.R. (2000). "Firm survival in the Netherlands". *Review of Industrial Organization*. Vol. 16: 1-11.
- Auerswald, P.D. y Branscomb, L.M. (2003). "Valleys of death and Darwinian seas: Financing the invention to innovation transition in the United States". *Journal of Technology Transfer*. Nº 28: 227-239.
- Aydin, N.; Kentel, E. y Duzgun, S. (2010). "GIS-based environmental assessment of wind energy systems for spatial planning: A case study from Western Turkey". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 14: 364-373.
- Azena, L. (2009). "Competitiveness as facilitator of territorial development". *Economic Science for Rural Development: Primary and Secondary Production, Consumption*. Vol. 19: 220-226.
- Baban, S. y Parry, T. (2001). "Developing and applying a GIS-assisted approach to locating wind farms in the UK". *Renewable Energy*. Vol. 24: 59-71.
- Bailey, C. y Gattrell, C. (1995). *Interactive Spatial Data Analysis*, en línea, "<http://www.personal.psu.edu/faculty/f/k/fkw/rsoc597/Introduction.pdf>" [Fecha de consulta: 31 de agosto de 2010].

Barney, J.B. (1986a). "Strategic factor markets: Expectations, luck and business strategy". *Management of Science*. Vol. 32: 1.231-1.241.

Barney, J.B. (1986b). "Organizational culture: Can it be a source of sustained competitive advantage?" *Academy of Management Journal*. Vol. 11: 656-665.

Barney, J.B. (1989). "Asset stocks and sustained competitive advantage: A coment". *Management Science*. Vol. 35: 1.511-1.513.

Barney, J.B. (1991). "Firms resources and sustained competitive advantage". *Journal of Management*. Vol. 17: 99-120.

Barney, J.B. (1992). "Integrating organizational behavior and strategy formulation research: A resource-based view". *Advantages in Strategic Management*. Vol. 8: 39-61.

Barney, J.B. (1995). "Looking inside for competitive advantage". *Academy of Management Executive*. Vol. 9: 49-67.

Barney, J.B. (2001). "Is the resource-based view a useful perspective for strategic management research? Yes. *Academy of Management Review*. Vol. 26: 41-54.

Barney, J.; Ketchen, D. y Wright, M. (2011). "The future of resource-based theory: Revitalization or decline?" *Journal of Management*. Vol. 37, Nº 5: 1.299-1.315.

Barney, J.B., Wright, M. y Ketchen, D.J. (2001). "The resource based view of the firm: Ten years after 1991". *Journal of Management*. Vol. 27: 625-43.

Barrientos, M. (2006). *3D Analyst*, en línea, "[http://www.gabrielortiz.com/descargas/3D\\_Analyst\\_9\\_2.pdf](http://www.gabrielortiz.com/descargas/3D_Analyst_9_2.pdf)" [Fecha de consulta: 31 de agosto de 2010].

Becattini, G. (1979). "Dal settore industriale al distretto industriale". *Rivista di Economia e Politica Industriale*. Vol. 1: 1-8.

Becattini, G.; Bellandi, M.; Ottati, G. y Sforzi, F. (2003). *From Industrial Districts to Local Development: An Itinerary of Research*. Cheltenham, Edward Elgar Publishing.

Begg, I. (1999). "Cities and competitiveness". *Urban Studies*. Vol. 36: 795-809.

Beise, M. y Rennings, K. (2005). "Lead markets and regulation: A framework for analyzing the international diffusion of environmental innovations". *Ecological Economics*. Vol. 52: 5-17.

- Bell, S.J.; Tracey, P. y Heide, J.B. (2009). "The organization of regional clusters". *Academy of Management Review*. Vol. 34, N° 4: 623-642.
- Belmonte, S.; Núñez, V.; Viramonte, J.G. y Franco, J. (2009). "Potential renewable energy resources of the Lerma Valley, Salta, Argentina for its strategic territorial planning". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 13: 1.475-1.484.
- Bengtsson, M. y Sölvell, Ö. (2004). "Climate of competition, clusters and innovative performance". *Scandinavian Journal of Management*. Vol. 20: 225-244.
- Berglund, B.; Lindvall, T. y Schwela, D. (1999). "Community noise". Documento publicado por la Stockholm University y el Karolinska Institute.
- Boldrin, M.P. y Canova, F. (2001). "Inequality and convergence in European regions: Reconsidering European regional policies". *Economic Policy*. Vol. 16: 207-253.
- Boots, B. y Getis, A. (1988). *Point Pattern Analysis*. Londres, SAGE publications.
- Borgatti, S.P. y Foster, P.C. (2003). "The network paradigm in organisational research: A review and typology". *Journal of Management*. Vol. 29, N° 6: 991-1.013.
- Borouhaki, S. y Malczewski, J. (2010). "Using the fuzzy majority approach for GIS-based multicriteria group decision-making". *Computers & Geosciences*. Vol. 36: 302-312.
- Bosque Sendra, J. y Moreno Jiménez, A. (2004). *Sistemas de Información Geográfica y Localización de Instalaciones y Equipamientos*. Madrid, RA-MA.
- Breschi, S. y Malerba, F. (2001). "The geography of innovation and economic clustering: Some introductory notes". *Industrial and Corporate Change*. Vol. 10: 817-833.
- Brooksbank, D. y Pickernell, D. (1999). "Regional Competitiveness Indicators. A reassessment of method". *Local Economy*. Vol. 13, N° 4: 310-326.
- Buckley, P.; Pass, C. y Prescott, K. (1988). "Measures of international competitiveness: A critical survey". *Journal of Marketing Management*. Vol. 42: 175-200.
- Budd, L. y Hirmis, A. (2004). "Conceptual framework for regional competitiveness". *Regional Studie*. Vol. 3, N° 9: 1.015-1.028.

Bueno, E. y Morcillo, P. (1995). *El Análisis de Competencias de la Empresa Exportadora Española*. Sevilla, AECA.

Buselich, K. (2002). *An Outline of Current Thinking on Sustainability Assessment*, en línea, "[http://www.environment-integration.eu/download/08-SustainAss/Outline\\_SustainabilityAssessment.pdf](http://www.environment-integration.eu/download/08-SustainAss/Outline_SustainabilityAssessment.pdf)" [Fecha de consulta: 2 de septiembre de 2011].

Cainelli, G.; Iacobucci, D. y Morganti, E. (2006). "Spatial agglomeration and business groups: New evidence from Italian industrial districts". *Regional Studies*. Vol. 40, N° 5: 507-518.

Callejón, M. (1997). "Concentración geográfica de la industria y economías de aglomeración". *Economía Industrial*. N° 317: 61-68.

Camagni, R. (1991). *Innovation Networks. Spatial Perspectives*. Londres, Belhaven Press.

Camagni, R. (2002). "On the concept of territorial competitiveness: Sound or misleading?" *Urban Studies*. Vol. 39: 2.395-2.411.

Campos, A. (2006). *Influencia de la Temperatura en una Instalación Fotovoltaica con Baja Concentración*. Proyecto fin de carrera. Universidad de Sevilla.

Carver, S.J. (1991). "Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems". *International Journal of Geographical Information Science*. Vol. 5, N° 3: 321-339.

Castanias, R.P. y Helfat, C.E. (1991). "Managerial resources and rents". *Journal of Management*. Vol. 17: 155-171.

Cellini, R. y Soci, A. (2002). "Pop competitiveness, Banca Nazionale del Lavoro". *Quarterly Review*. Vol. 55: 71-10.

Charabi, Y. y Gastli, A. (2011). "PV site suitability analysis using GIS-based spatial fuzzy multi-criteria evaluation". *Renewable Energy*. Vol. 36: 2.554-2.561.

Chatterjee, S. y Wernerfelt, B. (1991). "The link between resources and type of diversification: Theory and evidence". *Strategic Management Journal*. Vol. 12: 33-48.

Chenlo, F. y Abella, M.A. (2006). "Sistemas fotovoltaicos conectados a red: Estimación de la energía generada". *Era Solar: Energías Renovables*. N° 131: 36-47.



Chung, W. y Kalnins, A. (2001). Agglomeration effects and performance: A test of the Texas lodging industry". *Strategic Management Journal*. Vol. 22: 969-988.

Clark, F. y Evans, F. (1954). "Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations". *Ecology*. Vol. 35, Nº 4: 445-453.

Clarke, A. (1991). "Wind energy progress and potential". *Energy Policy*. Nº 19: 742-55.

Clinton, W.J. (1994). *Coordinating Geographic Data Acquisition and Access: The National Spatial Data Infrastructure*, en línea, "<http://www.fas.org/irp/offdocs/eo12906.htm>" [Fecha de consulta: 30 de junio de 2011].

Cluster-RICAM (2010). *Análisis de los Sobrecostes de la Energía del Sistema Energético de Canarias*, en línea, "[http://www.femepa.org/clusterricam.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=40&Itemid=44](http://www.femepa.org/clusterricam.org/index.php?option=com_content&task=view&id=40&Itemid=44)" [Fecha de consulta: 13 de marzo de 2010].

Cluster-RICAM (2011). *Análisis de Impacto del Real Decreto-ley 14/2010 sobre las Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica en Canarias*, en línea, "[http://www.femepa.org/clusterricam.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=40&Itemid=44](http://www.femepa.org/clusterricam.org/index.php?option=com_content&task=view&id=40&Itemid=44)" [Fecha de consulta: 13 de enero de 2010].

Coff, R. (1999). "When competitive advantage doesn't lead to performance: The resource-based view and stakeholder bargaining power". *Organization Science*. Vol. 10: 119-133.

Coleman, J.S. (1988). "Social capital in the creation of human capital". *American Journal of Sociology*. Vol. 94: 95-120.

Collis, D.J. (1991). "A resource-based analysis of global competition: The case of the bearings industry". *Strategic Management Journal*. Vol. 17: 121-154.

Collis, D.J. (1994). "Research note: How valuable are organizational capabilities?" *Strategic Management Journal*. Vol. 15: 143-152.

Combs, J.G. y Ketchen, D.J. (1999). "Explaining interfirm cooperation and performance: Toward a reconciliation of predictions from the resource-based view and organizational economics". *Strategic Management Journal*. Vol. 20: 867-888.

Comisión Europea (1999). *Sixth Periodic Report on the Social and Economic Situation of Regions in the E.U.* Bruselas.

Conner, K. (1991). "A historical comparison of resource-based theory and five schools of thought within industrial organization economics: Do we have a new theory of the firm?" *Journal of Management*. Vol. 17, Nº 1: 121-154.

Conner, K.R. y Prahalad, C.K. (1996). "A resource-based theory of the firm: Knowledge versus opportunism." *Organization Science*. Vol. 7: 477-501.

Consejería de Educación, Universidades y Sostenibilidad (2009). *Revitalización de los Conjuntos Históricos de Canarias*, en línea, "<http://www.gobiernodecanarias.org/cultura/pdf/ctc07/80-91memo07.pdf>" [Fecha de consulta: 13 de abril de 2010].

Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias (2009). *Estadísticas Energéticas en Canarias 2008*.

Consejo de la Unión Europea (2007). *Consejo Europeo de Bruselas 8 Y 9 de Marzo de 2007. Conclusiones de la Presidencia*, en línea, "[http://www.consilium.europa.eu/ue/Docs/cms\\_Data/docs/pressData/es/ec/93146.pdf](http://www.consilium.europa.eu/ue/Docs/cms_Data/docs/pressData/es/ec/93146.pdf)" [Fecha de consulta: 21 de febrero de 2010].

Constantin, D-L.; Pauna, C.B.; Dragusin, M.; Goschin, Z. y Bodea C. (2011). "The question of clusters in lagging regions: Do they really make the difference? A case study in Romania". *Environment and Planning C: Government and Policy*. Vol. 29: 889-910.

Cooke, P. (2001). "Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy". *Industrial and Corporate Change*. Vol. 10: 945-974.

Coutinho-Rodrigues, J.; Simão, A. y Antunes, A. (2011). "A GIS-based multicriteria spatial decision support system for planning urban infrastructures". *Decision Support Systems*. Vol. 51: 720-726.

Cressie, N. (1993). *Statistics for spatial data*. Nueva York, John Wiley and Sons.

Cronbach, L.J. (1951). "Coefficient alpha and the internal structure of tests". *Psychometrika*. Vol. 16: 297-334.

Crook, T.R.; Ketchen, D.J.; Combs, J.G. y Todd, S. (2008). "Strategic resources and performance: A meta-analysis." *Strategic Management Journal*. Vol. 29: 1.141-1.154.

Cuervo, A. (1993). "El papel de la empresa en la competitividad". *Papeles de Economía Española*. Vol. 56: 363-378.

Dacey, M.F. (1962). "Analysis of central place and point patterns by a nearest neighbour method". *Lund Studies in Geography, Series B, Human Geography*. Nº 24: 55-75.

De Cos Guerra, O. (2004). "Valoración del método de densidades focales (kernel) para la identificación de los patrones espaciales de crecimiento de la población en España". *GeoFocus*. Nº 4: 136-165.

De Cos Guerra, O. (2007). "SIG y evaluación multicriterio: Propuesta metodológica para cuantificar el grado de metropolización en el territorio". *Mapping*. Nº 116: 6-12.

De Propris, L. (2005). "Mapping local production systems in the UK: Methodology and application". *Regional Studies*. Vol. 39, Nº 2: 197-211.

De Saa Pérez, P. (1999). *El Sistema de Recursos Humanos como Factor Determinante de la Competitividad de las Cajas de Ahorros Españolas: Una Aplicación de la Teoría de la Empresa Basada en los Recursos*. Tesis doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Deas, I. y Giordano, B. (2001). "Conceptualising and measuring urban competitiveness in major English cities: An exploratory approach". *Environment and Planning*. Vol. 33: 1.411-1.429.

Del Valle, R.M.G.; Aragón, L.A.; Barroso I.C.; y Romero G.G. (2010). "Andalusian cities in the knowledge society". *Script Nova-Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Vol. 14, Nº 345: 1-27.

Devereux, M.P.; Griffith, R. y Simpson, H. (1999). "The geographic distribution of production activity in the UK". Documento presentado en *The Institute for Financial Studies*, Londres.

Dierickx, I. y Cool, K. (1989). "Asset stock, accumulation and sustainability of competitive advantage". *Management Science*. Vol. 35: 1.504-1.511.

Diggle, P. (2000). *Spatial Statistics for Environmental Epidemiology*, en línea, <http://www.lancs.ac.uk/staff/diggle/spatialepi/notes.pdf> [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2010].

Dögl, C. y Holtbrügge, D. (2010). "Competitive advantage of German renewable energy firms in Russia. An empirical study based on Porter's diamond". *Journal for East European Management Studies*. Vol. 15, Nº 1: 34-58.

Duranton, G. y Overman, H. (2005). "Testing for localization using micro-geographic data". *Review of Economic Studies*. Nº 72: 1.077-1.106.

Eastman, J. (2003). *Idrisi Kilimanjaro. Tutorial*. Worcester, Clark University.

Eisenhardt, K.M. y Martin J.A. (2000). "Dynamic capabilities: What are they?" *Strategic Management Journal*. Vol. 21, Nº 10-11: 1.105-1.121.

Eisingerich, A.B.; Bell, S. y Tracey, P. (2010). "How can clusters sustain performance? The role of network strength, network openness, and environmental uncertainty". *Research Policy*. Vol. 39: 239-253.

Eisingerich, A.B.; Rubera, G. y Seifert, M. (2009). "Managing service innovation and interorganizational relationships for firm performance: To commit or diversify?" *Journal of Service Research*. Vol. 11: 344-356.

Elliott, D. y Schwartz, M. (1999). "Wind resource mapping of the state of Vermont". Documento presentado en *Wind Power '99*, Vermont.

Ellison G. y Glaeser E. (1997). "Geographic concentration in U.S. manufacturing industries: A dart-board approach". *Journal of Political Economy*. Vol. 105: 889-927.

Esser, K.; Hillebrand, W.; Messner, D. y Meyer-Stamer, J. (1996). "Competitividad sistémica: Nuevo desafío a las empresas y a la política". *Revista Cepal*. Nº 59: 39-52.

European Solar Thermal Industry Federation (2009). *Solar Thermal Markets in Europe. Trends and Market Statistics 2008*, en línea, [http://www.estif.org/fileadmin/estif/content/market\\_data/downloads/2008%20Solar\\_Thermal\\_Markets\\_in\\_Europe\\_2008.pdf](http://www.estif.org/fileadmin/estif/content/market_data/downloads/2008%20Solar_Thermal_Markets_in_Europe_2008.pdf) [Fecha de consulta: 17 de enero de 2010].

European Thematic Network on Wave Energy (2002). *Wave Energy Utilization in Europe. Current Status and Perspectives*, en línea, <http://www.wave-energy.net/Library/WaveEnergyBrochure.pdf> [Fecha de consulta: 15 de febrero de 2010].

Farrell, G.; Thirion, S. y Soto, P. (1999). "La competitividad territorial: Construir una estrategia de desarrollo territorial con base en la experiencia Leader". *Observatorio Europeo Leader*. Cuaderno Nº 6. Fascículo 1.

Feick, R.D. y Hall, B.G. (1999). "Consensus-building in a multi-participant spatial decision support system". *Urban and Regional Information Systems Association Journal*. Vol. 11, Nº 2: 17-23.

Fernandes, L.; Ridgley, M.A. y Hof, V.T. (1999). "Multiple criteria analysis integrates economic, ecological and social objectives for coral reef managers". *Coral Reefs*. Vol. 18, Nº 4: 393-402.

Fernández, Z. (1993). "La organización interna como ventaja competitiva para la empresa". *Papeles de Economía Española*. Nº 56: 178-193.

Fernández, Z. y Suárez, I. (1996). "La estrategia de la empresa desde una perspectiva basada en los recursos". *Revista Europea de Dirección y Economía de Empresa*. Vol. 5: 73-92.

Fernández, Z. y Suárez, I. (1998). "Las cajas de ahorros: Estrategia y estructura". *Papeles de Economía Española*. Vol. 74-75: 202-223.

Feser, E.J. y Bergman, E.M. (2000). "National industry cluster templates: A framework for applied regional cluster analysis". *Regional Studies*. Vol. 34: 1-19.

Fiol, C.M. (1991). "Managing culture as a competitive resource: An identity-based view of sustainable competitive advantage". *Journal of Management*. Vol. 17, Nº 1: 191-211.

Foss, K. y Foss, N. J. (2005). "Value and transaction costs: How property rights economics furthers the resource based view". *Strategic Management Journal*. Vol. 26: 541-556.

Foxon, T.J.; McIlkenny, G.; Gilmour, D.; Oltean-Dumbrava, C.; Souter, N.; Ashley, R.; Butler, D.; Pearson, P.; Jowitt, P. y Moir, J. (2002). "Sustainability criteria for decision support in the U.K. water industry". *Journal of Environmental Planning and Management*. Vol. 45, Nº 2: 285-301.

Fratesi, U. (2005). *Measuring and Explaining Localization: Evidence from Two British Sectors*, en línea, <http://129.3.20.41/eps/urb/papers/0407/0407003.pdf>. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2010].

Fujita, M.; Krugman, P. y Venables A. (1999). *The Spatial Economy*. Cambridge, The MIT Press.

Fujita, M. y Thisse, J.F. (1996). "Economics of agglomeration". *Journal of the Japanese and International Economies*. Vol. 10, Nº 4: 339-378.

Fu-Lai Yu, T. (2001). "Toward a capabilities perspective of the small firm". *International Journal of Management Reviews*. Vol. 3, Nº 3: 185-197.

Fuller-Love, N. (2009). "Formal and informal networks in small businesses in the media industry". *International Entrepreneurship and Management Journal*. Vol. 5: 271-284.

García, A.M. y García, M.G. (2010). "Las Empresas de Base Tecnológica proliferarán en un territorio específico según el desarrollo del ecosistema emprendedor que haya en dicho territorio". *Tec Empresarial*. Vol. 4, Nº 1: 8-21.

Gardiner, B.; Martin, R. y Tyler P. (2004). "Competitiveness, productivity and economic growth across the European regions". *Regional Studies*. Vol. 38, Nº 9: 1.045-1.067.

Gatica, F. (2001). *Territorio, Gobierno Local y Circuitos Económicos: El Caso de Coelemu*, en línea, <http://www.ceur.ubiobio.cl/pdf/est-ceur20.pdf> [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2010].

Gatica, F.; Segura, A. y Vidal, C. (2004). "Análisis espacial de flujos: Aplicación al estudio de circuitos económicos locales". Documento presentado en el *Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual*, Concepción.

Gatrell, A.; Bailey, T.; Diggle, P. y Rowlingson, B. (1996). "Spatial point pattern analysis and its application in geographical epidemiology". *Transactions of the Institute of British Geographers*. Nº 21: 256-274.

Gavetti, G. (2005). "Cognition and hierarchy: Rethinking the microfoundations of capabilities' development". *Organization Science*. Vol. 16: 599-617.

George, D. y Mallery, P. (1995). *SPSS/PC+ Step by Step: A Simple Guide and Reference*. Belmont, Wadsworth Publishing Company.

Georghiou, L. y Metcalfe S. (1993). "Evaluation of the impact of European community research programmes upon industrial competitiveness". *R&D Management*. Vol. 23: 161-169.

Gerosky, P.A. (1995). "What do we know about entry?" *International Journal of Industrial Organization*. Vol. 13: 421-440.

Getis A. y Ord J.K. (1992). "The analysis of spatial association by use of distance statistics". *Geographical Analysis*. Vol. 24, Nº 3: 189-206.

Ghemawat, P. (1991). *Commitment: The Dynamic of Strategy*. Nueva York, The Free Press.

Ghisi, F.A. y Martinelli, D.P. (2006). "Systemic view of interorganisational relationships: An analysis of business networks". *Systemic Practice and Action Research*. Vol. 19: 461-473.

Giannias, G.; Liargovas, P. y Manolas G. (1999). "Quality of life indices for analysing convergence in the European Union". *Regional Studies*. Vol. 33: 27-35.

Godfrey, P.C. y Hill, C.W.L. (1995). "The problem of unobservables in strategic management research". *Strategic Management Journal*. Vol. 16: 519-533.

Gómez, M. y Barredo, J. (2005). *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio*. Madrid, Ra-Ma.

Grant, R.M. (1991). "The resource-based theory of competitive advantage: Implications for strategy formulation". *California Management Review*. Vol. 33, Nº 3: 114-135.

Grant, R.M. (1992). *Contemporary Strategy Analysis: Concepts, Techniques, Applications*. Basil Blackwell. Cambridge, MA, Estados Unidos. [Traducido en R.M. Grant (1995). *Dirección Estratégica: Conceptos, Técnicas y Aplicaciones*. Civitas. Madrid, España].

Grant, R. (1996). "Toward a knowledge-based theory of the firm". *Strategic Management Journal*. Vol. 17: 109-122.

Greene, R.; Luther, J.; Devillers, R. y Eddy, B. (2010). "An approach to GIS-based multiple criteria decision analysis that integrates exploration and evaluation phases: Case study in a forest-dominated landscape". *Forest Ecology and Management*. Vol. 260: 2.102-2.114.

Greenpeace (2009). *Concentrating Solar Power*, en línea, <http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/concentrating-solar-power-2009.pdf> [Fecha de consulta: enero de 2011].

Gudgin, G. (1996). "Prosperity and growth in U.K. Regions". *Local Economy*. Vol. 11, Nº 1: 7-26.

Guerrero, D. (1995). *Competitividad: Teoría y Política*. Barcelona, Ariel.

Gulati, R. (1995). "Does familiarity breed trust? The implications of repeated ties for contractual choice in alliances". *Academy of Management Journal*. Vol. 38: 85-112.



Gulati, R. y Gargiulo, M. (1999). "Where do inter-organizational networks come from?". *American Journal of Sociology*. Marzo: 177-231.

Hajehforooshnia, S.; Soffianian, A.; Mahiny, S. y Fakheran, S. (2011). "Multi objective land allocation (MOLA) for zoning Ghamishloo Wildlife Sanctuary in Iran". *Journal for Nature Conservation*. Vol. 19: 254-262.

Hall, R. (1993). "A framework linking intangible resources and capabilities to sustainable competitive advantage". *Strategic Management Journal*. Vol. 14: 607-618.

Hamalainen, R.P., Kettunen, E. y Ehtamo, H. (2001). "Evaluating a framework for multi-stakeholder decision support in water resources management". *Group Decision and Negotiation*. Vol. 10, Nº 4: 331-353.

Hansen, G. y Wernerfelt, B. (1989). "Determinants of firm performance: The relative importance of economic and organizational factors". *Strategic Management Journal*. Vol. 10: 399-511.

Hansen, H. (2005). "GIS-based multi-criteria analysis of wind farm development". Documento presentado en *10th Scandinavian Research Conference on Geographical Information Science*, Estocolmo.

Harrison, J.; Hitt, M.; Hoskisson, R. y Ireland, D. (1991). "Synergies and post acquisition performance: Differences versus similarities in resource allocations". *Journal of Management*. Vol. 17: 173-190.

Hart, S. (1995). "A natural resource-based view of the firm". *Academy of Management Review*. Vol. 20: 986-1.014.

Heckscher, E. (1949). "The effect of foreign trade on distribution of income". *Readings in the Theory of International Trade*. Vol. 4: 58-73.

Henderson, R. y Cockburn, I. (1994). "Measuring competence? Exploring firm effects in pharmaceutical research". *Strategic Management Journal*. Vol. 15: 63-84.

Hervás-Oliver, J. y Albors-Garrigós, J. (2007). "Do clusters capabilities matter? An empirical application of the resource-based view in clusters". *Entrepreneurship and Regional Development*. Vol. 19: 113-136.

Hill, C.H. y Jones, G. (1996). *Administración Estratégica. Un Enfoque Integrado*. Bogotá, McGraw-Hill.

Hobijn, B. y Franses P. H. (2001). "Are living standards converging?". *Structural Change and Economic Dynamics*. Vol. 12: 171-200.

Hoesen, J. V. y Letendre, S. (2010). "Evaluating potential renewable energy resources in Poultney, Vermont: A GIS-based approach to supporting rural community energy planning". *Renewable Energy*. Vol. 35: 2.114-2.122.

Hoover, J. y Edgar M. (1937). *Location Theory and the Shoe and Leather Industries*. Cambridge, Harvard University Press.

Hoskisson, R.E.; Hitt, M.A.; Wan, W.P. y Yiu, D. (1999). "Theory and research in strategic management: Swings of a pendulum". *Journal of Management*. Vol. 25: 417-456.

Huggins, R. (2003). "Creating a U.K. competitiveness index: Regional and local benchmarking". *Regional Studies*. Vol. 37, Nº 1: 89-96.

Huggins, R. y Izushi, H. (2008). "Benchmarking the knowledge competitiveness of the globe's high-performing regions. A review of the World Knowledge Competitiveness Index". *Competitiveness Review: An International Business Journal*. Vol. 18, Nº 1: 70-86.

Hyde, K.M.; Maier, H.R. y Colby, C.B. (2004). "Reliability-based approach to multicriteria decision analysis for water resources". *Journal of Water Resources Planning and Management*. Vol. 130, Nº 6: 429-438.

Ibáñez, M.; Rosell, J.R. y Rosell, J.I. (2004). *Tecnología Solar*. Madrid, Mundi-Prensa.

Instituto Geológico y Minero de España (1985). *La Energía Geotérmica*. Madrid.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) (2007). *Energía Solar Térmica de Baja Temperatura*, en línea, [http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos\\_EL\\_SOL\\_PUEDE\\_SER\\_SUYO\\_TERMICA\\_JUNIO\\_2007\\_ca76f00d.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_EL_SOL_PUEDE_SER_SUYO_TERMICA_JUNIO_2007_ca76f00d.pdf) [Fecha de consulta: 15 de enero de 2010].

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) (2011). *Balance Energético 2010 y Perspectivas 2011*, en línea, [http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos\\_Balance\\_energetico\\_2010\\_y\\_perspectivas\\_2011\\_DGIDAE\\_Version\\_Libro\\_2011\\_e518ed81.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_Balance_energetico_2010_y_perspectivas_2011_DGIDAE_Version_Libro_2011_e518ed81.pdf) [Fecha de consulta: 2 de septiembre de 2011].

Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (2008). *EE.RR. y Generación de Empleo en España, Presente y Futuro*, en línea, [http://www.energiasrenovables.ciemat.es/adjuntos\\_documentos/Informe%20ISTAS.pdf](http://www.energiasrenovables.ciemat.es/adjuntos_documentos/Informe%20ISTAS.pdf) [Fecha de consulta: 22 de febrero de 2010].

Ireland, R.D.; Hitt, M.A. y Sirmon, D.G. (2003). "A model of strategic entrepreneurship: The construct and its dimensions". *Journal of Management*. Vol. 29: 963-989.

Itami, H. (1987). *Mobilizing Invisible Assets*. Cambridge, Harvard University Press.

Izquierdo, S.; Rodrigues, M. y Fueyo, N. (2008). "A method for estimating the geographical distribution of the available roof surface area for large-scale photovoltaic energy-potential evaluations". *Solar Energy*. Vol. 82: 929-939.

Jaegersberg, G (2011). "Barriers to knowledge sharing and stakeholder alignment in solar energy clusters: Learning from other sectors and regions". *Journal of Strategic Information Systems*. Vol. 20. N° 4: 343-354.

Jakimavičius, M. y Burinskienė, M. (2009). "A GIS and multi-criteria based analysis and ranking of transportation zones of Vilnius city". *Technological and Economic Development of Economy*. Vol. 15, N° 1: 39-48.

Janke, J. (2010). "Multicriteria GIS modeling of wind and solar farms in Colorado". *Renewable Energy*. Vol. 35: 2.228-2.234.

Jankowski, P. y Nyerges, T. (2001). *Geographic Information Systems for Group Decision Making: Towards a Participatory*, *Geographic Information Science*. Nueva York, Taylor & Francis.

Jansson, J. y Waxell, A. (2011). "Quality and regional competitiveness". *Environment and Planning A*. Vol. 43: 2.237-2.252.

Kale, P.; Singh, K. y Perlmutter, H. (2000). "Learning and protection of proprietary assets in strategic alliances: Building relational capital". *Strategic Management Journal*. Vol. 21: 217-237.

Kao, C.; Wu, W.; Hsieh W.; Wang, T; Lin, C. y Chen, L. (2008). "Measuring the national competitiveness of Southeast Asian countries". *European Journal of Operational Research*. Vol. 187: 613-628.

- Keeler, D. (2007). "Intrasite spatial analysis of a late upper Paleolithic French site using geographic information systems". *Journal of World Anthropology*. Vol. 3, Nº 1: 1-40.
- Kitson, M.; Martin, R. y Tyler, P. (2004). "Regional competitiveness: An elusive yet key concept?". *Regional Studies*. Vol. 38, Nº 9: 991-999.
- Kogut, B. y Zander, U. (1992). "Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology". *Organization Science*. Vol. 3: 383-397.
- Kooiman, J. y Van Vliet, M. (1993). "Governance and the public management", en Eliassen y J. Kooiman (Eds) *Managing Public Organizations: Lessons from Contemporary European Experience*. Londres, SAGE Publications: 58-72.
- Kotler, P.; Jatusripitak, S. y Maesincee, S. (1998). *El Marketing de las Naciones*. Barcelona, Paidós.
- Kraaijenbrink, J.; Spender, J.C. y Groen, A.J. (2010). "The resource-based view: A review and assessment of its critiques". *Journal of Management*. Vol. 36: 349-372.
- Krugman, P. (1990). *The Age of Diminished Expectations*. Cambridge, The MIT Press.
- Krugman, P. (1992). *Geografía y Comercio*. Barcelona, Antoni Bosch.
- Krugman, P. (1996). "Making sense of the competitiveness debate". *Oxford Review of Economic Policy*. Vol. 12, Nº 3: 483-499.
- Krugman, P. y Venables, A. (1995). "Globalization and the inequality of nations". *The Quarterly Journal of Economics*. Vol. 110, Nº 4: 857-880.
- Kyem, P.A.K. (2004). "On intractable conflicts and participatory GIS applications: The search for consensus amidst competing claims and institutional demands". *Annals of the Association of American Geographers*. Vol. 94, Nº 1: 37-57.
- Lado, A. y Wilson, M. (1994). "Human resource system and sustained competitive advantage: Competency-based perspective". *Academy of Management Review*. Vol. 19: 699-727.
- Lado, A.A.; Boyd N.G. y Wright P. (1992). "A competency-based model of sustainable competitive advantage: Toward a conceptual integration". *Journal of Management*. Vol. 18, Nº 1: 77-91.

Lall, S. (2001). "Competitiveness indices and developing countries: An economic evaluation of the Global Competitiveness Report". *World Development*. Vol. 29, Nº 9: 1.501-1.525.

Lawson, C. (1999). "Towards a competence theory of the region". *Cambridge Journal Economics*. Nº 23: 151-166.

Leonard-Barton, D. (1992). "Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development. *Strategic Management Journal*. Vol. 13: 111-125.

Lippman, S.A. y Rumelt, R.P. (1982). "Uncertain imitability: An analysis of interfirm differences in efficiency under competition". *Bell Journal of Economics*. Vol. 13: 418-438.

Lippman, S.A. y Rumelt, R.P. (2003). "The payments perspective: Micro-foundations of resource analysis". *Strategic Management Journal*. Vol. 24: 903-927.

Lockett, A. y Thompson, S. (2001). "The resource-based view and economics". *Journal of Management*. Vol. 27: 723-754.

Mahoney, J.T. y Pandian, J.R. (1992). "The resource-based view within the conversation of strategic management". *Strategic Management Journal*. Vol. 15: 363-380.

Makadok, R. (2001). "Towards a synthesis of the resource-based and dynamic capabilities views of rent creation. *Strategic Management Journal*. Vol. 22: 387-404.

Makadok, R. y Barney, J. B. (2001). "Strategic factor market intelligence: An application of information economics to strategy formulation and competitor intelligence". *Management Science*. Vol. 47: 1.621-1.638.

Malczewski, J. (2006). "GIS-based multicriteria decision analysis: A survey of the literature". *International Journal of Geographical Information Science*. Vol. 20, Nº 7: 703-726.

Malecki, M. (2004). "Jockeying for position: What it means and why it matters to regional development policy when places compete". *Regional Studies*. Vol. 38, Nº 9: 1.101-1.120.

Marchante, A. y Ortega, B. (2006). "Quality of life and economic convergence across Spanish regions, 1980-2001". *Regional Studies*. Vol. 40, Nº 5: 471-483.

Marcon, E. y Puech, F. (2003). "Evaluating the geographic concentration of industries using distance-based methods". *Journal of Economic Geography*. Vol. 3: 409-428.

Marcus, A. y Anderson, M. (2006). "A general dynamic capability: Does it propagate business and social competencies in the retail food industry?". *Journal of Management Studies*. Vol. 43, N° 1: 19-46.

Marshall, A. (1890). *Principles of Economics*. Londres, MacMillan.

Martín, F. (1982). *Astronomía*. Madrid, Paraninfo.

Martin, R. (2003). *A Study on the Factors of Regional Competitiveness: A Draft Final Report for The European Commission Directorate-General Regional Policy*, en línea, [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docgener/studies/pdf/3cr/competitiveness.pdf](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/3cr/competitiveness.pdf) [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2010].

Martín, M.; Tarrero, A.; Bravo, D.; Copete, M.; González, J.; Machimbarrena, M.; García, L. (2008). "Impacto acústico de los parques eólicos y su evolución". Documento presentado en *Acústica 2008*, Coimbra.

Marković, D.; Grgurović, B. y Štrbac, S. (2011). "The use of spatial data for segmentation of the postal service market". *Technological and Economic Development of Economy*. Vol. 17, N° 1: 87-100.

Maurel, F. y Sédillot, B. (1999). "A measure of the geographic concentration in French manufacturing industries". *Regional Science and Urban Economics*. Vol. 29, N° 5: 575-604.

Mazumdar, K. (2003). "Do standards of living converge? A cross-country study". *Social Indicators Research*. Vol. 64: 29-50.

McEvily, B. y Zaheer, A. (1999). "Bridging ties: A source of firm heterogeneity in competitive capabilities". *Strategic Management Journal*. Vol. 20: 1.133-1.158.

McFadyen, A.M. y Cennalla, A.A. (2004). "Social capital and knowledge creation: Diminishing returns of the number and strength of exchange relationships". *Academy of Management Journal*. Vol. 47: 735-746.

McGahan, A.M. y Porter, M.E. (1997). "How much industry matter?". *Strategic Management Journal*. Vol. 8: 15-30.

Melián, A. y García, J. (2001). *El Turismo de Pesca Deportiva de Altura en Gran Canaria. Una Evaluación Competitiva*. Las Palmas de Gran Canaria, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Mendoza, G.A., Prabhu, R. (2000). "Development of a methodology for selecting criteria and indicators of sustainable forest management: A case study on participatory assessment". *Environmental Management*. Vol. 26, Nº 6: 659-673.

Merchand, M.A. (2007). "Convergencia entre teorías que explican por qué hay territorios ganadores y otros perdedores". *Análisis Económico*. Vol. 22, Nº 49: 195-222.

Mesquita, L.F. (2007). "Starting over when the bickering never ends: Rebuilding aggregate trust among clustered firms through trust facilitators". *Academy of Management Review*. Vol. 32: 72-91.

Miller, D. y Shamsie, J. (1996). "The resource-based view of the firm in two environments: The Hollywood film studios from 1936 to 1965". *Academy of Management Journal*. Vol. 39: 519-543.

Mitchell, A. (2005). *The ESRI Guide to GIS Analysis: Spatial Measurements & Statistics*. California, ESRI Press.

Molina-Ruiz, J.; Martínez-Sánchez, M.; Pérez-Sirvent, C.; Tudela-Serrano, M. y García Lorenzo, M. (2011). "Developing and applying a GIS-assisted approach to evaluate visual impact in wind farms". *Renewable Energy*. Vol. 36: 1.125-1.132.

Molloy, J.; Chadwick, C.; Ployhart, R. y Golden, S. (2011). "Making intangibles 'tangible': A multidisciplinary critique and validation framework". *Journal of Management*. Vol. 37: 1.496-1.518.

Monedero, J. (2012). "Análisis del sector de las energías renovables en Canarias". Documento presentado en el *Aula de Energía y Sostenibilidad de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria*, Las Palmas de Gran Canaria.

Monedero, J.; García, J.; Dobon, F.; Yanes, M. A. y Hernández, F. (2007). *Calculation of PV Potential Maps in the Canary Islands*, en línea, <http://www.idecan.grafcan.es/resources/MapaSolar.pdf> [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2010].

Montero, C. y Morris, P. (1999). "Territorio, competitividad sistémica y desarrollo endógeno. Metodología para el estudio de los sistemas regionales de innovación, instituciones y actores del desarrollo territorial en el marco de la globalización".



Documento presentado en el seminario internacional *Instituciones y Actores del Desarrollo Territorial en el Marco de la Globalización*, Concepción.

Montgomery, C.A. y Wernerfelt, B. (1988). "Diversification, ricardian rents, and Tobin's q". *Rand Journal of Economics*. Vol. 19: 623-632.

Moon, H.C.; Rugman, A.M. y Verbeke, A. (1998). "A generalized double diamond approach to the global competitiveness of Korea and Singapore". *International Business Review*. Nº 7: 135-150.

Morant, T. (2007). *Bases para el Establecimiento de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) como Catalizadora del Cambio Organizacional en una Administración Local: Aplicación en el Ámbito del Ayuntamiento de Las Palmas de G.C.* Tesis Doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Moreno Jiménez, A. (1991). "Modelización cartográfica de densidades mediante estimadores kernel". *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*. Nº 30: 155-170.

Moreno Jiménez, A. (2001). *Geomarketing con Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, Universidad Autónoma de Madrid y Asociación de Geógrafos Españoles.

Morgan, K. (2004). "The exaggerated death of geography: Learning, proximity and territorial innovation systems". *Journal of Economic Geography*. Vol. 4: 3-22.

Morillas, A. (1996). "La teoría de grafos en el análisis económico regional: El agua como factor productivo en Andalucía". *Boletín Económico de Andalucía*. Nº 21: 125-138.

Moussiopoulos, N.; Achillas, C.; Vlachokostas, C.; Spyridi, D. y Nikolaou, K. (2010). "Environmental, social and economic information management for the evaluation of sustainability in urban areas: A system of indicators for Thessaloniki, Greece". *Cities*. Nº 27: 377-384.

Mungrue, K. (2011). "The rabies epidemic in Trinidad of 1923 to 1937: An evaluation with a geographic information system". *Wilderness & Environmental Medicine*. Vol. 22, Nº 1: 28-36.

Nachum, L. (1998). "Do the diamonds of foreign countries shape the competitiveness of firms? A case study of the Swedish engineering consulting industry". *Scandinavian Journal of Management*. Vol. 14, Nº 4: 459-478.

Navarro, C. (2002). *Gobernanza en el Ámbito Local*, en línea, <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/CLAD/clad0043412.pdf> [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2010].

Newbert, S. L. (2007). "Empirical research on the resource-based view of the firm: An assessment and suggestions for future research". *Strategic Management Journal*. Vol. 28: 121-146.

Nobre, A.; Pacheco, M.; Jorge R.; Lopes, M.F.P. y Gato, L.M.C. (2009). "Geo-spatial multi-criteria analysis for wave energy conversion system deployment". *Renewable Energy*. Vol. 34: 97-111.

Nordhaus, W. D. y Tobin, J. (1972). *Is Growth Obsolete?* Nueva York, Columbia University Press.

Obsberg, L. y Sharpe, A. (2002). "An index of economic well-being for selected OECD countries". *Review of Income and Wealth Series*. Vol. 48: 291-316.

O'Donnell, A.; Gilmore, A.; Cummins, D. y Carson, D. (2001). "The network construct in entrepreneurship research: A review and critique". *Management Decision*. Vol. 39: 749-760.

Ohlin, B. (1933). *Interregional and International Trade*. Cambridge, Harvard University Press.

O'Leary, E. (2001). "Convergence of living standards among Irish regions: The role of productivity, profit outflows and demography, 1960-1996". *Regional Studies*. Vol. 53: 197-205.

Oliver, C. (1997). "Sustainable competitive advantage: Combining institutional and resource-based views". *Strategic Management Journal*. Vol. 18: 697-713.

Ord, J.K. y Getis, A. (1995). "Local spatial autocorrelation statistics: Distribution issues and an application". *Geographical Analysis*. Vol. 27, Nº 4: 286-306.

Osborne, S. P. (2000). "Reformulating Wolfenden? The roles and impact of local development agencies in supporting voluntary and community action in the U.K.". *Local Government Studies*. Vol. 26, Nº 4: 23-48.

Pacheco-Vega, R. (2007). "Una crítica al paradigma de desarrollo regional mediante clusters industriales forzados". *Estudios Sociológicos*. Vol. 25, Nº 3: 683-707.

Palanichamy, C.; Babu, N. y Nadarajan, C. (2004). "Renewable energy investment opportunities in Mauritius-an investor's perspective". *Renewable Energy*. Vol. 29: 703-716.

Pan, W.; Dietze, R.; Peres, R.L.; Vinhas, S.A.; Ribeiro, F.K.; Palaci, M.; Rodrigues, R.R.; Zandonade, E. y Golub, J.E. (2010). "Spatial patterns of pulmonary tuberculosis incidence and their relationship to socio-economic status in Vitoria, Brazil". *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*. Vol. 14, N° 11: 1.395-1.402.

Pasqualini, V.; Oberti, P.; Vigetta, S.; Riffard, O.; Panaiotis, C.; Cannac, M. y Ferrat, L. (2011). "A GIS-based multicriteria evaluation for aiding risk management Pinus pinaster Ait. Forests: A case study in Corsican Island, Western Mediterranean Region". *Environmental Management*. Vol. 48: 38-56.

Peng, D.; Schroeder, R. y Shah, R. (2008). "Linking routines to operations capabilities: A new perspective". *Journal of Operations Management*. N° 26: 730-748.

Peng, M. (2001). "The resource-based view and international business". *Journal of Management*. Vol. 27: 803-829.

Penrose, E.T. (1959). *The Theory of the Growth of the Firm*. Nueva York, Wiley.

Peteraf, M. (1993). "The cornerstones of competitive advantage: A resource-based view". *Strategic Management Journal*. Vol. 14: 179-191.

Petrini-Monteferri, F.; Papathoma, M.; Wagner, W. y Hackner, N. (2005). "Sharpening census information in GIS to meet real-world conditions: The case for Earth Observation". *Sustainable Development and Planning II*. Vol. 1, N° 84: 143-152.

Pietersen, K. (2006). "Multiple criteria decision analysis (MCDA): A tool to support sustainable management of ground water resources in South Africa". *Water SA*. Vol. 32, N° 2: 119-128.

Pinch, S.; Henry, N.; Jenkins, M. y Tallman, S. (2003). "From industrial districts to knowledge clusters: A model of knowledge dissemination and competition in industrial agglomerations". *Journal of Economic Geography*. Vol. 3: 373-388.

Porter, M.E. (1980). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. Nueva York, The Free Press.

Porter, M.E. (1991). *La Ventaja Competitiva de las Naciones*. Barcelona, Plaza y Janes Editores. S.A.

Porter, M.E. (1999). *Ser Competitivos: Nuevas Aportaciones y Conclusiones*. Bilbao, Ediciones Deusto S.A.

Porter, M.E. (2000). "Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy". *Economic Development Quarterly*. Vol. 14, N° 1: 15-34.

Porter, M.E.; Delgado, M.; Ketels, C. y Stern, S. (2008). *Moving to a New Global Competitiveness Index*. World Economic Forum.

Porter, M. E. y Ketels, C. (2003). *U.K. Competitiveness: Moving to the Next Stage*. Londres, Department of Trade and Industry.

Portes, A. y Sensenbrenner, J. (1993). "Embeddedness and immigration: Notes on the social determinants of economic action". *American Journal of Sociology*. Vol. 98: 1.320-1.350.

Pouder, R. y St. John, C. (1996). "Hot spots and blind spots: Geographical clusters of firms and innovation". *Academy of Management Review*. Vol. 21: 1.192-1.225.

Powell, T.C. (1996). "How much industry matter? An alternative empirical test". *Strategic Management Journal*. Vol. 17: 323-334.

Powell, TC. (2001). "Competitive advantage: Logical and philosophical considerations". *Strategic Management Journal*. Vol. 22, N° 9: 875-888.

Pozzobon, E. y Gutiérrez, J. (2003). "Utilización de un sistema de información geográfica para la selección y priorización de áreas a reforestar en los alrededores de la ciudad de Mérida, Venezuela". *Revista Forest Venezuela*. Vol. 47, N° 2: 61-72.

Prahalad, C.K. y Hamel, G. (1990). "The core competence of the corporation". *Harvard Business Review*. Vol. 90: 79-91.

Priem, R. L. y Butler, J. E. (2001). "Is the resource-based view a useful perspective for strategic management research?". *Academy of Management Review*. Vol. 26: 22-40.

Ramachandra, T. y Shruthi, B. (2005). "Wind energy potential mapping in Karnataka, India, using GIS". *Energy Conversion and Management*. Vol. 46: 1.561-1.578.

Ramachandra, T. y Shruthi, B. (2007). "Spatial mapping of renewable energy potential". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 11: 1.460-1.480.

Rao, H. (1994). "The social construction of reputation: Certification contest, legitimation, and the survival of organizations in the American automobile industry: 1895-1917". *Strategic Management Journal*. Vol. 15: 29-14.

Rao, M.; Sastry, S.V.C.; Yadar, P.D.; Kharod, K.; Pathan, S.K.; Dhinwa, P.S.; Majumdar, K.L.; Sampat Kumar, D.; Patkar, V.N. y Phatak, V.K. (1991). *A Weighted Index Model for Urban Suitability Assessment-a GIS Approach*. Bombay, Bombay Metropolitan Regional Development Authority.

Rapkin, D. y Strand, D. (1995). *Competitiveness: Useful Concept, Political Slogan or Dangerous Obsession? National Competitiveness in a Global Economy*. Londres, International Political Economy Yearbook.

Reed, R.; De Fillippi R.J. (1990). "Causal ambiguity, barriers to imitation, and sustainable competitive advantage". *Academy of Management Review*. Vol. 15, Nº 1: 88-102.

Reich, R. (1990). "Who is us?". *Harvard Business Review*. Vol. 68: 53-64.

Ricardo, D. (1821). *On the Principles of Political Economy and Taxation*. Londres, John Murray. Tercera edición.

Ring, P.S., Van de Ven, A.H. (1994). "Developmental processes of cooperative interorganizational relationships". *Academy of Management Review*. Vol. 19: 90-118.

Ripley, B.D. (1977). "Modelling spatial patterns". *Journal of the Royal Statistical Society B*. Vol. 39, Nº 2: 172-212.

Rodan, S. y Galunic, C. (2004). "More than network structure: How knowledge heterogeneity influences managerial performance and innovativeness". *Strategic Management Journal*. Vol. 25: 541-562.

Rogers, A. (1965). "A stochastic analysis of the spatial clustering of retail establishments". *Journal of the American Statistical Association*. Vol. 60: 1.094-1.102.

Rosenthal, S.S. y Strange, W.C. (2001). "The determinants of agglomeration". *Journal of Urban Economics*. Vol. 50, Nº 2: 191-229.

Rotmans, J. y Van Asselt, M.B.A. (2000). "Towards an integrated approach for sustainable city planning". *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*. Vol. 9, Nº 13: 110-124.

Rouse M.J. y Daellenbach U.S. (2002). "More thinking on research methods for the resource-based perspective". *Strategic Management Journal*. Vol. 23, Nº 10: 963-967.

Rubin P.H. (1973). "The expansion of firms". *Journal of Political Economy*. Vol. 84: 936-949.

Rumelt, R.P. (1991). "How much does industry matter?". *Strategic Management Journal*. Vol. 12: 167-185.

Russo M.V. y Fouts P.A. (1997). "A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability". *Academy of Management Journal*. Vol. 40, Nº 3: 534-559.

Saaty, T. (1977). "A scaling method for priorities in hierarchical structures". *Journal of Mathematical Psychology*. Nº 15: 234-281.

Sala-i-Martin, X.; Blanke, J.; Drzeniek, M.; Geiger, T.; Mia, I. y Paua, F. (2004). *The Global Competitiveness Index: Prioritizing the Economic Policy Agenda*. World Economic Forum.

Sánchez, A.; Melián, A. y García J. (2007). "Intellectual capital and sustainable development on islands: An application to the case of Gran Canaria". *Regional Studies*. Vol. 41, Nº 4: 473-487.

Santos, J.M. y García, F.J. (2003). "El Método dasimétrico-picnofiláctico: Un procedimiento para la desagregación de datos censales". Documento presentado en la IX Conferencia Iberoamericana de SIG, Cáceres, en línea, [http://geofocus.rediris.es/2011/Articulo5\\_2011.pdf](http://geofocus.rediris.es/2011/Articulo5_2011.pdf) [Fecha de consulta: 28 de agosto de 2011].

Santos, J.M. y García, F.J. (2008). *Análisis Estadístico de la Información Geográfica*. Madrid, Cuadernos de la UNED.

Schmitz, H. (1999). "Global competition and local cooperation: Success and failure in the Sinos Valley, Brazil". *World Development*. Vol. 27, Nº 9: 1.627-1.650.

Schulze, W.S. (1994). *Environmental and Organizational Determinants of Firm Conduct: A Test of Resource-Base Theory at the Business-Level*. UMI Dissertation Services.

Scitovsky, T. (1954). "Two concepts of external economies". *Journal of Political Economy*. Vol. 62: 143-151.

Scott, L. y Lloyd, W. (1999). *Spatial Analysis in a GIS Environment: Employment Patterns in Greater Los Angeles, 1980-1990*, en línea, <http://dhf.ddc.moph.go.th/abstract/s16.pdf> [Fecha de consulta: 28 de septiembre de 2010].

Segarra, A. y Callejón, M. (2002). "New firms' survival and market turbulence: New evidence from Spain". *Review of Industrial Organization*. Vol. 20: 1-14.

Sen, A. (1985). *Commodities and Capabilities*. Amsterdam, Elsevier Science.

Siggel, E. (2006). "International competitiveness and comparative advantage: A survey and a proposal for measurement". *Journal of Industry, Competition and Trade*. Vol. 6: 137-159.

Silva, I. (2005). "Desarrollo económico local y competitividad territorial en América Latina". *Revista Cepal*. Nº 85: 81-100.

Silverman, B. (1986). *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. Londres, Chapman and Hall.

Sirmon, D.G.; Hitt, M.A. y Ireland, R.D. (2007). "Managing firm resources in dynamic environments to create value: Looking inside the black box". *Academy of Management Review*. Vol. 32: 273-292.

Sledge, S. (2005). "Does Porter's diamond hold in the global automotive industry?". *Advances in Competitiveness Research*. Vol. 13, Nº 1: 22-32.

Smith, A. 1976 (1776). *An Inquiry Into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Chicago, University of Chicago Press.

Solar Heat Worldwide (2010). *Markets and Contribution to the Energy Supply 2008*, en línea, [http://www.iea-shc.org/publications/downloads/Solar\\_Heat\\_Worldwide-2010.pdf](http://www.iea-shc.org/publications/downloads/Solar_Heat_Worldwide-2010.pdf) [Fecha de consulta: octubre de 2010].

Srivastava, R.; Fahey, L. y Christensen, H.K. (2001). "The resource-based view and marketing: The role of market-based assets in gaining competitive advantage". *Journal of Management*. Vol. 27: 777-802.



Stalk, G.; Evans, P. y Shulman, L. (1992). "Competing on capabilities: The new rules of corporate strategy". *Harvard Business Review*. Nº 70: 57-69.

Steinle, W. J. (1992). "Regional competitiveness and the single market". *Regional Studies*. Vol. 26: 307-318.

Sternberg, R y Litzengerger, T. (2004). "Regional clusters in Germany-their geography and their relevance for entrepreneurial activities". *European Planning Studies*. Vol. 12, Nº 6: 767-791.

Storper M. (1995). "Competitiveness policy options; the technology-regions connection". *Growth and Change*. Spring: 285-308.

Storper, M. (1997). *The Regional World: Territorial Development in a Global Economy*. Nueva York, Guilford.

Strategor (1995). *Estrategia, Estructura, Decisión, Identidad*. Barcelona, Masson.

Tallman, S.; Jenkins, H.; Henry, J. y Pinch, S. (2004). "Knowledge, clusters and competitive advantage". *Academy of Management Review*. Vol. 29: 258-271.

Taylor, M. (2000). Communities in the lead: Power, organizational capacity and social capital. *Urban Studies*. Vol. 37: 1.019-1.035.

Teece, D.J. (2007). "Explicating dynamic capabilities: The nature and micro-foundations of (sustainable) enterprise performance". *Strategic Management Journal*. Vol. 28: 1.319-1.350.

Teece, D.J.; Pisano, G. y Shuen, A. (1997). "Dynamic capabilities and strategic management". *Strategic Management Journal*. Vol. 18: 509-533.

Tegou, L.; Polatidis, H. y Haralambopoulos, D. (2007). "Distributed generation with renewable energy systems: The spatial dimension for an autonomous grid". Documento presentado en *47th Conference of the European Regional Science Association*, Paris.

Tegou, L.; Polatidis, H y Haralambopoulos, D. (2009). "Wind turbines site selection on an isolated island". *Management of Natural Resources, Sustainable Development and Ecological Hazards*. Vol. 127: 313-324.

Tegou, L.; Polatidis, H y Haralambopoulos, D. (2010). "Environmental management framework for wind farm siting: Methodology and case study". *Journal of Environmental Management*. Vol. 91: 2.134-2.147.

Titze, M.; Brachert, M. y Kubis, A. (2011). "The identification of regional industrial clusters using qualitative input-output analysis (QIOA)". *Regional Studies*. Vol. 45, N° 1: 89-102.

Tobler, W. (1970). "A computer movie simulating urban growth in the Detroit region". *Economic Geography*. Vol. 46, N° 2: 234-240.

Tovar, J. (2011). "Competitiveness what for? Analysis of the relationship between competitiveness and human development in Mexico". *Revista del Centro Latinoamericano de Administración para el Desarrollo*. N° 51: 177-188.

Trenhaile A. S. (1971). "Drumlins: Their distribution, orientation and morphology". *Canadian Geographer*. N° 15: 113-26.

Trullén, J. (1992). "Eficacia productiva y cooperación entre empresas locales: La aproximación desde la teoría marshalliana del distrito industrial". *Economía Industrial*. N° 286: 37-41.

Trullén, J. y Callejón, M. (2008). "Las agrupaciones de empresas innovadoras". *Mediterráneo Económico*. N° 13: 459-479.

Tudela, M. y Molina, J. (2005). "Estudio de viabilidad ambiental para la localización de parques eólicos en un municipio de la región de Murcia". *Papeles de Geografía*. N° 41: 225-236.

Upton, G. y Fingleton, B. (1985). *Spatial Data Analysis by Example*. Chichester, John Wiley.

Venkataraman, S. (2004). "Regional transformation through technological entrepreneurship". *Journal of Business Venturing*. Vol. 19, N° 1: 153-167.

Vestergaard, J.; Branstrup, L. y Goddard, R.D. (2004). *Industry Formation and State Intervention: The Case of the Wind Turbine Industry in Denmark and the United States*, en línea, [http://www.hha.dk/man/cmsdocs/publications/windmill\\_paper2.pdf](http://www.hha.dk/man/cmsdocs/publications/windmill_paper2.pdf) [Fecha de consulta: 1 de julio de 2010].

Vizzari, M. (2011). "Spatial modelling of potential landscape quality". *Applied Geography*. Vol. 31: 108-118.

Voivontas, D.; Assimacopoulos, D.; Mourelatos, A. y Corominas, J. (1998). "Evaluation of renewable energy potential using a GIS decision support system". *Renewable Energy*. Vol. 13, N° 3: 333-344.

- Voogd, H** (1983). *Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning*. Londres, Pion.
- Wernerfelt, B.** (1984). "A resource-based view of the firm". *Strategic Management Journal*. Vol. 5: 171-180.
- Wernerfelt, B.** (1989). "From general resources to corporate strategy". *Journal of Genral Management*. Vol. 14: 4-12.
- West III, G.P. y Bamford, C.E.** (2005). "Creating a technology-based entrepreneurial economy: A resource based theory perspective". *Journal of Technology Transfer*. N° 30: 433-451.
- West III, G.P.; Bamford, C.E. y Marsden, J.W.** (2008). "Contrasting entrepreneurial economic development in emerging Latin American economies: Applications and extensions of resource-based theory". *Entrepreneurship Theory and Practice*. Vol. 32, N° 1: 15-36.
- Westwood, A.** (2004). "Ocean power. Wave and tidal energy review". *ReFocus*. Vol. 5, N° 5: 50-55.
- Wiginton, L.K.; Nguyen, H.T. y Pearce J.M.** (2010). "Quantifying rooftop solar photovoltaic potential for regional renewable energy policy". *Computers, Environment and Urban Systems*. Vol. 34: 345-357.
- Winter, S. G.** (2003). "Understanding dynamic capabilities". *Strategic Management Journal*. Vol. 24: 991-995.
- Wood, L. y Dragicevic, S.** (2007). "GIS-based multicriteria evaluation and fuzzy sets to identify priority sites for marine protection". *Biodiversity and Conservation*. Vol. 16, N° 9: 2.539-2.558.
- World Economic Forum (WEF)** (2011). *The Global Competitiveness Report 2011-2012*, en línea, [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GCR\\_Report\\_2011-12.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GCR_Report_2011-12.pdf) [Fecha de consulta: octubre de 2011].
- Wright, P. M.; Dunford, B. M. y Snell, S. A.** (2001). "Human resources and the resource-based view of the firm". *Journal of Management*. Vol. 27: 701-721.
- Wüstenhagen, R. y Bilharz, M.** (2006). "Green energy market development in Germany: Effective public policy and emerging customer demand". *Energy Policy*. Vol. 34, N° 13: 1.681-1.696.

Yue, C. y Wang, S. (2006). "GIS-based evaluation of multifarious local renewable energy sources: A case study of the Chigu area of Southwestern Taiwan". *Energy Policy*. Vol. 34: 730-742.

Yue, C. y Yang, M. (2009). "Exploring the potential of wind energy for a coastal state". *Energy Policy*. Vol. 37: 3.925-3.940.

Zhao, Z.; Hu, J. y Zuo, J. (2009). "Performance of wind power industry development in China: A diamond model study". *Renewable Energy*. Vol. 34: 2.883-2.891.

## ANEXOS

---

### ANEXO I. Cuestionario.



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA



Departamento de Economía  
y Dirección de Empresas

Muy Señor mío:

En el Departamento de Economía y Dirección de Empresas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, estamos realizando una investigación con el propósito de evaluar la competitividad territorial en el sector de las EE.RR.en Canarias. Con esta investigación esperamos contribuir, mediante el desarrollo de una metodología de análisis basada en los sistemas de información geográficos, al desarrollo de las EE.RR.en nuestras islas.

Debido a que la metodología de análisis que estamos desarrollando requiere de la visión y experiencia de los responsables de las empresas que desarrollan su actividad en el sector de las EE.RR.en Canarias, nos es necesario realizar un estudio empírico basado en el cuestionario que le adjuntamos para que sea cumplimentado personalmente por usted. Como podrá comprobar, es un cuestionario muy corto que requerirá de muy poco tiempo para su realización.

Por nuestra parte nos comprometemos a que la información que nos facilite será tratada exclusivamente para los fines de la investigación, garantizándole su **ESTRICTA CONFIDENCIALIDAD Y ANONIMATO**. Las conclusiones de la investigación se presentarán de forma agregada o resumida, sin que exista la posibilidad de poder identificar datos de las empresas participantes en el estudio.

Confiamos en que los resultados de esta investigación amplíen el conocimiento sobre los activos territoriales de Canarias y permitan mejorarlos aumentando las posibilidades de competitividad del sector de las EE.RR.en nuestra tierra.

Gustosamente le enviaremos un resumen de las conclusiones, si así lo desea. Así mismo, quedamos a su disposición para responder a cualquier duda o aclaración que le surja, bien por correo electrónico ([fsantana@dcegi.ulpgc.es](mailto:fsantana@dcegi.ulpgc.es)) o llamando por teléfono (928451950).

Le agradecemos de antemano su tiempo y colaboración, sin los cuales esta investigación no podría realizarse.

Atentamente:

Francisco Santana Sarmiento

Nº REFERENCIA:	FECHA REALIZACIÓN CUESTIONARIO: Haga clic aquí para escribir una fecha.
----------------	---

**PRESENTACIÓN DEL CUESTIONARIO**

*Este cuestionario se ha diseñado con el fin de recabar información sobre las empresas de energías renovables (EERR) que están localizadas en Canarias.*

*Por favor, conteste a todas las preguntas tratando de indicar cómo es la realidad de su empresa y no cómo piensa usted que debería ser de forma ideal. Así mismo, deseamos manifestarle que la información facilitada será tratada globalmente para los fines de la investigación, GARANTIZÁNDOLE SU TOTAL ANONIMATO. Le agradecemos su colaboración en este proyecto, sin la cual no nos sería posible lograr los objetivos propuestos.*

**DATOS DE LA EMPRESA**

NOMBRE DE LA EMPRESA: Haga clic aquí para escribir texto. (1)	PERSONA DE CONTACTO: Haga clic aquí para escribir texto. (2)
	E-mail: Haga clic aquí para escribir texto.
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA: Haga clic aquí para escribir texto. (3)	ISLA: Elija un elemento. (4)
AÑO DE FUNDACIÓN: Haga clic aquí para escribir texto. (5)	NÚMERO DE EMPLEADOS: Haga clic aquí para escribir texto. (6)

**CUESTIONARIO**

¿PODRÍA INDICAR EL NOMBRE DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR DE EERR CON LAS QUE SU EMPRESA ESTABLECE RELACIONES DE COMPRA/VENTA Y VALORAR EL GRADO DE IMPORTANCIA DE ESTA RELACIÓN ATENDIENDO A LA ESCALA PROPUESTA? (7)

NOMBRE DE LA EMPRESA	TIPO DE RELACIÓN	GRADO DE IMPORTANCIA DE LA RELACIÓN						
		Muy poco importante	1	2	3	4	5	Muy importante
Haga clic aquí para escribir texto.	Elija un elemento.							Elija un elemento.
Haga clic aquí para escribir texto.	Elija un elemento.							Elija un elemento.
Haga clic aquí para escribir texto.	Elija un elemento.							Elija un elemento.
Haga clic aquí para escribir texto.	Elija un elemento.							Elija un elemento.
Haga clic aquí para escribir texto.	Elija un elemento.							Elija un elemento.
Haga clic aquí para escribir texto.	Elija un elemento.							Elija un elemento.
Haga clic aquí para escribir texto.	Elija un elemento.							Elija un elemento.
Haga clic aquí para escribir texto.	Elija un elemento.							Elija un elemento.
Haga clic aquí para escribir texto.	Elija un elemento.							Elija un elemento.
Haga clic aquí para escribir texto.	Elija un elemento.							Elija un elemento.
Haga clic aquí para escribir texto.	Elija un elemento.							Elija un elemento.
Haga clic aquí para escribir texto.	Elija un elemento.							Elija un elemento.
Haga clic aquí para escribir texto.	Elija un elemento.							Elija un elemento.
Haga clic aquí para escribir texto.	Elija un elemento.							Elija un elemento.

A CONTINUACIÓN SE ENUMERA UN CONJUNTO DE AFIRMACIONES SOBRE EL TIPO DE RELACIÓN QUE PUEDE ESTABLECERSE ENTRE SU EMPRESA Y OTRAS EMPRESAS DEL SECTOR. POR FAVOR, DE LAS EMPRESAS QUE HA RESPONDIDO EN LA PREGUNTA ANTERIOR, PIENSE EN AQUELLAS CON LAS QUE EXISTE UNA RELACIÓN MÁS ESTRECHA E INDIQUE SU GRADO DE ACUERDO CON CADA UNA DE LAS AFIRMACIONES SIGUIENTES TENIENDO EN CUENTA LA ESCALA PROPUESTA (8)						
AFIRMACIONES	GRADO DE ACUERDO					Totalmente de acuerdo
	Totalmente en desacuerdo	1	2	3	4	
Frecuentemente nos reunimos con miembros de esas empresas de EERR para compartir recursos y nuevas ideas.	Elija un elemento.					
El número de intercambios de recursos con esas empresas de EERR es importante.	Elija un elemento.					
El número de intercambios de ideas con esas empresas de EERR es importante.	Elija un elemento.					
La mayor parte de las relaciones que establecemos con esas empresas de EERR se caracterizan por altos niveles de confianza.	Elija un elemento.					
Nuestra empresa tiene relaciones duraderas con esas empresas del sector de EERR.	Elija un elemento.					
Entre esas empresas con las que nos relacionamos existe diversidad en cuanto a tamaño, antigüedad, recursos complementarios a los nuestros, diferente nivel tecnológico, etc.	Elija un elemento.					
Nuestra empresa acepta fácilmente que se incorporen nuevas empresas en el sector e incluso de diferentes tecnologías a las que utilizamos en EERR.	Elija un elemento.					
En general, mantenemos vínculos con empresas de otros sectores de actividad distintos al de EERR	Elija un elemento.					
¿PODRÍA VALORAR EL NIVEL DE IMPLICACIÓN DE LAS INSTITUCIONES PÚBLICAS CON EL DESARROLLO DEL SECTOR DE EERR?						
	VALORACIÓN					Muy eficaz
	Muy poco eficaz	1	2	3	4	
VALORE EL NIVEL DE EFICACIA EN LA GESTIÓN DEL SECTOR DE EERR POR PARTE DE LOS ORGANISMOS PÚBLICOS (9)	Elija un elemento.					
VALORE EL NIVEL DE EFICACIA EN LA PROMOCIÓN DEL SECTOR DE EERR POR PARTE DE LOS ORGANISMOS PÚBLICOS (10)	Elija un elemento.					
VALORE EL NIVEL DE COORDINACIÓN DE LOS ORGANISMOS PÚBLICOS CON LAS EMPRESAS DEL SECTOR DE EERR (11)	Elija un elemento.					

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

Fuente: Elaboración propia.



## ANEXO II. Relación de expertos entrevistados.

Nombre	Organización	Especialidad
Andrés de Araujo, Flora	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.	Astronomía y Geodesia.
Caballero Roig, Fernando	Agrupación Empresarial Innovadora de EE.RR. de Canarias.	<i>Cluster</i> empresarial.
Fernández Negrín, Emilio	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.	Usos del suelo.
González Artiles, Francisco	Cabildo de Gran Canaria.	Espacios protegidos.
Hernández González, Sinda	Gobierno de Canarias.	Energía eólica y solar fotovoltaica.
Martín Betancor, Moisés	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.	Infraestructuras de datos espaciales y sistemas de información geográfica.
Pulido Alonso, Antonio	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.	Energía eólica y solar fotovoltaica.
Suárez García, Salvador	Instituto Tecnológico de Canarias.	Energía eólica y solar fotovoltaica.
Suárez Rocha, Pablo	Cartográfica de Canarias, S.A.	Geoinformación.
Velázquez Medina, Sergio	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.	Energía eólica y solar fotovoltaica.

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO III. Relación de fuentes de información secundaria consultadas.

Información	Documento	Organización
Delimitación de superficies limitadoras de obstáculos para las aeronaves.	Diseño y operaciones de aeródromos.	<i>International Civil Aviation Organization</i>
Distancia de restricción a barrancos.	Decreto 86/2002.	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
Distancia de restricción a carreteras.	Decreto 131/1995.	Consejería de Obras Públicas, Transportes y Política Territorial del Gobierno de Canarias.
Distancia de restricción a espacios protegidos.	Orden de 27 de abril de 2007.	Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias.
Distancia de restricción a límite marítimo-terrestre.	Real Decreto 1471/1989.	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
Distancia de restricción a zonas militares.	Ley Orgánica 5/2005.	Ministerio de Defensa
Energía eléctrica puesta en red, horas equivalentes, reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> y dependencia energética en Canarias.	Estadísticas Energéticas en Canarias 2008.	Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias.
Nivel de educación de la población de Gran Canaria y Tenerife.	Encuesta de ingresos y condiciones de vida de los hogares canarios.	ISTAC
Nº de alumnos matriculados en carreras técnicas en la ULL.	Memoria académica de la ULL.	ULL
Nº de alumnos matriculados en carreras técnicas en la ULPGC.	ULPGC en cifras.	ULPGC
Nº de hogares que separan residuos en Gran Canaria y Tenerife.	Generación de desechos producto de la actividad humana	ISTAC
Nº de patentes relacionadas con las EE.RR. registradas en Gran Canaria y Tenerife.	Relación de solicitudes de invenciones publicadas de Canarias.	Oficina Española de Patentes y Marcas.
Nº de proyectos fin de carrera relacionados con las EE.RR. presentados en la ULL.	Documentación interna.	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial.
Nº de proyectos fin de carrera relacionados con las EE.RR. presentados en la ULPGC.	Documentación interna.	Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles.
Nº de tesis, proyectos de investigación y artículos relacionados con las EE.RR. presentados en la ULPGC.	Memorias académicas y de investigación de la ULPGC.	ULPGC

Información	Documento	Organización
Nº de tesis, proyectos de investigación y artículos relacionados con las EE.RR. presentados en la ULL.	Memorias académicas y de investigación de la ULL.	ULL
Procedimiento administrativo para la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.	Decreto 141/2009.	Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias.
Regulación de la instalación y explotación de los parques eólicos en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias.	Decreto 32/2006.	Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias.
Número de empleados en las islas de Gran Canaria y Tenerife.	Número de empleados en las empresas de Gran Canaria y Tenerife.	SABI

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO IV. Relación de fuentes de geoinformación consultadas.

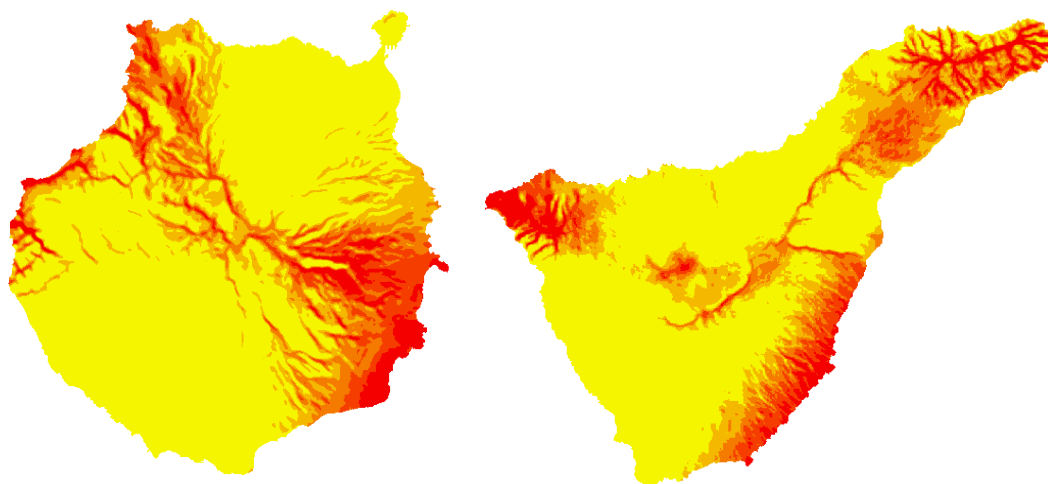
Nombre	Organización	DIRECCIÓN URL
Dirección General del Catastro.	Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas	<a href="http://www.catastro.meh.es/">http://www.catastro.meh.es/</a>
Mapa temático de ocupación del suelo.	Cartográfica de Canarias, S.A.	<a href="http://tiendavirtual.grafcan.es/index.jsf">http://tiendavirtual.grafcan.es/index.jsf</a> .
Mapa Topográfico 1:5.000.	Cartográfica de Canarias, S.A.	<a href="http://tiendavirtual.grafcan.es/index.jsf">http://tiendavirtual.grafcan.es/index.jsf</a> .
Modelo Digital del Terreno.	Cartográfica de Canarias, S.A.	<a href="http://tiendavirtual.grafcan.es/index.jsf">http://tiendavirtual.grafcan.es/index.jsf</a> .
PIOT de Gran Canaria.	Cabildo de Gran Canaria.	<a href="http://planesterritoriales.idegrancanaria.es/">http://planesterritoriales.idegrancanaria.es/</a>
PIOT de Tenerife.	Cabildo de Tenerife.	<a href="http://www.tenerife.es/planes/PIOT/PIOTindex.htm">http://www.tenerife.es/planes/PIOT/PIOTindex.htm</a>
Recurso Eólico de Canarias.	Instituto Tecnológico de Canarias	<a href="http://www.itccanarias.org/recursoeolico/island_cells/index.html">http://www.itccanarias.org/recursoeolico/island_cells/index.html</a> .
Red canaria de espacios naturales protegidos.	Consejería de Obras Públicas, Transportes y Política Territorial del Gobierno de Canarias.	<a href="http://www.gobcan.es/cmayerot/espaciosnaturales/informacion/quees">http://www.gobcan.es/cmayerot/espaciosnaturales/informacion/quees</a> .
Zonas de especial protección para las aves.	Consejería de Obras Públicas, Transportes y Política Territorial del Gobierno de Canarias.	<a href="http://www.idecan.grafcan.es/idecan/es/portal/catalogo-de-servicios.html">http://www.idecan.grafcan.es/idecan/es/portal/catalogo-de-servicios.html</a>
Zonas especiales de conservación.	Consejería de Obras Públicas, Transportes y Política Territorial del Gobierno de Canarias.	<a href="http://www.gobcan.es/cmayerot/descargas/conservacion_zec_natura2000.html">http://www.gobcan.es/cmayerot/descargas/conservacion_zec_natura2000.html</a>

Fuente: Elaboración propia.

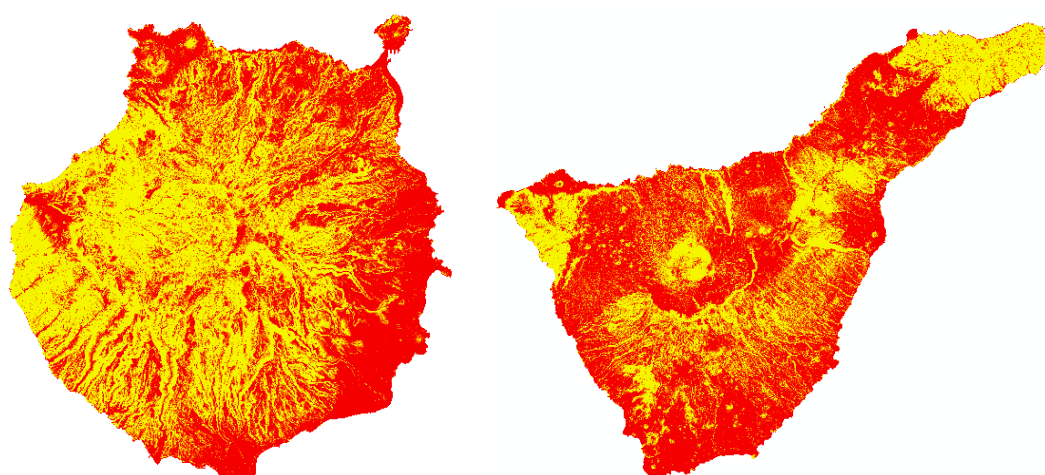
## ANEXO V. Mapas de los factores del recurso territorial eólico teórico.

Nivel de adecuación	Valores estandarizados	Leyenda
Pobre	0,0 - 0,2	 <p>Pobre Poco adecuado Adecuado Muy adecuado Excelente</p>
Poco adecuado	0,2 - 0,4	
Adecuado	0,4 - 0,6	
Muy adecuado	0,6 - 0,8	
Excelente	0,8 - 1,0	

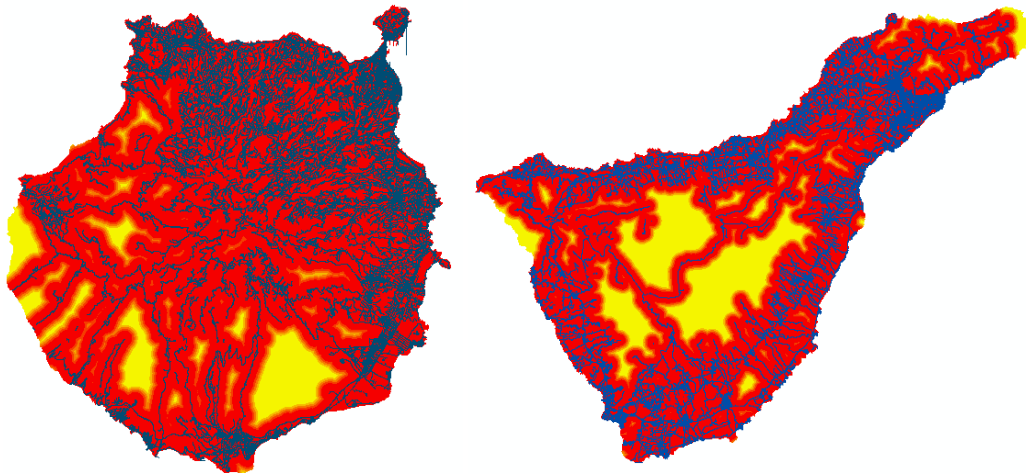
Velocidad del viento



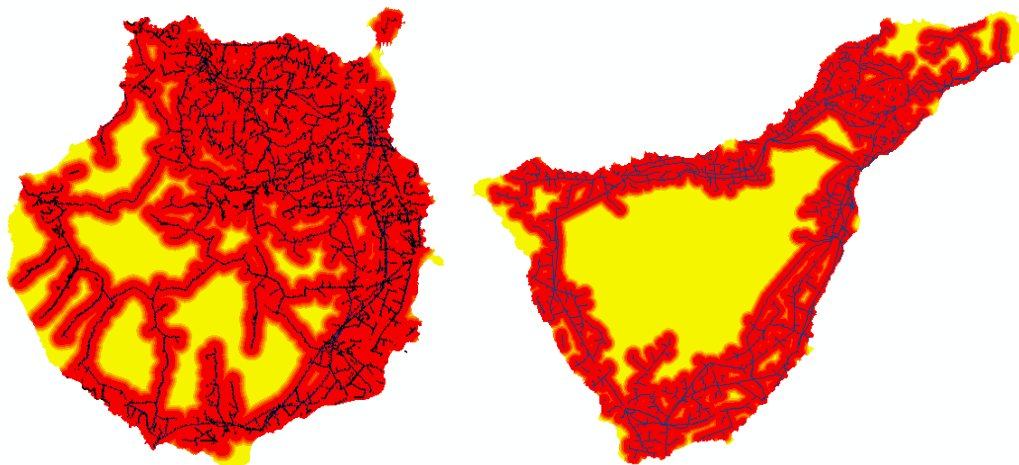
Pendiente del terreno



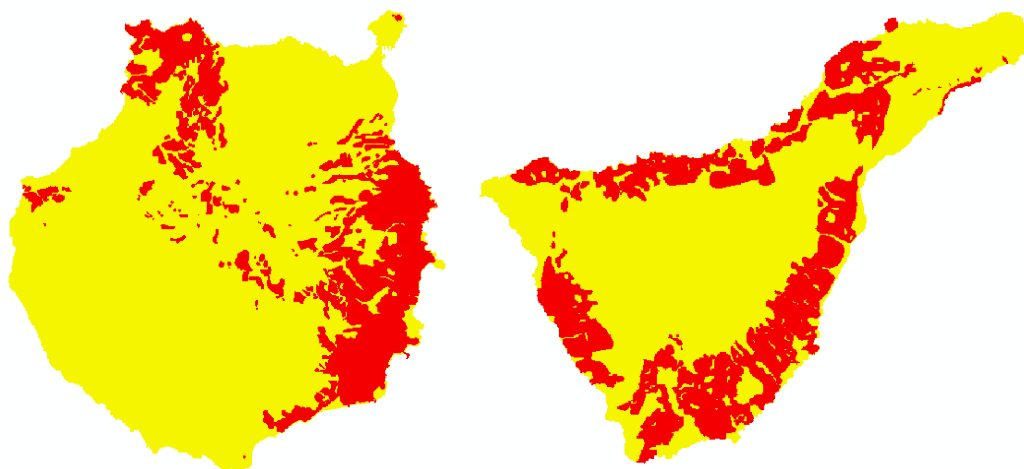
Red de comunicaciones



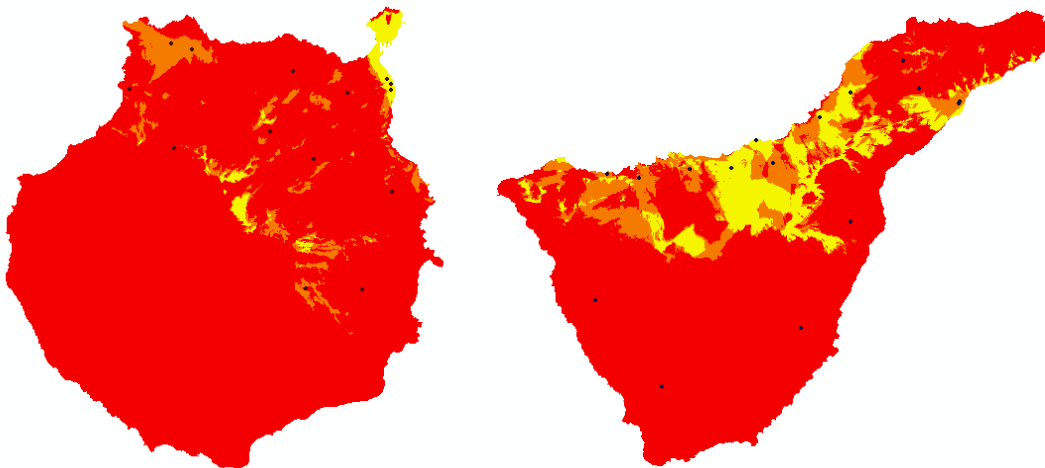
Red eléctrica aérea



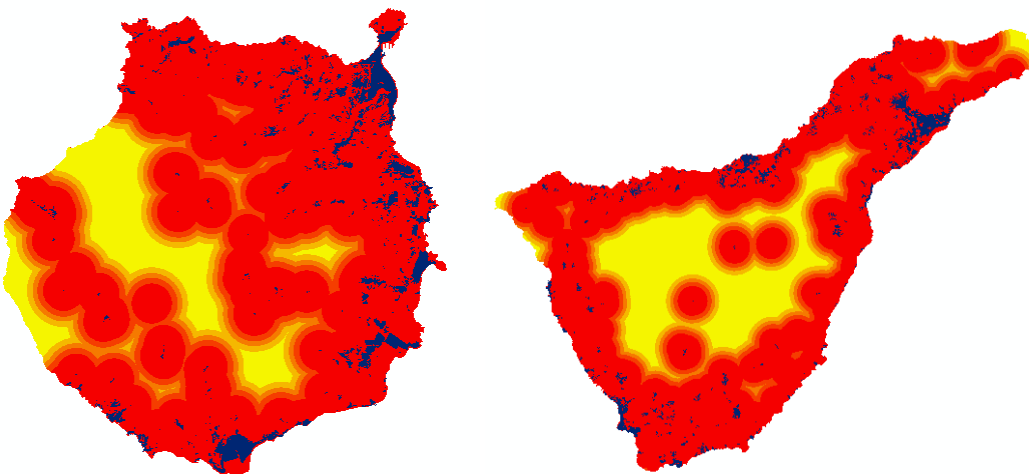
Suelo disponible



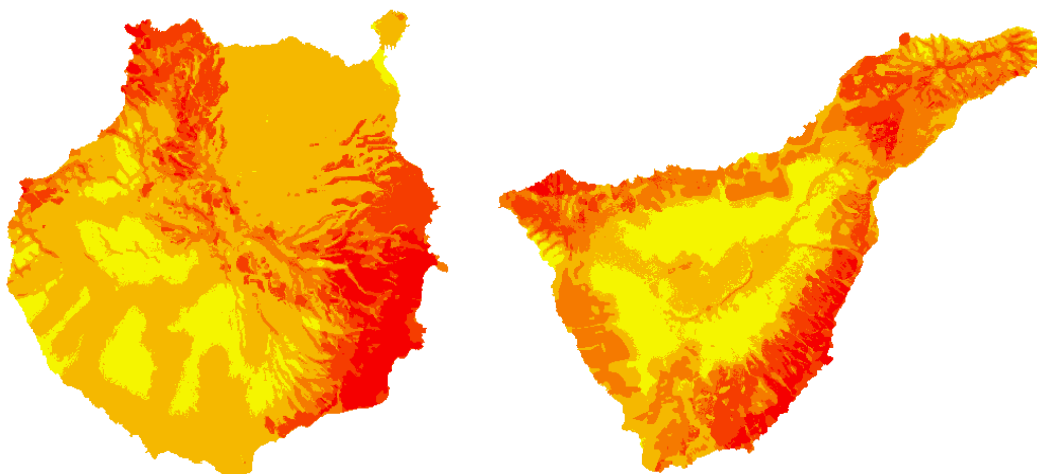
Impacto visual



Núcleos de población



**RECURSO TERRITORIAL EÓLICO TEÓRICO**

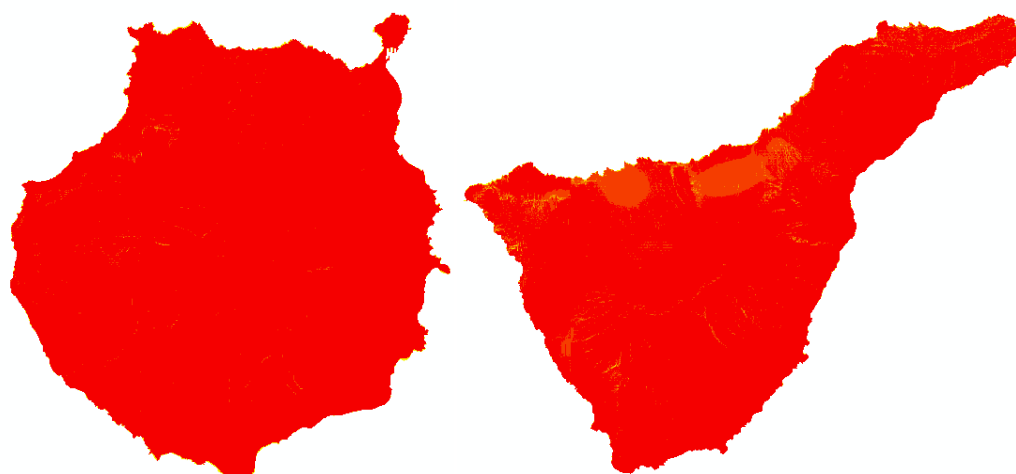




## ANEXO VI. Mapas de los factores del recurso territorial fotovoltaico teórico<sup>165</sup>.

Nivel de adecuación	Valores estandarizados	Leyenda
Pobre	0,0 - 0,2	
Poco adecuado	0,2 - 0,4	
Adecuado	0,4 - 0,6	
Muy adecuado	0,6 - 0,8	
Excelente	0,8 - 1,0	

Radiación solar

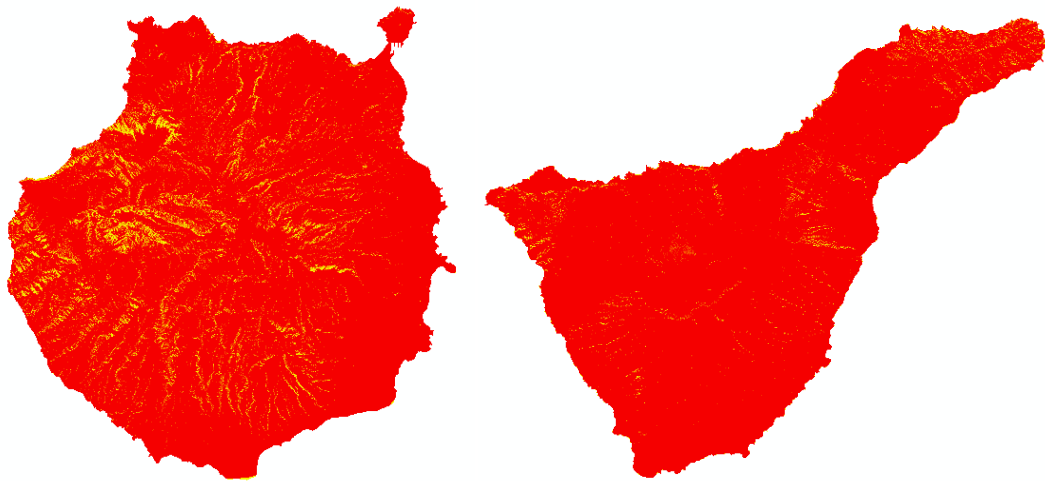


Temperatura

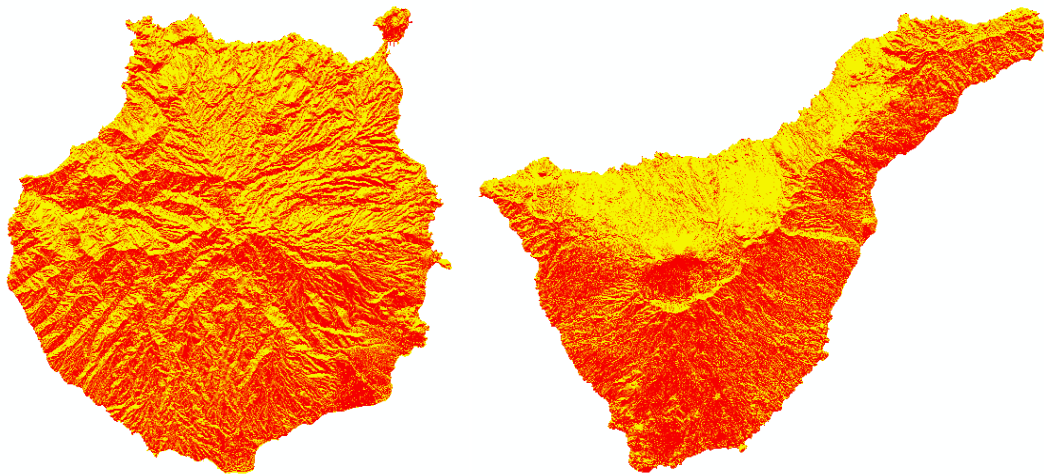


<sup>165</sup> Los factores de red de comunicaciones, red eléctrica y núcleos de población son los mismos que el recurso eólico.

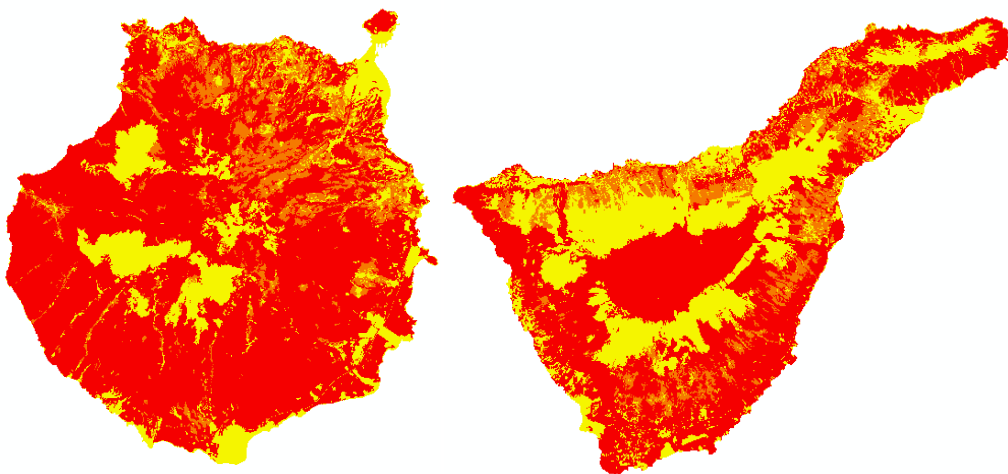
Sombra



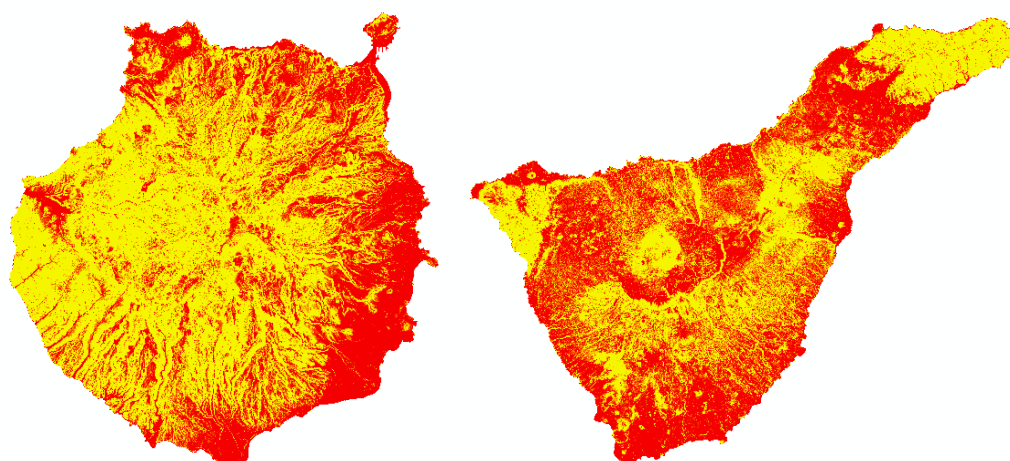
Orientación



Uso del suelo



Pendiente del terreno



RECURSO TERRITORIAL SOLAR FOTOVOLTAICO TEÓRICO

