

TERRENOS AGRÍCOLAS Y ENERGÍA RENOVABLE: CASO DE ESTUDIO PATTERN ENERGY INC. EN SANTA ISABEL¹

David Sotomayor Ramírez, PhD; CPSSc²

Robinson Rodríguez Pérez, PhD³

Ian Pagán Roig, MSc⁴

Resumen

En Puerto Rico entre los meses de julio y diciembre de 2010, se crearon leyes y se emitieron órdenes ejecutivas para crear procesos expeditos para el desarrollo de proyectos de energía renovable, crear un estado de emergencia energético, y permitir la instalación y operación de sistemas de energía eólica en terrenos de alto valor agrícola. Uno de esos proyectos fue el parque de energía eólica en Santa Isabel. Individuos, grupos y organizaciones preocupadas por el impacto que tendría el proyecto energético sobre las actividades agrícolas en la zona reaccionaron al proyecto propuesto culminando con la creación del Frente de Rescate Agrícola (FRA). Los promotores del proyecto aseguraban que este no impactaría los recursos naturales y la agricultura de la zona y que se reduciría el costo energético. Hoy día, los 44 aerogeneradores que ocupan el paisaje en sobre 3,500 cuerdas en Santa Isabel epitomizan la carencia de reconocimiento del valor agrícola de la zona. No ha ocurrido una reducción en el costo energético y la generación de empleos ha sido insignificante. Los aerogeneradores han transformado el paisaje agrícola en uno industrial, han impactado negativamente cientos de cuerdas de terreno agrícola de la más alta productividad y se desconoce cuál ha sido la magnitud del impacto sobre otros recursos y sobre los cientos de obreros agrícolas que laboran a diario bajo las turbinas de los aerogeneradores. Este artículo tiene como objetivo describir la participación ciudadana en el proceso de aprobación del proyecto, la forma en que el proyecto fue implementado y las implicaciones del parque eólico para la actividad agrícola de la zona. Coincidimos que deben existir formas alternas de generar energía enfatizando la renovable, pero que estos proyectos no pueden ocurrir a expensas de la seguridad alimentaria del país.

Palabras clave: terrenos agrícolas, turbinas eólicas, participación ciudadana, energía renovable.

Abstract

In Puerto Rico between the months of July and December 2010, laws and executive orders were created to expedite renewable energy projects, create an emergency state, and permit the installation of wind energy projects in high-valued agricultural areas of Puerto Rico. One of these projects was the Santa Isabel Wind Farm. Individuals, groups, and organizations preoccupied with the impact that the project would have on agricultural activities in the area reacted by organizing and creating Frente de Rescate Agrícola (FRA). The promoters of the project assured that the project would not impact the natural resources nor the agricultural activities of the zone, and that the consumer energy cost would be lowered. To date, 44 wind turbines occupy a 3,500 cuerdas of agricultural lands in Santa Isabel, and epitomizes the lack of recognition for the value of agricultural lands in Puerto Rico. To date, there has not been a reduction in the consumer energy cost and the job generation has been insignificant. The wind turbines have transformed the landscape into an industrial one and hundredths of high-valued agricultural lands, and the impact on other natural resources and on agricultural field workers that work under the turbines. This article will describe the citizen participation in the process of approving the project, its fast-track implementation and implications on the agricultural activities of the area. We concur that there must be alternate renewable energy sources, but these projects cannot occur at the expense of the food security of the country.

Keywords: agricultural land area, wind turbines, citizen participation, renewable energy.

1. Introducción

El petróleo es la fuente principal de energía en los países de la Cuenca del Caribe. Para el 2012 en Puerto Rico, el petróleo aportó cerca del 70% del consumo energético (PREPA, 2013). Históricamente, el precio mundial del petróleo ha fluctuado grandemente, con tendencias alcistas entre 1999 y 2008 y luego entre 2010 y 2014 (InvestmentMine, 2015). Los precios del mercado del crudo y los de venta de energía al consumidor han estado interrelacionados. A consecuencia de los altos costos del petróleo, las tarifas energéticas que pagan los países del Caribe son altas, fluctuando entre \$0.20 y \$0.50/kWh, y entre \$0.12 y \$0.29/kWh en Puerto Rico (en el periodo entre 2004 a 2009) (PREPA, 2010; AEE; 2015). Stokes (2015) reporta que

algunos países del Caribe gastan hasta un 10% del producto interno bruto anual en gastos y desembolsos en el importe de petróleo para producir energía.

En el mundo, la creciente preocupación por los altos costos de la energía, la concienciación ambiental, el reconocimiento del cambio climático, y la inseguridad de abastos de energía han sido factores a favor de buscar fuentes alternativas de energía al petróleo. En el contexto del Caribe, se le puede añadir la ausencia de interconexiones transfronterizas y de grandes reservas del petróleo. La administración del presidente de EEUU, Barack Obama, ha impulsado una reforma agresiva a la política energética de EEUU que incluye la reducción de emisiones de bióxido de carbono y el desarrollo de energía renovable y sostenible (también conocido como energía verde)⁵. Dicha política se ha implementado a través de varios tipos de incentivos a los impuestos (Saidur, Islam, Rahim, & Solangi, 2010; USDOE, 2013b), muchos de los cuales se han establecido en Puerto Rico (PREPA, 2013). Igualmente, órdenes ejecutivas firmadas por el Gobernador en 2010 y 2011 (OE 2010-034, OE 2011-013) enfatizan la necesidad de impulsar fuentes alternativas de energía y a “declarar un estado de emergencia en cuanto a la infraestructura de generación energética que use fuentes alternativas a los combustibles derivados del petróleo” (LPRA 82, 2010).

Las fuentes alternativas asociadas a energía renovable verde son biocombustibles, biomasa, luz solar, viento e hidrotermal. Entre estas, la energía eólica ha logrado jugar un rol protagónico en la nueva economía de la energía mundial siendo un 4% del consumo global de energía (WWEA, 2014). En EEUU y Europa la energía eólica es la fuente de energía alternativa con la mayor tasa de crecimiento (EWEA, 2013). En EEUU, en el 2013, el consumo total de energía fue de 28.5 x 106 GWh; la energía renovable aportó 9.6% y la aportación de la energía eólica fue de 1.6% (USDOE, 2013a; USDOE, 2015a). En el 2014, los principales países con mayor capacidad de producción de energía eólica fueron China, EEUU, Alemania y España (USDOE, 2015b). A pesar de las tendencias en la producción mundial de energía eólica, los países de Latinoamérica y el Caribe⁶ (con una extensión de 22 millones de kilómetros cuadrados y 577 millones de habitantes) aportan menos del 10% de la totalidad de la energía eólica global (CEPAL, 2004; Asturias Ozaeta, 2010).

La industria eólica internacional ha madurado y continúa expandiéndose impulsada por factores económicos, ambientales y sociales. En ese sentido, existe una percepción generalizada de que, entre las energías renovables, la eólica tiene el menor impacto sobre el ambiente. Con la proliferación de parques eólicos, más personas

opinan que la energía eólica es una fuente alterna de energía, y aporta a posibles soluciones a la actual situación energética mundial. Estudios demuestran que inicialmente hay gran simpatía y las reacciones son por lo general muy positivas debido a que lo que se perciben son: bajos costos de producción de energía y amigabilidad ambiental, debido a que no hay gastos asociados a combustibles fósiles y hay menor emisiones de gases de invernadero (Tabassum-Abbasi, Abbasi, & Abbasi, 2014). Sin embargo, con el incremento en la proliferación de parques eólicos, se ha generado más información sobre los impactos adversos (Saidur, Rahim, Islam, & Solangi; Leung & Yang, 2012; Dai, Bergot, Liang, Xiang, & Huang, 2015). Más y más personas se han concientizado sobre los efectos ambientales, algunos de los cuales pueden ser de carácter perceptivo o de carácter real. No obstante, estos impactos son casi siempre minimizados por la industria y por algunos gobiernos que buscan implantar los proyectos con el mínimo de obstáculos posibles.

Hay numerosos estudios que documentan los efectos de la instalación y operación de turbinas eólicas sobre el impacto visual del paisaje (Tsoutsos, Tsouchlaraki, Tsiropoulos, & Serpetsidakis, 2009; Mirasgedis, Tourkolias, Tzoyla, & Diakoulaki, 2014), ruido (Magoha, 2002; Saidur et al., 2011), mortandad de pájaros y murciélagos (Marques et al., 2014), temperatura localizada (Walsh-Thomas, Cervone, Agouris, & Manca, 2012), y recientemente sobre el uso de terrenos y el área que ocupan (Christie y Bradley, 2012). Cada vez hay mayor preocupación sobre el efecto de las turbinas eólicas sobre el medio ambiente (Magoha, 2002; Saidur et al. 2011; Tabasum-Abbasi et al. 2014). Pero en términos generales, las preocupaciones u oposición provienen de personas que viven cerca o realizan sus actividades cerca de las turbinas o que evalúan el problema desde una perspectiva científica (Jacquet, 2012; Groth & Vogt, 2014). Las preocupaciones muchas veces son minimizadas con el pretexto de que “La energía eólica está fácilmente disponible en el entorno, sobre todo porque es una fuente de energía sostenible, previsible y limpia. ...los beneficios de la energía eólica superan con creces el impacto medioambiental derivado de la producción, transporte, instalación, mantenimiento y desmontaje final de los aerogeneradores” (AAE, 2010).

Es común que las oposiciones se centren en el efecto de las turbinas sobre el paisaje y uno de los factores que influye sobre la opinión es el apego y el grado de afinidad que tienen los individuos con ciertos lugares considerados patrimoniales (Lombard & Ferreira, 2014). En algunos países, la participación directa del público en

proyectos de energía eólica ha ayudado a fomentar la aceptación (Groth & Vogt, 2014), pero quienes han dirigido los esfuerzos de participación ciudadana han sido los promotores de los proyectos. Kerr (2010) argumenta que la generación de energía con viento tiene sus limitaciones ya que es intermitente (variando en forma diurna y entre los días), no se puede almacenar, y produce una reducida cantidad de energía por unidad de área de terreno. Por ejemplo, se estima que la generación de energía por quema de carbón, gas natural, y viento es de 0.2, 2.55 y 0.01 MW/ha, respectivamente (Cho, 2010). Kintsch (2010) plantea que para que EEUU pueda cumplir con la meta propuesta de que el 20% de la energía provenga del viento se necesitarían 5.65×10^6 ha adicionales a lo que hay actualmente.

Otros aspectos que han motivado la reflexión sobre la energía eólica lo son el alto costo de los proyectos de energía eólica -que algunos perciben como un desmedido lucro de los inversionistas a expensas de los contribuyentes- y la incapacidad de muchos de estos proyectos a cumplir con las metas de producción energética (Kaygusuz, 2012; Dai et al., 2015). Por ejemplo, los asuntos antes mencionados han impulsado al Reino Unido a reevaluar su política de créditos y subsidios a las corporaciones gestoras de estos proyectos, y a la cancelación de los principales proyectos de generación eólica (Regen, 2013; Wind Action, 2014). Esta preocupación es expresada por Margaret Hodge, presidenta del Comité de Finanzas Públicas del Parlamento Inglés, que declaró:

By committing so much funding up front, the Department of Energy has limited its options for future investments. I am also frustrated that, despite the huge consumer subsidy that has gone into supporting these projects [Aeolic energy], the department has failed to put in place any arrangements to recoup consumers' money if providers make bigger-than-expected profits from these projects. Private providers must not be allowed to make excessive profits at the expense of consumers and taxpayers. (E & E, 2014).

Para realizar un avalúo sobre el posible impacto de la energía eólica, hay que hacer una diferenciación entre aspectos que afectan la percepción (el comportamiento humano), y aquellos aspectos que afectan la ecología y la agricultura. En este trabajo se enfatizarán los efectos que tienen los parques industriales eólicos sobre la agricultura y actividades relacionadas dentro y en el entorno de los parques. Frecuentemente se recuerda en la prensa popular que la actividad eólica y la agricultura son perfectamente compatibles y que agricultores que arriendan parte de sus terrenos pueden continuar

sembrando hasta la base de las torres y obtener ingresos adicionales por el arrendamiento. En este artículo revisamos la hipótesis de que la relación entre energía eólica en parques industriales y agricultura es positiva, usando como caso de estudio el primer proyecto industrial de Puerto Rico instalado entre el periodo de 2011 al 2013, Finca de Vientos Pattern Energy Inc., y la situación única de Puerto Rico y su seguridad alimentaria que incluye tener una alta densidad poblacional, una baja contribución relativa de productos agrícolas locales al consumo total, y un área limitada de terrenos agrícolas de alta fertilidad y productividad. Este artículo tiene como objetivo describir la participación ciudadana en el proceso de aprobación del proyecto, la forma en que el proyecto fue implementado y las implicaciones del parque eólico para la actividad agrícola de la zona.

2. Historia del proyecto de Pattern Energy Inc.

El 13 de octubre 2011, el gobernador Luis Fortuño anunció el comienzo de la construcción de lo que aseguró sería el proyecto de producción de energía eólica más grande de Puerto Rico y del Caribe. Las turbinas se ubicarían en terrenos de la Autoridad de Tierras que estaban arrendadas para la producción de cosechas agrícolas. Pattern Energy suscribió un acuerdo de compra y venta de energía con la Autoridad de Energía Eléctrica para suplir energía renovable a Puerto Rico por los próximos 20 años.

La Finca de Vientos de Santa Isabel fue impulsada por el gobierno para promover una serie de proyectos de generación de energía renovable a gran escala (LPRA 82, 2010; LPRA 83, 2010). Para esto, se puso en marcha la maquinaria gubernamental para facilitar de forma expedita la otorgación de permisos y la construcción de estos proyectos modificando reglamentos. Por ejemplo, se redujo la distancia mínima entre una turbina eólica y una estructura ocupada⁸. El mismo día de la aprobación de la Ley 82, el gobernador Fortuño, mediante orden ejecutiva, declaró un estado de emergencia energética en el país y dispensaba a las agencias de cumplir procedimientos establecidos ordinarios respecto a los permisos y endosos correspondientes a proyectos de energía renovable para facilitarlos de una forma expedita. Por disposiciones de ley, las declaraciones de emergencia no pueden tener una vigencia mayor de 6 meses, pero se aprobó una ley para extender dichos estatutos (LPRA 32, 2011). Las nuevas leyes y reglamentos permitieron la rápida aprobación de otros proyectos muy controversiales en el país, considerados como proyectos de “energía alterna”. Por ejemplo, los proyectos del Gasoducto del Norte, el Incinerador de Arecibo y la Finca de Vientos de Santa Isabel fueron

todos aprobados el mismo día (30 de noviembre del 2010). Este proceso apresurado limitó sustancialmente el proceder responsable de la participación ciudadana en el proyecto de la construcción del parque eólico en Santa Isabel .

Es importante resaltar los aspectos más relevantes relacionados al proyecto eólico y su aportación al asunto energético en Puerto Rico. Para los años 2010 a 2013 el promedio de producción de energía fue de 21,602,794 MWh (coeficiente de variación de 3.19%) (PREPA, 2013). En el año fiscal 2013 la aportación de energía renovable (distribuida entre cuatro proyectos principales) fue de 234,440 MWh lo que equivale a un 1.12% de la generación total⁹. El proyecto eólico de Pattern Inc. comenzó operaciones en octubre 2012. Para el año fiscal 2013, la generación de energía del proyecto de Pattern fue de 134,263 MWh lo que equivale a un 0.62% de la totalidad de generación de energía en Puerto Rico¹⁰. Para el 2013, la AEE había firmado sobre 60 acuerdos de compra de energía renovable para una capacidad total de 1,660 MW (PREPA, 2013). Esta cantidad incluye 382.9 MW distribuidos entre 10 proyectos de energía eólica, de los cuales, aunque hay contratos adjudicados, no todos están en funcionamiento (PREPA, 2013; AEE, 2015). En diciembre de 2014 el costo de producción de energía basado en el costo de combustible fue de \$0.14/kWh (PREPA, 2014). Para la misma fecha, el costo de producción de energía eólica se pagó a \$0.15/kWh. Esto indica que el costo de producir energía con fuente eólica fue mayor que el costo de producir energía basada en combustible.

3. Participación ciudadana en el proceso de aprobación del proyecto

Para el año 2011, Puerto Rico se encontraba en una coyuntura histórica particular en que por primera vez proyectos industriales de producción de energía renovable estaban propuestos en terrenos agrícolas. En algunos casos estos proyectos se construirían en terrenos agrícolas de alto valor, enclavados dentro de reservas agrícolas declaradas por Ley. Entre los proyectos se contemplaba la construcción de parques solares, complejos eólicos y la construcción de un gasoducto. Al momento de escribir este artículo, muchos proyectos están en suspenso; entendemos que estos casos amenazaban la integridad agrícola de cientos de cuerdas que sumadas podrían convertirse en la transformación de miles de cuerdas de terrenos agrícola de alto valor, muchos de ellos ya reservados para uso agrícola y administrados por la Autoridad de Tierras del Departamento de Agricultura de Puerto Rico.

Diversas organizaciones estudiantiles, comunitarias y profesionales coincidieron en sus reclamos y propuestas por la falta de transparencia, la participación ciudadana limitada y la planificación y ejecución cuestionable en el diseño y ejecución de estos proyectos. En el contexto de este escenario y liderado por estudiantes del Colegio de Ciencias Agrícolas del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico (UPR-RUM), se llevó a cabo un proceso educativo para exponer sobre las implicaciones de la construcción de proyectos de energía verde sobre los terrenos agrícolas y su relación con la seguridad alimentaria de Puerto Rico. Como parte de este proceso, en octubre de 2011, en el Recinto Universitario de Mayagüez de la UPR, se realizó un foro auspiciado por la Asociación de Especialistas del Servicio de Extensión Agrícola titulado: “Estrategias Agrícolas para Garantizar la Seguridad Alimentaria ante el Cambio Climático” donde la Asociación de Estudiantes Agricultores (AEA) del RUM organizó un panel sobre la pérdida histórica de tierras agrícolas. Este foro también tuvo la intención de hacer coincidir a las diversas organizaciones que tenían reclamos similares por la integridad de las tierras agrícolas que se encontraban bajo la amenaza de proyectos de energía renovable en diversos puntos de la isla. Como resultado de este foro y coordinado por la AEA, se creó una organización de base estudiantil universitaria y multisectorial conocida como el Frente de Rescate Agrícola (FRA).

El FRA delimitó un plan estratégico general para concienciar sobre la importancia de la preservación de los terrenos agrícolas, para garantizar la seguridad alimentaria y promover la agricultura como actividad económica y modo de vida digno. Como parte de esta meta, el FRA estableció como objetivo primordial, identificar y hacer un inventario de terrenos de alto valor agrícola que se encontraran amenazados. Basado en el inventario levantado y otros factores tales como la magnitud del proyecto, la alta calidad de las tierras sobre las cuales se realizaría el proyecto, lo atropellado del proceso de aprobación y la permisología, y lo adelantado de las obras de construcción, se determinó atender con prioridad el caso de la construcción del parque eólico sobre tierras agrícolas de Santa Isabel. Una vez se dio a conocer públicamente el impacto de la construcción, y se logró un conocimiento más claro del proyecto, las vistas públicas ya habían transcurrido. No obstante, durante las vistas públicas del proyecto, organizaciones tales como el Colegio de Agrónomos de Puerto Rico, el Distrito Sur del Colegio de Agrónomos, la Asociación de Agricultores de Puerto Rico y profesores de la Universidad de Puerto Rico en su carácter profesional presentaron sus preocupaciones sobre los posibles riesgos del complejo eólico sobre el patrimonio agrícola

de Santa Isabel y la calidad de vida de las comunidades circundantes. En el caso de los agricultores, los contratos de arrendamiento con la Autoridad de Tierras fueron enmendados para permitir turbinas eólicas en los alrededores de sus siembras, y pasaron de ser arrendadores primarios a arrendadores terciarios. Entendemos que los agricultores de Santa Isabel tuvieron muy pocas opciones para oponerse, posiblemente por temor a la cancelación del contrato de arrendamiento.

El FRA estableció un plan de acción amplio para atender la pérdida de tierras agrícolas de Santa Isabel que incluía orientación a las comunidades aledañas al proyecto, concientización sobre el tema de la seguridad alimentaria, la importancia de las tierras agrícolas de Santa Isabel, e información sobre lo inadecuado de una tecnología que pondría en riesgo la salud y la paz de las comunidades aledañas y de los obreros agrícolas. La consigna del FRA durante todo el proceso fue “sí a los molinos, pero fuera de tierras agrícolas”¹¹. Se realizaron cuatro visitas a las comunidades aledañas al proyecto donde se realizaron visitas casa por casa y se repartieron hojas sueltas que presentaban de forma concisa y sencilla la magnitud y las amenazas que dicho proyecto representaba. Como resultado de las orientaciones ofrecidas a las comunidades aledañas, que en algunos casos se encontraban a tan solo decenas de pies de una turbina eólica, se evidenció el desconocimiento de las mismas sobre los detalles de la magnitud del complejo industrial y el potencial efecto sobre sus residentes y sobre la actividad agrícola que allí se desarrolla. Entre los aspectos documentados que los miembros de la comunidad desconocían sobre proyecto se encontraban: 1) desconocimiento sobre el tamaño de las estructuras (i.e., 460 pies de altura); 2) desconocimiento sobre la cantidad de turbinas (i.e., 44); 3) desconocimientos sobre la adopción del Reglamento 30 de la Junta de Planificación donde se redujo a la mitad, de forma arbitraria y contraria a los estándares mundiales, la distancia de retiro mínima de los aerogeneradores a la vivienda o estructura ocupada por terceros más cercana (i.e., 645 pies). Dicha campaña educativa tuvo como efecto la movilización comunitaria y de otros grupos de interés como la Asociación de Agricultores, el Capítulo Sur del Colegio de Agrónomos de P.R., y otros grupos ambientales, agroecológicos y políticos. En respuesta, la compañía proponente, funcionarios gubernamentales y algunos medios de prensa emprendieron una campaña de deslegitimación de los planteamientos de los sectores opuestos al proyecto, catalogándolos como “minorías” e incluso llegando a utilizar en portada de periódico el peyorativo de “ambientalistas”. Esto sin atender adecuadamente los reclamos y sin proveer las piezas de información faltantes que se

solicitaban.

Debido a la indiferencia del gobierno ante los reclamos de profesores, vecinos, estudiantes, agricultores e individuos particulares que componían el FRA, la organización recurrió a la manifestación pacífica con el fin de llamar la atención a este proyecto que consideraban se estaba llevando a cabo a espaldas del pueblo. Luego de la jornada de educación a la comunidad y de manifestaciones cada vez más participativas en los predios adyacentes a la construcción, y justo antes a una conferencia de prensa convocada para mostrarle a los medios los daños ya ocurridos, seis manifestantes que ejercían su derecho a la libre expresión en un camino municipal que intersecta las fincas donde se establecieron las turbinas eólicas, fueron arrestados por violar el Artículo 208-A del Código Penal que precisamente había sido enmendado para tipificar como delito grave de tercer tipo “la obstrucción o paralización de obras”. En las postrimerías de un largo proceso judicial que claramente desalentó y desmovilizó la participación legítima ciudadana en contra del establecimiento del proyecto eólico en Santa Isabel, y a su vez desvió el foco de atención de la participación ciudadana a uno de hacer valer el derecho a la libre expresión, el juez Eduardo Busquets Pesquera del Tribunal de Primera Instancia de Ponce declaró “Ha lugar la solicitud de desestimación de los cargos declarando inconstitucional el Artículo 208-A por tener un efecto disuasivo sobre los ciudadanos que no tienen intención de cometer delito alguno”. De esta manera, reconociendo el tribunal que dicha ley fue establecida para precisamente coartar el derecho ciudadano a reunirse pacíficamente y para pedir al gobierno la reparación de agravios como dispone la Enmienda Primera de la Constitución de los EEUU y la Sección 4 de la Carta de Derechos de la Constitución del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Se puede concluir que las consideraciones para el diseño, planificación y construcción del parque eólico fueron principalmente de carácter político y económico, pero sin contemplar otros asuntos que son de igual importancia.

Christie y Bradley (2012) plantean que el incremento en el tamaño de las turbinas eólicas reduce el costo de energía generado y minimiza el costo de producción, los cuales son los principales objetivos en el diseño de parques eólicos. También argumentan que los factores económicos son los que influyen sobre el número y tamaño de las turbinas en un desarrollo y que la eficiencia se mide en términos de costo de producción y no en uso de terreno. Estos argumentos son aceptables en países con baja densidad poblacional, pero no en países como Japón, Tailandia y ahora en Puerto Rico, donde hay alta

densidad poblacional y los espacios son limitados. Con el incremento en la demanda mundial por recursos terrestres (incluyendo terrenos agrícolas de alto valor) (FAO, 1999), los planificadores frecuentemente han encontrado competencia con otros usuarios, por lo que existe la necesidad de que los planificadores consideren no solamente factores de eficiencia y economía energética, sino también los recursos terrestres disponibles.

4. Implicaciones de los parques eólicos industriales para la actividad agrícola de la zona

El suelo es uno de los recursos no renovables más importantes para la humanidad. Los suelos juegan un rol protagónico en la producción de biomasa, comida, combustible, alimento para animales y fibra; soporte de actividades humanas y fuente de materias primas; secuestro y almacenamiento de carbono; repositorio del patrimonio geológico y arqueológico; reserva de agua, filtro y transformación de nutrientes; reserva de biodiversidad (McBratney et al., 2014). Las funciones que poseen los suelos hacen que estos provean un sinnúmero de servicios relacionados a la mitigación del cambio climático, seguridad alimentaria, protección de agua, biotecnología para la salud humana, sustentabilidad ecológica y reducción de la desertificación.

La construcción de un parque de energía eólica pone en riesgo los servicios potenciales que ofrecen los suelos porque se alteran y se modifican las propiedades físicas y químicas de los suelos en y alrededor de las bases de apoyo de las turbinas. El número, arreglo y grado de expresión de horizontes del suelo es el resultado de factores y procesos de formación actuando a través de cientos, si no miles de años. Luego del proceso de construcción, que puede durar meses, y durante su operación, el impacto de los parques eólicos industriales sobre los suelos ya ha ocurrido y es prácticamente imposible que el suelo que haya sido modificado vuelva a tener las propiedades originales, aún con las mejores prácticas de mitigación empleadas. También hay una reducción (aunque relativamente baja) en el área disponible para cultivos por el ensanche de los caminos de acceso, área de mantenimiento y por presencia de las bases de soporte de las torres.

4.1. Puerto Rico y sus limitaciones de terreno para la agricultura

Para el 2050, se espera que la población mundial aumentará en un 33% y se necesitará un incremento en la producción agrícola mundial

de entre 50 y 70% (Godfray, 2010; Gregory & George, 2011). Se espera un cambio en la dieta de la población hacia mayor dependencia de carne, habrá mayor número de personas con mayor poder adquisitivo, y el área en producción agrícola no aumentará más de un 10% debido a presiones ambientales y ausencia de disponibilidad de terrenos de alta productividad u otras limitaciones como agua. Estos factores hacen que el balance agrícola sea de preocupación, análisis y estudio de todos los países del mundo incluyendo EEUU y organizaciones internacionales como la Organización Mundial para la Alimentación para la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés). Al momento, la capacidad de carga mundial (personas por unidad de área agrícola) es de 5.4 personas/ha. En el caso de Puerto Rico, entre 1978 y 2007, la isla perdió más de 20% de sus terrenos agrícolas con una tasa de más de 25,000 cuerdas por año hasta estabilizarse en el 2012. Se estima que actualmente hay 584,988 cuerdas con clasificación agrícola (USDA, 2012). Sin embargo, de reiniciarse la tendencia en reducción de terrenos agrícolas, Puerto Rico quedaría sin terrenos agrícolas en aproximadamente 25 años. Con una población de un poco más de 3.7 millones de habitantes, y habiéndose definido una capacidad de carga máxima de 14 personas/ha para sostener la población (Eswaran et al., 1999), Puerto Rico necesitaría un mínimo de 262,205 ha (666,000 cuerdas) en producción agrícola para garantizar su seguridad alimentaria¹². Hoy día, la capacidad de carga en Puerto Rico es de 17 personas/ha, ocupando la densidad poblacional número 25 en el mundo. Sin embargo, esta densidad poblacional no difiere sustancialmente de la de otros países considerados potencias económicas agrícolas, como por ejemplo, Israel e India, por lo que con la debida organización y voluntad política existe el potencial para que una mayor proporción de los bienes de consumo de Puerto Rico puedan producirse localmente.

4.2. La importancia agrícola de la zona

Los terrenos donde se estableció el parque eólico en Santa Isabel pertenecen a la Autoridad de Tierras de Puerto Rico (agencia adscrita al Departamento de Agricultura de Puerto Rico). Previo a la construcción del parque eólico, los terrenos eran arrendados exclusivamente para la producción agrícola a compañías de producción de biotecnología agrícola, compañías productoras de hortalizas y agricultores privados de menor escala de producción dedicados a la siembra de farináceos, ornamentales y forrajes. El área de 3,685 cuerdas¹³ (AAE, 2010) que ocupa el parque eólico corresponden a sobre 80% del área en terrenos públicos de la zona de Santa Isabel y al 38% de todos los terrenos

agrícolas de Santa Isabel.

La necesidad de proteger los terrenos agrícolas del sur fue reconocida por el gobierno de Puerto Rico, y en el 2008 se aprobó una ley para declarar la zona agrícola desde Patillas hasta Sabana Grande como Corredor Agrícola de la Costa Sur de Puerto Rico (LPRA 242, 2008)¹⁴. Esta ley tuvo como fin “establecer sectores de gran productividad agrícola... cuya continuidad y desarrollo para uso agrícola se declara de extrema importancia para el País”. Cabe señalar que la construcción de proyectos de energía renovable en terrenos bajo Reserva Agrícola no estaba contemplada hasta que se aprobó la Ley 82 del 2010 (LPRA 82, 2010). Hasta meses antes del establecimiento del proyecto, había planes para establecer La Ruta Agrícola de Salinas a Ponce. Este plan, auspiciado por el Distrito Sur del Colegio de Agrónomos de Puerto Rico, pretendía utilizar el paisaje escénico y actividades agrícolas únicas de la zona en un concepto similar a las rutas vinícolas de España o EEUU. Se pretendía que los turistas pudieran hacer un recorrido por las fincas, observando las actividades de recolección de frutos, manejo de cultivos y preparación de terrenos, de forma tal que fomentase la educación agroturística y que auspiciasen hospederías y centros gastronómicos. No obstante, el valor reconocido y los planes antes señalados, la tasa de pérdida de terrenos agrícolas (2002 a 2007) en Salinas, Santa Isabel, y Juana Díaz fue de 2,754 acres/año, lo que equivale a más de un 10% del total que se perdió en todo Puerto Rico para el mismo periodo.

En el año fiscal 2007-2008, la empresa de hortalizas aportó aproximadamente \$47 millones al ingreso bruto agrícola (IBA), de los cuales cerca de 75% correspondieron al municipio de Santa Isabel. Este municipio aportó sobre \$65M al IBA del país y fue el segundo, en términos del valor total de venta de los productos agrícolas, y el primero, en términos de volumen y valor de cosechas a nivel de Puerto Rico (USDA, 2012). Se estima que hay sobre 8,000 empleos directos e indirectos asociados a la agricultura en Santa Isabel. Los empleados provienen de municipios limítrofes como Ponce, Salinas y Juana Díaz y consisten en agrónomos estatales y privados, personal de administración y trabajadores de campo.

Los terrenos donde se ubicó el proyecto son de alto valor agrícola y se pueden considerar como los mejores suelos de Puerto Rico, debido a la combinación de propiedades físicas, químicas y biológicas. Según el catastro de suelos publicado por el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (USDA-NRCS, 1979), en esa área hay 2,920 acres clasificados como Prime Farmland¹⁵ y el restante (730 acres) es considerado farmland of statewide importance. Los mismos poseen

una “fertilidad natural muy alta” y combinado con la infraestructura de riego existente hace que los mismos sean de la más alta productividad. Los suelos pertenecen a los órdenes Vertisol y Molisol y poseen una alta capacidad de intercambio catiónico, pH neutral a alcalino, alto porcentaje de saturación de bases, alto contenido de materia orgánica, buena disponibilidad de fósforo, textura franco a franco-arcillosa y estructura friable. Los terrenos son llanos con infraestructura de riego lo cual permite la mecanización de las actividades agrícolas. La poca precipitación de la zona resulta en menor lixiviación de nutrientes, menor erosión, menor pérdida de nutrientes por escorrentía, y menor humedad relativa lo cual permite mejor control fitosanitario de patógenos. Las características geomorfológicas, infraestructura agrícola, y características físico-químicas permiten que los suelos sean altamente productivos.

Las propiedades asociadas a la biología, química y fertilidad de los suelos difieren marcadamente desde la superficie hasta un metro de profundidad, donde se reflejan grandes cambios en las características en comparación con la superficie; siendo menos favorable a mayor profundidad en el perfil que en la superficie¹⁶. Cualquier cambio o alteración a las capas de los suelos afectará su capacidad productiva potencial.

4.3. Impacto de la construcción del parque eólico sobre los suelos

La construcción del proyecto consistió en utilizar maquinaria pesada para ensamblar las turbinas. Los caminos fueron ensanchados mediante la remoción de la capa superficial y compactación del subsuelo para acomodar el paso de las grúas en caminos de hasta 36 pies de ancho, casi tres veces el ancho actual de la mayoría de estos. En los lugares de asentamiento de las bases, se excavó un área de 1.1 acre por turbina de entre 30 a 40 pies de profundidad. Dentro de esa área se construyó una base octogonal de concreto de 0.1 acre sobre la cual se estableció una base de concreto que apoya la torre de la turbina “turbine pad”. Para facilitar el ensamblaje se prepararon áreas (principalmente alrededor de las turbinas) en donde el suelo fue nivelado y compactado.

Nuestras observaciones demuestran que las capas de suelo removidas y depositadas en áreas aledañas no fueron segregadas e identificadas adecuadamente. Entendemos que no hubo forma de reponer las capas de suelo como estaban originalmente. Si se invierte y mezclan las capas de suelo durante el proceso de remediación se espera menor contenido de materia orgánica en la capa superficial (capa arable), ya que los horizontes más profundos poseen menor

contenido de materia orgánica. Se espera mayor pH, que podría incidir sobre la disponibilidad de micronutrientes, debido a que los horizontes más profundos (de los suelos en la zona) tienen CaCO_3 libre. Se espera menor capacidad de intercambio catiónico que influirá sobre la capacidad del suelo de retener bases del suelo (Ca, Mg, K). La mezcla de los suelos podría provocar una reducción en el nivel de fertilidad natural de los suelos y de ser alto el contenido de material rocoso podría afectar los equipos de labranza utilizados. El suelo también puede ser afectado desde la perspectiva biológica ya que existe menor diversidad biológica y población de microorganismos en las capas inferiores del suelo. Cambios en las propiedades biológicas pueden influir sobre la calidad del suelo y en especial sobre las transformaciones de nitrógeno, fósforo, azufre y micronutrientes.

Basado en la información detallada en la Declaración de Impacto Ambiental y nuestras observaciones, realizamos un estimado de cuál sería el grado del impacto de la construcción y el área que sería afectada. El efecto se puede describir en términos del tipo de impacto, el grado del impacto, el área que comprende el impacto y el efecto de los daños sobre la erosión, sedimentación y calidad del agua, durante y posterior a la construcción, y en el caso del crecimiento y producción de cosechas posterior a la construcción. Mayores detalles sobre cómo se realizó este análisis se puede encontrar en Sotomayor-Ramírez et al. (2012). El análisis realizado por Sotomayor-Ramírez demostró que 129 cuerdas se podrían recuperar en menos de dos años, 43 cuerdas tendrían un impacto que duraría de 2 a 5 años, 6.2 cuerdas serían impactadas por hasta 15 años y que los servicios originales de 109 cuerdas de suelo se perderían en su totalidad.

4.4. Impacto de la operación del parque eólico sobre las actividades agrícolas y otros recursos naturales

Basado en lo antes expuesto, nos hicimos la pregunta de si los parques eólicos son compatibles con la agricultura. Y, si hay compatibilidad, ¿por qué aumentar el riesgo o reducir los servicios que ofrecen los suelos? Entendemos que la respuesta es positiva siempre y cuando se reconozca la densidad poblacional, los recursos de suelo y los tipos de cultivo en el lugar seleccionado. En el caso del parque eólico de Santa Isabel, hemos argumentado que Puerto Rico tiene una alta densidad poblacional, que se deben salvaguardar los mejores terrenos para contribuir una mayor cantidad relativa a la canasta alimentaria del país y que los cultivos que se siembran en la zona son de alto valor y de alto riesgo por lo que se deberían optimizar todos los factores que puedan limitar la producción agrícola. Los

aspectos más relevantes a la situación en Puerto Rico, se mencionan a continuación:

- La zona sur tiene unos recursos escénicos inigualables. El colocar 44 torres de sobre 400 pies de alto contribuye a degradar el recurso escénico de la zona, y su aceptación incondicional podría dar paso a mayor número de proyectos similares en suelos agrícolas.
- Los parques eólicos ubicados en terrenos agrícolas a nivel mundial están ubicados en áreas de producción de granos (como maíz, trigo, cebada, forraje para ganado), típicas del medio-oeste de los EEUU y Europa. Dicha agricultura es clasificada como extensiva, donde el nivel de mecanización es alto y la presencia de seres humanos (i.e., agrónomos y obreros agrícolas) es mínima y temporal. No hemos identificado en otros países áreas de ubicación de parques eólicos en zonas productoras de hortalizas; distinto al caso de Santa Isabel, los proyectos de parques eólicos tienden a circunscribirse a suelos menos aptos para la agricultura intensiva. La producción de hortalizas requiere la presencia de obreros agrícolas que durante la mayor parte del proceso productivo del cultivo se encuentran en las fincas preparando el terreno, atendiendo el desarrollo del cultivo (i.e., desyerbando, amarrando plantas del tomate, controlando plagas y cosechando a mano). La seguridad de dichos obreros agrícolas se ve comprometida debido a la posibilidad de desprendimiento de piezas de las turbinas (Green, 2013; NAWP, 2013). Entre 2008 y 2014 se han registrado 1,035 accidentes con aerogeneradores a nivel mundial, con 171 hélices desprendidas que han costado la vida de 80 personas y han dejado otras 82 personas heridas (CWIF, 2014).
- Estudios demuestran que la turbulencia atmosférica puede persistir hasta un cuarto de milla en sotavento (Dai et al., 2015). La turbulencia del aire¹⁷ hace que se reduzcan los extremos máximos y mínimos de temperatura. Se estima que el cambio en temperatura puede ser de hasta 2oC (Walsh-Thomas et al., 2012). O sea, que en áreas localizadas cerca de las turbinas, los días son menos calientes y las noches menos frías. Esto puede tener un efecto negativo sobre la producción de las cosechas.
- La exposición a ruidos podría afectar la sensibilidad auditiva de los obreros que laboran en el área (Saidur et al., 2011; Tabassum-Abbasi, et al., 2014; Dai, et al., 2015).

- El parpadeo de sombras es otro factor que no solo afectaría a los obreros de campo sino también a la comunidad circundante. Se ha comprobado científicamente que el parpadeo puede ser una molestia (ya sea perceptiva o real) para algunas personas (Saidur et al., 2011; Tabassum-Abbasi et al., 2014; Dai et al., 2015). Nuestro estimado es que 288 acres tendrán parpadeo intenso por más de 150 h al año; 561 acres tendrán parpadeo entre 100 a 150 horas/año y 2,066 tendrán parpadeo de entre 50 a 100 horas/año. La propia Declaración de Impacto Ambiental presentada por Pattern Energy reconoce que: “El impacto del parpadeo de sombras en los trabajadores de los terrenos agrícolas no se puede mitigar” (p.56).

5. Conclusiones y futuras propuestas

Expertos en asuntos energéticos predicen que decenas de cientos, sino miles de proyectos de energía eólica se construirán en el futuro (CEPAL, 2004) y en Puerto Rico hay planes para construir decenas de proyectos de energía verde (entre ellos turbinas eólicas) en terrenos de alto valor agrícola (AEE, 2013). La energía eólica es una fuente relativamente limpia, y ambientalmente amigable comparado con otras formas como por ejemplo petróleo, lo cual resultará en una reducción en el nivel de contaminación. Dado la importancia de los terrenos agrícolas en países con alta densidad poblacional y con la necesidad de mejorar la seguridad alimentaria es importante que el paradigma tradicional cambie a uno donde haya una consideración más amplia por todos los recursos, en particular el uso de los terrenos agrícolas.

Una forma de evaluar el impacto de la tecnología energética como la eólica es mediante los costos sociales¹⁸. Los costos sociales usualmente incluyen efectos ambientales, efectos relacionados a la empleomanía, costos de producción versus venta, gasto público, y pérdida de recursos, entre otros. La literatura demuestra que existe un sinnúmero de factores que se pueden medir, cuantificar o simular mediante modelos con el fin de realizar un avalúo objetivo (Magoja, 2002). La construcción del proyecto eólico de Pattern Inc. representa una buena oportunidad para realizar dichos estudios conducentes a un avalúo amplio con el fin de evitar que situaciones similares ocurran en otros lugares de Puerto Rico.

La revisión de literatura demuestra que la energía eólica no está exenta de impactos negativos. En muchos casos, el precio de la electricidad no es más bajo, las comunidades perciben un efecto

visual-estético negativo en el paisaje, el ruido de la rotación de las turbinas es molesto, hay alta mortandad de aves migratorias y hay incertidumbre sobre los efectos a largo plazo que pueden causar en la salud, entre otros (Saidur et al., 2011; Groth & Vogt, 2014). En el caso de Puerto Rico, añadimos consideraciones edafológicas en la evaluación del impacto de parques eólicos. En particular causa consternación la forma que se han alterado los suelos durante la construcción y que las torres ocupen terrenos del más alto valor agrícola, lo cual limitará las posibles actividades agrícolas que se puedan realizar allí en el futuro.

Entendemos que en Puerto Rico se ha alcanzado consenso en dos asuntos de importancia: se reconoce la importancia y la urgencia por la diversificación de las fuentes de energía, pero también se hace más palpable la necesidad de alcanzar mayores niveles de seguridad alimentaria. Sobre estas bases, el desarrollo de cada una de estas metas como país no puede detraer del potencial para alcanzar la otra. En la coyuntura histórica de nuestro país, donde nos apremia conservar las ya escasas tierras agrícolas para aspirar a un mínimo de seguridad alimentaria, no es admisible la pérdida de más tierras agrícolas para otros usos, incluyendo el desarrollo de proyectos de energía renovable. Es precisamente el caso de Pattern Energy en Santa Isabel lo que parece ser la punta del témpano de una política de energía renovable errada que incrementa aún más nuestra falta de seguridad alimentaria. Entre 2008 y 2012, sobre 30 mil cuerdas de los terrenos agrícolas del país, mayormente en manos de la Autoridad de Tierras, fueron incluidos en el inventario de terrenos para desarrollo de proyectos de energía renovable (AEE, 2013). Entre estos proyectos se encuentran el desarrollo de una finca solar en Manatí en la zona kárstica con prioridad de conservación. En la proyectada finca solar se pretenden instalar 250,000 paneles fotovoltaicos en un terreno que abarca unas 1,000 cuerdas, 350 de éstas con alto valor agrícola. En Yabucoa, la Autoridad de Tierras había cancelado el contrato a agricultores para destinar cerca de 450 cuerdas de terreno de alto valor agrícola para colocar paneles fotovoltaicos. En Salinas se propone un parque fotovoltaico que ocuparía 180 cuerdas de terrenos de alto valor agrícola. En las fincas San Fermín de la Autoridad de Tierras y La Virginia, en el barrio Torrecilla Alta en Loíza, se proponen instalar 80,000 placas fotovoltaicas en un predio de valor agroecológico de 320 cuerdas de terreno. Estos proyectos se añaden a los proyectos ya desarrollados de Pattern en Santa Isabel, y Gestamp Wind en Punta Lima en Naguabo, donde 13 aerogeneradores ocupan un predio de 350 cuerdas de terreno de la Autoridad de Tierras, y el proyecto de paneles fotovoltaicos en Guayama, que ocupa otras 140 cuerdas de terreno de alto valor agrícola.

Existe la urgencia de un plan de país coordinado que defina la prioridad del uso de las tierras. Este plan puede materializarse a través de un Plan de Uso de Terrenos, que reserve el desarrollo de proyectos industriales de energía renovable a terrenos impactados o de poco valor agrícola como sería el caso de antiguas zonas industriales, y la conservación estricta de las tierras agrícolas del país. Coincidimos en la necesidad de diversificar las fuentes de energía, pero insistimos en que existen estrategias y tecnologías compatibles con nuestra realidad geográfica donde por un lado, se pueda aumentar la producción de energía con fuentes alternas y a la misma vez, se garantice la integridad del patrimonio agrícola en pos de la seguridad alimentaria. Un ejemplo de alternativas se recoge en un estudio realizado por Irizarry-Rivera et al. (2008) en el cual se establece que utilizando 65% del área superficial de techos en Puerto Rico, incluyendo residencial, industrial y comercial, con sistemas de energía solar podría producir toda la demanda de energía del país sin tener que afectar así terreno agrícola alguno para la producción de energía.

Notas al calce

¹ Reconocimiento: Este artículo se escribe en conmemoración del 2015 Año Internacional de los Suelos, declarado por la 68ª sesión de la Asamblea General de las Naciones Unidas. Dicha declaración tiene como objetivo aumentar la concienciación y la comprensión de la importancia del suelo para la seguridad alimentaria y las funciones ecosistémicas esenciales. Nota editorial: Este artículo llega a nuestra revista gracias al esfuerzo y colaboración del Instituto Nacional de Energía y Sostenibilidad Isleña (INESI) de la Universidad de Puerto Rico.

² Edafólogo y catedrático en la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez. Correo electrónico: david.sotomayor@upr.edu

³ Catedrático en Sociología Rural y líder del Área Programática Desarrollo de los Recursos de la Comunidad en la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez. Correo electrónico: robinson.rodri-guez1@upr.edu

⁴ Agrónomo y director del Proyecto Agroecológico el Josco Bravo. Portavoz del Frente de Rescate Agrícola. Correo electrónico: ian.pagan@upr.edu

⁵ La energía renovable es electricidad generada por fuentes de combustible que se restauran a corto plazo y no disminuyen. Aunque algunas tecnologías renovables tienen un impacto sobre el medio am-

biente, estas son consideradas más ambientalmente preferidas a las fuentes convencionales, y al reemplazar combustibles fósiles, tienen el impacto de reducir las emisiones de gases de invernadero (<http://www.epa.gov/statelocalclimate/state/topics/renewable.html>).

⁶ América Latina se refiere a todos los territorios del hemisferio occidental que se extienden al sur de los Estados Unidos, que hablan lenguas romances (español, portugués y francés) (Gardi et al., 2014).

⁷ La Resolución Núm. JP 2009-294 del 18 diciembre de 2009, establecía que: Los aerogeneradores deberán guardar una distancia de retiro mínimo de cualquier estructura ocupada, no menor a 3 veces (300%) su altura total. Por ejemplo, basado en la altura de las turbinas de Santa Isabel la estructura más cercana tendría que estar al menos 1,290 pies de separación. Pero, el 29 de julio de 2010, la Junta de Planificación adoptó el Reglamento 30 donde estableció que cada aerogenerador deberá guardar una distancia de retiro mínima desde la vivienda o estructura ocupada por terceros más cercana de al menos 150 % de su altura total, la cual basado en la altura de las turbinas, ahora sería 645 pies.

⁸ ICP no endosa molinos de viento en Santa Isabel. 80 Grados. <http://www.80grados.net/icp-no-endosa-molinos-de-viento-en-santa-isabel/>.

⁹ La proporción de energía renovable solo incluye energía renovable y energía generada por hidroeléctrica por la AEE. No incluye lo que individuos produjeron para su propio consumo en techos interconectados bajo medición neta (fuente PREPA. 2013; A. Irizarry, comunicación personal, 2014).

¹⁰ En este informe el valor del mes de junio 2013 se reporta como 0, lo que sugiere que no se tomaron datos o no eran confiables. Por tal razón para producir un estimado razonable para el año 2013, se utilizó el valor correspondiente al mes de junio 2014 y se sustituyó por el de junio 2013.

¹¹ <http://www.primerahora.com/noticias/puertorico/nota/>

¹² Para una dieta omnívora (característica del puertorriqueño) el mínimo es de 0.26 cuerdas, por lo que se requeriría un mínimo de 962,000 cuerdas en producción agrícola, por lo que apenas tenemos un 60% de las tierras que necesitamos en producción para cumplir con el mínimo crítico

¹³ Los autores reconocen que el permiso de construcción otorgado por OGP, 2011-PCO-01110, del 13 de octubre de 2011, fue para 44 turbinas ocupando un área de terrenos agrícolas de aproximadamente

2,490 cuerdas. No obstante la DIA sometida por la compañía tiene como propuesta la construcción de 65 turbinas ocupando un área de 3,685 cuerdas, por lo que el análisis realizado en este documento está basado en la información ofrecida en la DIA.

¹⁴ LPRA 242. La Asamblea Legislativa de Puerto Rico reconoce que en los terrenos que componen el Corredor Agrícola de la Costa Sur de Puerto Rico existen áreas o bolsillos que poseen características físicas, topográficas y geológicas, idóneas para la agricultura, razón por lo cual deben destinarse para uso exclusivo de la producción agrícola y desarrollo agro-turístico.

¹⁵ Because the supply of high-quality farmland is limited, the U.S. Department of Agriculture recognizes that responsible levels of government, as well as individuals, should encourage and facilitate the wise use Prime Farmland. "Prime farmland, as defined by the U.S. Department of Agriculture, is land that has the best combination of physical and chemical characteristics for producing food, feed, forage, fiber, and oilseed crops and is available for these uses. It could be cultivated land, pastureland, forestland, or other land, but it is not urban or built-up land or water areas. The soil quality, growing season, and moisture supply are those needed for the soil to economically produce sustained high yields of crops when proper management, including water management, and acceptable farming methods are applied. In general, prime farmland has an adequate and dependable supply of moisture from precipitation or irrigation, a favorable temperature and growing season, acceptable acidity or alkalinity, an acceptable salt and sodium content, and few or no rocks. The water supply is dependable and of adequate quality. Prime farmland is permeable to water and air. It is not excessively erodible or saturated with water for long periods, and it either is not frequently flooded during the growing season or is protected from flooding. Slope ranges mainly from 0 to 6 percent." http://www.pr.nrcs.usda.gov/technical/Soil_Survey/primefarmdefs.htm

¹⁶ Información basada en datos recopilados por D. Sotomayor (proyecto UPR-RUM-EEA-Z-FIDA-210) y observaciones del proyecto en fincas aledañas al parque eólico de Pattern Inc., por D. Sotomayor.

¹⁷ La turbulencia atmosférica o turbulencia del aire ocurre debido a modificaciones en las presiones atmosféricas localizadas conforme el aire se mueve a través de las aspas y la energía cinética se convierte en energía eléctrica. Al extraer el momentum del viento los intercambios naturales entre la atmósfera baja y aquella cercana a la superficie del terreno son alteradas.

¹⁸ Se puede definir como los costos totales que surgen como el resultado de la producción y procesos consuntivos de un sistema energético.

Referencias

- AAE (Administración de Asuntos Energéticos). (2010). Proyecto Finca de Viento, Santa Isabel, Puerto Rico: Declaración de Impacto Ambiental Preliminar, Octubre 2010.
- AEE (Autoridad de Energía Eléctrica). (2015). Estadísticas. Disponible en: <http://www.aeepr.com/Aeees/estadisticas.asp>. [2016, 8 de septiembre].
- AEE (Autoridad de Energía Eléctrica). (2013). Mapa proyectos de Energía Renovable. Disponible en: <http://www.aeepr.com/Docs/MapaRenovablesAgosto232013.pdf>. [2016, 8 de septiembre].
- Asturias Ozaeta, J. (2010). Desarrollo y situación actual de desarrollo eólico en América Central. Organización Latinoamericana de Energía.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2004). Fuentes renovables de energía en América Latina y el Caribe: situación y propuestas de políticas. URL: <http://www.cepal.org/es/publicaciones/31904-fuentes-renovables-de-energia-en-america-latina-y-el-caribe-situacion-y>. [2016, 8 de septiembre].
- Cho. A. (2010). Energy's tricky tradeoffs. *Science*. 329: 786-787.
- Christie, D., & Bradley, M. (2012). Optimizing land use for wind farms. *Energy for sustainable development*. 16: 471-475.
- CWIF (Caithness Windfarm Information Forum). (2014). Summary of wind turbine accident data to 31 December 2014. Caithness Windfarm Information Forum. 31 de diciembre de 2014.
- Dai, K., Bergot, A., Liang, C., Xiang, W., & Huang, Z. (2015). Environmental issues associated with wind energy – a review. *Renewable Energy*. 75: 911-921.
- E & E. (2014). Renewable Energy: U.K.'s world-leading plans to build out sea-based wind power get a push from Norway. E&E Publishing, LLC. 7 de julio de 2014. URL: <http://www.eenews.net/stories/1060002393>

- Eswaran, H., Beinroth, F., & Reich, P. (1999). Global land resources and population supporting capacity. *Am. J. Alternative Agric.* 14:129-136.
- EWEA (European Wind Energy Association). (2013). Wind in power. 2012 European Statistics. February 2013. http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/Wind_in_power_annual_statistics_2012.pdf. [2016, 8 de septiembre].
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (1999). The future of our land: facing the challenge. FAO land and water digital media series. United Nations Environment Programme; 1999.
- Gardi, C. et al. (Editores) (13 autores adicionales). (2014). Atlas de Suelos de América Latina y el Caribe. Luxemburgo: Comisión Europea – Oficina de publicaciones de la Unión Europea. L-2995. 176 pp.
- Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M., & Toulmin, C. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science* 327: 812-818.
- Green, J. (2013). Unclear if B53 blade issues to affect Hutch site. The Hutchinson News. http://www.hutchnews.com/news/article_add70552-3916-5a20-b1cd-cf4217ad214d.html?mode=jqm. [2016, 8 de septiembre].
- Gregory, P.J., T.S. George. (2011). Feeding nine billion: The challenge to sustainable crop production. *Journal of Experimental Botany.* 62: 5233-5239.
- Groth, T.M., & Vogt, C. (2014). Residents perceptions of wind turbines: An analysis of two townships in Michigan. *Energy Policy.* 65: 251-260.
- InvestmentMine. (2015). 5-year crude oil prices and Price charts. URL: <http://www.infomine.com/investment/metal-prices/crude-oil/5-year/>.
- Irizarry Rivera, A., Coluci Ríos, J.A., & O’Neil Carrillo, E. (2008). Achievable Renewable Energy Targets for Puerto Rico’s Renewable Energy Portfolio Standard. Puerto Rico’s Energy Affairs Administration.

- Jacquet, J.B. (2012). Landowner attitudes toward natural gas and wind farm development in northern Pennsylvania. *Energy Policy*. 50: 677-688.
- Kaygusuz, K. (2012). Energy for sustainable development: A case of developing countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 16: 1116-1126.
- Kerr, R.A. (2010). Do we have the energy for the next transition? *Science*. 329: 780-781.
- Kintsh, E. 2010. Out of site. *Science*. 329: 788-789
- Leung, D.Y.C., & Yang, Y. (2012). Wind energy development and its environmental impact: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 16: 1031-1039.
- Lombard, A., & Ferreira, S. (2014). Residents' attitudes to proposed wind farms in the west coast region of South Africa: A social perspective from the south. *Energy Policy*. 66: 390-399.
- LPRÁ 242. (2008). Ley de Reservas Agrícolas en los terrenos comprendidos dentro del Corredor Agrícola de la Costa Sur de Puerto Rico. 9 de agosto 2008. URL: <http://www.lexjuris.com/lexlex/Leyes2008/lexl2008242.htm> [2016, 8 de septiembre].
- LPRÁ 32. (2011). Para enmendar el Artículo 12 de la Ley Núm. 76 de 2000; a los fines de disponer que el Gobernador podrá, mediante Orden Ejecutiva, autorizar la continuación de un estado de emergencia. 14 de marzo 2011. URL: <http://www.lexjuris.com/lexlex/Leyes2011/lexl2011032.htm>. [2016, 8 de septiembre].
- LPRÁ 82. (2010). Ley de Política Pública de Diversificación Energética por medio de la Energía Renovable Sostenible y Alternativa en Puerto Rico. 19 de Julio 2010. URL: <http://www.lexjuris.com/lexlex/Leyes2010/lexl2010082.htm>. [2016, 8 de septiembre].
- LPRÁ 83. (2010). Ley de Incentivos de Energía Verde de Puerto Rico, 19 de Julio 2010. URL: <http://www.lexjuris.com/lexlex/Leyes2010/lexl2010083.htm>. [2016, 8 de septiembre].
- Magoha, P. (2002). Footprints in the wind: Environmental impacts of wind power development. *Refocus*. September/October 2002. P. 30-33.

- Marques, A.T., Batalha, H., Rodrigues, S., Costa, H., Ramos-Pereira, M.J., Fonseca, C., Mascarenhas, M., Bernardino, J. (2014). Understanding bird collisions at wind farms: An updated review on the causes and possible mitigation strategies. *Biological Conservation*. 179: 40-52.
- McBratney, A., Field, D.J., & Koch, A. (2014). The dimensions of soil security. *Geoderma*. 213: 203-213.
- Mirasgedis, S., Tourkolias, C., Tzovla, E., & Diakoulaki, D. (2014). Valuing the visual impact of wind farms: An application in South Evia, Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 39: 296-311.
- NAWP. (2013). Siemens Reveals Root Cause Of Turbine Blade Breaks. North American Wind Power. July 5, 2013. URL: http://www.nawindpower.com/e107_plugins/content/content.php?content.11733.
- PREPA (Puerto Rico Electric Power Authority). (2010). Rating Agency Presentation. URL: <http://www.aeepr.com/INVESTORS/DOCS/Financial%20Information/Rating%20Report/PREPA%20Ratings%20Presentation%203-2-10%20-%20FINAL.pdf>. [2016, 8 de septiembre].
- PREPA (Puerto Rico Electric Power Authority). (2013). Fortieth Annual Report on the Electric Property of the Puerto Rico Electric Power Authority. San Juan, PR. URS Corporation. 132 pp.
- PREPA (Puerto Rico Electric Power Authority). (2014). Monthly report to the governing board. December 2014. Disponible en: <http://www.aeepr.com/INVESTORS/DOCS/Financial%20Information/Monthly%20Reports/2014/December%202014.pdf>. [2016, 8 de septiembre].
- Regen, .W. (2013). RWE cancels Atlantic Array project. 26 de noviembre de 2013. URL: <http://www.regensw.co.uk/blog/2013/11/rwe-cancels-atlantic-array-project/>.
- Saidur, R., M.R. Islam, N.A. Rahim, K.H. Solangi. (2010). A review on global wind energy policy. 14: 1744-1762.
- Saidur, R., Rahim, N.A., Islam, M.R., & Solangi, K.H. (2011). Environmental impact of wind energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2423-2430.

- Sotomayor-Ramírez, D. (2012). Observaciones de los posibles impactos de los molinos de viento sobre los suelos en fincas de Santa Isabel. http://academic.uprm.edu/dsotomayor/Reprints_SummaryReports_files/Narrativa_Efecto_molinos_suelo.pdf.
- Stokes, M. (2015). Sol y playa, ¿el petróleo del futuro para el caribe? El país. URL: http://internacional.elpais.com/internacional/2015/01/30/actualidad/1422645235_156483.html. [2016, 8 de septiembre].
- Tabassum-Abbasi, M.P., Abbasi, T., & Abbasi, S.A. (2014). Wind energy: Increasing deployment, rising environmental concerns. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 31: 270-288.
- Tsoutsos, T., Tsochlaraki, A., Tsiropoulos, M., & Serpetsidakis, M. (2009). Visual impact of a wind park in a Greek island. *Applied Energy*. 86: 546-553.
- USDA. (2012). 2012 Census of Agriculture: Puerto Rico. AC-12-A-52. USDA. 350 p.
- USDA-NRCS, 1979. Soil Survey of Ponce area of Southern Puerto Rico. United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service, University of Puerto Rico, College of Agricultural Sciences.
- USDOE (US Department of Energy). (2013a). America's Wind Industry Reaches Record Highs. US Department of Energy. <http://energy.gov/articles/americas-wind-industry-reaches-record-highs>.
- USDOE (US Department of Energy). (2013b). Energy efficiency and renewable energy wind program. USDOE. URL: http://www1.eere.energy.gov/wind/pdfs/57933_eere_wwpp_federal_incentives.pdf.
- USDOE (US Department of Energy). (2015a). US Energy Information Administration. Annual Energy Review. <http://www.eia.gov/totalenergy/data/annual/#summary>. [2016, 8 de septiembre].
- USDOE (US Department of Energy). (2015b). US Energy Information Administration. International Energy Review. <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=44&pid=44&aid=2>. [2016, 8 de septiembre].

- Walsh-Thomas, J.M., Cervone, G., Agouris, P., & Manca, G. (2012). Further evidence of impacts of large-scale wind farms on land surface temperature. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 16: 6432-6437.
- Wind Action. (2014). Its official: The Government has cancelled its Midlands wind energy export plan. *Wind Action: The Journal*. April 13, 2014. URL: <http://www.windaction.org/posts/40266-it-s-official-the-government-has-cancelled-its-midlands-wind-energy-export-plan#.VOyR7i59iH8>. [2016, 8 de septiembre].
- WWEA (The World Wind Energy Association). (2014). 2014 Half-year Report. WWEA. pp.1–8.