



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN ECONOMÍA

ECONOMÍA INTERNACIONAL

**La industria eólica en el capitalismo contemporáneo. El caso del
Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.
Un estudio crítico desde la renta diferencial y la acumulación
originaria**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
Doctora en Economía

PRESENTA:
Dacsina Peto Vonduben

TUTOR PRINCIPAL:
Dra. Ana Alicia Peña López
Facultad de Economía, UNAM

MIEMBROS DEL JURADO:
Dr. Alejandro Rogelio Álvarez Béjar
Facultad de Economía, UNAM

Dr. Andrés Octavio Barreda Marín
Facultad de Economía, UNAM

Dra. María Antonieta Zárate Toledo
Universidad Intercultural de Chiapas

Dr. Roberto Serafín Diego Quintana
UAM-Xochimilco

Ciudad Universitaria, CD. MX. Febrero de 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A la memoria de mi hijo Bolívar.

Y a todos los que luchan por la construcción de un mundo sin explotadores ni explotados, sin opresores ni oprimidos, en un planeta humanamente habitable.

LOA A LA DIALECTICA

(Bertolt Brecht)

Con paso firme se pasea hoy la injusticia
Los opresores se disponen a dominar otros diez mil años más.
La violencia garantiza: "Todo seguirá igual".
No se oye otra voz que la de los dominadores,
y en el mercado grita la explotación: "Ahora es cuando empiezo".
Y entre los oprimidos, muchos dicen ahora:
"Jamás se logrará lo que queremos".
Quien aún esté vivo no diga "jamás".
Lo firme no es firme.
Todo no seguirá igual.
Cuando hayan hablado los que dominan,
hablarán los dominados.
¿Quién puede atreverse a decir "jamás"?
¿De quién depende que siga la opresión? De nosotros.
¿De quién que se acabe? De nosotros también.
¡Que se levante aquel que está abatido!
¡Aquel que está perdido, que combata!
¿Quién podrá contener al que conoce su condición?
Pues los vencidos de hoy son los vencedores de mañana
y el jamás se convierte en hoy mismo.

AGRADECIMIENTOS

A Ana Alicia Peña por confiar en mí siempre aún sin conocerme. Por su apoyo incondicional, amistad y enseñanzas docentes y de investigación en la Facultad de Economía de la UNAM.

A Andrés Barreda por ser maestro clave en mi formación, por su enseñanza en las formas de leer a Marx y darle vitalidad a su planteamiento revolucionario, por su compromiso con la verdad y su ejemplo.

A Alejandro Álvarez por su atenta lectura y recomendaciones en la elaboración de la tesis, por proporcionarme elementos de discusión que enriquecieron mi investigación.

A mi lector Roberto Diego, por su generosidad, comentarios para mejorar mi tesis y su enseñanza sobre la lucha y organización de los pueblos del Istmo.

A mi lectora Antonieta Zárate por aceptar ser parte de mi Comité Tutorial, por la revisión de mi tesis en el ánimo de mejorarla.

Al CONACyT por apoyarme con la beca de doctorado sin la cual esta investigación no hubiera sido posible.

A la UNAM por abrirme sus puertas y mostrarme un mundo de conocimientos diversos, porque estando aquí se puede comprobar que en México es todavía posible estudiar en una Universidad Pública.

A Sergio por su compañía, amor y apoyo incondicional sin los cuales hubiera sido difícil empujar mi investigación de doctorado. Por caminar juntos en la construcción de un proyecto de vida basado en el amor, la reciprocidad, la confianza y la esperanza.

A Adriana Martínez y Octavio Rosas Landa por su generosidad y amistad incondicional desde 2015 aún sin conocerme. Porque hoy como profesora no han dejado de apoyarme.

A Camilo Estrada por su compromiso, compañerismo, formación política y enseñarme por primera vez una lectura del marxismo realmente comprometida con los explotados y oprimidos.

A mis padres Ruth y Armando porque a pesar de las diferencias en los proyectos de vida han sabido apoyarme.

A mis suegros Emilia y José por su apoyo y cariño como si fuera su hija

A mi abuelita María Calderón por su cuidado y enseñanza en mi niñez y adolescencia sin los cuales no sería hoy quien soy. Por enseñarme a ser valiente y hacerme respetar.

A Alva y Arturo mis cuñados y amigos por su cariño, confianza, amistad y apoyo constante.

A mis sobrinos Galia, Galina y Camilo por enseñarme que se puede crecer en una niñez diferente, más libre, crítica y con amor.

A Tamara, Camila y Katari por su cariño y por colocarme en un lugar especial de su corazón sin que lazos sanguíneos nos unan.

A mis amigos del Istmo que me apoyaron en información sobre la problemática eólica.

A Nashelly, por su amistad y escucha cuando más lo necesité, por hacerlo sin esperar nada a cambio.

A mis compañeros del Movimiento Estudiantil Espartaco les agradezco infinitamente por su formación política, por dignificarme y enseñarme a combatir desde el marxismo, en cualquier lugar que me encuentre.

A todos mis perritos por darme amor y sobre todo a mí Cuba por su valentía y determinación perruna.

A mis gatitos por estar conmigo y darme lecciones de vida.

A todos muchas gracias por todo, porque sin este colectivo diverso no sería hoy quien soy ni estaría donde estoy.

A propósito de quienes ignoran que Marx contempló la destrucción ecológica del capitalismo y su preocupación por el destino del planeta:

“[...] Considerada desde el punto de vista de una formación económica superior de la sociedad, la propiedad privada de algunos individuos sobre la tierra parecerá algo tan monstruoso como

la propiedad privada de un hombre sobre su semejante. Ni la sociedad en su conjunto, ni la nación ni todas las sociedades que coexistan en un momento dado, son propietarias de la tierra. Son, simplemente, sus poseedoras, sus usufructuarias, llamadas a usarla como boni patres familias y a transmitirla mejorada a las futuras generaciones”.

Carlos Marx, 2001, pp. 719-720.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN GENERAL	10
CAPÍTULO I. MARCO CONTEXTUAL PARA ENTENDER LA EXPLOTACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES, EN PARTICULAR LA ENERGÍA EÓLICA	22
Introducción	23
1.1. Crisis ecológica	24
1.2. La Crisis climática. Una de las expresiones de la crisis ecológica en curso	29
1.3. Transición energética insustentable basada en la civilización material petrolera	38
1.4. Concentración energética en ER. El caso de la energía eólica	50
1.5. La energía eólica en el contexto de la transición energética global	57
1.6. La energía eólica de México en la transición energética mundial	63
CAPÍTULO II. PROBLEMÁTICAS ALREDEDOR DE LA TEORÍA DE LA RENTA DE LA TIERRA Y LA ACUMULACIÓN ORIGINARIA	68
Introducción	69
2.1. Acerca de la teoría de la renta de la tierra	70
2.1.1. Planteamiento general marxista sobre la renta diferencial.	70
2.2. El estudio de la renta energética: discusiones contemporáneas	76
2.2.1. La renta petrolera y su desaparición.	77
2.2.1.1. Derrocamiento de la renta petrolera vía el desarrollo tecnológico.	77
2.2.1.2. El derrocamiento de la renta vía desaparición de la gran propiedad territorial.	80
2.2.2. El establecimiento de un precio de producción regulador para derivar la renta diferencial.	83
2.2.3. El planteamiento de la renta de los recursos naturales en el “neoextractivismo”.	84
2.3. La teoría de la renta y la crisis ecológica	86
2.3.1. Renta absoluta y diferencial causantes de la crisis ecológica.	86
2.3.2. La crisis ecológica produce la renta diferencial.	90
2.4. Sobre la Acumulación Originaria	92
2.4.1. Revisión teórica y planteamiento de la Acumulación Originaria.	92
2.4.2. Actualidad de la categoría acumulación originaria.	94
CAPÍTULO III. LA INDUSTRIA EÓLICA Y EL PROCESO DE PRODUCCIÓN EOLOELÉCTRICA EN GENERAL	103
Introducción	104

3.1. Panorama actual general de la energía eólica	106
3.1.1. Países con mayor capacidad instalada e inversión mundial en energía eólica.	107
3.1.2. Capacidad de generación y producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables.	111
3.1.3. Los costos nivelados de generación de energía eólica vs otras ER y fósiles.	112
3.2. Las fuerzas productivas de la eoloelectricidad	114
3.2.1. El viento, la fuerza productiva natural.	114
3.2.2. La tierra, valor de uso para la explotación del viento.	117
3.2.3. La tecnología, fuerza productiva de la industria eólica.	119
3.2.3.1. Características de la tecnología.	121
3.2.3.1.1. El Rotor.	123
3.2.3.1.2. Los generadores eléctricos.	124
3.2.3.1.3. Torres.	128
3.3. La producción tecnológica de aerogeneradores un espacio en la expansión de la acumulación de capital	131
3.4. El empleo de la industria	134
3.5. Fases previas a la producción de eoloelectricidad	135
3.5.1. Desarrollo de central eólica.	136
3.5.2. Construcción.	138
3.6. El proceso de producción de eoloelectricidad en general	143
3.6.1. La operación y mantenimiento parte del proceso de generación eoloeléctrica.	153
CAPITULO IV. LA RENTA DIFERENCIAL EÓLICA EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC, OAXACA	163
Introducción	164
4.1. Las fuerzas productivas del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, para la producción eoloeléctrica	165
4.1.1. La orografía istmeña.	165
4.1.2. El viento.	169
4.2. La producción de eoloelectricidad del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca	172
4.3. La producción de la renta diferencial eólica en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca	182
4.3.1. La categoría renta diferencial eólica.	182
4.3.2. Condiciones naturales y económicas para la producción de la renta diferencial eólica en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.	196
4.4. Metodología para entender la renta diferencial eólica	210

4.5. La subordinación del viento al desarrollo tecnológico y la desaparición de la renta diferencial eólica	214
4.6. El desarrollo de las fuerzas productivas técnicas y la diversificación de la renta diferencial	218
4.7. Ganancias extraordinarias indirectas en el Istmo de Tehuantepec	220
CAPÍTULO V. LA ACUMULACIÓN ORIGINARIA EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC, OAXACA	223
Introducción	224
5.1. La acumulación originaria y la apropiación de la renta diferencial eólica	225
5.2. La apropiación capitalista de la renta diferencial en el contexto de la crisis económica y destrucción del medio ambiente	242
CONCLUSIONES	245
Apéndice 1	257
Apéndice 3	259
Apéndice 4	260
Apéndice 5	261
Apéndice 6	262
BIBLIOGRAFÍA	263

INTRODUCCIÓN GENERAL

Estudiar la industria eólica tiene relevancia porque hoy la explotación de energías renovables cobra un lugar cada vez más protagónico como una de las soluciones del capitalismo a su propia crisis climática y ecológica que ponen en riesgo la existencia de la vida en la Tierra. En especial, la energía eólica *onshore* es la fuente renovable más empleada a nivel mundial y nacional, después de la hidroeléctrica, y continuará siéndolo durante los próximos veinte años, por lo que su contribución será decisiva, en el combate contra el calentamiento global y su aporte en la producción eléctrica, donde exclusivamente es empleada. Sin embargo, aceptando la necesidad de su empleo masivo, es importante analizar el tema críticamente, ya que hoy la forma predominante como estos procesos se están dando es acorde al modelo económico neoliberal, a través de privatización de la industria eléctrica, megaproyectos que implican la concentración energética en los territorios con las mejores fuerzas productivas renovables, la imposición de éstos a través del divorcio de los productores directos de sus medios de producción y subsistencia, la simulación y el gatopardismo fósil, quedando oculto que mientras se expanden este tipo de proyectos, la matriz energética a nivel mundial, regional y nacional permanece fundamentalmente petrolera, al tiempo que la temperatura planetaria y sus impactos crecen y cobran víctimas de todo tipo.

El Istmo de Tehuantepec posee una de las mejores capacidades de generación de energía eólica en el mundo, situación que le otorga mayor relevancia al estudio aquí presentado. Las formas en cómo se explota globalmente, se reproducen en la región, pues aquí quienes producen son algunas de las mayores empresas transnacionales de electricidad mediante megacentrales eólicas, esquema que seguirá siendo el hegemónico durante los próximos veinte años. Por lo que hoy es importante hacer hincapié sobre los resultados que ha traído no

en un territorio cualquiera sino en uno estratégico, como el Istmo de Tehuantepec, para la acumulación de capitales afines a la renovación y reforma del capitalismo o que por lo menos no quieren quedar fuera del barco de la posible transición energética basada en un mayor uso de energías renovables. Por ser una tesis doctoral de economía nos concentramos en los resultados de tipo económico y social.

El momento político y de definición de una nueva forma de acumulación de capital en México requiere de estudios críticos y autónomos que proporcionen un balance objetivo sobre la explotación de este tipo de energías, fundamentalmente hoy que tenemos la ventaja de que el nuevo gobierno plantea el rompimiento con el neoliberalismo, exactamente el modelo económico en el que más ha sido explotada la eólica. Esta situación abre la oportunidad de incorporar al análisis el camino que debe seguir el uso de ésta y otras energías renovables respondiendo a la necesidad de una real transición energética. La pregunta es cómo hacerlo y esta tesis enfatiza en que hasta ahora el camino seguido es incorrecto, porque los resultados de las centrales eolieléctricas no están beneficiando a los propietarios de la tierra y a la población en general de la región y que la situación debería invertirse en otra política económica que permita el empleo de esta energía con legitimidad y recuperación de nuestra soberanía energética, lo cual toma mayor importancia porque México dispone de un potencial eólico extraordinario, el cual consideramos, es determinante para el cambio de matriz energética.

La investigación que presentamos es resultado de un análisis crítico que *nació* con el interés de responder a la *pregunta*: ¿por qué la afluencia de capitales al Istmo de Tehuantepec, Oaxaca para invertir en centrales eólicas de generación eléctrica? Cabe señalar que esta afluencia de capital inició a mediados de la década del año dos mil. Por nuestra formación

académica partimos de una explicación económica, es decir de la producción de riqueza capitalista, en particular volvimos nuestro *objeto de estudio la producción de eoloelectricidad y el funcionamiento de toda la industria eólica* en la escala internacional, porque la investigación doctoral se desarrolló en el campo de la economía internacional, que al mismo tiempo sirvió para cumplir con el *objetivo principal* de esta tesis: exponer por qué el Istmo oaxaqueño se ha vuelto de carácter estratégico para la producción de eoloelectricidad mundial, donde el capital de esta industria eólica le ha asignado a este espacio geográfico el servir de suministrador de viento para la generación eléctrica, bajo los supuestos de que esto se hace con el afán de enfrentar la crisis climática y ecológica del planeta.

Al encontrar que la energía eólica del Istmo de Tehuantepec está considerada entre las tres mejores del planeta, y considerando que este elemento era reconocido por el capital como un gran atributo de la región para instalar parques eólicos, llamó nuestra atención que con ello se abriría la puerta para una producción de carácter industrial que si bien inauguraba en la región la relación social trabajo asalariado capital, o la propiedad privada del capital, también se contraponía con el tipo de propiedad territorial, mayoritariamente social. A la par que desde su inicio hasta la actualidad la energía del viento istmeño ha sido considerado por las empresas eoloeléctricas como un bien gratuito de la naturaleza.

Tomando en cuenta este contexto, encontramos elementos que se asemejaban mucho con *la teoría de la renta de la tierra de Marx*, específicamente en *la renta diferencial* por el énfasis otorgado a los atributos o valor de uso de los bienes naturales y su capacidad determinante para incrementar la productividad de los procesos productivos capitalistas, y en *la acumulación originaria* por ser una premisa histórica para el surgimiento, expansión y reproducción ilimitada de las relaciones sociales de producción capitalistas en aras de la

acumulación de capital, punto importante en el Istmo de Tehuantepec por ser la propiedad territorial social y no privada donde se instalan las productoras eoloeléctricas. Ambas categorías pertenecen a la *crítica de la economía política* (CEP) de Carlos Marx, la cual asumimos como el eje teórico que sustenta nuestra investigación. El propósito de recuperar este aparato teórico no sería reproducir en “papel calca” los argumentos de Marx sino pensar por cuenta propia el problema de investigación, considerando los matices y aspectos concretos del análisis que de la producción eoloeléctrica se deriven. Nos propusimos retomar este marco teórico porque sus categorías nos permitirían desmontar el sentido común de lo que sucede en el Istmo a raíz de la llegada de esta inversión, y la posibilidad de acercarnos a la esencia del problema.

Así, partimos de *dos hipótesis de trabajo*, a través de las cuales buscamos responder la *pregunta inicial*. Ambos planteamientos se volvieron ejes en el estudio de la producción de eoloenergía de manera general y particular en el Istmo. La primera sostiene que *una de las causas que explican la concentración de proyectos eoloeléctricos en el Istmo es la ganancia extraordinaria, que puede generarse por la elevada fertilidad natural del viento, respecto a otras zonas del país y del mundo; esta ganancia es la renta diferencial eólica*. La segunda, que *la acumulación originaria se convertía en el medio para la apropiación capitalista de dicha renta diferencial*. Ambas fueron guías de investigación para explicar críticamente al objeto de estudio.

Considerando lo anterior, decimos que el objetivo de esta tesis de doctorado no solo es dar respuesta a la *pregunta de investigación*, sino dar sustento a estas hipótesis, a partir del estudio de la energía eólica del Istmo, demostrar la posibilidad de obtener a partir de ella una renta diferencial en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, por tratarse del aprovechamiento de

uno de los mejores recursos eólicos del mundo y la importancia que tiene para ello la acumulación originaria que allí ocurre.

Metodología

Para hacer la investigación partimos de un *análisis que va de lo general a lo particular, de lo abstracto a lo concreto, acorde al método del materialismo dialéctico de la crítica de la economía política*. Porque consideramos que para entender lo que sucedía en el Istmo era necesario recurrir al escenario internacional, ante el avance de un capitalismo cada vez más mundializado, donde los procesos productivos tienden a homogeneizarse u ocurrir de manera paralela en el planeta. Que en la industria eólica va desde el uso que se le da al viento para generar electricidad; el tipo de tecnología empleada; la instalación, funcionamiento e implicaciones de los parques eólicos; la fuerza de trabajo empleada, etcétera; no haberlo hecho así seguramente nos llevaría a perder objetividad y sobredimensionar la eologeneración en el Istmo. Además de que para ello, un recurso muy importante empleado aquí fue considerar el contexto histórico para entender por ejemplo: el peso de la explotación de energías renovables como la eólica en la matriz energética, su desarrollo tecnológico; pero también para plantear los posibles escenarios que se deparan con la forma en que hasta el momento se utiliza a la energía eólica, tanto a nivel local en el Istmo, en México y en el mundo.

Así, la CEP nos permitió proceder de esta manera, presentando primero la explicación general, para después aterrizar en los temas concretos que nos interesaron desde un principio: la producción de eoloelectricidad en el Istmo de Tehuantepec; llegar a este destino final de manera más objetiva y con un mayor conocimiento del fenómeno, el cual era imprescindible

estudiar, pues en esta región el proceso ocurre como un caso emblemático en el mundo, considerando sus condiciones eólicas únicas, así como la forma de apropiación de la tierra.

Además de la *renta diferencial* y la *acumulación originaria*, en toda la investigación estuvieron presentes otras categorías de la CEP como la *subsunción formal y real del trabajo en el capital* para explicar con mayor profundidad y trascendencia la esencia del objeto de estudio; por ejemplo, de la crisis ecológica y la manera de subordinación del viento y la población a la producción de eoloelectricidad. La *acumulación de capital, valor, valor de uso, composición orgánica de capital, explotación*; para desmontar el discurso de que la industria eólica sólo nace como una alternativa para combatir el calentamiento global, y más bien estamos ante una industria muy parecida en términos de su funcionamiento a otras industrias capitalistas modernas. También sirvieron en esta investigación *la ley del valor, ley general de acumulación capitalista, y ley tendencia decreciente de la cuota de ganancia*, para abonar a la discusión sobre las tendencias sociales probables a ocurrir tanto en el Istmo como en la explotación eólica planetaria. Presentamos una investigación que no se rige por el falso dilema de ser cuantitativa o cualitativa, pues estimamos no es posible analizar un problema únicamente partiendo de los datos sin una teoría que los explique o fundamente, explicar la realidad a partir de ejemplos o la coyuntura no resultan suficientes cuando la propuesta es no sólo describir el presente sino proyectar el futuro. Y, por otro lado, tampoco es aceptable hacer un análisis del problema únicamente describiéndolo sin emplear datos, ejemplos empíricos que demuestren cómo se desarrollan en la realidad la teoría. Más bien, se trata de un *análisis dialéctico* donde tanto lo cuantitativo como lo cualitativo constituyen parte de una unidad, de un todo; en este caso la producción eoloelectrica, a la cual pretendemos aproximarnos más. De modo que respondiendo al método de CEP, nuestra investigación

conjuga ambos niveles. Aunque el aspecto cuantitativo, fue expuesto con varias limitantes como el acceso a datos e información específicos del proceso en el Istmo de Tehuantepec, como se detalla en los capítulos tres y cuatro. Sin embargo, con la información disponible que obtuvimos tanto de informes de AIE, IRENA, IPCC, SENER, CRE, REN21, GWEC, entre otras fuentes de información como las entrevistas a habitantes de la región, revisión de contratos, pudimos aproximarnos al tema, corroborar y corregir argumentos que conocíamos únicamente a partir de fuentes bibliográficas. En complemento, utilizamos diversos recursos electrónicos como conferencias, reportajes y entrevistas; denuncias periodísticas sobre la imposición de proyectos eólicos en la región, etcétera.

Cómo construimos los capítulos

Al análisis general corresponde el *capítulo uno*, donde abordamos el contexto mundial y nacional de la explotación de energías renovables. En este capítulo, bajo el argumento de la *subsunción real del trabajo en el capital, la ley general de acumulación capitalista y de tendencia decreciente de la cuota de ganancia*, se estudian la unidad indisoluble entre la crisis climática, crisis ecológica y crisis económica, también la transición energética mundial y nacional simulada, determinada por las energías fósiles y su agotamiento, para ello una categoría central fue la civilización material petrolera. Se cuestiona la forma como se han venido expandiendo los proyectos de energías renovables, compartidas por la eólica y solar, empleadas acotadamente para generar electricidad, siendo la primera la más importante en capacidad instalada y aporte en la producción eléctrica después de la hidroeléctrica, considerada renovable por los organismos especializados en energía. Aunque en este capítulo se aportan bases para poner atención en el papel marginal de la energía eólica en la transición energética tanto en México como a nivel internacional, abonamos a la importancia que tiene

acumular capital desde ahora en la producción eoloelectrica y el carácter central que tiene controlar esta clase de energéticos, sobre todo de los que tienen mejores atributos naturales para la generación eléctrica.

También como parte del *análisis general*, incluimos en el *capítulo dos* la revisión teórica iniciando por Marx, quien desarrolla la *teoría de la renta diferencial*, así como las principales discusiones de diversos autores sobre el tema, su aplicación y relaciones con la crisis ecológica. Subrayamos el debate acerca de la posibilidad de un derrocamiento de la renta vía el desarrollo tecnológico y la desaparición de la propiedad territorial, así como las verdaderas causas de la renta diferencial; por ejemplo si son la propiedad o la crisis ecológica las que la producen, así como la pertinencia de estudiar hoy la renta diferencial, como forma transfigurada de la ganancia y en última instancia de la plusvalía, por seguir siendo éstas el motor de la producción capitalista en la que sin duda participa la eoloelectricidad. Por otro lado, tenemos la discusión teórica sobre el problema de la *acumulación originaria*, asunto de gran relevancia, debido a que consideramos permite comprender a profundidad por qué en el Istmo las empresas buscan apropiarse de la tierra, para quedarse con la renta diferencial. Temas que específicamente se estudian en los capítulos cuatro y cinco. En razón de ello, en este capítulo dos, también abonamos el debate sobre la pertinencia de la categoría de *acumulación originaria* en la actualidad, en cuanto a sus especificidades y contradicciones.

Considerando los temas generales aterrizamos en el *capítulo tres* que es parte del *análisis particular* de esta investigación. Aquí abordamos temas como el proceso de producción tecnológica de aerogeneradores y producción de la reciente *mercancía eoloelectricidad*, en síntesis la producción del capital constante y la puesta en escena de nuevas fuerzas productivas naturales para la generación eoloelectrica, así como a éste proceso

en sí mismo. De este análisis surgen líneas de debate como es la *subsunción real y formal del trabajo en el capital*, la cual consideramos que rige a ambos procesos, por cual ello da como resultado una mayor oferta de vientos disponibles para el crecimiento de la eologeneración mundial en los sitios donde no existía este tipo de producción, como en el Istmo de Tehuantepec. Asimismo abordamos cómo se da *la subordinación de las fuerzas productivas naturales y humanas por las técnicas*; cuestionamos que la manera como ésta se realiza es a través de la dependencia de recursos naturales no renovables, con ello se da pauta para discutir *los límites ecológicos de la industria eólica*. Un debate que agregamos es qué lugar tienen países como México en la actual *división internacional del trabajo* en la industria eólica.

Se integra al análisis particular, el *capítulo cuatro*, donde investigamos el proceso eoloeléctrico en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, como un resultado del avance de la industria eólica y la necesidad de incorporar nuevas fuentes de energía a la producción de electricidad. Partimos de describir a esta producción exponiendo la construcción de un marco jurídico que contemplaba desde inicios de los noventa la diversificación de las áreas de acumulación de capital transnacional; se señalan las bases que permiten la privatización de la industria eléctrica y la tierra. Para quién se produce, quiénes producen, de qué tipo de fuerzas productivas dispone la región, etcétera, son los escenarios de los que partimos para construir la categoría *renta diferencial eólica*, considerando los argumentos vertidos en el *capítulo dos*, planteando la *forma como el viento del Istmo potencia la productividad* en la eologeneración, arrojando por resultado un valor individual inferior al que permiten las condiciones productivas eólicas promedio, nacionales e internacionales; y traduciéndose en una *ganancia extraordinaria* convertida en *renta diferencial*. A la par, proporcionamos información que

consideramos útil para deducirla y proponiendo una *metodología* para derivarla, no a partir de la comparación de precios de electricidad procedentes de todas las energías incluyendo las fósiles, sino equiparando el valor y los precios al interior de la producción eoloeléctrica nacional y mundial.

Asimismo, en el *capítulo cuatro*, se explica la tendencia a la *diversificación de la renta diferencial* y si es correcto hablar de su desaparición gracias a la pretendida homogeneización de los vientos en el mundo, mediante el desarrollo tecnológico de aerogeneradores “más grandes”; de modo que en esta discusión van incluidas la búsqueda por la *minimización de los territorios* abundantes en energía eólica de mayor productividad con la finalidad de restar importancia en cuanto a su contribución al abaratamiento de los precios de la electricidad y de que los propietarios se convenzan de una supuesta improductividad de sus tierras, aceptando sumisamente lo que las empresas les quieran pagar; discurso presente que captamos en las entrevistas que realizamos a los arrendadores durante nuestro trabajo de campo. Por lo tanto, dar a conocer la existencia de la renta diferencial es una herramienta de combate para los poseedores de la tierra, mínimamente para exigir a los capitalistas eoloeléctricos un mejor pago por el uso de la tierra y apropiarse del viento contenido en ella.

Por último, en este capítulo algunas veces implícita otras explícitamente quedan asentadas las similitudes y diferencias entre la *renta diferencial agrícola estudiada por Marx* y la *renta diferencial eólica*. En suma, este capítulo puede leerse como un resultado clave de la acumulación de capital, en la eoloelectricidad que se genera en el Istmo de Tehuantepec.

Tanto en este *capítulo cuatro* como en el *tres* nos apoyamos de entrevistas para comprender de manera general y particular la operación, mantenimiento y reparación de las fallas de los parques eólicos, utilizamos las *entrevistas como una herramienta de*

corroboración de la información al respecto, encontrada en libros e informes diversos. De las conversaciones obtuvimos información útil para dimensionar la complejidad de este proceso productivo, el tipo de tecnología instalada en el Istmo, la relevancia del trabajo vivo tanto en la operación, como en los diversos tipos de mantenimiento y reparación que demandan las turbinas eólicas para que sigan produciendo; además de que se tuvo acceso a información sobre las condiciones laborales de la fuerza de trabajo calificada de las centrales eólicas emplazadas en el Istmo, aunque lamentamos que por cuestiones de tiempo, este último tema no se refleja en la investigación. Cabe mencionar que por seguridad de los entrevistados no aparecen citados con sus nombres verdaderos.

Para concluir, en el *capítulo cinco* hablamos de la *acumulación originaria*. Se argumenta y ejemplifica por qué lo que acontece en la región en términos del control territorial para garantizar la producción eoloeléctrica, es una *forma moderna* de expropiar la tierra, aunque legalmente opere el arrendamiento.

En ese sentido, se considera a la propiedad territorial de tipo social como un obstáculo para la expansión capitalista, por ello *se analizan los mecanismos para lograr la privatización de las tierras y su viento*, para mostrar cómo el objetivo es que el capital sea el único con derechos para disponer de los beneficios de la tierra con vientos fértiles, en este caso la renta diferencial. Por lo que se propone entablar una *conexión necesaria entre la acumulación originaria y la renta diferencial*, misma que consideramos no exclusiva para la explotación de la energía eólica sino también útil para pensar aquellos procesos donde los bienes naturales dispongan de un valor de uso único capaz de potenciar las fuerzas productivas técnicas y a la fuerza de trabajo, produciendo una mayor masa de mercancías

pero con menor valor individual, en comparación a quienes no tienen el privilegio de apropiarse de estas condiciones de producción.

Además de la expropiación de la tierra como un método para la apropiación de la renta diferencial, se plantea qué impacto tiene esto en relación a la tendencia decreciente de la cuota general de ganancia, sobre todo por tratarse de un energético renovable a diferencia de la renta diferencial de bienes naturales no renovables. Otra arista presente son los efectos de la acumulación originaria y de capital eoloeléctrico en relación a la demanda de fuerza de trabajo local. En este capítulo empleamos múltiples recursos electrónicos, desde entrevistas y conferencias vistas por internet, como información periodística de denuncia sobre lo que los habitantes de la región llaman despojo de la tierra y violación de sus derechos humanos para imponer los megaproyectos eólicos.

**CAPÍTULO I. MARCO CONTEXTUAL PARA
ENTENDER LA EXPLOTACIÓN DE LAS
ENERGÍAS RENOVABLES, EN PARTICULAR LA
ENERGÍA EÓLICA**

Introducción

En este capítulo buscamos ofrecer una explicación del contexto en el que surge y se justifica el uso de las energías renovables (ER), en particular la energía eólica; así como el papel que tiene y tendrá dentro de la llamada transición energética. En otras palabras, nos proponemos mostrar cuáles son las contradicciones bajo las que se desarrolla el uso de la energía eólica en el mundo actual, que son clave para mostrar cómo el aprovechamiento de los vientos del Istmo de Tehuantepec para la generación de eoloelectricidad, permite generar una renta diferencial.

Para ello, resultan centrales el abordaje de la crisis ecológica y climática, esta última como expresión central de la primera, para comprender por qué una salida a éstas, más no la única, es el uso de “energías limpias“ con el fin de contrarrestar el problema. Mostramos que pese a la necesidad de su explotación, lo que pretende determinar sus perspectivas de expansión es la civilización material petrolera, arrojando como resultado una transición energética retardada, caracterizada por el uso marginal de las energías limpias, fundamentalmente en la generación de electricidad, y concentrada en pocas manos, las de las mismas empresas que provienen de explotar las fuentes fósiles.

Consideramos necesario lo anterior, para reflexionar objetivamente y sin sobrevaloraciones, cuál es hoy la importancia de la energía eólica dentro de la matriz energética, así como la que tendrá en los próximos años. Esto independientemente del potencial que aquélla tenga para satisfacer parte del consumo energético.

1.1. Crisis ecológica

“[...] La producción capitalista, por consiguiente, no desarrolla la técnica y la combinación del proceso social de producción sino socavando, al mismo tiempo, los dos manantiales de toda riqueza: la tierra y el trabajador“. Carlos Marx, 1867, p. 424.

Actualmente la humanidad enfrenta un problema de suma gravedad que pone en peligro su existencia misma: una crisis ecológica que se manifiesta en una serie de límites ecológicos planetarios (Stockholm Resilience Centre Scientists, 2015),¹ que muestran cómo la actividad humana los ha sobrepasado o se encuentra a punto de alcanzarlos, poniendo en riesgo la existencia de vida en la Tierra, volviéndola menos habitable y sumándose a la pauperización generalizada de la mayor parte de la población mundial: el riesgo ecológico. Estos límites son: el cambio climático (CC), pérdida de la biodiversidad, alteraciones en los flujos biogeoquímicos (ciclo del nitrógeno y el fósforo), cambio de uso de suelo, agotamiento del agua dulce, etcétera. (obsérvese el cuadro 1).

Si bien el tema de la explotación de energías renovables (ER), se enmarca dentro de las soluciones para enfrentar el “cambio climático“, es éste una de las expresiones más álgidas de la crisis ecológica. Por eso, primero queremos explicarle al lector cuál es el planteamiento teórico que asumimos para entender el problema.

¹ Información obtenida del sitio web <http://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html> del Stockholm Resilience Centre scientists, consultada el 18 de noviembre de 2016. A su vez este Centro basa su información en la investigación de Steffen, et al. (2015). *Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet*, publicada en la Revista Científica Nature.

Cuadro 1. ¿Cuáles son los límites ecológicos planetarios?

Cambio climático. La temperatura global ha crecido cerca de 0.7 °C desde 1950, debido a las emisiones de CO2 provenientes de recursos fósiles.	Límite: concentración atmosférica no mayor a 350 ppm de CO2. Actual: 400 ppm CO2 y continúa creciendo
Pérdida de la integridad de la biosfera. Desde 1970 se han reducido a la mitad las poblaciones de animales salvajes, y a nivel mundial los ecosistemas han sido impactado por actividades humanas.	Límite: no más de 10 extinciones por millón de especies al año. Actual: aproximadamente 1000 especies por millón al año y creciendo
Modificaciones en los flujos bioquímicos: nitrógeno (N) y fósforo (F), N y F son nutrientes esenciales para toda la vida. Las emisiones exponenciales de N y F, por parte de la industria y la agricultura intensiva, matan la vida en los lagos y mares, causan severos daños en la contaminación del aire y afectan los patrones del clima.	Límite de F: no más de 6.2 millones de toneladas al año (Mt/a) vertidas sobre la tierra. Actual: aproximadamente 14 Mt/a y crece la emisión. Límite de N: no más de 62 Mt/a vertidas sobre la tierra. Actual: 150 Mt/a y continúan creciendo
Cambio de uso de suelo (conversión de bosques a tierras de cultivo, caminos y ciudades). Ello ha implicado la desaparición de animales salvajes, la deforestación y la urbanización afectando el clima por los cambios en los flujos de CO2.	Límite: no menos del 75% de la bioma tendría que estar intacta. Actual: 62% y continúa contrayéndose.
Liberación de entidades novedosas, sustancias sintéticas - e incluso nuevas formas de vida- pueden alterar radicalmente las dinámicas física y biológica de la Tierra, trayendo riesgos sistémicos completamente nuevos para la sociedad.	Múltiples límites, que todavía no han sido cuantificados.
Carga atmosférica de los aerosoles. Las micropartículas emitidas al aire causan severos problemas de contaminación local que pueden impactar en cascada sobre el clima y la naturaleza, a nivel global.	Regionalmente determinado. Por ejemplo, el límite para el sur de Asia es 0.25 de Profundidad Óptica de Aerosol (POA). Actual: 0.30 ("nubes marrones").
Extracción de agua dulce. El uso del agua daña e incluso seca ríos, acuíferos, perjudicando el medio ambiente y alterando los ciclos hidrológicos y del clima.	Límite global: 4000 km3 de agua dulce al año. Actual: 2600 km3
Acidificación de los océanos debido a la emisión de CO2 por el uso de combustibles fósiles. Estrechamente vinculado al cambio climático, hoy la tasa de acidificación no tiene precedentes en 65 millones de años.	Límite: $\geq 80\%$ de saturación del carbonato de calcio. Actual: aproximadamente 84%.
Pérdida del ozono estratosférico debido a los clorofluorocarbonos. El "agujero de ozono" permite mayor daño por los rayos solares UV que alcanzan la superficie de la Tierra. La mínima concentración de ozono ha permanecido estable por aproximadamente 15 años después de la eliminación gradual de las sustancias que agotan el ozono.	Límite: no menor a 276 DU* (dependiendo de la latitud). Actual: 283 DU y aumentando

Notas:

*DU= unidades de Dobson (por sus siglas en inglés).

El color rojo indica que los límites planetarios se han superado, el naranja que se está a punto de rebasarlos, el verde, que el ser humano aún no ha superado tales límites y el crema expresa límites planetarios que aún no han sido cuantificados.

Fuente: Stockholm Resilience Centre Scientists(2015). Traducción propia.

La crisis ecológica, actualmente ha sido reconocida como una crisis de carácter antropogénico, es decir, como resultado de la incidencia de la actividad humana sobre el medio ambiente. Coincidimos con tal postura, sin embargo planteamos que tal crisis no puede ser estudiada científicamente si no hacemos distinción en quiénes son los responsables de la misma, que merced a haber sido producida por “el hombre”, tampoco es causada por la especie humana en general y mucho menos afecta a todos en el mismo nivel². Consideramos que tal crisis tiene que ser estudiada, teniendo como punto de partida al modo de producción capitalista y su desarrollo, para encontrar las causas de la crisis del medio ambiente. Encontramos en la Crítica de la Economía política (CEP),³ el análisis científico para abordar tal crisis, porque expone sin medias tintas *el origen de clase* que ésta tiene: la producción capitalista en su afán de obtener a escala ilimitada más y más plusvalía traducida en ganancias. Entenderla desde este planteamiento teórico, cobra un papel explicativo fundamental, como el telón de fondo que tiene el actual empleo de las energías alternativas, en respuesta a esta crisis, en particular del calentamiento global. Lo cual veremos más adelante en este capítulo.

² Por ejemplo, la capacidad de respuesta ante los desastres ambientales: como huracanes o sequías, no es la misma para la población en situación de pobreza, versus la población con altos niveles de ingreso, que pueden emigrar con facilidad, al menos en lo que respecta al tema económico, para resguardarse de las consecuencias de estos desastres. También, no es lo mismo enfrentar los problemas de salud ocasionados por la contaminación de los suelos, del agua, de la atmósfera, cuando la gente vive en condiciones de pobreza a cuando tiene los medios económicos para atenderse. Podríamos nombrar múltiples ejemplos de cómo el elemento económico es determinante para diferenciar las respuestas a las consecuencias de la crisis, que aquí planteamos.

³ Si bien se ha criticado desde diversas escuelas del pensamiento económico o de los activistas ecologistas, que la CEP o “Economía Marxista”, no considera a la naturaleza en su análisis del funcionamiento del modo de producción específicamente capitalista, o que no propone una nueva forma de relación entre el ser humano y la naturaleza. La Economía Ecológica es una de las posturas más conocidas que se caracteriza por este tipo de planteamientos en contra de la obra de Marx. No obstante, una verdadera comprensión teórica de la misma nos muestra lo contrario. En el libro de John Bellamy Foster (2000): *La Ecología de Marx: materialismo y naturaleza*, demuestra cómo el planteamiento de la naturaleza y los efectos destructivos que sobre ella tiene la producción capitalista, estuvieron presentes siempre en la obra de Marx. Asimismo, otros libros donde se estudia la posición ecologista de Marx es: Burkett, P. (1999). *Marx And nature. A red and green perspective*. en Schmith, A. (1976). *El concepto de naturaleza en Marx, que recomendamos revisar para un análisis a profundidad de los elementos ecologistas en la obra teórica de Marx.*

Planteamos estudiar a la crisis ecológica desde la categoría de Marx: *subsunción del trabajo en el capital (STK)*.⁴ Si bien esta STK, por el propio desarrollo del capitalismo se divide en dos modalidades: la *subsunción formal del trabajo en el capital (SFTK)*,⁵ y *subsunción real del trabajo en el capital (SRTK)*, es esta última la categoría central, para analizar a la crisis ecológica desde la CEP ya que como Marx lo plantea en el *capítulo sexto inédito de El Capital*, es la SRTK lo que caracteriza propiamente al modo capitalista de producción plenamente desarrollado. Que es justamente el estado que guarda el capitalismo contemporáneo, a escala mundial.⁶

C. Marx (1981, p. 72), plantea que conforme se desarrolla la producción capitalista bajo la SFTK, ésta deriva en la SRTK que a diferencia de la primera sí modifica esencialmente las condiciones en que se desarrolla el proceso de trabajo. Lo que caracteriza a la SRTK es la producción de plusvalía relativa, es ésta la expresión material de cómo se produce el excedente económico, mediante el desarrollo incesante de las fuerzas productivas sociales del trabajo aplicadas a los diversos procesos de producción: descubrimiento de nuevas técnicas de producción, maquinaria más eficiente, desarrollo científico aplicado a la producción, entre otras, cuyo resultado es la elevación indefinida de la composición orgánica del capital

⁴ Planteamiento que hemos retomado de Andrés Barreda (argumento expuesto en la conferencia: Economía política de la devastación ambiental en la Facultad de Economía UNAM, el 26 de noviembre de 2015), quien plantea que la categoría recuperable de Marx para analizar la destrucción ambiental es la subsunción formal y real del proceso de trabajo bajo el capital. Categorías lógico históricas para pensar desde el punto de vista de Marx, la teoría del desarrollo. Que se encuentran desarrolladas por el autor en *El Capital Tomo I* (10, 11, 12, 13 y 14), en el *capítulo sexto inédito* y en los *Manuscritos Económicos de 1863-1865*.

⁵ La SFTK es una modalidad de la producción capitalista, caracterizada por ser la plusvalía absoluta o la prolongación de la jornada de trabajo, el único método para la apropiación de trabajo ajeno, en esta fase de desarrollo histórico del capitalismo, los procesos de producción se realizan sobre la base de procesos laborales anteriores a él, sobre la base de un modo de trabajo preexistente. A esta modalidad, como forma única de producir la plusvalía, corresponde pues la subsunción formal del trabajo en el capital (Marx, 1981).

⁶ Existen otras posturas para abordar la crisis ecológica. Por ejemplo J. Bellamy Foster (2000), en su libro *La ecología de Marx: materialismo y naturaleza*, rescata y propone emplear la categoría de *metabolismo*. O bien, la propuesta de Armando Bartra (2013) de estudiar a la crisis ecológica dentro de una gran crisis civilizatoria. Sin embargo, no las empleamos para nuestros fines de comprensión del problema, en tanto consideramos que ambos planteamientos conciben aisladas la crisis ambiental de la crisis económica del sistema capitalista o del propio desarrollo de la acumulación del capital. Siendo que para nosotros, dicha unidad es fundamental para entender ambas, como fenómenos que conlleva la expansión de este modo de producción.

(COK). Logrando “una revolución total en el modo de producción mismo, en la productividad del trabajo y en la relación entre el capitalista y el obrero” (Marx, 1981, pp. 72-73). Por lo que es el objetivo de apropiación de una plusvalía relativa cada vez mayor la que impulsa a la revolución constante de las fuerzas productivas.

Es bajo la SRTK, que tal crecimiento ilimitado de la COK, conforme más se desarrolla el capitalismo, se expresa en una recurrente *crisis económica*, que a su vez se manifiesta en la sobreacumulación de capital, sobreacumulación de mercancías y sobrepoblación relativa o ejército industrial de reserva (tal como lo desarrolla Marx en su ley general de acumulación capitalista y en la ley de la tendencia decreciente de la cuota de ganancia)⁷; pero que en sintonía, el avance de la SRTK también se expresa en una *crisis ecológica*, pues el sometimiento de la forma y el contenido técnico material del proceso de trabajo, incluye implícita y explícitamente el sometimiento de las relaciones metabólicas con la naturaleza (Flores, 2015). Es ese mismo desarrollo de las fuerzas productivas del trabajo, el que trae consigo una saturación de la naturaleza por encima de sus capacidades metabólicas, que como decíamos al principio, pone en peligro la vida en el planeta. En la investigación de G. Flores (2015, pp. 24-25), encontramos una caracterización precisa de la confluencia entre estas dos crisis:

[...] que en realidad no es fortuito y ni siquiera es un empalme, sino que son las dos caras de la misma moneda: el desarrollo de la subsunción real del proceso del trabajo inmediato bajo el capital acontecido en el siglo XX. Ambas crisis se han proyectado de manera constante a lo largo de los últimos 40 años [...] y conforman, en cierto modo, la figura de la crisis contemporánea del capital. [...].

Hablamos de una *crisis ecológica* total porque los desequilibrios ecológicos producidos por la actividad económica afecta y son una amenaza para todos los seres vivos, dígase la humanidad.

Y, a su vez, dichas afectaciones se traducen en una crisis de las condiciones materiales básicas de

⁷ El contenido completo se encuentra en el capítulo veintitrés del Tomo I y en la sección tercera del Tomo III de *El Capital*.

la reproducción social, es decir, en una crisis económica de la humanidad, [...]. Una crisis produce a la otra y viceversa.

Una explicación *ad hoc* al respecto, la encontramos en A. O. Barreda (2014, p. 84), quien plantea que con el desarrollo del capitalismo, no sólo se ha transformado el funcionamiento del planeta Tierra, sino que:

La técnica y la ciencia del capitalismo del siglo XX también han sido empleadas para sobreutilizar y sobredesgastar diversas regiones del mundo para extraer sin medida los llamados recursos naturales y con ello dislocar los ciclos biogeoquímicos de todas las fuerzas de la naturaleza planetaria, en vistas de sobreacumular todo tipo de procesos productivos de objetos, servicios y residuos materiales y energéticos que rebasan las capacidades metabólicas de la Tierra. El capitalismo ha sobrepoblado científica, demográfica y técnicamente al planeta, destruyendo de forma extraordinariamente peligrosa (por irreversible) sus principales capacidades para albergar lo vivo, para mantener en pie la resiliencia del mundo y para permitir no sólo su reproducción sino también el desarrollo de lo vivo.

1.2. La Crisis climática. Una de las expresiones de la crisis ecológica en curso

Como hemos visto, la crisis ecológica involucra múltiples aristas de un problema que muestra la posible extinción de las formas de vida que habitan este planeta (cuadro 1). Debido a que nuestro tema de investigación se concentra en la energía eólica y ésta junto con el resto de energías renovables, surgen en el mundo como una respuesta al problema del calentamiento global (CG), es por eso que concentramos nuestra atención en el estudio del mismo, entendiéndolo como un órgano constituyente del cuerpo de la crisis ecológica.

El calentamiento global causado fundamentalmente por la creciente emisión de gases de efecto invernadero (GEI)⁸ derivados de la quema de combustibles fósiles como el petróleo, carbón y gas natural que sostienen la producción capitalista. El principal gas es el dióxido de carbono (CO₂), cuya concentración en la atmósfera alcanza hoy las 450 ppm (partes por

⁸ Éstos son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂) y óxido de nitrógeno (NO_x).

millón) (Oswald, 2016), con ello se ha superado el límite ecológico que el planeta puede soportar (cuadro 1) y mostrándose cada vez más constantemente las consecuencias del CG, por ejemplo: la elevación de la temperatura de los océanos, aumento del nivel del mar, deshielo de los glaciares, crecimiento de la temperatura de la tierra (por el derretimiento de los glaciares), pérdida del permafrost, acidificación de los océanos por la alta concentración del CO₂ que se acumula en ellos, aproximadamente 87% (Oswald, 2016), (que a su vez aumenta la presencia de huracanes e inundaciones), contaminación ambiental, sequías, disminución de la fertilidad y erosión del suelo, pérdida de biodiversidad, etcétera. Por ello, hoy enfrentamos más que un cambio climático o una alteración del estado del clima, una crisis climática (Ribeiro, 2010) producida, porque al ritmo que lleva la acumulación de capital, estas consecuencias parecieran agudizarse poniendo en riesgo la vida planetaria.⁹ Como podemos ver las implicaciones del problema climático trascienden a restringirse a un mero incremento de temperatura, convirtiéndose hoy la “crisis climática” en el eje medular de la crisis ecológica.¹⁰ Es este el nivel de importancia que atribuimos al calentamiento global. A continuación queremos subrayar el papel que el petróleo, como energético fósil, ha tenido en la explicación de esta crisis, ya que durante más de un siglo

⁹ Al problema comúnmente se le llama “cambio climático”, sin embargo esta denominación forma parte de la concepción reduccionista de las empresas y organismos dominantes como el IPCC, que usan la palabra “cambio” para aludir a una simple alteración de la temperatura global, presentándose el problema como una cuestión cuantitativa y soslayando su aspecto cualitativo, como sus orígenes o las causas históricas que lo produjeron, por lo que se corre el riesgo de normalizarlo y no atacar el asunto de raíz. El lector encontrará una crítica seria sobre dicho reduccionismo en el ensayo de C. Moreno, D. Speich & L. Fuhr (2016): La métrica del carbono: ¿el CO₂ como medida de todas las cosas? El poder de los números en la política ambiental global, disponible en https://mx.boell.org/sites/default/files/carbon_metrics-impresion.pdf, consultado el 03 de febrero de 2017.

Por otro lado, a nivel mundial también sobresale el discurso de que el calentamiento global es un fenómeno antropogénico, es decir causado por el ser humano en abstracto; planteamos que tal definición resulta insuficiente pues en la realidad no hay un mismo nivel de responsabilidad en cuanto a la creciente emisión de GEI, basta ver quiénes son los principales emisores y qué es lo que producen, como lo estudiaremos posteriormente en este capítulo.

¹⁰ Inclusive, hoy la crisis del medio ambiente por calentamiento global, junto con la guerra nuclear, son los mayores peligros para la existencia vital de la humanidad y todos los seres vivos del planeta, por las consecuencias civilizatorias devastadoras que traen consigo ambas.

hemos vivido bajo un capitalismo altamente petrolizado, lo cual ha sido categorizado como la civilización material petrolera (CMP).¹¹

Es desde 1860 que comienza la producción industrial del petróleo, inicialmente para ser empleado en la iluminación artificial por medio de lámparas de aceite, pero en realidad este uso se masifica con la segunda revolución industrial. El consumo petrolero comienza a imponerse con su utilización como combustible (gasolina) del transporte empleado durante la primera guerra mundial, motivando el incremento en la exploración y extracción de este hidrocarburo. En consecuencia, es durante la primera mitad del siglo XX cuando la industria petrolera y del gas natural crecen de forma incontrolable, al grado de que el petróleo empieza a desplazar al carbón del centro del patrón técnico energético de todos los países industrializados. Es decir la transición energética de una matriz basada en carbón a una sostenida por el petróleo.

No obstante, la sustitución de un energético por otro, no solamente significó un cambio de patrón energético sino la instauración de la nueva civilización material petrolera, porque el petróleo se convierte en un valor de uso fundamental a partir del cual se produce una inmensidad de otros nuevos valores de uso sin los cuales no se entiende no sólo la producción capitalista, sino la propia reproducción de la sociedad. Precisamente, porque el petróleo aunado a su fácil transporte, es una mezcla de distintas clases de hidrocarburos, que permite ser usado en conjunto o por partes, para derivar de ellos una serie de medios de producción y de subsistencia como: autos, asfaltos, autopartes, anticongelantes, fuente de energía de máquinas motrices, armamentos, llantas, pinturas, combustibles de todo tipo de transporte y de quemadores industriales, lubricantes, agroquímicos: insecticidas, herbicidas, fungicidas y

¹¹ Categoría teorizada y propuesta por A. O. Barreda (2009) en: Manipulaciones y zarandeos de la actual civilización petrolera mundial. En este capítulo usamos como sinónimo de ella: patrón tecnológico petrolero.

fertilizantes, todo tipo de plásticos, electrodomésticos, equipos de cómputo, celulares, vegetales y cereales cultivados con agroquímicos, alimentos altamente adictivos como las grasas sintéticas y el azúcar artificial, zapatos, fármacos, productos de tocador y limpieza del hogar, etc. Por ello, la nueva materia prima trasciende la exclusividad del uso energético que tenía el carbón, convirtiéndose desde el siglo pasado en la mercancía más codiciada del mundo, principalmente para EU y sus empresas transnacionales, que saben que poseyendo el petróleo prácticamente controlan toda la producción del resto de mercancías. Es bien sabido que la *sed petrolífera* ha sido y es una de las causas que durante el siglo pasado y el presente ha alimentado el conjunto de guerras e intervenciones militares que el gobierno de EU ha hecho contra la población de los países ricos en yacimientos petroleros y también gasíferos, en otras palabras la destrucción bélica orquestada por este país es una expresión de la dependencia de este patrón tecnológico petrolero.¹² En suma, podemos decir que el capitalismo ha basado su acumulación de capital en el petróleo, siendo éste la mercancía básica para la producción de todo tipo valores de uso y a partir del cual se genera toda la plusvalía para la reproducción ampliada del capital.

Desde un inicio este alto nivel de interconexión del grueso de la producción de mercancías con el petróleo estuvo alimentada por la idea de que dicho energético era infinito¹³ y que no tiene límites ecológicos en cuanto a la magnitud de las consecuencias de emplearlo desmedidamente en la producción capitalista, al grado de que la creciente quema de combustibles fósiles, primordialmente el petróleo, han creado la saturación de GEI que ocasiona la crisis climática. Es por eso que planteamos que ésta tiene una conexión estrecha

¹² El ejemplo más inmediato es Venezuela, donde a través de los llamados “grupos de oposición” e instituciones internacionales como la Organización de Estados Americanos, el gobierno estadounidense pretende derrocar al gobierno bolivariano de Nicolás Maduro para disponer a manos llenas de los recursos petroleros, gasíferos y de otro tipo, siendo que este país posee la primera reserva probada más grande de petróleo en todo el mundo.

¹³ Idea alimentada por los descubrimientos de megayacimientos petroleros del Golfo Pérsico durante la década de los cuarenta.

con la CMP; pues si bien el calentamiento global no está asociado exclusivamente con el petróleo, subrayamos esta relación directamente proporcional debido a este grado de adicción creciente que la producción capitalista tiene de él, tomándolo como el referente para la producción de un inmenso arsenal de mercancías. Recientes investigaciones han demostrado esta conexión. Por ejemplo, Richard Heede (2014), señala que de 1854 a 2010 dos tercios de las emisiones de los GEI: dióxido de carbono y metano, han sido generados sólo por noventa empresas (privadas y públicas) y naciones productoras de petróleo, gas natural, carbón y cemento.¹⁴ Por otro lado, hay que agregar que siendo EU el mayor productor y consumidor de petróleo a escala mundial, por ser el país más industrializado y militarizado del mundo y a cuyo origen nacional pertenecen gran parte de las grandes empresas dependientes del patrón tecnológico dominante, es en términos históricos y proporcionales el país que más ha contribuido al total de las emisiones acumuladas de CO₂, responsable del 27% de éste, asociado fundamentalmente al uso energético, mientras que China sólo concentra el 10% de las emisiones acumuladas.¹⁵

Las evidencias de la elevación de la temperatura global y sus consecuencias sobre la vida planetaria no son recientes, pues los estudios al respecto datan desde el siglo XIX (Weart, 2008). Pero durante casi todo el siglo XX, se hizo caso omiso del problema, sin que ello significara que el mismo no siguiera creciendo. Sirve de ejemplo el informe de 1972: *Los Límites al crecimiento*, elaborado por investigadores del Instituto Tecnológico de Massachusetts, bajo la autoría principal de Donella Meadows, por encargo del denominado

¹⁴ Lo cual demuestra que el llamado “cambio climático” no es antropogénico en general sino más bien tiene un *origen de clase*; precisamente capitalistas asociados directa e indisolublemente al patrón técnico fósil.

¹⁵ Sin embargo, en términos absolutos hoy China es el mayor emisor de gases de efecto invernadero, situación relacionada directamente con que desde 2010 llegó a ser el país con mayor consumo de energía precisamente por haberse convertido en el principal centro de producción manufacturera en el mundo, lo cual implicó aumentar su consumo de energía, convirtiéndose China en el más grande consumidor y productor de carbón, como su energético primario fundamental (Lewis, 2013) y también en el principal emisor de GEI.

“Club de Roma“, cuyo argumento central fue alertar sobre los límites de crecimiento de la población, industrialización, contaminación, producción de alimentos y la explotación de los recursos naturales, los cuales de seguir el mismo ritmo, durante los próximos cien años, superarían los propios límites de los recursos naturales no renovables, la tierra cultivable finita, y la capacidad del ecosistema para absorber la contaminación producto de la actividad humana, etcétera. Ante lo cual los investigadores proponían como solución detener el crecimiento exponencial de la economía y la población, con el fin de conservar los recursos naturales y no padecer su agotamiento. En otras palabras el informe del “Club de Roma“, representó un llamado científico a detener la escala creciente de la acumulación de capital, basada como hemos explicado, en un capital petrolizado y por lo tanto a reformar el capitalismo bajo un modelo económico distinto al seguido en ese entonces. No obstante, ante ello la respuesta de los capitales de la CMP (la industria energética, automotriz, aérea y vehicular, química, farmacéutica, médica y agroquímica, minera y siderúrgica, electrodoméstica, etc.) fue negar los peligros que se denunciaban, pues en parte ello evidenciaba precisamente los impactos nocivos y letales del uso del petróleo, proponiendo como proyecto económico al neoliberalismo, lo cual significó cerrar filas en la defensa del patrón técnico petrolero, que seguiría siendo el eje rector de la producción de capital, al mismo tiempo que con aquél se planteaba hacer frente a la crisis económica que estalló en 1973.

Así, es durante el actual periodo neoliberal cuando más energía se ha consumido y despilfarrado en toda la historia de la humanidad. Precisamente por los niveles de desarrollo de las fuerzas productivas y la meta del capital de la obtención de mayor plusvalía al infinito, es cuando esta droga, que es el petróleo, más se ha utilizado. De tal modo, que el consumo

cada vez más creciente de combustibles fósiles ha ido radicalizando cada vez más el carácter destructivo del patrón tecnológico petrolero, elevándose cada año más la concentración de GEI en la atmósfera y por ende agudizando el calentamiento de la Tierra, al punto que los últimos tres años han resultado ser los más calientes de los que se tenga registro en la historia del clima.¹⁶ Como demostración de ello, las investigaciones de Richard Heede (2014) exponen que del total de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄) durante el período de 1854 a 2010, la mitad ha sido producida de 1986 a 2010. Exactamente en pleno auge y desarrollo de este modelo de acumulación. Por lo que el resultado del ascenso y profundización de la CMP en la reproducción del capital, de la lógica extractiva indefinida del petróleo, ha sido un efecto devastador sobre el medio ambiente, que se manifiesta en el calentamiento global¹⁷, que si bien tiene sus orígenes desde inicios del siglo antepasado, esta *unidad* entre CMP y crisis del clima adquiere una mayor significancia durante el periodo neoliberal.

Basándonos en esa *unidad*, la crisis climática también puede ser explicada por una *contradicción* entre producción y consumo de petróleo. Una crisis que por un lado se explica por el elevado consumo de estos combustibles fósiles, que históricamente han producido el calentamiento de la Tierra y con ello la destrucción del *sujeto* que produce y consume la diversidad de mercancías de la CMP. Pero, por otro lado la satisfacción de dicho consumo se ha hecho mediante una producción desmedida, devastadora, no planificada, que ha conducido

¹⁶ El último trienio, 2015, 2016 y 2017, se considera el más caluroso desde 1880, cuando empezaron a registrárselas temperaturas del planeta. Véase <http://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/ciencia/2018/01/18/5a60c036268e3e9a3e8b472c.html> revisado el 20 de enero de 2018.

¹⁷ Ciertamente, por su uso no planificado cuya explotación es en función de la *lógica del valor y la ganancia*, el carbón comparte con el *petróleo* los impactos ecológicos devastadores como el calentamiento global; sin embargo, el nivel de alcance de destrucción ambiental del segundo supera al primero por ser como hemos mencionado una mercancía cuya aplicación trasciende al sector energético, además de la escala creciente en la que ha venido siendo demandado acorde al ritmo de la acumulación de capital expansiva por todo los rincones del planeta, en comparación al siglo XIX, época en la que el carbón fue la fuente de energía fósil predominante

tendencialmente al denominado *peak oil*, o al agotamiento del *objeto de trabajo* fundamental de la sociedad moderna, acompañado también por la elevación de la temperatura global. Por ello, decimos que el calentamiento global, parte de la crisis ecológica, es al mismo tiempo la crisis del patrón tecnológico petrolero, y que el petróleo que nació como una fuerza productiva de la historia de nuestra civilización hoy por la forma en cómo se ha venido explotando, se ha convertido en una fuerza destructiva social.

Así, posterior al embargo petrolero de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) en 1973, que mostró los límites de la dependencia petrolera; a fines de los ochenta se comenzó “temerosamente” a reconocer el llamado “cambio climático” y el agotamiento de las reservas petroleras, adoptándose medidas para contrarrestar el problema, como la explotación masiva de las ER (eólica, hidráulica, solar, marina, geotérmica, biomasa, etc.), acciones que formaron parte del incipiente proyecto reformista de un sector de capitalistas que desde entonces a la fecha pugnan por un mayor uso de éstas dentro de la matriz energética, en contradicción con el capital fósil. Específicamente, en los últimos años estas fuentes de energía han sido empleadas en el sector eléctrico, pues según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), es el mayor causante de emisiones de CO₂ (revise el gráfico 1), en donde, después de la hidroeléctrica, la eólica y solar son las más aprovechadas, por ser de las más abundantes en el planeta y cuyas tecnologías de explotación han alcanzado una mayor madurez y abaratamiento. Cabe aclarar que no es la única medida, existen otras propuestas como la geoingeniería, mercado de bonos de carbono, pago de servicios ambientales, tecnologías de almacenamiento y secuestro de carbono, entre otras, que plantean la “mitigación” y “adaptación al cambio climático”. Sin embargo, enfocaremos nuestra atención en analizar qué importancia y trascendencia tiene una de esas energías alternativas: la eólica en el combate a este problema, así como en la transición energética.

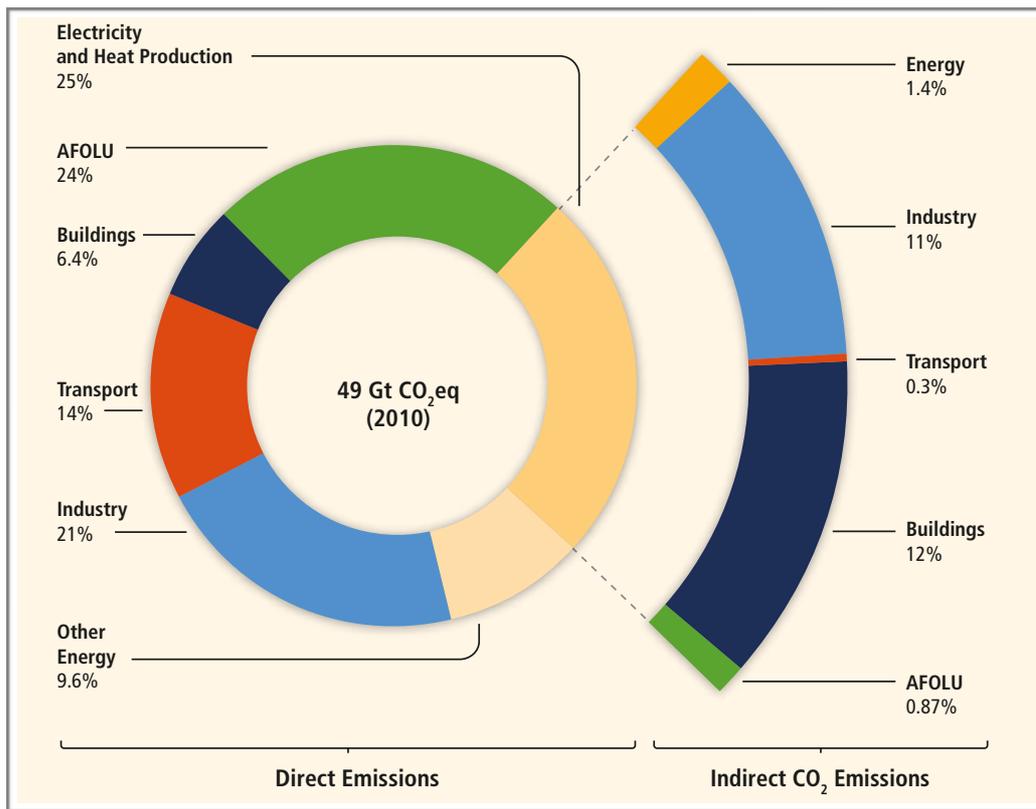


Gráfico 1. Emisiones de gases de efecto invernadero por sectores económicos (2010)*

* Son las emisiones totales de GEI antropogénicas (GtCO₂eq / año) por sectores económicos. En 2010 se muestra la proporción directa de emisiones de GEI (en % del total de emisiones antropogénicas de GEI) de cinco sectores económicos en 2010. El desglose de la electricidad muestra las emisiones indirectas de CO₂ (en % del total de emisiones antropogénicas de GEI) del uso final de energía. «Otras energías» se refiere a todas las fuentes de emisiones de GEI del sector de la energía, distintas de la producción de electricidad y calor. AFOLU. Alude a las emisiones procedentes de la Agricultura, la Silvicultura y otros usos del suelo, incluyendo las emisiones de CO₂ procedentes de incendios forestales, incendios de turba y decadencia de turba que se aproximan al flujo neto de CO₂ del subsector forestal y otros usos del suelo. Fuente: IPCC (2014).

1.3. Transición energética insustentable basada en la civilización material petrolera

“Perforar, perforar y nada más que perforar» es el lema entonado por «big oil» en la guerra contra el medio ambiente que ni siquiera cesó durante la catástrofe natural en el golfo de México. El juego fatal con la tierra sigue, justificándolo siempre con que el potencial de las energías renovables «actualmente» no es suficiente”

Hermann Scheer, 2011, p.24.

Ciertamente el tema de esta tesis se centra en la energía eólica y sus usos, tenemos en cuenta que estudiar ésta sin el contexto energético en el que se mueve, sería perder de vista elementos que ubican nuestros pies en la tierra, respecto a hacia dónde apunta la explotación de esta fuente energética considerando una matriz energética predominantemente fósil y en ese sentido cuáles son sus perspectivas de crecimiento. Por eso, considerar la transición energética mundial es clave para nosotros, porque nos permitirá ver el alcance de la renta diferencial eólica y tener en cuenta el impacto de la expansión de esta energía en el despojo del territorio (que analizaremos en el capítulo cinco).

Cierto es que las energías renovables representan un espacio de la acumulación del capital con potencial demostrado para satisfacer la demanda energética mundial, y a su vez una salida para contrarrestar los efectos dañinos del “cambio climático“, lo cual permitiría ir reemplazando el uso de combustibles fósiles y llevar a cabo una *transición civilizatoria* (Bartra, 2013). Sin embargo, pese a la gravedad de carácter ecológico, la salida no es una transformación radical de la oferta mundial de energía primaria, sino continuar bajo las bases de una matriz energética fósil. A continuación desarrollamos el argumento de lo ingenuo que sería decir que lo que viene es una *transición* basada en fuentes de energía limpia.

Para comprender cuál es la expectativa, el rol que tendrá la energía eólica dentro de la futura matriz energética, es necesario conocer tanto el actual balance energético, como la historia de la matriz energética de los últimos años, para ubicar cuál es el contexto en el que se presenta la acumulación de capital en energía eólica, sobre todo en la producción de electricidad, espacio donde principalmente se emplea.

La mejor expresión de que siglo y medio de la producción capitalista se ha basado en el patrón tecnológico petrolero, son las matrices energéticas de los últimos años. Según datos disponibles de 1960 a la fecha el elemento clave es la hegemonía del petróleo en toda la producción de energía, seguido del carbón y el gas natural. De acuerdo a los diagramas de Sankey, de 1973 al 2016¹⁸ lo que tenemos son balances energéticos (incluyen la producción y el consumo) mundiales netamente petroleros.

En seguida le mostramos al lector una breve historia de la matriz energética. Elegimos algunos años claves que ilustran la situación de enorme adicción a los combustibles fósiles, en especial al “oro negro”¹⁹ y su relación con el empeoramiento de la crisis ecológica.

En **1973**, el año de la primera crisis petrolera provocada por el incremento de los precios del hidrocarburo, como parte del bloqueo petrolero que la OPEP ejecutó en contra de EU y sus aliados, utilizando a su favor la fuerte dependencia hacia este recurso, pues la matriz energética mundial era completamente fósil, compuesta en un 89% por estos recursos, ocupando el petróleo el lugar predominante (véase Apéndice 1). Es precisamente el embargo petrolero uno de los principales antecedentes históricos de la explotación de la energía eólica, a gran escala, lo que propició el crecimiento de proyectos eolieléctricos en diversos países,

¹⁸ Tomamos este período porque es el que se encuentra mayormente desglosado y disponible al público. Los diagramas fueron consultados en la siguiente dirección electrónica: <https://www.iea.org/Sankey/#?c=World&s=Balance> y se incluyen en los apéndices (1-6).

¹⁹ El petróleo también es conocido como el “oro negro” por la significancia e importancia tan grande que ha adquirido desde comienzos del siglo pasado.

siendo Dinamarca uno de los principales, con el objetivo de dejar de depender de combustibles fósiles como el petróleo.

Un año después de la segunda crisis petrolera (1979), en **1980**, la estructura de la producción y consumo energético, pese a los incrementos en los precios del petróleo, no se modificó cualitativamente, pues el consumo de éste siguió sobresaliendo sobre el resto de fuentes de energía, aunque sí observamos una reducción en términos proporcionales, mientras comienza a crecer la demanda del carbón y gas natural y otras energías como los biocombustibles, la energía hidroeléctrica y nuclear. Sin embargo, el grueso de la matriz continúa siendo fósil en un 88%. (Apéndice 2).

En **1988**, año en que surge el IPCC, que ya desde entonces admitía la existencia de un problema de calentamiento planetario, destacando la relación de éste con la demanda de energéticos fósiles. Podemos observar que el mejor ejemplo del problema expuesto por este grupo de científicos fue la matriz de energía que permanecía siendo fósil en un 84%, en términos absolutos esencialmente petrolera, pero en términos relativos correspondiendo a la tendencia del esquema de 1980 (revise Apéndice 3).

El año 1990, es histórico en términos del reconocimiento científico sobre la crisis climática. Surge el primer informe de evaluación del IPCC, en el que se reflejaban las investigaciones de 400 científicos. En él se afirmaba que el calentamiento de la Tierra era real y se pedía a la comunidad internacional que tomara cartas en el asunto para evitarlo. Derivado de las conclusiones de tal informe, en **1992**, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Cumbre de la Tierra, Río de Janeiro, Brasil), un conjunto de países y organizaciones no gubernamentales, asumen una serie de

compromisos para hacer frente al cambio climático²⁰, por ejemplo a través de la firma de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Pese a este contexto y a los compromisos realizados en torno a la reducción de energéticos fósiles, el telón de fondo fue la Guerra del Golfo (1991): la invasión de EU a Irak, tuvo como principal motivación el control de los gigantescos recursos petroleros de Kuwait, es decir la dependencia del patrón técnico petrolero. De modo que para 1992 la producción capitalista continuaba con una matriz basada en la dinámica productiva que hemos narrado, conformada igualmente en un 84% por fósiles (véase Apéndice 4).

Doce años después de la guerra en Irak, en 2003 ocurre una segunda invasión a dicho país, nuevamente encabezada por EU y por las mismas razones: el petróleo; pero ahora con el fin de que sean las empresas transnacionales estadounidenses las que se apropien del recurso de Irak, país que al igual que Kuwait cuenta con una de las mayores reservas petroleras en el mundo. La matriz energética de este año (véase Apéndice 5), es una fotografía que retrata cuán petrolizada-fosilizada (85%) era aquella y cuáles seguían siendo los intereses detrás de esa guerra. Claro está bajo un panorama donde todavía es el “oro negro” el que sigue ocupando el lugar principal, aunque debido a su tendencia al agotamiento, su aportación en el total de la producción ha venido descendiendo, mientras que la del gas natural crece.

Así, fiel a la tendencia mostrada en los años elegidos, caracterizada por su composición netamente fósil, llegamos al presente, donde la situación no es distinta.²¹ En 2016, de acuerdo

²⁰ El lector puede acceder a los datos relevantes de esta Cumbre, en la página web: <http://www.un.org/geninfo/bp/enviro.html>. Consultado el 02 de agosto de 2017.

²¹ Dato obtenido por cálculos propios con base a la información que actualmente se encuentra disponible, y la tomamos como la más cercana a la correspondiente al año en curso 2018. Véase <https://www.iea.org/Sankey/#?c=World&s=Balance>, revisado el 10 de octubre de 2018.

a la Agencia Internacional de Energía (AIE), la matriz energética estuvo compuesta en un 85% de recursos fósiles: petróleo, carbón y gas natural(vea el Apéndice 6).²²

En correspondencia a la dinámica mundial, durante el periodo de 1973-2016, la matriz energética se ha mantenido fosilizada en más de un 80%, en los países que hoy son los principales inversores en ER. La mayoría de ellos también se basan en primer lugar en petróleo: Estados Unidos, Alemania, Canadá, Reino Unido, Italia, España y Brasil. Mientras que las matrices de China, Francia e India alternan con carbón, gas natural, energía nuclear y biocombustibles. Como presentamos en el cuadro 2.

Cuadro 2. Balance energético. Principales países. 1973-2016*

País	Período	Estructura energética
Alemania	1973-2003	Petróleo, carbón y gas natural
	2004-2016	Petróleo, gas natural y carbón
Brasil	1973-2013 y 2016	Petróleo, biocombustibles y energía hidroeléctrica
	2014-2015	Petróleo, biocombustibles y gas natural
Canadá	1973-2016	Petróleo, gas natural y carbón
China	1973-1999	Carbón, biocombustibles y petróleo
	2000-2011	Carbón, petróleo y biocombustibles
	2012-2016	Carbón, petróleo y gas natural
España	1973-2001	Petróleo, carbón y energía nuclear
	2002-2003	Petróleo, carbón y gas natural
	2004-2009	Petróleo, gas natural y carbón
	2010-2016	Petróleo, gas natural y energía nuclear
Estados Unidos	1973-2008	Petróleo, carbón y gas natural
	2009-2016	Petróleo, gas natural y carbón
Francia	1981-2009	Petróleo, energía nuclear y gas natural
	2010-2016	Energía nuclear, petróleo y gas natural

²² Estos fueron los datos más recientes que he podido encontrar, dada la tendencia a conservar una matriz fósil, tomaré ya este año como referencia para abordar la composición actual de esta matriz.

Cuadro 2. Balance energético. Principales países. 1973-2016*

País	Período	Estructura energética
India	1973-2001	Biocombustibles, carbón y petróleo
	2002-2007	Carbón, biocombustibles y petróleo
	2008-2016	Carbón, petróleo y biocombustibles
Italia	1973-2012	Petróleo, gas natural y carbón
	2013-2016	Petróleo, gas natural y biocombustibles
Reino Unido	1973-1992	Petróleo, carbón y gas natural
	1993-2016	Petróleo, gas natural y carbón

* Los países que se presentan son los principales en inversión mundial en energías renovables
Fuente: Elaboración propia con datos de <https://www.iea.org/Sankey/#?c=World&s=Balance>

Sin embargo, la secuencia histórica descrita hasta la actualidad, aún no ha llegado a su punto final, pues distintas proyecciones sobre el uso de las fuentes energéticas muestran la persistencia de continuar bajo una matriz energética similar.

Hemos encontrado en distintos informes que la misma composición de la matriz energética se conservará para las próximas décadas, pronosticando que ésta continuará siendo fósil para los años 2035 y 2040. Donde pese a los probados daños ambientales que causa la quema de combustibles fósiles para los distintos consumos demandados (Industrial, eléctrico, residencial, transporte, etc.) se sigue planteando la utilización de petróleo, gas natural y carbón. Se plantea en *BP Energy Outlook 2017 Edition* que para el año 2035, la transición energética sea gradual y apunte a un “mix energético” dominado por estos recursos fósiles, siendo que más del 75 % de la oferta de energía provendrá de éstos, *complementada* por las energías nuclear y renovable, donde estas últimas participen como fuente primaria de energía, sólo con el 10%. Mientras que las proyecciones para 2040 no son distintas, pues *Exxonmobil corporation* (2016) prevé que para 2040, 80% de la demanda global de energía provenga de las tres energéticos mencionados. Asimismo, que el petróleo y gas natural aportarán al menos

60% de la oferta mundial de energía, y las energías renovables (ER) y la nuclear participen con un 25% en este total. No lejanas son las proyecciones de la Agencia Internacional de Energía (AIE, 2017),²³ apuntando que de seguir con las políticas actuales para “combatir el CC”, en 2040 las energías fósiles cubrirán un 79 % de la demanda mundial de energía primaria (petróleo, carbón y gas). Dato que coincide con el de las petroleras mencionadas, pues éstas parten de no modificar el grueso de la matriz energética. Pero incluso en escenarios mejores que promuevan un mayor uso de ER, de acuerdo a la misma AIE esta demanda, igualmente en esencia seguirá nutriéndose de las fuentes fósiles: entre un 75% (petróleo, gas natural y carbón), y las ER aportarán al consumo mundial de energía primaria un 20%, cuyo uso se enfocará exclusivamente a la generación eléctrica,²⁴ pese a que pueda tener otros usos como el transporte y la calefacción. Con ello destacamos, que aún teniendo en cuenta las consecuencias de continuar bajo esta estructura fósil, las proyecciones energéticas siguen mostrando la dependencia que la producción capitalista tiene de estos energéticos, en particular la fuerza totalizadora y adictiva que tiene la CMP, a la cual se encuentra profundamente arraigada, en otras palabras:

La absurda fuerza imparable de esta civilización material estriba en el modo con que ésta, a lo largo del siglo XX, logra erigir un modo de producción y consumo integrado por un sistema de objetos de tipo petrolero (energéticos, maquinas motrices, materiales de construcción, alimentos, medicamentos, ropa, objetos suntuarios, redes de comunicaciones, redes de transportes, urbes,

²³ Véase AIE (2017). World Energy Outlook 2017 (WEO). La versión completa se puede obtener en: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/weo-2017-en.pdf?expires=1538705627&id=id&accname=oid050425&checksum=B9AE9FECAD16CAC465BB72B9001715AA> Consultado el 17 de septiembre de 2018.

²⁴ Con los mejores escenarios nos referimos a los que la AIE (2017) llama: *Escenario Nuevas Políticas* en su World Energy Outlook 2017, que implican modificar las políticas/ medidas contra el cambio climático, así como expandir en mayor medida el uso de ER junto con el aumento de la eficiencia energética, la sustitución del petróleo y carbón por el gas natural; en pos de evitar el aumento de la temperatura global en no más de 2°C, políticas que de acuerdo a la AIE, superan a las acordadas en 2015 en la Conferencia de las Partes (COP) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

La AIE también incluye otro posible escenario que implica un cambio mayor del uso de las energías no convencionales y una menor participación de los tradicionales, le llama escenario de desarrollo sustentable, ene el cual espera que éstas cubran el 61% de la demanda mundial de energía primaria compuesta por gas natural, petróleo y carbón , mientras las renovables, incluyendo a la bioenergía e hidroeléctrica aporten el 29%.

etc.); todos objetos firmemente entreverados entre sí y, por ello, duramente anclados en el consumo de petróleo como una “droga prima“ a la que el capitalismo global es adicta (Barreda, 2009, p. 1).

En ese sentido, es esta dependencia petrolera la que hoy procura configurar la transición energética, porque el capitalismo, al haber construido toda su estructura productiva, comercial, etc. en función de la producción petrolera y fósil, no está dispuesto a echar a la basura toda su inversión de capital, al menos no por la crisis climática, así que ello explica la búsqueda incesante de recursos fósiles que amplíen su canasta energética que permitan mantener la dependencia de éstos; en lugar de apostar a un cambio en serio por energéticos más limpios que contengan el avance catastrófico de los daños ambientales. Tal es el grado de adicción a los recursos fósiles al que el capital se niega a renunciar a ellos, que para 2035 el petróleo tenderá a ser sustituido por otra energía fósil: el gas natural, correspondiendo al comportamiento desarrollado históricamente en la conformación de las matrices energéticas (observe los apéndices 1-6). El gas natural presentará el mayor crecimiento entre todas las fuentes fósiles respecto a su contribución en la oferta global de energía primaria (véase gráfico 2). y en 2040, representará ya un cuarto de la demanda energética mundial, según el Escenario Nuevas Políticas de la AIE, convirtiéndose en el segundo combustible más importante del mix mundial después del petróleo (AIE, 2017), porque para entonces éste no dejará de ser la base de la matriz energética. La proyección de que sea el gas natural el sustituto del petróleo se debe al hallazgo de yacimientos de gas no convencional como el esquisto, a sus múltiples usos significativos, menores costos de inversión y generación en comparación a otras energías “limpias”; al mismo tiempo que es considerado una “energía alternativa” de menores emisiones de dióxido de carbono -versus el petróleo y carbón, no así de metano, ante lo cual la AIE (2017) señala que es esencial reforzar medidas que aborden las fugas de metano en la cadena de valor del gas -y el petróleo- para apuntalar el argumento

medioambiental a favor del gas, y porque es probable que este tipo de GEI figure entre los más baratos de eliminar.

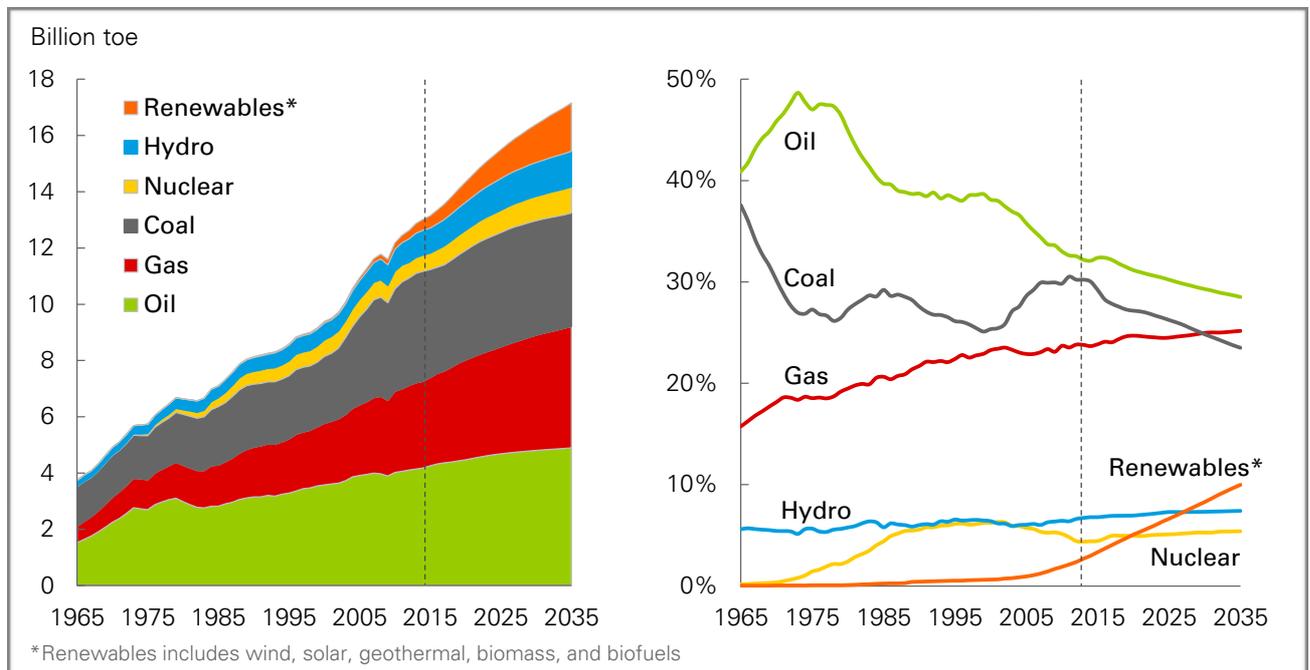


Gráfico 2. Participación de las fuentes de energía en la oferta y demanda, proyección 2035
Fuente: BP, 2017.

A pesar de múltiples voces y acuerdos internacionales que llaman a un cambio estructural de la matriz energética, lo que observamos es una transición energética insustentable porque se encuentra dominada por las fuentes fósiles, con un papel marginal de las ER. Las cuales, se hallan restringidas a jugar el papel de complementar de manera lenta y tardada a las energías fósiles. En realidad la posibilidad de transitar hacia una matriz energética no fósil, se administra en función del agotamiento de los recursos fósiles, por ejemplo existen estimaciones de que existirá petróleo extraíble hasta 2050 y carbón para por lo menos 110 años más, que son proyecciones basadas en que todos los recursos no renovables serán extraíbles, sin considerar los daños ambientales, económicos, sociales, etc. que pueda ocasionar. Lo que nos muestra que habrá una transición energética distinta a la actual, cuando estos capitales de la energía se hallen en el “cenit de extracción”; es decir lo que verdaderamente está moviendo la transición energética, no es el tema ambiental, como en

el discurso se ha venido señalando, sino más bien ese “cenit” que romperá con la relación dependiente, principalmente, del petróleo. Cuando ya la energía neta obtenida de la extracción de recursos fósiles sea menor a la empleada para obtenerla, como lo plantea J.

Veraza (2015):²⁵

Que la única vía para que el capitalismo deje de emplear recursos fósiles es que el costo beneficio de explotar éstos sea muy alto versus los de las energías renovables como la solar, para que sea esta energía la que se desarrolle.

Es esta situación la que retarda y ralentiza a la transición energética, en términos de abrir un papel preponderante a las “energías alternativas“, que no es más que una expresión de la negativa a abandonar el patrón tecnológico petrolero. De tal forma, que hasta ahora las inversiones en ER sólo aparentan como que se transita hacia una nueva matriz, que ahora sí contribuya a la reducción de los GEI y por tanto a la disminución de la temperatura global, mientras que en el fondo se impide un cambio real, pues en esencia el grueso de la oferta y demanda energética seguirá componiéndose de energías fósiles, esta dinámica implícita en las proyecciones de modificación de matriz energética puede ser nombrado como un *gatopardismo fósil o petrolero* (Barreda, 2017), el cual tiene por objetivo no abandonar la CMP; en sentido estricto no se vislumbra un esencial cambio cualitativo de patrón energético. Por lo tanto, *coexistir a lado de recursos fósiles y la energía nuclear, es la regla que rige esta transición*; pues estas grandes empresas no están dispuestas a destruir su capital para abandonar la CMP, y por ello avanzan en profundizar su dependencia del petróleo, gas natural y gas no convencional, aunque ello implique hacer la guerra a países petroleros (Caso Siria, Venezuela, Irak, Yemen, etc.) para apropiarse de estos recursos. En palabras de H.

²⁵ Argumento planteado en la Ponencia: “Fortalecimiento del ciclo progresista en América Latina“. Realizada en el ciclo de conferencias: *La crisis del capitalismo y el predicamento energético-ecológico: alternativas al colapso climático antropogénico*. Organizada por el CEIICH-UNAM el 30 de septiembre de 2015.

Scheer (2011, pp. 66-67), la negativa a abandonar este patrón tecnológico petrolero, encuentra su respuesta en lo siguiente:

Por eso a los consorcios energéticos convencionales les parece imposible un cambio energético rápido -y desde su punto de vista lo es si quieren evitar la destrucción de capital- que objetivamente es posible. Como consecuencia de esto intentan evitar o frenar el cambio hacia las energías renovables y, ante todo, controlarlo ellos. Como ellos mismos tienen impedimentos, impiden a los demás su desarrollo. Persiguen una razón económica empresarial que nunca podrá ser una racionalidad de economía industrial, nacional o social. Ellos son los perdedores del cambio energético rápido, a no ser que sean capaces de llevar a cabo una autorreforma radical de pies a cabeza y estén dispuestos a aceptar graves pérdidas momentáneas. ¿Pero qué sistema empresarial ha sido capaz de ello alguna vez, en especial por estar integrado de tantos elementos de sistema tan dispersos en el espacio?. [...].

La coexistencia marginal de las ER al lado de los combustibles fósiles se puede observar en la composición de las fuentes energéticas de las principales empresas petroleras que hoy hablan de una transición basada en un *mix energético* que incluya renovables y no renovables. De hecho, estas empresas aunque usan las energías del sol y el viento, porque reconocen a los combustibles fósiles como la causa del CG, no hablan de reducir al mínimo éstos, sino de una descarbonización, por medio del empleo de energías fósiles de menor emisión de GEI, como el gas natural conviviendo con las fuentes renovables, en donde todas las energías “contribuirán a satisfacer la demanda energética“, cual si todas éstas lo fueran a hacer en la misma proporción, cuando hemos visto ya cuáles son las energías que se perfilan dominantes, donde las energías renovables se utilizan casi exclusivamente en la producción eléctrica (punto que será tratado en el apartado 1.5).

Un ejemplo es Shell Global que desde sus orígenes se ha dedicado a la explotación de energías fósiles, pero que recientemente combina marginalmente con la de ER: solar y eólica, en aras de “un sistema energético bajo en carbón“.²⁶ En paralelo, quizás la mejor ilustración

²⁶ Al respecto el lector puede revisar el apartado sobre transición energética del informe de sustentabilidad de Shell, disponible en <http://reports.shell.com/sustainability-report/2016/servicepages/download-centre.html> . Consultado el 29 de abril de 2017.

sea BP, que históricamente ha sido una empresa petrolera, pero que hoy también invierte en energías limpias y posee el décimo parque eólico más grande del mundo, en cuanto a capacidad instalada se refiere. Inclusive, las empresas más importantes en inversión en ER, especialmente en la eólica, se encuentran alineadas a tal dinámica: así como invierten en ER, continúan dependientes de la explotación de los combustibles fósiles (revisar cuadro 3).

Cuadro 3. Transición energética y CMP

Empresa/País de origen	CMP y gatopardismo
Ørsted (Dinamarca)	Tiene en propiedad el parque eólico offshore más grande del mundo en asociación con la empresa petrolera Masdar (subsidiaria de Mubdala). Hasta 2016 también se dedicaba a la venta del petróleo y el gas natural, pero en 2017 transitó al aprovechamiento exclusivo de ER.
NextEra Energy Resources (Estados Unidos)	Aunque en su generación eléctrica el grueso de los recursos energéticos que usa son renovables, un 6% del total proviene del petróleo y gas.
EDF-Energies Nouvelles (Francia)	El grupo EDF a la par que invierte en ER, y se dice líder en el sector, también es una empresa fundamentalmente fósil: Francia es el mayor productor de energía eléctrica basada en fuentes fósiles, con 15 plantas de producción y 12.2 GW de capacidad instalada. Pero también usa las llamadas “tecnologías puente”: la energía nuclear, para llegar a la transición energética.
Vattenfall (Suecia)	Su producción de electricidad y calefacción se basa en una mezcla de energías fósiles, nuclear y renovables (eólica, hidroeléctrica, biomasa, solar), De su producción eléctrica en 2015, el 50% provino de fuentes fósiles: carbón lignito y duro y gas natural, 24% de energía nuclear, 22% de energía hidráulica y 4% de ER
EDP Renováveis (Portugal)	NA
E.ON Climate Renewables (Alemania)	A la par que usa energía renovables para la generación eléctrica, se dedica a la venta y distribución de gas en diversos países de Europa: Rumania, Eslovaquia, Hungría, República Checa, Suecia, Alemania, Italia y Reino Unido.
RWE (Alemania)	La generación eléctrica de RWE tiene como base una amplia combinación energética, entre recursos fósiles y renovables. En 2015 así fue la composición de su generación eléctrica: 32% gas, 23% lignito, 22% carbón duro, 8% energía nuclear y 9% energías renovables
Iberdrola Renewables (España)	Destaca que en su producción eléctrica, el uso de energías renovables (hidroeléctrica, eólica y solar) compite con fuentes fósiles como el gas natural. El grueso de su generación eléctrica se compone así: 39% proviene de ER, 35% de centrales de ciclo combinado y 18% de energía nuclear.
en el Green Power (Italia)	NA

Cuadro 3. Transición energética y CMP

Empresa/País de origen	CMP y gatopardismo
Acciona Energia (España)	NA
BP (Estados Unidos)	Como parte de su estrategia de contribuir a la “descarbonización” de la matriz energética: invierte en ER, y es propietaria del décimo parque eólico más grande del mundo (Fowler Ridge), pero al mismo tiempo emplea tecnología de captura y almacenamiento de carbono (CCS) que permite mantener el consumo de combustibles fósiles. De modo que, vislumbra para 2035 una demanda energética sostenida en más del 50% por petróleo y gas.

Notas:

NA: No Aplica

Fuente: Elaboración propia a partir de la información disponible en las páginas oficiales de las empresas y de: <http://elperiodicodelaenergia.com/los-10-mayores-parques-eolicos-terrestres-del-mundo/>

Así, a lo que ha llevado este actuar es a conformar un *sistema energético híbrido incompatible*, que mezcla el avance del patrón energético convencional con el renovable, pero éste último únicamente sirve como una fachada o comodín ecológico²⁷ que “muestra” una cara ambiental, porque el verdadero interés sigue siendo la CMP.

1.4. Concentración energética en ER. El caso de la energía eólica

Una forma de contener el avance hacia una matriz energética basada en ER, es decir ralentizar la transición energética, se encuentra en la manera en que hoy en día se están desarrollando las inversiones en ER: principalmente mediante la concentración energética, presente en la instalación de megacentrales eólicas y solares para producción de electricidad.

Aunque, el suministro de energía a partir de fuentes renovables, por su amplia disponibilidad en el mundo y la forma descentralizada en que la naturaleza las ofrece, podría llevar a la autodeterminación energética de la sociedad, a una libre apropiación de estas energías sin monopolios, con instalaciones descentralizadas; el problema actual no es sólo

²⁷ Con esto nos referimos al comportamiento de las empresas respecto al uso de ER. Llevan a cabo una especie de lavado verde de cerebros que permite no sólo a los capitales energéticos fósiles, sino a todo el capital industrial, ufanarse de una auténtica preocupación ambiental: casi todas las empresas que usan ER y fósiles presumen contribuir al “combate” del CC mostrando cuántos millones de toneladas de GEI “evitaron” o dejaron de emitir, por usar energías limpias.

que se usa a las energías renovables como comodín ecológico, sino que su explotación imita al patrón tecnológico que desarrolló la industria petrolera: grandes centrales en manos de unos cuantos grandes oligopolios energéticos.²⁸

Las ER, al menos la solar y la eólica, tienen la característica de encontrarse en la naturaleza de forma descentralizada, es decir que cumpliendo condiciones mínimas de intensidad, factor planta, etc., cualquier persona desde su casa podría hacer uso de ellas, sin embargo esa no es la forma dominante como actualmente se pretende transitar hacia una matriz energética menos dañina para el medio ambiente. Al contrario, la lenta transición energética “sustentable” únicamente se concibe explotando los mejores sitios del mundo en disponibilidad de ER, instalando allí megaproyectos energéticos, acaparados sólo en manos de unas cuantas empresas, quienes concentran la energía para redistribuirla nuevamente hacia la población, cuando ella misma podría acceder a las energías sin necesidad de intermediación; por lo que en vez de multiplicar el número de “actores” involucrados en el asunto, lo que hace es excluirlos, tomando parte únicamente las grandes productoras de electricidad. Algunos de ellos son los que históricamente se han considerado como principales generadores de electricidad, a partir de combustibles fósiles y que actualmente tienen un papel fundamental en la contribución al crecimiento de la capacidad instalada de las fuentes energéticas alternativas.

Existe una diversidad de casos que ilustran esta situación. Por ejemplo, debido al enorme potencial de energía eólica y solar que poseen los desiertos del Sahara (y su prolongación en

²⁸ Argumento retomado de la argumentación de la conferencia de A. O. Barreda (05 de abril de 2016.). Los tratados de libre comercio y la subordinación del derecho al capital.

el desierto de Arabia y oriente medio) se pretende desarrollar allí el Proyecto Desertec,²⁹ donde se concentrará la producción eléctrica para cubrir la demanda de todo el continente europeo³⁰. También en el desierto de Atacama en Chile, considerado por numerosos estudios como el que recibe más radiación solar que cualquier otro desierto en el mundo,³¹ Acciona Energía ha construido y tiene en propiedad su mayor planta fotovoltaica hasta la fecha y la de mayor potencia en Latinoamérica.³² Asimismo, esta empresa posee en Sudáfrica la mayor fotovoltaica del país: la planta Sishen,³³ y su más grande central construida en el mundo, que en su tipo es la que mayor corriente eléctrica produce en el continente africano, debido a que la zona donde se encuentra instalada cuenta con uno de los mayores índices de disponibilidad del mundo para centrales fotovoltaicas, por la abundancia de recurso solar. La central aglutina una potencia pico de 94.2 megavatios (74 MW nominales) y está conformada por 319, 600 paneles fotovoltaicos que, si se colocaran en una línea recta, sumarían ¡327 kilómetros de longitud!. Con ello además, se expone que la concentración energética lleva implícita a su

²⁹ De acuerdo al sitio electrónico del Proyecto: sus creadores ven en la radiación solar del Sahara unas características que no se encuentra ni siquiera en las zonas semidesérticas del sur de Europa. La principal de ellas es la disponibilidad de muchas horas de sol anuales, unido y quizá esto es lo realmente distintivo, a una intensidad de radiación solar bastante estable a lo largo de todos los meses. Según un estudio realizado por el Centro Alemán para el Viaje Aeroespacial (DLR por sus siglas en alemán) basado en datos de satélite se señala que instalando centrales solares termoelectricas en menos del 0.3% de la superficie del Sahara se podría satisfacer tanto la demanda de energía de Europa como la demanda energética para la desalinización de agua en el norte de África y Oriente Medio. Información encontrada en <http://www.sitiosolar.com/el-proyecto-desertec/>. Consultada el 10 de junio de 2016.

³⁰ En el artículo de H. Hamouchene (2015) donde describe cómo justamente en Africa con proyectos como el Desertec se lleva a cabo la concentración de ER a manos de unas pocas empresas. El tema es muy relevante, ya que desmonta el argumento de que la forma de aprovechamiento de energías limpias es completamente diferente al de las fósiles. Disponible en <http://www.rebellion.org/noticia.php?id=196925>, consultado el 27 de marzo de 2015.

³¹ Al respecto, véase: <http://www.chilerenovables.cl/con-el-1-del-desierto-de-atacama-se-podria-generar-mas-energia-que-proyecto-hidroaysen/>. Acceso: 16 de marzo de 2017.

³² Dato obtenido del sitio web oficial de Acciona Energía: <http://www.accion-energia.com/es/areas-de-actividad/fotovoltaica/instalaciones-destacadas/planta-fotovoltaica-el-romero-solar/>. Consultado el 16 de marzo de 2017.

³³ Sishen, desarrollada por ACCIONA, es propietaria de un 51% de la planta, junto al grupo sudafricano Aveng y otros socios locales.

vez la concentración de la tierra para explotar las fuentes energéticas. Esta particularidad la desarrollaremos ampliamente en el capítulo cinco, respecto al acaparamiento de tierras que hacen las empresas que explotan el viento en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

En el caso de la energía eólica, el asunto es parecido, destaca aún más ya que es esta la energía que entre el resto de renovables (excluyendo la hidráulica), es la de mayor crecimiento en la última década, en todo el mundo, tanto en inversión (en investigación y desarrollo=I+D) como en crecimiento de capacidad instalada y lo seguirá siendo en los próximos veinte años (AIE, 2017). Al cierre del 2016, la capacidad instalada mundial, fue de 486, 749 GW, China concentra el 34.7%, y sólo entre diez países: China, EU, Alemania, India, España, Reino unido, Francia, Canadá, Brasil e Italia, poseen el 84 % del total y únicamente el 16% restante se distribuye en el resto del mundo (GWEC, 2017).³⁴ Sumado a que las mayores empresas eléctricas y de producción eoloeléctrica, con las más grandes centrales provienen de los países mencionados. Al ser la energía eólica la que nos interesa en esta tesis, nos enfocaremos en ella para estudiar y mostrar la concentración de los proyectos eólicos. Para ello, hemos construido el cuadro 4 que a continuación presentamos al lector.

³⁴ Información obtenida de Global Wind Report . Annual market update 2016, disponible en <http://www.gwec.net/publications/global-wind-report-2/>. Acceso: 01 de abril de 2017.

Cuadro 4. Concentración energética eólica*

Empresas¹/País de origen	M W e n propiedad	Dato de concentración energética
Iberdrola Renewables (España)	14,315	Es la primera empresa eléctrica en España, en donde en 2016 se posicionó como la compañía con mayor inversión en I+D, y la segunda en el resto de Europa. Es una de las dos empresas con mayor número de centrales en el Istmo de Tehuantepec, Oax.
NextEra Energy Resources (Estados Unidos)	12,400	Es el generador de electricidad más grande del mundo, basada en ER del viento y del sol. Propietaria del segundo (El Centro de Energía Eólica Alta (AWEC), séptimo (Horse Hollow) y octavo (Capricorn Ridge) parque más grande a nivel global.
EDF-Energies Nouvelles (EDF-EN) (Francia)	10,400	Pertenece al grupo EDF, principal productor de electricidad europeo. El gobierno francés tiene el objetivo de instalar en 2020 un potencial de energía eólica offshore de 6000 MW, EDF-EN construye ya 1500 MW, así concentrará el 25% de esta capacidad a instalar, para continuar consolidándose en su posición.
enel Green Power (Italia)	7,547.13	Es el mayor operador de ER en México en términos de capacidad instalada y cartera de proyectos. La compañía opera 728 MW, de los cuales 675 MW son en energía eólica.
Acciona Energia (España)	7,260	Principal operador global de ER. Posee en el Istmo de Tehuantepec uno de los mayores complejos eólicos de América Latina (AL) ² , de 306 MW de potencia, que es en donde concentra su capacidad eólica instalada. Líder eólico en México, con 556.5 MW distribuidos en cuatro centrales. También ha construido en el Estado de Nuevo León el parque más grande de AL: Ventika (252 MW)
E.ON Climate Renewables (Alemania)	4,552	Primera gran compañía energética europea centrada únicamente en ER. Dueña del parque eólico terrestre más grande del planeta (Roscoe). Conjuntamente con Ørsted y Masdar poseen el hasta ahora parque offshore ³ más grande del mundo: London Array (630 MW). Además de ser el segundo operador de parques eólicos offshore en el planeta.
Ørsted (Dinamarca)	3,600	Exclusivamente dedicada a explotar la energía eólica offshore. En 2020, su objetivo es duplicar la capacidad instalada en 2016, pasar de 3.0 GW a 7.45 GW. Propietaria del London Array. Construye la central eólica: Walney Extension que en este año será la de mayor capacidad instalada en el mundo con 660 MW.
RWE (Alemania)	3,070	No hay datos que reflejen el grado de concentración
Vattenfall (Suecia)	3,000	Empresa paraestatal. Una de las mayores generadoras de electricidad en Europa.
EDP Renováveis (Portugal)	ND	NA
BP (Estados Unidos)	ND	Posee el décimo mayor parque eólico (Fowler Ridge) en el mundo, es propiedad de BP Alternative Energy North America y Dominion Resources. La primera es de las más importantes petroleras privadas y la segunda, ocupa el noveno lugar entre las 10 empresas eléctricas globales.

Cuadro 4. Concentración energética eólica*.

Total de capacidad instalada MW (Empresas)	66,144.13
Total de capacidad instalada en el mundo MW	486,749
Porcentaje concentrado por las empresas en el total mundial	14 %

Notas:

* Se explica la concentración energética en ER, específicamente en eólica. El cuadro fue construido considerando cuáles son los parques eólicos más grandes del mundo en relación a su capacidad instalada, cruzando la información con las empresas globales de electricidad. Se excluyen a aquellas empresas que aunque poseen grandes centrales no figuran como relevantes en cuanto a la cantidad de capacidad instalada en el mundo.

¹⁾ Todas las empresas forman parte de las principales productoras de electricidad, a nivel internacional, a excepción de Ørsted, RWE y BP. El orden en el que aparecen, corresponde al lugar que ocupan en MW instalados en el mundo.

²⁾ Decimos que uno de los más grandes porque el mayor complejo en AL se ubica en Brasil (el proyecto Campos Neutrales 583 MW) bajo propiedad del gobierno brasileño, pero que aún no ha sido concluido al 100%.

³⁾ Energía eólica onshore se refiere a los parques eólicos construidos en tierra y energía eólica offshore se refiere a los parques construidos mar adentro.

NA: No aplica

ND: No disponible

Fuente: Elaboración propia a partir de la información disponible en Secretaría de Economía & ProMéxico Inversión y comercio, 2014, así como en los sitios web: http://www.thewindpower.net/index_es.php y <http://elperiodicodelaenergia.com/los-10-mayores-parques-eolicos-terrestres-del-mundo/>

En términos generales destacamos que el 14% de la capacidad instalada mundial se encuentra acaparada sólo por 11 empresas. La mayoría de ellas figura dentro de las ya de por sí 10 principales empresas de generación eléctrica, de acuerdo a sus ventas (Secretaría de Economía & ProMéxico Inversión y comercio, 2014). Casi todas tienen en común que es en la energía eólica donde cuentan con mayor capacidad instalada comparada otras ER como la solar, biomasa, geotermia, etc.

Un caso particular que queremos subrayar es el que sucede con los proyectos eólicos en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, donde la lógica de la concentración energética descrita anteriormente se reproduce tal cual. Por ejemplo, en esta región se encuentra el complejo eólico más grande de América Latina, propiedad de Acciona Energía una de las empresas más grandes en producción eoloeléctrica a escala internacional (Cuadro 4), que explota uno de los

tres mejores recursos eólicos del planeta.³⁵ Además, en la misma zona geográfica se tiene en puerta la construcción del mayor parque eólico de América Latina: “Eólica del Sur“ con 396 MW.³⁶ Por eso, siguiendo el modelo de concentración de las ER sólo en los lugares de mayor potencial, en esta región se concentran casi 2000 aerogeneradores en una superficie calculada entre 18 y 20 mil hectáreas,³⁷ para aportar aproximadamente el 80% de la eoloelectricidad en el total nacional.³⁸ producida en su mayor parte por unas cuantas grandes empresas como: Acciona e Iberdrola, seguido de Enel Green Power y EDF. Tal nivel de generación contribuye a que México sea el tercer lugar en capacidad instalada en Norteamérica y el cuarto en todo el continente.³⁹

A partir de esta información podemos concluir lo siguiente: que aunque la inversión en ER, como la eólica sólo se realice para diversificar marginalmente la matriz energética, ello significa estar a la vanguardia en la competencia capitalista, apropiándose de los mejores recursos renovables, para que cuando llegue ese lejano momento de la “transición verde“ -si llega y si aún hay vida planetaria- ellos estén preparados, para ser **quienes continúen monopolizando las fuentes de energía disponibles, ya no fósiles sino renovables.** La concentración energética en los mejores lugares para explotar las ER, implica para las

³⁵ Información publicada por la Secretaría de Turismo & Desarrollo Económico del gobierno de Oaxaca. Oaxaca entre los tres primeros lugares con mayor potencial para la producción de energía renovable. México: Secretaría de Turismo & Desarrollo Económico del gobierno de Oaxaca. Recuperado de: <http://www.styde.oaxaca.gob.mx/node/74>. Consultado el 29 de noviembre de 2015.

³⁶ Recién, el 12 de mayo del año en curso fue anunciada la inversión del proyecto a cargo de Mitsubishi Corp. Fuente: <https://www.evwind.com/2017/05/12/anuncia-murat-inversion-de-mitsubishi-por-1200-mdd-en-energia-eolica-en-oaxaca/>. Información revisada el 20 de mayo de 2017.

³⁷ Dato obtenido en el *Foro: El Istmo es Nuestro*, realizado en la región, en el municipio de Santa María Petapa, Oax., del 24 al 26 de abril de 2015. Donde participó población directamente afectada por los proyectos eólicos en la región.

³⁸ Véase la información publicada en http://www.milenio.com/estados/Oaxaca-parque_eolico-energia_eolica_0_597540251.html , acceso 07 de abril de 2017.

³⁹ Los datos desglosados están disponibles en el Global Wind Report 2016, descargable en <http://www.gwec.net/publications/global-wind-report-2/> . Consultado el 13 de mayo de 2017.

empresas fósiles asegurarse por adelantado un lugar privilegiado en la futura transición energética. Tienen los pies metidos en los dos sistemas energéticos, (revisar cuadro 3) mientras siguen profundizando la relación de dependencia con la CMP, ralentizando la explotación de energías renovables, también participan en ellas con “visión de futuro“, pues finalmente también son nuevos espacios de acumulación de capital. En otras palabras, "desean conservar su papel heredado de productores y suministradores organizados de forma centralizada" (Scheer, 2011, p. 173). Sin embargo, que sean las mismas empresas de la CMP las que exploten a gran escala las renovables significa depositar también en ellas el ritmo de la transición energética, es decir un ritmo lento cuya apuesta -por ahora- es disponer en los próximos años de una matriz energética menos carbonizada, pero sin que los energéticos fósiles dejen de ser los preponderantes.

1.5. La energía eólica en el contexto de la transición energética global

Hasta ahora le hemos dado un papel crucial al patrón tecnológico petrolero, como el que apunta a configurar la transición energética y margina el uso de las energías alternativas. Y pareciera entonces negada alguna importancia para éstas, en especial para la energía que nos interesa: la eólica. Por eso, vale la pena preguntar y responderse ¿qué importancia tiene la energía eólica y las inversiones crecientes que en esta materia se hacen, considerando la fuerza determinante del patrón tecnológico petrolero? ¿Qué justifica entonces que la inversión en energía eólica sea la que más ha crecido entre todas las energías alternativas (excluyendo a la energía hidráulica), durante los últimos diez años?

En primer lugar, debemos considerar que a lo largo de la producción capitalista, no ha existido una matriz energética fija. Tal como el carbón fue sustituido a nivel mundial por el petróleo, desde fines del siglo XIX a la fecha (O' Connor, 2001) y éste a su vez,

tendencialmente, pretende ser reemplazado por el gas natural, en algún momento los combustibles fósiles serán sustituidos, cuando su extracción ponga en riesgo la reproducción del capital, es decir;

la preponderancia cuantitativa de esta o aquella materia prima no es un dato fijo sino una realidad que varía no sólo en función del patrón tecnológico que impone la acumulación de capital, sino también en función de los límites naturales impuestos por el valor de uso de cada energético (agotamiento de reservas, efectos contaminantes, eficiencia, economía o costo, etc.) [...] (Barreda y Lagunas, 1995, p. 178).

Es por eso que no se puede negar la necesidad que en menor o mayor medida tendrá el capital de nuevas fuentes de energía. Al respecto, la postura de la *Agencia Internacional de Energía* refiere a que con el actual abaratamiento en los precios del petróleo, coadyuvado en parte por sus bajos precios y los del gas no convencional, son cuestiones efímeras toda vez que las condiciones de productividad natural de este tipo de pozos como de los convencionales está disminuyendo y por tanto tenderá a encarecer los costos de extracción, “conforme los operadores vayan agotando los “puntos dulces” y desplazándose a áreas menos productivas” (AIE & OCDE, 2015, p. 4). Impactando en los precios y aumentando la participación de las energías renovables en la matriz energética, especialmente para la generación eléctrica.

Actualmente las ER son la fuente más grande de energía en generación eléctrica después del carbón, siendo la eólica la más importante después de la hidroeléctrica (IRENA, 2015), en cuanto a mayor capacidad instalada en el mundo. Lo cual, en este tema, le otorga un lugar crucial para la futura configuración de la transición energética, tal que la electricidad será el único sector que para 2040 encabezará el camino hacia un sistema energético sin emisiones de CO₂ (AIE & OCDE, 2015). Y según diversos escenarios de la Agencia Internacional de Energía se espera que para este año, las ER aportarán el 40% (AIE, 2017) de la producción

eléctrica global,⁴⁰ siendo la hidroeléctrica (16%), eólica (11%) y solar (8%) las tres principales en el orden enunciado⁴¹ (observe el gráfico 3), consolidándose la eólica como la fuente energética más grande entre el resto de las demás, (AIE, 2016) después de la hidroléctrica.⁴² La electricidad será en términos de la transición energética el único sector donde su participación es equiparable a la de las energías fósiles, aunque superarán a las renovables, pues con ellas se generará el 50% de electricidad, siendo el gas natural el de mayor relevancia aportando el 23% (AIE, 2017), repitiéndose ahora aquí su papel de sustituto del petróleo como sucede en la oferta mundial de energía (apartado 1.3). En consecuencia tendremos una generación eléctrica fundada en un gran mix energético de fuentes de “bajo carbón”.

⁴⁰ De acuerdo al World Energy Outlook de la Agencia Internacional de Energía (2016), en su mejor escenario las ER representarán aproximadamente 60 % de la producción de electricidad, ello supone modificar las políticas/medidas contra el cambio climático, e implica expandir el uso de ER junto con el aumento de la eficiencia energética, así como la sustitución del petróleo y carbón por el gas natural; en pos de evitar el aumento de la temperatura global en no más de 2°C, políticas que de acuerdo a la AIE, superan a las acordadas en la Conferencia de Partes de 2015. Esta proyección fue ratificada en el último WEO (2017).

⁴¹ Hay otros pronósticos más optimistas respecto a la preponderancia de la energía eólica sobre la hidro, que señalan que ya para 2030 la primera alcanzará 1630 GW de capacidad instalada en el mundo, por encima de los 1600 GW pronosticados para la hidroeléctrica. Siendo para entonces la eólica, la fuente energética alternativa más importante, seguida por la solar con 1250 GW (IRENA, 2015).

⁴² Aunque en Europa , la eólica (*onshore* y *offshore*) con el 27% de aportación a la generación eléctrica será la fuente más grande tanto (AIE, 2017).

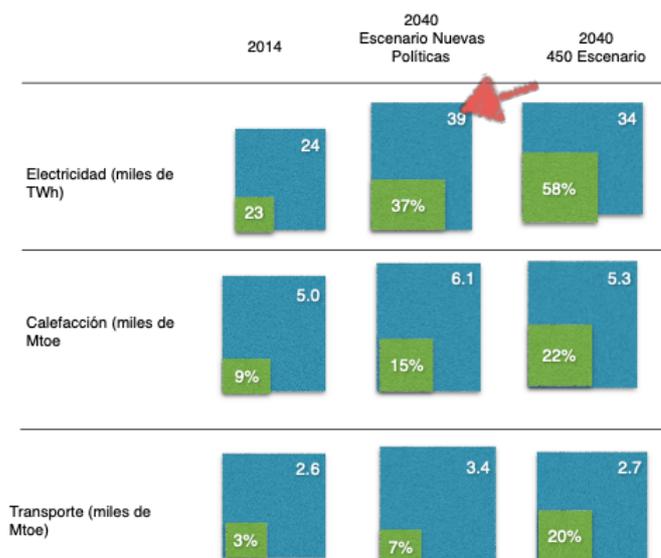


Gráfico 3. Participación de la demanda global atendida por energías renovables en sectores seleccionados con escenarios: Nuevas Políticas y 450.

Notas: Los recuadros verdes corresponden al porcentaje cubierto por ER según el sector.
Fuente: AIE, 2016.

De esta manera, aunque el grueso de la matriz energética seguirá siendo fósil, las ER y en concreto la energía del viento, **se prevé sólo tenga un lugar sobresaliente en la generación eléctrica**, en donde de por sí nace su utilización masiva desde mediados de los setenta. En ese sentido, la producción de eoloelectricidad representa un reciente núcleo de acumulación de capital⁴³ que irá cobrando mayor importancia conforme vaya siendo más inevitable la disminución en la disponibilidad de los recursos fósiles, de los cuales depende excesivamente la producción eléctrica. Toda una revolución en la manera en que se producirá electricidad será observada en los próximos años, que girará en torno a las energías alternativas. En 2025, 700 GW de capacidad de generación de energéticos fósiles serán retirados, lo que representa el 10% de la capacidad actual. Y para 2040, 2400 GW correrán con la misma suerte, igual a un tercio de la actual capacidad instalada. En consonancia, para este mismo año, después de más de un siglo de dominio mundial, los combustibles fósiles

⁴³ Acciona Energía, lo plantea claramente: “entendemos la sostenibilidad como un vector de negocio”. Información tomada de uno de los vídeos disponibles en la página web de la empresa: <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/>

serán superados por las ER, pues el 60% de las nuevas adiciones en capacidad instalada corresponderá a éstas,⁴⁴ de ahí que dos terceras partes de la inversión de capital destinada a centrales eléctricas se dedicará a energías alternativas, siendo que la eólica y solar fotovoltaica captarán el 45% del total de la misma (AIE, 2017). Ante la situación de deterioro de este tipo de valores de uso, son las ganancias las que se ponen en entredicho, por eso los recursos renovables resultan una opción para continuar la reproducción ampliada del capital, sobre todo considerando que la energía eléctrica representará para 2040 un cuarto del consumo energético final, encabezado como hasta ahora por la industria (AIE & OCDE, 2015).

En contraparte, en la calefacción y transporte (gráfico 3), la única fuente principal a emplear serán los biocombustibles,⁴⁵ mientras la aplicación de la eólica y solar contribuirán muy poco en estas aplicaciones, reduciéndose mayoritariamente a ser utilizados en la generación eléctrica (AIE, 2017). Es por eso que planteamos que el uso eléctrico de la energía eólica contribuye a un cambio parcial y aparental de matriz energética, delimitado por la dependencia histórica y tecnológica que otros sectores tienen de los combustibles fósiles y en especial del petróleo.

Si bien, hasta ahora el papel asignado a la explotación de la energía del viento, aplicado a electricidad, es un reflejo de continuar bajo la estructura productiva de la CMP. No

⁴⁴ En la Unión Europea, la preponderancia de las energías alternativas sobre las fósiles es mucho mayor, aquí el 80% de la capacidad instalada añadida corresponde a las primeras, encabezada por la eólica *onshore y offshore* (AIE, 2017).

⁴⁵ La AIE considera a los biocombustibles como energías renovables, lo cual es discutible ya que este tipo de energéticos es producido para continuar alimentando uno de los principales contaminantes de GEI como es el transporte (IPCC, 2014), plenamente identificado con el uso de petróleo y gas para poder funcionar. Aunado al cuestionamiento sobre los impactos del empleo de los biocombustibles sobre la población, lo cual pone en entredicho que sea energía alternativa. No obstante, países como Brasil los colocan desde ahora en un lugar central para su transición energética, siendo el principal combustible para el sector transporte, además de que este país es el segundo mercado de biocombustibles a nivel mundial (AIE, 2017).

obstante, existe otra posibilidad representada por las empresas mayormente dedicadas a ER, organizaciones ambientalistas, gobiernos como el chino, académicos, intelectuales, etc. que apuestan por la ampliación, masificación y diversificación del consumo de energías alternativas, que sustituyan a las no renovables,⁴⁶ para realizar una producción menos nociva para el medio ambiente y que contenga el estallamiento de las implicaciones del calentamiento global.⁴⁷ Para nosotros dicha postura corresponde a un proyecto de reforma capitalista, contrario a la de los intereses conservadores de la industria petrolera y fósil que se oponen al cambio energético. Si bien, ambas propuestas no plantean trastocar al modo de producción capitalista, la primera pone a discusión la vigencia de la acumulación de capital vía el modelo neoliberal, toda vez que como hemos señalado con antelación, tiene una enorme interrelación con el uso creciente de las energías fósiles y sus impactos climáticos. Es en ese sentido, que decimos que el uso de las energías renovables, como la eólica, se desenvuelve en un momento de alta contradicción: o la profundización de las energías fósiles que es en la situación en que nos encontramos o el avance real de las ER.

Mientras más se empantane la transición energética y se pretenda en los hechos seguir bajo el uso de las energías fósiles y en específico de la CMP, más se acorta la vida del planeta. Nos encontramos pues en un momento histórico, que de no cambiar el rumbo de la transición, la sociedad se dirige camino al desastre ecológico. Y no sólo por lo que implica la

⁴⁶ En concreto para el petróleo, esto involucra no únicamente su reemplazo en términos energéticos, sino el replanteamiento de toda la estructura productiva de valores de uso que dependen del mismo.

⁴⁷ En 2016, a través de *La Visión de Marrakech* 47 naciones miembros del Foro de Vulnerabilidad Climática se comprometieron a que entre 2030 y 2050 el 100% de su producción doméstica de energía provendrá de fuentes renovables ante el peligro inmediato del crecimiento de la temperatura global, para mayor información consulte <https://www.thecvf.org/wp-content/uploads/2016/11/CVF-Vision-For-Adoption.pdf>, revisado el 09 de octubre de 2018.

Al mismo tiempo han surgido iniciativas como RE100 conformada por 152 compañías comerciales, financieras e industriales como Apple, BMW, Coca-Cola, GM, Facebook, HSBC, Microsoft, Nestlé, entre otras, que plantean suministrarse de electricidad producida al 100% por energías renovables para contribuir a una economía de bajo carbón. Sobre el punto véase <http://there100.org/companies>, fecha de acceso: 07 de octubre de 2018.

propia quema de energías fósiles; sino porque continuar bajo esta dinámica fosilizada, implica el ascenso de las guerras de EU, para despojar de petróleo y gas natural a los países que posean estos recursos. Así, se establece una relación directa entre el componente bélico y el avance en el uso de fuentes fósiles. En ese sentido, ello significa aumentar el grado de violencia, desastres migratorios, miseria, extinción de distintas especies de seres vivos, etc. En una palabra, reducir la posibilidad de vida en nuestro planeta.

Es bajo esta complejidad en la que se encuentra inmersa la explotación a gran escala de energía eólica, abierta está la pregunta de si ella junto a las otras fuentes alternativas superarán el papel asignado hasta ahora dentro de la transición: la generación eléctrica. El panorama actual exige dejar de simular reformas que apuestan por la preponderancia fósil-petrolera al interior de la matriz energética y recapitular seriamente el rumbo de la llamada transición energética, tomando medidas para un cambio real basado en el predominio de las ER. Consideramos que la magnitud de la crisis ecológica y la organización de la población, puede definir un cambio en el peso que tengan en la matriz energética.

1.6. La energía eólica de México en la transición energética mundial

Como una especie de espejo, la transición energética de México refleja la acontecida dinámica mundial. Igualmente, el país dispone de una matriz completamente fósil en 90% (61% petróleo, 24% gas natural y 5% carbón) de acuerdo a datos más actuales que son los de 2016, donde las ER, a excepción de la hidroeléctrica,⁴⁸ tienen una participación mínima y su aplicación actual y futura está concentrada en la producción eléctrica nacional.

Este escenario se ha venido construyendo durante los últimos 10 años, con marcos regulatorios como la Ley de Transición Energética, Ley de Aprovechamiento para el

⁴⁸ Para información detallada vea el balance de energía de México (2016) publicado por la AIE en la página web: <https://www.iea.org/Sankey/#?c=World&s=Balance> visitada el 11 de octubre de 2018.

Financiamiento de Energías Renovables (LAERFTE), Ley de la Industria Eléctrica, Ley General de Cambio Climático, etc. De modo que actualmente, de acuerdo a la Secretaría de Energía (SENER, 2017) la participación de las ER en la generación de electricidad es de 16%, siendo la hidroeléctrica la base de este aporte, con 10% y en segundo lugar la eólica con 3%, por mencionar las dos más importantes,⁴⁹ mientras que la fuente sustancial de abastecimiento de la oferta procede de combustibles fósiles, con un 79%, de los cuales en los últimos diez años, el gas natural es el principal combustible del sector eléctrico (SENER, 2017), que de alguna manera enuncia el pronóstico que para 2040, será la fuente primordial de esta producción (AIE, 2017).

A la par, la capacidad instalada para generar electricidad estuvo constituida de 70% por infraestructura fósil, es decir centrales de ciclo combinado y termoeléctricas y 26% por renovables, de las cuales nuevamente el grueso se ubica en plantas hidroeléctricas y en segundo lugar las centrales eoloeléctricas. Si bien a escala nacional se reproduce el esquema internacional donde la hidroeléctrica encabeza la explotación de energías alternativas, la eólica y la solar son las que mayor crecimiento en capacidad instalada han tenido en México durante el periodo histórico 2006-2016, con 33.6% y 110.3% respectivamente (SENER, 2017).

Por su parte, las proyecciones sobre la aplicación de la energía eólica en territorio nacional son una extensión de su situación actual en la producción eléctrica, uno de los objetivos de la Ley de transición energética (2015) es que para 2021 las ER contribuyan con el 30% en 2024, 35% en 2031, mientras que para 2050 será del 50% (SENER, 2017). En términos de la capacidad de generación eléctrica, se espera que en 2031 las centrales eólicas,

⁴⁹ Se proporcionan datos redondeados, y hay que agregar que un 5% del total de generación lo aportan energías denominadas "otras limpias", las cuales contemplan: nuclear, cogeneración eficiente, licor negro, etc. (SENER, 2017).

ocupen el primer lugar reuniendo el 15% del total de capacidad de generación, seguido de las hidroeléctricas con el 13% y solar con 7%, pero la principal tecnología serán las centrales de ciclo combinado con 39 %, por ende al igual que en las proyecciones de la Agencia Internacional de Energía (vistas en apartado anterior), será el gas natural la principal energía fósil que alimentará el sistema eléctrico.⁵⁰ Mientras, el panorama esperado para el petróleo es semejante al mundial, cada vez más prescindible; basta observar que para fines del periodo 2017-2031 se estima un retiro de capacidad de generación de 15,814 MW de tecnologías fósiles, destaca que 69% corresponde a las plantas termoeléctricas convencionales cuya base es el combustóleo, derivado del petróleo, secundado de las carboeléctricas, plantas de ciclo combinado y de turbogás.

Sin embargo, aún cuando el núcleo de la transición energética mundial y nacional se perfila hacia el predominio del gas natural, sobre todo en la generación eléctrica actual y futura, debemos considerar que esto no ocurrirá de manera lineal y dependerá de la disponibilidad de este combustible en los países, así como también de sus energías renovables, de las implicaciones económicas, sociales, ambientales, políticas, entre otras, de su creciente preponderancia. Por ejemplo, en México la demanda de gas natural en los últimos años se ha incrementado al ser el principal energético fósil para la generación de electricidad, a la par que la producción nacional de este energético ha decrecido significativamente, por lo que se ha recurrido a la importación, principalmente de EE.UU a través de gasoductos, de hecho ésta ha crecido a una tasa media anual de crecimiento de 15% en la última década, al grado que en fechas recientes (2016), el nivel de importaciones

⁵⁰ La misma Agencia Internacional de Energía en su WEO (2017), pronostica que en 2040 al menos el 50% de la electricidad producida en México provendrá del gas natural, aunque este organismo coloca en el presente y futuro a la hidroeléctrica como la principal fuente de energía renovable a diferencia de la SENER, que plantea que este lugar lo ocupará la eólica.

estadounidenses sobrepasa ya a la producción nacional, debido a que los costos de extracción son menores en comparación al producido nacionalmente, ventaja claramente sostenida por la extracción de gas natural no convencional a partir de prácticas contaminantes al subsuelo y medio ambiente como el fracking o la fracturación hidráulica.

Es precisamente sobre este punto que cobra relevancia la amplia diversidad de energías renovables que México posee para el cambio de matriz energética, en específico la energía del viento, ya que si bien la principal fuente de electricidad será el gas natural, en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca se dispone de la energía eólica con el mayor potencial probado a nivel nacional (NREL, 2004),⁵¹ el cual podrá abonar en sustituir la dependencia de aquél, razón por la que deberá ser contemplada como parte de la agenda energética del próximo gobierno para romper con la inercia de la transición energética anclada a la dependencia de un energético que además de fósil proviene del extranjero, tomando la eólica un papel central en dicha transición no sólo en la órbita nacional sino mundial, en tanto ésta es clasificada como una de las mejores del planeta por su factor planta, que corresponderá ser aprovechada, coadyuvando a una transformación de patrón energético real y sin simulaciones, como parte de las acciones en contra del calentamiento global.

De manera que el país puede dejar de depender más pronto de las energías convencionales como el gas natural, petróleo y carbón, al menos en la producción de electricidad, que es en donde se concentra la utilización del viento y por ende recuperar la soberanía energética que durante más de treinta años de neoliberalismo ha perdido. El debate versa en definir en manos de quién se lleva a cabo su explotación, cómo se logra, considerando el contexto mundial de explotación de este tipo de fuentes de energía, las

⁵¹ Sobre las características de este recurso natural profundizaremos en el capítulo cuatro de esta investigación.

formas como se hace y la manera como la CMP intenta definirlo, en los términos que hemos analizado anteriormente (véase capítulo cuatro).

Es en este entorno que se desarrollan los megaproyectos eólicos en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca y la importancia que adquiere su viento dentro de la transición energética y la acumulación de capital mundial, sobre todo cuando es uno de los mejores del planeta, que por ello, sostenemos permite no sólo hacer frente a la crisis climática sino apropiarse de la renta diferencial. En el siguiente capítulo estudiaremos el planteamiento teórico de la misma.

**CAPÍTULO II. PROBLEMÁTICAS ALREDEDOR
DE LA TEORÍA DE LA RENTA DE LA TIERRA Y
LA ACUMULACIÓN ORIGINARIA**

Introducción

El presente capítulo proporciona elementos teóricos que permiten explicar la problemática de la explotación del viento como *medio de producción, objeto de trabajo de origen renovable para la generación de electricidad* mundial y en particular en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Derivamos de este tema general la categoría de la renta diferencial del suelo como el eje teórico principal de nuestra investigación, analizada por Marx en su teoría de la renta de la tierra.⁵² Nuestra base será la sección sexta del Tomo III de El Capital, complementada con Teorías de la Plusvalía, los Manuscritos Económico Filosóficos 1844, Elementos Fundamentales para la Crítica de la Economía Política 1857-1858 (Grundrisse), etcétera. Además de discutir con autores como: Bartra, Capraro, Delgado Wise, Flichmann, Foladori, entre otros, quienes retoman a Marx para el estudio de la renta, aplicada a otros recursos naturales distintos al suelo. Todo ello servirá de referente para más adelante construir la especificidad de la renta diferencial en la producción de eoloelectricidad en el Istmo de Tehuantepec.

En complemento, la tierra es el sustento material sobre la cual se desarrolla la producción de eoloelectricidad en la región de estudio, y el control de su propiedad resulta crucial para las empresas que se dedican a esta explotación. Para explicar la renta diferencial, es preciso analizar los mecanismos de la llamada Acumulación Originaria, tales como el despojo de la tierra, por ser el medio de producción necesario para la generación eoloelectrónica. Para desarrollar este planteamiento presentamos una revisión de bibliografía partiendo del argumento original de Marx y contrastándolo con los estudios contemporáneos

⁵² Si bien Marx, en la sección sexta del Tomo III de El Capital, posterior al estudio de la renta diferencial también aborda la renta absoluta, nosotros nos referimos a ella, como un tema complementario para comprender mejor a la primera, porque por las características del recurso eólico y el desarrollo de la producción eoloelectrónica, consideramos que es la renta diferencial el tema teórico que la explica, lo cual de manera detallada se analiza en el capítulo cuatro de esta investigación.

de Harvey, Veraza, Roux, entre otros. Ello con el objetivo de mostrarle al lector cómo entendemos la vigencia de dicha acumulación originaria y su conexión directa con la renta diferencial.

En síntesis, lo que a continuación se presenta es primeramente la discusión, conceptualización sobre la teoría de la renta y su vínculo con los mecanismos vigentes de la acumulación originaria, que servirán para posteriormente discutir en el cuarto capítulo, la concretización de la renta diferencial en la producción eoloeléctrica en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

2.1. Acerca de la teoría de la renta de la tierra

2.1.1. Planteamiento general marxista sobre la renta diferencial.

De inicio aclaramos que el interés de Marx, en la sección sexta del Tomo III, es esencialmente el estudio de la producción capitalista, asume que es el capitalismo el que monopoliza toda la producción, incluyendo la agricultura; expuesta como una actividad económica más, donde el capital invierte tal como lo hace en la industria, con la finalidad de obtener plusvalía y por tanto, una ganancia. Donde la propiedad privada sobre los medios de producción es el principal tipo de propiedad sobre la tierra, pero no se encuentra en manos de la clase capitalista sino principalmente de los terratenientes, otro tipo de propiedad privada territorial, proveniente de sociedades precapitalistas, como la feudal, y que aún en el modo de producción vigente persisten, lo cual presupone “el monopolio de ciertas personas que les da derecho a disponer sobre determinadas porciones del planeta como esferas privativas de su voluntad privada, con exclusión de todos los demás [...]” (Marx, 2001, p. 574). De modo que los capitales tendrán que *pagar por tener el derecho* de explotar la tierra, o los recursos que estén en ella, pues recordemos que “en la tierra van incluidas también las aguas, etc., cuando tienen un propietario, como accesorio del suelo“ (Marx, 2001, p. 574).

El desarrollo de la teoría de la renta del suelo de Marx está centrada en la agricultura, planteando la premisa histórica de la existencia de la propiedad territorial en manos de los terratenientes, quienes imponen un tributo a la sociedad por el uso de sus tierras, una renta del suelo que al pagarse autoriza el usufructo de la propiedad territorial, en este caso en favor de los capitalistas, que accediendo a ella, lo que hacen es “valorizar este monopolio a base de la producción capitalista” (Marx, 2001, p. 575); es decir mediante la explotación a la clase obrera.

La discusión de Marx sobre la renta del suelo no se refiere a cualquier pago que el capitalista haga al terrateniente, por ejemplo que sea una deducción de la ganancia media o del salario mismo del obrero agrícola sino de una *renta diferencial*, que es el punto de partida para analizar posteriormente nuestro tema. ¿Qué es la renta diferencial? ¿De dónde surge? son respuestas que resolvemos a continuación.

Las bases de la categoría renta diferencial son desarrolladas en su capítulo XXXVIII, “Generalidades”. Aquí, para explicarla, el autor utilizó como ejemplo a un salto de agua o energía hidráulica empleada únicamente por algunos capitalistas como una fuerza motriz en su producción industrial, que les permite la obtención de una ganancia extraordinaria o plusganancia,⁵³ que equivale: a la diferencia entre el precio de producción individual de estos productores favorecidos y el precio general de producción de la sociedad, el precio de producción⁵⁴ que regula el mercado de esta rama de producción en su conjunto” (Marx, 2001, p. 597). Que justamente el uso de estas fuerzas naturales en la

⁵³ El término ganancia extraordinaria es utilizado en la traducción de Wenceslao Roces de El Capital (editado por Fondo de Cultura Económica) y el de plusganancia es empleado en la edición de Pedro Scaron (Editorial Siglo XXI). Nosotros empleamos indistintamente ambos términos pues la definición en ambas traducciones refiere al mismo contenido.

⁵⁴ Marx supone en toda la sección sexta del tomo tres, que todas las mercancías se venden por sus precios de producción

producción de mercancías permite que su valor sea menor al resto producido en la rama de la producción, y es lo que da lugar a la producción de una ganancia extraordinaria, porque:

[...]. El trabajo invertido es más productivo, su capacidad productiva individual mayor que la del trabajo invertido en la mayoría de las fábricas del mismo tipo. Su mayor capacidad productiva se revela en el hecho de que para producir la misma masa de mercancías necesita una cantidad menor de capital constante, una cantidad menor de trabajo materializado que las otras fábricas; y al mismo tiempo, una cantidad menor de trabajo vivo [...]. Esta mayor capacidad productiva individual del trabajo empleado disminuye el valor, pero también disminuye el precio de costo y, por tanto, el precio de producción de la mercancía. [...] (Marx, 2001, p.597).

Sin embargo, no hablamos de la ganancia extraordinaria comúnmente conocida, que se genera en la producción industrial a partir de la introducción de mejoras tecnológicas o la introducción de condiciones materiales que impliquen el incremento de la capacidad productiva del trabajo, en una palabra que eleven la composición orgánica de capital; es decir de una ganancia extraordinaria de **carácter temporal**. Es temporal porque son resultado del desarrollo de las fuerzas productivas del trabajo social, o sea pueden ser reproducidas por el trabajo del ser humano y con ello tienden a generalizarse al interior de una rama de la producción; cuando esto pasa la ganancia extraordinaria desaparece.⁵⁵

Hablamos de una ganancia extraordinaria esencialmente distinta a la que Marx había estudiado hasta antes de la sección sexta del tomo tres, al llegar aquí la ganancia extraordinaria tiene la especificidad de que adquiere un carácter permanente,⁵⁶ gracias al empleo del salto de agua, de condiciones naturales que no son producto del trabajo ni del proceso de producción del capital y que eleva de forma natural la capacidad productiva. Al

⁵⁵ El tema es explicado detenidamente por Marx en el capítulo 10 del tomo uno y tomo tres de El Capital.

⁵⁶[...] la particularidad de esta forma de ganancia extraordinaria consiste en que la productividad diferencial no proviene, de la competencia que desarrolla las fuerzas productivas, sino directamente de la apropiación de un elemento natural que funciona, dadas las características del proceso de producción. Sólo con estas características, esta forma peculiar se diferencia de la forma general de ganancia extraordinaria, adoptando por ello un carácter prolongado, permanente. (Capraro, 1985, p. 64).

respecto, C. Marx (2001) plantea en el capítulo XXXVIII de la sección mencionada, el origen de este excedente económico extraordinario:

Nace de la mayor capacidad natural productiva del trabajo, unida al empleo de una fuerza natural, pero no de una fuerza natural que se halle a disposición de todos los capitales invertidos en la misma rama de producción [...]. Trátase, por el contrario, de una fuerza natural monopolizable que, como los saltos de agua, sólo se halle a disposición de quienes pueden disponer de determinadas porciones del planeta y de sus pertenencias. [...]. Esta condición natural la brinda la naturaleza solamente en ciertos sitios, sin que ninguna inversión de capital pueda inventarla allí donde no existe. No se halla vinculada a ciertos productos que el trabajo puede crear, como las máquinas, el carbón, etc., sino a determinadas condiciones naturales unidas a ciertas porciones del suelo (p. 600).

Resulta entonces, que el capitalista industrial que explota la energía hidráulica, justamente se halla en una *situación ventajosa respecto al resto de sus competidores capitalistas*, ya que este medio de producción natural, de acuerdo a C. Marx (2001) constituye:

[...], una condición para una más alta productividad del capital empleado, condición que no puede crearse por obra del proceso de producción del mismo capital, esta fuerza natural monopolizable es inseparable de la tierra. No forma parte de las condiciones generales de la rama de producción de que se trata ni de las condiciones de la misma que es posible crear de un modo general (pp. 600-601).

El énfasis que hacemos es que esas fuerzas naturales, al ser monopolizables, es la propiedad territorial la que da lugar a que el terrateniente, en este caso, condicione la explotación de ese recurso natural, por estar ligado a su tierra y es lo que hace que dicha ganancia extraordinaria adopte la forma de renta del suelo, que se transfiera de manos del capitalista que explota estas condiciones naturales limitadas y únicas, a manos del propietario del suelo. Es la propiedad territorial la que hace que la plusganancia se *transforme o transfigure*, adoptando la forma de renta diferencial. Se le llama renta diferencial precisamente porque es resultado de la diferencia entre el precio de producción individual del capital que usa el agente de la naturaleza y el precio de producción general de la rama de

producción en que se ubica. Por lo tanto la renta diferencial del suelo es la ganancia extraordinaria transfigurada.

Es importante subrayar que la propiedad territorial no es la fuente o la causa de que se genere dicha ganancia extraordinaria, sino de que se transfigure, de que cambie de forma a renta diferencial, precisamente porque el propietario reclama su participación por haber otorgado al capitalista el derecho de valorizar el recurso natural. Por eso, la argumentación de Marx es enfática en que el tema principal en la producción de la plusganancia no es el régimen de propiedad, pues este remanente se produciría aunque no hubiese propiedad sobre el recurso natural. Allí donde no existiera ningún tipo de propiedad, seguiría existiendo sin transformarse en renta diferencial, quedando en manos del productor capitalista sólo como ganancia extraordinaria. Inclusive si el mismo capitalista fuera el propietario de ese elemento natural particular, sería él mismo quien recibiría esa plusganancia en forma de renta, porque “este excedente no provendría de su capital mismo, sino de su poder de disposición sobre una fuerza natural separable de su capital, monopolizable y limitada en cuanto a su volumen, este excedente *se convertiría en renta del suelo*“ (Marx, 2011, p. 601). Por lo tanto, la ganancia extraordinaria es independiente del tipo de propiedad, siempre y cuando el suelo se halle dotado de ciertas particularidades naturales que eleven la capacidad productiva de la producción capitalista por encima de las condiciones sociales medias.

Asimismo, es necesario decir que la fuerza natural que da pie a la mayor productividad para el productor capitalista, si bien no es la fuente de la ganancia extraordinaria y de la renta diferencial, sí es la base natural de ella, ya que si no tuviera las condiciones que potencian de forma natural y única a la producción, no se podría generar la ganancia extraordinaria permanente. En realidad, la fuente de ésta sigue siendo el tiempo de trabajo no pagado, la explotación del trabajo asalariado por el capital, la única fuente de acumulación capitalista,

que claro, vinculada a estas fuerzas naturales, como el salto de agua, se potencia la apropiación de un mayor trabajo sobrante por encima de las condiciones medias de explotación, permite obtener una ganancia excedentaria por encima de la ganancia media. Esto es lo que caracteriza y diferencia la producción capitalista que hace uso de condiciones naturales excepcionales del resto de capitales que no tienen acceso a éstas, y que al encontrarse bajo un régimen de propiedad determinado, se reclama la ganancia extraordinaria como renta diferencial.

En resumen, tenemos que en la renta diferencial del suelo, nos enfrentamos a que es una forma que toma la ganancia extraordinaria, la cual se produce gracias a un elemento de la naturaleza monopolizable que no es producto del trabajo, es irreproducible, se halla en cantidades limitadas y es diferenciable respecto a otras condiciones de la naturaleza. Donde la producción de la plusganancia es independiente del tipo de propiedad.

Una vez que Marx ha argumentado qué es la renta diferencial, se centra en explicar la renta diferencial I y II sucedidas específicamente en la agricultura.⁵⁷ En cuanto a la renta diferencial I, planteada en el capítulo XXXIX nos centramos en que se produce con la inversión de capitales iguales desembolsados simultáneamente en distintas tierras con la misma extensión, pero con grados de fertilidad y ubicación diferentes, que arrojan resultados desiguales. Añade aquí que éstos se deben a dos causas, la *fertilidad natural* y la *situación o ubicación geográfica de las tierras*. No obstante, en su análisis de los tipos de renta diferencial tomará como determinante a la fertilidad natural y para derivar la renta diferencial en cada caso, tomará como precio de producción general, el correspondiente a la tierra de **peor calidad o de menor** fertilidad, el cual precisamente por esto no paga renta ya que su

⁵⁷ A partir de aquí en toda la sección sexta, C. Marx estudia la renta diferencial aplicada al caso concreto de la actividad agrícola, sólo modificando el foco de atención en el capítulo XLVI: Renta de solares. Renta Minera. Precio de la tierra. El cual usaremos en el cuarto capítulo de esta tesis, al desarrollar la especificidad de la renta diferencial eólica.

capacidad productiva sólo permite la generación de una ganancia media. Se establece como un precio regulador frente al cual se comparan los precios individuales para determinar la magnitud de la renta diferencial.

Considerando lo anterior, la renta diferencial II se caracteriza por la sucesiva inversión de capitales distintos sobre la misma tierra o capitales invertidos al mismo tiempo en varias porciones de diferentes clases dentro de la misma tierra.

En el capítulo cuatro, ahondaremos sobre el tipo de renta diferencial que ocurre en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, de acuerdo a sus particularidades, considerando que la actividad económica a desarrollar no es ya la agricultura sino la producción eléctrica de origen renovable, acorde a las necesidades de la reproducción mundial del capital.

2.2. El estudio de la renta energética: discusiones contemporáneas

En esta sección revisaremos algunos autores que se han dedicado a estudiar el tema de la renta de la tierra aplicada a la energía o recursos naturales, lo cual nos resulta relevante para estudiar la manera en cómo concretizan la renta diferencial para casos específicos y cuáles son los elementos que los autores traen a discusión, ya sea en consonancia con el argumento de Marx o presentando sus diferencias. Comenzamos por la renta petrolera ya que desde la década de los ochenta a la actualidad, el petróleo ha sido el energético fósil más empleado para aplicar la categoría de la renta diferencial.

2.2.1. La renta petrolera y su desaparición.

2.2.1.1. Derrocamiento de la renta petrolera vía el desarrollo tecnológico.

En su libro: *El derrocamiento de la renta petrolera* de Raúl Delgado Wise (1989), siguiendo a Marx define a la renta diferencial⁵⁸ como la ganancia extraordinaria transfigurada, aplicándola al estudio de la renta diferencial proveniente del petróleo.

Explica que a partir de 1928 la estrategia de *las siete hermanas*⁵⁹ para obtener ganancias extraordinarias se volcó hacia la renta diferencial I, viendo en ella una forma rápida de crecimiento; que consistió en la expansión territorial hacia distintos yacimientos petroleros con distintas “fertilidades“, centrándose en explotar las ventajas naturales de los yacimientos petroleros en Medio Oriente. Las cuales les garantizarían una ganancia extraordinaria permanente, derivada de los diferenciales de costos de producción entre esos yacimientos respecto de otros como los de EUA, que podían dar una idea de la ganancia extraordinaria que se podía obtener.

Sin embargo, el autor plantea la posibilidad del fin de la línea ascendente de la renta petrolera, debido al agotamiento de la fase de costos decrecientes del petróleo, esto es, la fase durante la cual “siempre fue posible descubrir nuevos yacimientos a costos cada vez menores“ (Chevalier, 1984, citado por Delgado, 1989, p. 45). Situación observada entre 1970 y 1971, profundizada por la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) en 1973 con el embargo petrolero y la subida de los precios del crudo. De acuerdo al autor:

⁵⁸ Aunque con una diferencia, pues C. Marx plantea que la totalidad de la renta diferencial corresponde al propietario de la tierra. Delgado Wise precisa que hay una serie de condiciones que evitan que la totalidad de las plusganancias sean apropiadas por el verdadero dueño de la tierra.

⁵⁹ Standard Oil of New Jersey (Esso), Royal Dutch Shell, Anglo-Iranian Oil Company (AIOC), Standard Oil of New York, Standard Oil of California, Gulf Oil Corporation y Texaco.

[...], relacionar el precio regulador del crudo con el precio de reemplazo implica determinar el monto de la renta en función del avance tecnológico hacia fuentes de energía alternativas. Significa, en el fondo, un desplazamiento de las condiciones “naturales“, base reguladora de la renta diferencial, del rol decisivo que habían jugado hasta entonces en la determinación del nivel de la renta. Desde este punto de vista, a costa de pagar un tributo mayor a los propietarios del suelo, lo que el criterio de la OPEP hace es crear condiciones para *destronar a la renta, derrocarla definitivamente y acabar con su reinado* sobre el sector energético. Al mismo tiempo que abre las puertas al capital monopolista para que pueda recuperar su dominio en el ramo e implantar los métodos para la obtención de plusganancias que más se le adecuan: aquellos basados en las ventajas tecnológicas (Delgado, 1989, pp. 55-56) .

De acuerdo a R. Delgado Wise, posterior al primero y segundo choque petrolero, la industria petrolera pasó de la fase de la renta diferencial I a la II,⁶⁰ que sería “derrocada“ con la supremacía del capital sobre los rentistas, por el límite de los recursos petrolíferos y el predominio tecnológico de los capitalistas, ya que la obtención de plusganancias se dio a partir de ventajas tecnológicas por parte del capital monopolista, y ya no con base a condiciones naturales superiores de los yacimientos petroleros, teniendo como resultado el derrocamiento de la renta petrolera; el auge y predominio de un capital monopolista internacional basado en el desarrollo de la tecnología, que según él da origen a ganancias extraordinarias permanentes, pues explica que el capital monopolista para mantener una “ventaja duradera“ sobre otros competidores ha tenido que garantizar su “supremacía tecnológica“, situándose “a la delantera en el desarrollo de tecnologías de punta“, y ha logrado mantenerse porque se rige bajo la norma de “ser competitivo y portador del progreso capitalista“ (Delgado, 1989, p. 86).

Al respecto, consideramos, que este planteamiento subestima o confunde que las plusganancias o ganancias extraordinarias que se obtienen vía innovación tecnológica, son

⁶⁰ La renta diferencial que el autor emplea para analizar dicho “derrocamiento“ es la de tipo II, porque es ésta la que en su interpretación corresponde un grado de capitalismo avanzado y que tiene mayores perspectivas de desarrollo dentro de éste, “lo que equivale a decir que la renta diferencial I, como fase histórica, habrá de desembocar siempre en la instauración de la renta diferencial II“(Delgado, 1989, p. 114).

temporales y no permanentes contrario a lo que ocurre con la verdadera renta diferencial. Porque de acuerdo a Marx, las ganancias extraordinarias obtenidas por una empresa, resultado del desarrollo de las fuerzas productivas producidas por el hombre, tenderán a desaparecer conforme éstas se generalicen en la rama de la producción correspondiente. Mientras que R. Delgado omite el planteamiento de que la renta diferencial, que aunque también es ganancia extraordinaria, se diferencia de la primera, por poseer un carácter fijo, porque tiene como base condiciones naturales excepcionales unidas a la productividad del trabajo e irreproducibles. En sí, hablar del derrocamiento de la renta petrolera, diciendo que las ganancias extraordinarias provenientes del desarrollo tecnológico, son las “duraderas” significa entender al revés lo que Marx desarrolló en su tiempo, colocándolas por encima de la renta diferencial, cuando es ésta la permanente y la otra la pasajera. En otras palabras, si de hablar de derrocamiento se trata, la que es superada es la ganancia extraordinaria proveniente de los avances tecnológicos aplicados no sólo a la producción energética sino a cualquier tipo en general.⁶¹

Hacer esto para nuestro tiempo, significa plantear que el capital no tiene límites en cuanto al desarrollo de las fuerzas productivas, en cuanto a encontrar objetos y medios de trabajo que le permitan revolucionarlas, cuando el problema de la renta diferencial es justamente dar un lugar de superioridad a ciertos recursos naturales limitados en el planeta, que nunca podrán ser resultado del trabajo del ser humano,⁶² y que actualmente cobran un papel fundamental, por el agotamiento de los recursos fósiles y el uso de ellos que impacta negativamente sobre el medio ambiente (Revise capítulo uno).

⁶¹ Más adelante, en el capítulo cinco, abordaremos los límites del carácter permanente de la renta diferencial, cuando proviene de un bien natural no renovable.

⁶² Esta dinámica que pretende sustituir la dependencia de las fuerzas de la naturaleza por la tecnología, se observa en la producción eoloeléctrica, lo cual desarrollamos en el capítulo tres de esta tesis.

2.2.1.2. El derrocamiento de la renta vía desaparición de la gran propiedad territorial.

De acuerdo a Delgado una segunda vía que condujo al “derrocamiento” de la renta petrolera, se dio a través de la desaparición de la propiedad territorial,⁶³ como una perspectiva “*que el desarrollo capitalista abre a la renta del suelo*” (1989, p. 95). El interés teórico del autor, se basará en investigar el futuro de la renta relacionándolo directamente con la existencia de la propiedad territorial, conforme se desarrollan las fuerzas productivas en el capitalismo.

Estableciendo una relación condicionante entre renta y propiedad. En particular, la renta diferencial II, pues para él “la fase clave para captar la tendencia evolutiva de la renta diferencial es la correspondiente a la plena vigencia del modo de producción capitalista, esto es, la propia renta diferencial II”.⁶⁴

Retomando a Marx, R. Delgado parte de que “[...] la misión más general del capital de desarrollar las fuerzas productivas de la sociedad, es precisamente la de reducir paulatinamente progresivamente el peso del rentista en relación con el del capital industrial” (1989, p. 97), hasta terminar imponiéndose sobre la figura del propietario, la cual tiende a desaparecer, y con él también la renta del suelo, por ser un obstáculo para el desarrollo de las fuerzas productivas.

Sin embargo, consideramos que la desaparición de los terratenientes o de la propiedad territorial no implica la eliminación de la renta diferencial, porque en este caso, no es la propiedad la que crea la renta.⁶⁵ Marx hizo precisiones al respecto, cuando no existiese la

⁶³ Esta discusión se halla en el capítulo IV. Epílogo: en defensa de la teoría de la renta en Marx, del libro que nos encontramos revisando.

⁶⁴ Aunque en general cuando se refiere al derrocamiento de la renta petrolera también incluye a la renta diferencial I.

⁶⁵ En el caso de la renta absoluta, coincidimos con Delgado Wise en su desaparición, porque esta renta sí es creada por los propietarios de la tierra, y con el avance de las fuerzas productivas en la agricultura la renta absoluta tiende a disminuir hasta desaparecer (al respecto véase la discusión del apartado 1.3).

propiedad territorial personificada en el terrateniente: a) Cuando sea el mismo capitalista el dueño de la tierra o del recurso natural, será él mismo quien se apropie de la renta diferencial. b) Si la propiedad pasa a manos del capitalista, la renta se le quedará a él, no como dueño del capital sino como propietario del recurso natural. c) O bien, si no existiese propiedad territorial, la ganancia extraordinaria seguiría produciéndose y sería apropiada por el capitalista, pero no adoptaría la forma de renta.⁶⁶ Como veremos en el capítulo cinco, en el Istmo de Tehuantepec la desaparición de formas de propiedad precapitalistas terminan favoreciendo al capitalista industrial eólico quien se apropia de este excedente económico, a partir del despojo y el control del territorio.

Vemos que el problema en el análisis de R. Delgado Wise radica en su interpretación acerca de lo que según para él fue lo central en Marx en su teoría de la renta del suelo: responder cómo “el terrateniente puede llegar a convertirse en una figura dominante, cuya vitalidad sobrepase a la del capitalista industrial“ (1989, p. 121), y con su análisis de la renta petrolera, al encontrar históricamente el predominio de la figura del capital industrial sobre los rentistas, concluye que eso equivale automáticamente a la desaparición de la renta, exponiendo así por qué su discusión se enfoca en demostrar cómo se “derroca“ la renta con la modernidad capitalista, pero no sólo eso sino que asume que es la categoría de menor

⁶⁶ Para profundizar en este argumento, revítese el apartado 1.2 de este capítulo.

importancia en toda la obra de El Capital, porque aparece hasta la penúltima sección del tomo tres⁶⁷.

Diferimos sobre la interpretación del “derrocamiento” de la renta vía desaparición de la propiedad territorial precapitalista, ya que el planteamiento conlleva a aceptar que la renta no juega ningún papel relevante en el desarrollo del capitalismo contemporáneo, al contrario llamamos la atención de que lo que la clase capitalista pretende no es la eliminación de la renta de la tierra, sino la erradicación de todo tipo de propiedad que no esté en manos de ellos, para ser quienes detenten el monopolio de la propiedad sobre la tierra, de manera que no tenga que pagar renta a un propietario distinto de su persona, es decir sea esta misma clase quien se apropie de la renta, tal como lo previera Marx y de lo cual ya hemos hablado. De otro modo, no entendemos el por qué de los continuos procesos de despojo de propiedad sobre recursos naturales estratégicos, como ocurre en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, lugar de estudio de esta investigación (véase capítulo cinco). Si no consideramos este tema, tampoco podríamos entender parte de las luchas de los movimientos sociales en la región, que resisten a diversos procesos de expropiación de medios de vida y producción, que

⁶⁷ Consideramos que no nos corresponde calificar qué es lo más o menos relevante en El Capital, por el orden en el que aparece el contenido en los tres tomos, sino más bien analizar y pensar por cuenta propia el valor de uso de las categorías, conceptos, leyes, etc., para nuestro momento histórico. Recordemos que el Tomo III, es el tomo de las mistificaciones o las formas transfiguradas de la plusvalía: la ganancia industrial, ganancia comercial, el interés bancario y la renta de la tierra (Veraza, 2007); siendo ésta categoría de mayor mistificación sobre el origen de la ganancia extraordinaria. Si bien las tres primeras transfiguraciones aparentan en la realidad que no es la explotación del trabajo ajeno la fuente de la ganancia, sino que proviene del mercado, de la audacia e inteligencia del propietario del capital para invertir o vender todas sus mercancías incluyendo al dinero a buenos precios, en todo caso muestran que la causa de esta ganancia se encuentra en el trabajo del hombre *capitalista* mas no en el trabajo explotado, no obstante con la renta de la tierra la *raíz* del excedente económico se presenta mayormente ensombrecida pues ahora pareciera que proviene de la propiedad de la tierra y de una *naturaleza milagrosa* capaz de producir un excedente superior al promedio social, borrándose la importancia del trabajo vivo en su producción y la permanencia de la explotación como fuente de riqueza de la sociedad capitalista. Precisamente porque para Marx la renta diferencial es una transfiguración de la ganancia extraordinaria y por ende de la plusvalía, su centro de atención no es analizar hasta dónde el capital industrial subordinará a los terratenientes o viceversa, sino más bien, saber cómo se crea ese excedente por encima de la media social, que se transforma en renta, ante la existencia de los terratenientes, tipo de propiedad que conforme se desarrolla la producción capitalista tiende socialmente a desaparecer, haciendo hincapié en que no es la propiedad ni la naturaleza en sí mismas la fuente de este excedente económico.

muestran la vigencia del permanente proceso de acumulación originaria, lo cual abordaremos en el apartado 2.3.

2.2.2. El establecimiento de un precio de producción regulador para derivar la renta diferencial.

Partiendo de la renta petrolera como una renta diferencial, J. A. Rojas Nieto (1988), argumenta cuál es el precio de producción regulador, que se tomará como referencia para derivar la renta diferencial,⁶⁸ la cual por ser estudiada para un energético, será muy útil a la hora de particularizar la renta diferencial eólica, en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca (estudio que se desarrollará en el capítulo cuatro de esta investigación). J. A. Rojas Nieto (1988), retomando de Marx que en la agricultura el precio regulador es el precio de producción de la peor tierra, plantea lo siguiente para la generación eléctrica:

[...] la determinación del precio regulador en el proceso energético global depende del nivel de desarrollo de la sustituibilidad en ciertos procesos específicos.

Por ejemplo, para el caso de la producción de electricidad en la que se utilizan carbón, energía nuclear, petróleo, cuencas hidráulicas y gas, principalmente, el precio regulador lo determinará el energético cuya producción sea más cara, en este caso el carbón o, eventualmente, la energía nuclear sólo en tanto que sea necesaria la producción de electricidad por medio de carbón de centrales nucleares de potencia (p. 37).

En este caso, la posibilidad de incorporar energéticos que reduzcan el “precio marginal” (el precio de producción más alto) depende de la disponibilidad de los recursos naturales, pues al ser proveídos por la naturaleza, al igual que en el caso agrícola, las condiciones de producción no se pueden igualar por medio del desarrollo de las fuerzas productivas del trabajo social, a tal punto de lograr una media en el precio de producción y

⁶⁸ Respecto al precio de producción regulador, Pierre Angelier propone (1980) que sea éste un *precio de reproducción*, pues considera que el precio de los energéticos debe contemplar un pago por la capacidad de renovación de los energéticos, al tratarse de recursos no renovables como el petróleo. Sin embargo, J. A. Rojas Nieto (1988) plantea una discusión al respecto, toda vez que dicha renovabilidad en términos de Pierre Angelier, significa omitir el carácter dilapidador de la producción capitalista, tal como si ésta esperara la renovación de los hidrocarburos para continuar la acumulación de capital.

por eso en el caso de la renta, es la tierra de peor calidad la que fija el precio de producción, derivado de la necesidad de incorporar tierras de menor calidad, ante el crecimiento de la demanda y la imposibilidad de incorporar tierras de calidad parecida a las ya existentes o que con lo producido en las tierras de mayor calidad se pueda satisfacer toda la demanda, sin contar que lo característico de la renta diferencial es que no todas las tierras son iguales y que las mejores son una particularidad, no una generalidad, en las condiciones de producción. En el caso del viento, es sólo gracias al desarrollo de mejores aerogeneradores que es posible aprovechar los vientos de menor calidad, permitiendo ampliar la oferta de energía eólica disponible para la producción eléctrica (véase el capítulo tres).

2.2.3. El planteamiento de la renta de los recursos naturales en el “neoextractivismo“.

En el apartado en curso, se presentan al lector algunas conexiones importantes entre los debates de *extractivismo* o *neoextractivismo*, con el tema de la renta del suelo y la explotación de los recursos naturales.

A fines del siglo pasado y comienzos del actual, en países como Venezuela, Ecuador, Brasil, Bolivia, Argentina y Uruguay, con la llegada al poder de gobiernos denominados “progresistas“ que cuestionaban al llamado modelo económico neoliberal,⁶⁹ transformando su antiguo papel de generar condiciones económicas, sociales, jurídicas para favorecer a las empresas transnacionales, a uno de mayor participación directa en los procesos productivos, fundamentalmente en los relacionados con la explotación de recursos naturales como los hidrocarburos, minerales, metales, agua, entre otros. El nuevo papel de estos gobiernos, ha

⁶⁹ En la actualidad, sólo en Bolivia y Venezuela se mantienen estos tipos de gobierno, pues desde 2015 en el resto de países comenzó un proceso de vuelta de gobiernos más cercanos a las políticas neoliberales, siendo los casos más representativos: Argentina y Brasil, el primero elegido vía democrática y el segundo por un golpe de estado parlamentario.

dado material de estudio a diversos académicos que caracterizan a estos procesos, bajo el concepto de *extractivismo* o *neoextractivismo progresista*.

Aunque dicho *extractivismo* o *neoextractivismo*,⁷⁰ ha sido conceptualizado de diversas formas, matices, particularizaciones, etc., tomaremos los elementos que más se acercan a la problemática de la renta. En este contexto, se coincide en que es un modelo basado en la extracción de materias primas, obtenidas bajo la “acumulación por despojo“ y destinadas fundamentalmente para la exportación, y por lo tanto altamente vinculado con la dinámica mundial de la acumulación del capital. Los ingresos obtenidos por los gobiernos a partir de la actividad extractiva, se destinaron a financiar políticas de asistencia social. Los estados nacionales adquirieron un “papel más activo“ sobre la actividad productiva, ya sea renacionalizando las empresas extractivas o imponiendo mayor control sobre las privadas, vía cobro de más impuestos, regalías, etc. Para un conjunto de autores como Gudynas, Acosta, Svampa, Prada, Massuh, entre otros, este conjunto de ingresos es considerado como *rentas* que provienen del extractivismo, porque la fuente de ellas es la “extracción“ de recursos naturales, también se refieren a aquéllas como *renta extractiva* (Svampa, 2012) , *rentas diferenciales*, pero sin explicar su definición. A excepción de Pablo Dávalos (2013), quien define renta extractiva en el caso particular de Ecuador, como todos aquellos recursos económicos que provienen fundamentalmente de las exportaciones de petróleo crudo y derivados. Como se observa, esta definición no corresponde a lo que Marx teoriza como renta diferencial, pues para él la renta diferencial no es un simple ingreso, de diversa procedencia, sino específicamente una forma transfigurada de la ganancia extraordinaria, en última instancia de la plusvalía.

⁷⁰ Para profundizar sobre la caracterización del neoextractivismo o extractivismo el lector puede revisar: A. Acosta. (2011). Colonialismos del siglo XXI: negocios extractivos y defensa del territorio en América y A. Acosta (2012). Renunciar al bien común. Extractivismo y (pos) desarrollo en América Latina.

No obstante, en la discusión sobre lo que se contextualiza como extractivismo, encontramos importante el debate de la renta de los recursos naturales, toda vez que sin ser ésta el tema central, sí permite establecer conexiones y comparaciones para el caso de México, en particular para la explotación del viento, como materia prima de la producción eléctrica, por ejemplo la manera en que en países con modelos económicos distintos al nuestro explotan los bienes de la naturaleza, cómo se da la apropiación de este excedente económico y el papel de las instituciones para este propósito, que de manera más clara podremos apreciar y diferenciar en los capítulos cuatro y cinco.

2.3. La teoría de la renta y la crisis ecológica

2.3.1. Renta absoluta y diferencial causantes de la crisis ecológica.

En su capítulo *El metabolismo con la naturaleza* de Guillermo Foladori (2003) establece una relación entre la renta diferencial y absoluta con la crisis ecológica.⁷¹ Para comenzar a analizar dicha relación, el autor recurre al cuestionamiento de la propuesta de teóricos ambientalistas,⁷² quienes exponen la necesidad de un nuevo cuerpo teórico multidisciplinario que aborde la relación del ser humano con la naturaleza para analizar los problemas ambientales; desconociendo o anulando una categoría que para G. Foladori⁷³ es central en Marx: el “metabolismo social“, que muestra cuál es la discusión detrás de la relación hombre-naturaleza:

[...], lo que requiere explicación, escribe Marx, no es la unidad del ser humano con la naturaleza, esto es parte de la naturaleza física y química. Lo que requiere explicación es el proceso histórico a través del cual se separa -se aliena- la existencia humana de las condiciones naturales

⁷¹ La discusión sobre crisis ecológica se ubica en el capítulo 1 de la presente investigación.

⁷² Guillermo Foladori se refiere a autores como José Manuel Naredo, Joan Martínez Alier, Klaus Schlüpmann, Nicholas Georgescu-Roegen y Ted Benton.

⁷³ G. Foladori, recoge la importancia de esta categoría de J. Bellamy Foster (2000), en su libro: *La Ecología de Marx: materialismo y naturaleza*.

necesarias para reproducirse (Marx, Grundrisse, I, 1981). Lo que Marx va a explicar a través de su método -el materialismo histórico- son las formas en que se va modificando y rompiendo ese metabolismo con la naturaleza. (p.3).

En el caso de la renta absoluta, que es justamente una muestra de este proceso histórico de separación del productor directo de sus medios de producción (este proceso es lo que Marx desarrolla como la acumulación originaria y que discutimos en el siguiente apartado), ya que por el simple hecho de existir la propiedad sobre la tierra, el propietario cobra una renta por ceder el derecho de explotar su tierra. G. Foladori , señala que “esta separación entre propiedad y explotación es la primera causa de la degradación del suelo” (2003, p. 9) porque, por un lado el arrendatario capitalista sólo está interesado en obtener lo más rápido posible las riquezas disponibles del suelo, “de manera que no tiene motivación para realizar prácticas productivas que signifiquen una conservación o mejora de las características fisicoquímicas y de topografía, más allá de lo que dura su contrato de alquiler. El propietario, por su parte, no tiene medios para impedir la degradación, ya que no comanda la producción” (Foladori, 2003, p. 10).

En el caso de la renta diferencial al igual que la renta absoluta, es una causa explicativa de la crisis ecológica:

El resultado es una tendencia hacia las inversiones siempre crecientes de capital en el suelo, aún con rendimientos físicos decrecientes, hasta que en un determinado momento acontece una crisis ecológica. El suelo ya no sirve como suelo agrícola, y debe quedar en reposo durante años o décadas. Liebig, entre otros, había percibido esta contradicción, pero fue Marx quien lo explicó económicamente, y resaltó cómo la ganancia extraordinaria termina en el bolsillo del terrateniente. Así expuso esta contradicción entre la bonanza económica privada y la crisis ecológica. [...] (Foladori, 2003, pp. 16-17).

Lo que podemos ver es que ambas rentas del suelo, implican una lógica destructiva de la naturaleza, debido a que es la propiedad privada sobre ésta la que con el afán de la ganancia o de la renta están destruyendo la naturaleza. Sin embargo, aunque G. Foladori señala que en

las dos rentas la explotación del suelo lleva a tal degradación hasta eliminar sus cualidades naturales que potenciaban la producción agrícola; consideramos que en nuestro tema de interés: la renta diferencial eólica, esa destrucción, tiene una especificidad distinta, ya que el viento, es un recurso natural renovable, comparado con la tierra fértil, el petróleo, agua, minerales, etcétera, los cuales son recursos finitos, donde sí existe una renta diferencial, ésta tendrá un carácter permanente mientras quien los explote no se los acabe. A diferencia de estos casos, en la producción eoloelectrica, la devastación no ocurre sobre el energético en sí mismo, por ser el viento un bien renovable, permitiendo que gracias a él sí se obtenga una renta diferencial permanente, claro está mientras el capital no acabe con la Tierra y la crisis climática no tenga alguna incidencia negativa sobre la explotación eoloelectrica.⁷⁴ Sin embargo, el origen renovable del viento no exenta de la devastación ambiental la obtención de la renta, pues ocurre sobre el territorio donde se explota el energético, por ejemplo, la tierra donde se instalan los aerogeneradores, la fauna terrestre, aérea y marítima, la biodiversidad de la zona, entre otras.⁷⁵

En adición, es necesario aclarar que la destrucción del suelo que provocan las rentas, es indistinta de si son los terratenientes los que producen en sus propias tierras, si las arriendan o son los mismos capitalistas los dueños de ellas.

⁷⁴ Una de las consecuencias de la creciente emisión de CO₂ es la acidificación de los océanos, provocando una mayor presencia de huracanes (Aguirre, 2016), y nuestro país es de los más afectados, precisamente por encontrarse rodeado de dos océanos, el pacífico y atlántico (Oswald, 2016). Por ello, una especial atención merecería la zona del Istmo de Tehuantepec Oaxaca, la de mayor conectividad entre los océanos y al mismo tiempo la de mayor producción eoloelectrica nacional, para saber si su vulnerabilidad climática incide en su potencial eólico dedicado a este fin.

⁷⁵ Sobre el tema profundizamos en el siguiente capítulo.

Recientemente, los teóricos del *neoextractivismo*⁷⁶ también han cuestionado las consecuencias ambientales a raíz de la apropiación de rentas por los estados progresistas en América Latina: Bolivia, Ecuador, Venezuela, Brasil, Argentina y Uruguay. Plantean que una de las características del “neoextractivismo“, es que los gobiernos al centrar su crítica en el control privado y extranjero sobre los recursos naturales, dejan de lado la forma en que éstos se explotan y sus implicaciones ecológicas en el mediano y largo plazo. Al pasar los bienes naturales a un control estatal, se siguen reproduciendo los mismos procesos productivos destructivos, causando los mismos impactos sociales y naturales, siendo incluso estos últimos agravados (Gudynas, 2011) en comparación a los que se causaban cuando estaban privatizados. Ya que son estos países quienes cargan con el costo de los impactos ambientales de dichas explotaciones y las empresas que aún son propietarias de recursos naturales se benefician llevándose las ganancias a los centros de acumulación de donde provienen (Prada, 2012).

Un ejemplo del tema es la dependencia entre el “extractivismo petrolero” y la obtención de rentas para el financiamiento de programas de asistencia social (Acosta, 2011), pues se trata al petróleo como si fuera una fuente infinita y eterna para obtener rentas, lo que a países como Venezuela y Bolivia, les ha hecho perder de vista no sólo los efectos económicos que trae consigo el asunto,⁷⁷ sino también el aspecto ambiental: ir previendo el fin de las reservas petroleras y por tanto la planeación de una transición energética, pasando de una matriz

⁷⁶ Revise el subapartado 2.2.3, donde se aborda la discusión del llamado neoextractivismo y su relación con la renta de los recursos naturales.

⁷⁷ Basta ver la crisis económica de Venezuela desde 2014, ante la baja del precio del crudo y sus consecuencias negativas sobre una de las fuentes principales de sus ingresos y peor aún que siguen anclados en tal dependencia, buscando acuerdos con países OPEP y no OPEP, que conduzcan al restablecimiento de un “precio justo“ por los barriles de petróleo.

energética fósil a una basada en “energías limpias”.⁷⁸ Se ha generado una relación indispensable entre la explotación de los recursos del subsuelo: petroleros, y minerales con el desarrollo económico, sin analizar o prever los límites de la economía extractivista (Acosta, 2011). El asunto, se extrapola a nuestro tema de investigación, pues nos surge la siguiente interrogante: ¿de qué serviría que fuera el Estado o los propietarios quienes se quedaran con la renta diferencial, si no se cuestiona la dinámica destructiva de la naturaleza? Aún cuando se presuma a la energía eólica un recurso renovable, amigable con el medio ambiente.⁷⁹

2.3.2. La crisis ecológica produce la renta diferencial.

Contrario a lo que veíamos en el subapartado previo, de que es la renta diferencial, una de las causantes de la crisis ecológica, Armando Bartra (2013) establece un argumento distinto: que es esta última la que produce a la renta diferencial. Plantea que la crisis ecológica causada por el carácter devastador de la naturaleza, propio del sistema capitalista, tiene como consecuencia una **escasez generalizada de recursos naturales** (petróleo, agua, minerales, etc.), la cual hace posible una presencia mayor de rentas diferenciales. Es decir, la renta diferencial se halla en función del grado de escasez natural de ciertos valores de uso, tal que a

⁷⁸ Una posición distinta tiene Armando Bartra (2013), quien plantea que la renta de actividades extractivas se estaría empleando para dejar de depender de la renta.

⁷⁹ En ese sentido, cobra relevancia la entrada del nuevo gobierno de Andrés Manuel López Obrador, sobre la manera como se regulará a las empresas eólicas instaladas en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, que si bien los impactos de la eoloelectricidad no son agotadores del energético viento, por su propia naturaleza renovable, si tienen el sello destructivo del subsuelo y la biodiversidad, ante lo cual este gobierno deberá prestar atención, al estudio de los impactos del aprovechamiento de energía renovables, toda vez que uno de sus principales ejes de impulso al desarrollo económico está puesto en esta región y su energía eólica.

mayor escasez mayor renta.⁸⁰ Diferimos de este planteamiento por lo que a continuación detallamos.

Mientras Marx desarrolla que la renta diferencial tiene como base explicativa a fuerzas naturales altamente productivas, ubicadas sólo en algunas sitios privilegiados del planeta, otorgándole a la naturaleza un papel central como fuente de valores de uso; para Bartra la posibilidad de obtener una renta diferencial no proviene originalmente de la propia naturaleza, sino de aquellos bienes naturales que son “escasos” porque aún no han sido destruidos por la producción capitalista. Es decir, en su lógica la renta diferencial provendría de recursos “escasos” que son producto de los procesos de trabajo destructivos del capitalismo, independientemente que dedé origen posean o no cualidades superiores a la media social.

Nosotros sólo podríamos retomar el término de “escasez” de A. Bartra si ésta se refiere a su poca disponibilidad natural originaria; pero no como un resultado del desarrollo de la actividad económica sino como cualidad intrínseca. Para nosotros la renta diferencial es una causa de la destrucción ambiental mas no un resultado proveniente de ésta, en todo caso la crisis ecológica viene a otorgarle una mayor relevancia tanto a los recursos no renovables por su difícil disponibilidad, como a los renovables por su tendencia a sustituir a los primeros.

⁸⁰ Partiendo del tema de la escasez que origina a la renta diferencial, Bartra lo usa para exponer que actualmente el capitalismo se define por ser un “capitalismo rentista”. Planteando que el sistema capitalista ya no se basa en la “acumulación de plusvalía” sino en la “apropiación violenta de recursos naturales escasos” que dan lugar a rentas. Dejando en un lugar secundario a la explotación del trabajo asalariado. Como si los procesos productivos de donde se obtienen estas rentas no se basaran también en la explotación del trabajo ajeno y como si los bienes naturales que el capital se apropia no fueran a emplearse en producción de otras mercancías y por ende de plusvalía.

2.4. Sobre la Acumulación Originaria

2.4.1. Revisión teórica y planteamiento de la Acumulación Originaria.

En su capítulo XXIV *La Llamada Acumulación Originaria*, Marx concentra su análisis en el origen del modo de producción capitalista -entendido como resultado de un desarrollo histórico de la humanidad-: la expropiación del productor directo de sus medios sociales de producción y de vida, de sus condiciones materiales para garantizar su reproducción. Así desarrolla la cuestión, analizando la separación de la tierra de sus propietarios originales, con la finalidad de disponer de fuerza de trabajo libre jurídicamente y *libre de medios de producción*, para comprar esa *mercancía especial*, la fuente de su acumulación de capital. Donde *esos medios de producción*, al convertirse en propiedad del capitalista, pasan a ser *capital*, porque serán empleados para explotar a la fuerza de trabajo. La acumulación originaria (AO) o primitiva, es pues la imposición generalizada de las relaciones sociales de producción capitalista allí donde aún no existen.

Antes de continuar explicando el tema de la AO, vale la pena responder al lector cuál es la relación que guarda ésta respecto a la renta diferencial, para que tenga sentido abordarla en este capítulo.

Para el estudio de la renta diferencial (como absoluta) es central el tema de la propiedad de la tierra, ya que recordemos que es esta la que define que la ganancia extraordinaria producida sea transferida a manos del propietario. Así el control sobre la tierra donde se ubique el tipo de naturaleza a explotar por el capitalista, define quién se apropia esta renta diferencial. Es por eso que en nuestro trabajo de investigación, analizar qué sucede con la propiedad, es considerado de especial importancia. Si bien en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, la propiedad donde se genera eoloelectricidad es en su mayoría propiedad ejidal,

desde que este proceso comenzó se han venido desarrollando mecanismos que apuntan a la vigencia de la acumulación originaria. En particular el proceso de divorcio entre el propietario directo respecto de la tierra. Porque se ha convertido ésta en el *medio* y la garantía de que se podrá explotar el viento para llevar a cabo la producción eoloeléctrica. En realidad, para las empresas dedicadas a ello, se vuelve una prioridad el control de la tierra para disponer del viento como un reciente *objeto de trabajo* capitalista y por tanto parte de los medios de producción. No en vano, todos los megaproyectos eólicos en el Istmo han comenzado con el apartado de la tierra, de inicio para estudiar la energía del viento, para “certificar” su rentabilidad. La expropiación de los medios de producción (y de vida) es lo que caracteriza a la AO de Marx, lo cual en nuestro caso de estudio no ocurre jurídicamente, en tanto la tierra no pasa a ser legalmente propiedad de las empresas, sino que bajo la figura del arrendamiento, la propiedad sobre la tierra pasa a ser cedida temporalmente a los “capitalistas eólicos” por veinticinco o treinta años.⁸¹ No obstante, la expropiación se da en los hechos, pues una vez que los megaproyectos se encuentran operando, las empresas se comportan como las verdaderas dueñas de la tierra. Esto lo estudiaremos con detenimiento en el capítulo cinco de la tesis.

En este contexto, autores como David Harvey, Jorge Veraza, Andrés Barreda, Adolfo Gilly, Rhina Roux, entre otros, hacen propuestas teóricas que discuten el concepto de *Acumulación Originaria*, centrándose en muchos casos en el *despojo*. A continuación los revisamos para ver cómo ubican actualmente los procesos de la acumulación originaria y cuál es la categoría que más se acopla a nuestro tema de estudio.⁸²

⁸¹ Con posibilidad de renovarse por el mismo periodo, una vez que concluya el primero.

⁸² En el capítulo cinco se abordarán los métodos de la acumulación originaria en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

2.4.2. Actualidad de la categoría acumulación originaria.

Actualmente una de las categorías más utilizadas para discutir los procesos de despojo de recursos naturales, bienes culturales, entre otros, es la “acumulación por desposesión” de David Harvey.

En su libro *El nuevo imperialismo* (2007), encontramos una postura que se opone a la vigencia de la categoría acumulación originaria de Marx, ya que para Harvey ella refiere a un tema restringido, dedicado única y exclusivamente a explicar el *origen* del capital, mientras que actualmente en plena reproducción ampliada o acumulación de capital, los “*procesos de despojo*” todavía se hallan vigentes en la “*geografía histórica del capitalismo*” y por ende siguen explicando el desarrollo de este sistema económico, específicamente en su forma neoliberal. A ello se debe que para el autor la acumulación primitiva de Marx se queda corta para explicar los procesos actuales; y por eso propone una nueva categoría de análisis: la “acumulación por desposesión”. Sin embargo, observamos que ha sido construida sin analizar de fondo el planteamiento de la acumulación originaria, fundamentalmente por lo siguiente.

Si bien la categoría de acumulación primitiva tiene en Marx el objetivo principal de explicar el origen del capital como un proceso histórico, tomando de referente a Inglaterra, durante el último tercio del siglo XV, ello no significa que en la actualidad no tengan vigencia alguna. Los mecanismos de la acumulación originaria se mantienen, pues C. Marx (1973, p. 608) no le atribuyó un carácter fijo sino en movimiento, en constante renovación de acuerdo a las necesidades de la valorización del capital, veamos:

[...].El régimen del capital presupone el divorcio entre los obreros y la propiedad sobre las condiciones de realización de su trabajo. Cuando ya se mueve por sus propios pies, la producción capitalista no sólo mantiene este divorcio, sino que lo reproduce y acentúa en una escala cada vez mayor. Por tanto, el proceso que engendra el capitalismo sólo puede ser uno: el proceso de disociación entre el obrero y la propiedad sobre las condiciones de su trabajo,

proceso que de una parte convierte en capital los medios sociales de vida y de producción, mientras de otra parte convierte a los productores directos en obreros asalariados. [...].

De modo que cuando utiliza el adjetivo de originaria lo hace únicamente para especificar el punto de partida de la acumulación de capital, originaria no es un adjetivo que describa solamente el pasado, fundamentalmente explica el origen del capital, cuál es su fuente de nacimiento, que es el proceso de disociación entre el productor directo de su propiedad de medios de vida y producción, específicamente por medio de la violencia y la fuerza contra los propietarios originales.

No es el hecho pasado de la expropiación lo que busca explicar la acumulación originaria sino el proceso privatizador de medios de subsistencia y de trabajo que permite que éstos conjuntamente con la fuerza de trabajo liberada sean incorporados a la acumulación de capital, a la valorización del valor. En ese sentido, no será la temporalidad, la característica de la acumulación originaria, sino las cualidades del proceso, ahí donde la clase capitalista no ha logrado expandir la hegemonía de sus relaciones sociales de producción y por diversos medios consigue apropiarse de condiciones de producción bajo propiedad distinta a la capitalista, ahí ocurre un proceso de acumulación primitiva, independientemente de si ocurre en el siglo XIX o en pleno siglo XXI, lo cual es completamente probable de darse pues aunque la subsunción real del proceso de trabajo bajo el capital haya avanzado inconmensurablemente por el planeta entero, aún quedan territorios donde las fuerzas productivas no se usan bajo relaciones sociales de producción capitalistas.

Así, dicha acumulación no transcurre de forma lineal y al mismo tiempo y de igual manera entre los diversos países, si bien la base de todo este proceso es “[...] la expropiación que priva de su tierra al productor rural, al campesino. Su historia presenta una modalidad diversa en cada país, y en cada uno de ellos recorre las diferentes fases en distinta gradación

y en épocas históricas diversas. [...]” (Marx, 1973, p. 609). En nuestro territorio de interés: el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, veremos (capítulo cinco) que la expropiación de la tierra es un mecanismo de la acumulación originaria, de privatización capitalista, forma parte de un proceso de desarrollo y expansión del capitalismo, allí donde éste no ha terminado de monopolizar las relaciones sociales de producción.⁸³

Expuesta así la acumulación originaria, entra en contradicción con la propuesta de Harvey, porque en síntesis, la concepción teórica con que ha sido formulada no concibe a la acumulación originaria, como un proceso en constante movimiento y sobre todo como un resultado histórico que se sigue reproduciendo, sino sólo como un hecho del pasado y por ende fijo.⁸⁴

Como se refirió anteriormente, Marx al estudiar la acumulación primitiva hablaba de dos tipos de divorcio: el de los medios de producción y el de los medios sociales de vida del productor directo, para convertirse en capital, no obstante se centró en la primera para desarrollar dicha categoría. En ese sentido Harvey, aunque considerando su diferencia con

⁸³ Si bien aquí la crítica se ha particularizado en Harvey, en general la discusión sobre considerar la acumulación originaria como un tema del pasado y exclusiva del nacimiento del capitalismo, de acuerdo a C. Composto & D. Pérez (2012), ha sido estudiada desde los años 60 y 70, bajo la propuesta teórico-política de resignificación de la “acumulación originaria” que plantea asumirla como un proceso continuo, del presente, a la luz de la reconfiguración del capitalismo mundial en las últimas cuatro décadas, y a partir de una relectura de los propios textos de Marx. Los principales referentes intelectuales son Massimo De Angelis, Silvia Federici, Mariarosa Dalla Costa, Michael Perelman, George Caffentzis y Werner Bonefeld. En términos generales, todos ellos provienen de la heterodoxia marxista ligada, por un lado, al Obreroismo -“operaismo”- italiano y, por otro, al Marxismo Abierto surgido en Inglaterra; ambos enfoques se desarrollaron durante los años 60 y 70, en respuesta tanto a la cerrazón ortodoxa y desmovilizadora del economicismo marxista, al autoritarismo estalinista, y al carácter reformista de la socialdemocracia.

C. Composto & D. Pérez, también plantean la recuperación de la categoría acumulación originaria ya que “la continuidad y permanencia de la separación entre productores y condiciones de existencia, mediante la violencia extraeconómica, a lo largo de toda la geografía histórica del capitalismo hasta nuestros días, es una dinámica constitutiva e inherente a la lógica de la acumulación capitalista que, por lo tanto, no puede reducirse a un acontecimiento histórico superado, a un mecanismo externo, o a un comportamiento excepcional y anómalo respecto de la primacía de las leyes económicas como rectoras del desarrollo capitalista maduro” (2012, p. 19).

⁸⁴ En Rhina Roux (2015), el lector puede encontrar una discusión de la autora con Harvey, respecto a su comprensión de la acumulación originaria de Marx. Discute con él para reivindicar la vigencia de los mecanismos de la acumulación originaria, desmontando que ésta no es una cuestión del pasado sino “una constante histórica”, señalando que: “los métodos analizados en la llamada ‘acumulación originaria’ son formas de acumulación inherentes a la existencia del capital y no sólo presupuestos genéticos” (Roux, 2015, p. 46).

Marx, bajo el mismo concepto de acumulación por desposesión, describe durante el neoliberalismo el despojo de condiciones de reproducción y sobrevivencia de la vida humana, que se transforman en nuevos espacios de acumulación de capital: como los derechos, cultura, servicios públicos, pensiones y ahorros de los trabajadores, etc., los cuales señala se están privatizando para ser “sometidos a la lógica de la acumulación capitalista [...]” (Harvey, 2007, p. 117). En ese sentido, plantea que la oleada de privatizaciones a partir de la crisis de sobreacumulación de capital de 1973, es parte del proceso de “acumulación por desposesión” que contribuyó a darle salida a tal crisis, abriendo nuevos espacios para la inversión de los excedentes de capital.

En nuestro estudio este último argumento resulta muy importante, ya que en México bajo el modelo neoliberal se ha llevado a cabo la privatización de la tierra y la electricidad, mediante la intervención del Estado en favor de las grandes empresas privadas, como las que llevan a cabo hoy el proceso de expropiación de tierras en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, para producir eoloelectricidad, lo cual significa para ellas nuevos espacios de acumulación de capital, los cuales absorben el exceso de capital, en respuesta a la crisis económica, precisamente en la lógica señalada por Harvey.

Continuando con el planteamiento inicial de Marx, Jorge Veraza propone una triple acumulación originaria de capital, para entender que la acumulación de capital es un resultado del desarrollo histórico. Reconociendo como la primera a la acumulación originaria, como “una acumulación de riqueza anterior y paralela a la acumulación de capital propiamente dicha” (Veraza, 2007, p. 53), y planteando dos más derivadas de la primera, que dotan de especificidad a la acumulación originaria hoy.

La *acumulación originaria salvaje residual* (segunda), se refiere a la apropiación privada por la clase capitalista de “lo que quedaba por arrebatarse a los productores directos” (Veraza,

2007, p. 53), del despojo de “aspectos residuales al suelo como el agua, el subsuelo y la biodiversidad” (Veraza, 2007, p. 54). Este tipo de acumulación es una característica del neoliberalismo. Jorge Veraza (2007) explica que:

[...] surge para compensar la insuficiente tasa y masa de plusvalor que alimenta a la acumulación de capital ya existente mediante el despojo franco de los medios de vida que aún permanecían en manos de campesinos y comunidades indígenas (con las que el capitalismo había convivido hasta ahora). [...]. Esta acumulación originaria es salvaje porque no se conforma con el plusvalor y la superexplotación de la fuerza de trabajo sino que le arrebató a la población la riqueza natural y la riqueza cultural. (p. 54)

Y finalmente una tercera, *la acumulación originaria terminal*, también constitutiva del modelo neoliberal, pero es terminal porque *tiende* a acabar con la clase obrera, el capitalismo y al mismo tiempo con la humanidad.

Sin embargo, J. Veraza (2006) asume la unidad de estos dos últimos tipos de acumulación originaria, llamándolos *acumulación originaria salvaje residual terminal*, porque ambas caracterizan el funcionamiento del neoliberalismo, y que apuntan a un “despojo generalizado sin ley“, una “*desposesión total*“, de medios de producción, de subsistencia y sobrevivencia, que pone en riesgo la existencia de toda la humanidad. Se puede encontrar una diferencia en el planteamiento de Marx, pues aunque también en la acumulación originaria, abordó el *divorcio* de las condiciones de vida o sobrevivencia, centró su análisis en la expropiación de los medios de producción de los productores directos, mientras que Veraza enfatiza la inclusión de esos medios de sobrevivencia, por ejemplo bienes naturales como el aire o el agua, fenómenos que en tiempos de Marx, fueron impensables de ser objetos de expropiación subordinados a la acumulación de capital, al mismo tiempo que subraya los peligros civilizatorios de la continua acumulación originaria, dado el contexto actual de la crisis ecológica.

Esto último, es precisamente lo que Andrés Barreda (2008) discute, retomando el planteamiento de Veraza sobre la *acumulación originaria residual*, señala que actualmente con el neoliberalismo se vive *la consumación de los procesos de acumulación originaria*, como es el caso de las tierras, de propiedad ejidal y comunal, pero también nuevos tipos de “despojo“, de la “naturaleza interna“: códigos genéticos, elementos químicos de la tabla periódica, el lenguaje, etcétera. En este contexto, resalta el papel del desarrollo tecnológico en función de estos *nuevos procesos de despojo*, que traen consigo problemas ambientales, sociales, entre otros. Caracterizando “a este nuevo proceso de acumulación “originaria” como una acumulación que potencialmente puede ser terminal” (p. 23).

Se coloca en el debate, la necesidad de expansión del capitalismo, por medio de la continua expropiación al obrero y a las comunidades, de sus medios de producción, y en el mismo sentido que nos dice David Harvey, de esos *nuevos despojos* para continuar la *reproducción ampliada del capital al infinito*. En nuestra posición, si se ha entendido el planteamiento de Marx, de la lógica del capitalismo que busca siempre la ganancia, se entiende que su tendencia es a convertir cada vez más el mayor número de valores de uso en mercancías y si para ello tiene que expropiar a sus propietarios, lo hará; nada nuevo en su andar, pues de allí proviene. Aunque este actuar ponga en jaque la vida planetaria, tal como ya Marx lo vaticinara al final del capítulo XIII: Maquinaria y Gran Industria, del Tomo I de El Capital.⁸⁵ De la misma manera que se hace en el Istmo, so pretexto de “salvar al planeta” mediante energías renovables como la eólica, el capital lleva a cabo procesos de expropiación de la tierra.

⁸⁵ “[...]. La producción capitalista sólo sabe desarrollar la técnica y la combinación del proceso social de producción, socavando al mismo tiempo las dos fuentes originarias de toda riqueza: la tierra y el hombre“ (Marx, 1973, p. 424)

Pero en el Istmo, este proceso trasciende a la tierra y toca a la energía del viento, ya como una fuerza de la naturaleza que está siendo incorporada de forma creciente a la acumulación de capital a tono como sucede a nivel mundial. Un recurso que antes no habría sido imaginable explotarse a gran escala, sino es por la necesidad energética del capitalismo para continuar produciendo sin límites, con el único fin de la ganancia (véase el capítulo tres). Para ello, este sistema económico necesita crear propiedad privada allí donde no la hay, para tener acceso a los recursos que lo alimentan y desaparecer a la propiedad social cuando represente un obstáculo para la acumulación capitalista, como desde hace tres décadas lo hemos venido observando con el neoliberalismo.

En la línea de los autores ya mencionados, Adolfo Gilly (2015) en su ensayo: *El tiempo del despojo. Poder, trabajo y territorio*, también se refiere a los “nuevos tipos de despojo” en el mundo, a consecuencia de las privatizaciones impuestas con el proyecto neoliberal, pero en la visión de Harvey, los estudia como procesos de “acumulación por despojo”. Destaca que dentro de éstos considere explícitamente a la energía eólica, aunque no concretiza en qué consiste o cómo se desarrolla.

En el mismo libro, pero con el ensayo *Marx y la cuestión del despojo. Claves teóricas para iluminar un cambio de época*, Rhina Roux, pese a su diferencia con Harvey sobre la vigencia de la acumulación originaria, en términos muy similares a la categoría de “acumulación por desposesión” de Harvey, emplea el término “acumulación por despojo” para estudiar los actuales procesos relacionados con la acumulación primitiva, cuya conceptualización es muy parecida a este autor, que “significa abrir al capital nuevas áreas y territorios para la valorización” (Roux, 2015, pp. 58-59) como resultado de “la nueva mundialización del capital”, que se lleva a cabo por dos vías: “privatización de bienes y

servicios públicos [...] y disolución de formas puras o híbridas de la comunidad agraria (como el ejido mexicano [...]) y la conversión de la tierra en mercancía“ (Roux, 2015, p. 59).

Así como los autores que le precedieron, Rhina Roux argumenta que una de las especificidades de *los “actuales despojos”* es la incorporación de bienes colectivos naturales, a la lógica de la valorización del capital, y de que aquéllos continúan siendo caracterizados por la violencia de las instituciones del Estado, pero también potenciados con *el desarrollo incesante de las fuerzas productivas, con la ciencia y la tecnología subordinadas a las necesidades de la acumulación capitalista.*

En el caso de la explotación eoloeléctrica podemos ver el papel que juega la tecnología para captar y transformar la energía del viento, un bien natural, al servicio de la producción eléctrica capitalista y no en favor de los pueblos que poseen el recurso, lo cual analizaremos a detalle en los dos capítulos siguientes.

Resumiendo, pese a que en la actual caracterización de la acumulación originaria, es empleado en múltiples casos el término *despojo o nuevos despojos* de los medios de producción, de los medios de subsistencia y sobrevivencia, nosotros seguiremos utilizando el término de Marx: **“expropiación”**, como *método de la acumulación originaria*, porque se refiere particularmente a la privación de la propiedad, que es lo que nosotros colocamos en el centro, la propiedad sobre los medios de producción: la tierra y el viento. *Mientras que la palabra despojo o desposesión tiene una definición más general: privar a alguien de lo que goza, quitar algo, pero no exclusivamente la propiedad sobre los medios de producción y de vida.* En la producción eoloeléctrica, la expropiación de la tierra no representa algo nuevo en la reproducción del capital, no obstante lo nuevo es que se lleva a cabo para poder apropiarse de recursos naturales alternativos, como la energía eólica, objeto para la generación de electricidad, que surge como una de las propuestas para resolver el calentamiento global y la

destrucción del planeta, también provocada por el capital (revise el capítulo uno de esta Tesis). Es decir, este *método* de la acumulación originaria sigue siendo el mismo que hace ciento cincuenta años planteaba Marx, lo que van cambiando son las formas en cómo se va llevando a cabo y los recursos concretos que el capital va necesitando expropiar: la tierra, energéticos, agua, minerales, biodiversidad, etc. Esas concretizaciones son las que nos corresponde investigar.

En ese contexto, planteamos que la expropiación de la tierra a sus propietarios para producir eoloelectricidad, tiene la especificidad que los capitalistas instalados allí pueden apropiarse de la renta diferencial eólica, pues anteriormente argumentamos que si el capitalista es dueño del recurso natural diferenciado, será él quien se quede con ésta; tomando en cuenta la importancia que tiene la **propiedad sobre la tierra**, para que la ganancia extraordinaria se transforme en **renta diferencial**. En el desarrollo de la investigación veremos las formas en que los capitalistas si no por medios legales, sí por la vía de los hechos se asumen como los verdaderos propietarios de la tierra.⁸⁶ **Es en ese sentido que los mecanismos de la AO se vuelven un medio para no pagar la renta diferencial sino que sean los mismos capitalistas los que se queden con ella.** El tema será estudiado a profundidad en el capítulo cinco, dedicado a la producción de eoloelectricidad en el Istmo de Tehuantepec. Por lo pronto, en el capítulo que sigue expondremos de manera general en qué consiste este proceso, considerando el estado actual de la industria y el de la explotación de la energía eólica.

⁸⁶ Pierre Angelier (1980) explica que en teoría es el propietario de la tierra quien debiera de apropiarse la renta diferencial, sin embargo esto no sucede así. Por ejemplo, en el caso del petróleo: primero, porque el capital petrolero es copropietario de los yacimientos y segundo, porque es él quien directamente se apropia de tal renta diferencial. Veremos en el capítulo cinco, que en la renta diferencial eólica, sucede algo parecido a lo segundo, cuando el capital sin ser el propietario de la tierra, actúa como tal y se queda con esta renta. O simplemente se apropia de la tierra para quedarse él la renta.

**CAPÍTULO III. LA INDUSTRIA EÓLICA Y EL
PROCESO DE PRODUCCIÓN
EOLIELÉCTRICA EN GENERAL**

Introducción

En este capítulo nos centramos en el proceso de producción de la eoloelectricidad, que al ser producción capitalista la asumimos como producción de mercancías, plusvalía y acumulación de capital, dentro del pujante desarrollo de este sistema económico, que avanza en la transformación de los procesos productivos y la subordinación de las fuerzas productivas naturales, como el viento, así como del trabajo vivo al servicio de la reproducción del capital.

Para nuestro propósito comenzamos con el planteamiento del panorama general y actual de la explotación de la energía eólica en el mundo. Se revisa la capacidad instalada e inversión en los principales países que aprovechan este energético, capacidad de generación eléctrica a partir de renovables y los costos nivelados de generación de la energía eólica. Estos elementos son necesarios para dimensionar su importancia respecto a las demás energías renovables y fósiles, en el contexto de una transición energética dominada por estos últimos.

Consideramos que para estudiar el proceso productivo de la eoloelectricidad es necesario conocer las premisas del mismo, cuáles son las fuerzas productivas requeridas para este objetivo. Primero analizamos a dos de ellas: a la **fuerza productiva natural del viento**, objeto de trabajo clave para la generación de eoloelectricidad, que sin ser resultado del trabajo, es convertido en parte del capital constante de las empresas, de igual forma complementamos este análisis con la tierra, también fuerza productiva natural, sobre la cual se ubica y explota la energía del viento. Por otro lado, tenemos a las **fuerzas productivas técnicas** desarrolladas para permitir la apropiación y subordinación del viento, concentrándose en aprovechar y monopolizar su valor de uso: el servir para la generación de electricidad “limpia”. Al mismo tiempo que por medio del desarrollo tecnológico, la industria eólica intenta prescindir del viento y el territorio donde se ubica; destacamos las

contradicciones ecológicas que esta industria encierra, y que profundiza conforme más avanza en dominar a la energía eólica, por ejemplo mediante el uso de elementos de tierras raras y metales, que son recursos no renovables, cuya demanda crece conforme más se desarrolla la tecnología y por ende profundiza el agotamiento de éstos, cuando supuestamente se trata de producir medios de producción dedicados a la conservación y rescate del planeta.

También en el tema de la producción de los aerogeneradores exponemos que es aquí donde se concentra la mayor demanda de fuerza de trabajo, contradiciendo el discurso de que es donde se produce la eoloelectricidad donde se “generarán empleos“, ya que aquí el empleo corresponde sólo a una tercera parte del demandado en toda la industria.

Una vez que hemos sentado las bases materiales para llevar a cabo la producción eoloelectrica, tanto desde los productores de tecnología como desde el viento y la tierra, entramos a estudiar el proceso concreto de eologeneración, en donde se conjugan las fuerzas productivas descritas anteriormente y se agrega la **fuerza de trabajo** activa dentro de este proceso productivo. Aquí exponemos la tendencia a la minimización del trabajo vivo y la elevada composición orgánica de capital que implica producir este tipo de mercancía.

Asombra realmente la forma automatizada en la generación de eoloelectricidad poniendo en cuestión cómo puede producirse valor, en una especie de “fábricas modernas“ sostenidas por el trabajo de “obreros modernos“ altamente calificados, que trabajando las 24 horas del día, los 365 días del año, no sólo controlan la producción de eoloelectricidad sino la de distintas fuentes de energía renovable. Sin duda nos encontramos ante un proceso de producción de vanguardia que forma parte de la tendencia del capitalismo a sustituir cada vez más al trabajo vivo por muerto, donde la máquina es el centro de toda la producción y aparenta ser el objeto productor de electricidad, sin ayuda del hombre ni de la naturaleza.

En síntesis, este capítulo es un ejercicio crítico que se plantea trascender la inocente idea de que la producción de eoloelectricidad es únicamente un asunto tecnológico en favor del medio ambiente y va más allá de la simple colocación de aerogeneradores en un territorio particular, y que más bien este proceso es más complejo de lo que aparenta, cuyos orígenes los tiene en la propia fabricación de la tecnología.

3.1. Panorama actual general de la energía eólica

En este apartado presentamos algunos datos del estado actual de las energías renovables (ER),⁸⁷ destacando el lugar que hoy ocupa dentro de ellas la energía del viento,⁸⁸ la cual ha venido configurándose como una de las fundamentales para la generación eléctrica basada en fuentes “limpias“ o “alternativas“.⁸⁹ Si bien, a pesar de todas sus potencialidades y a ser una de las dos mayores fuentes de energía renovable (excluyendo a la hidroeléctrica), ello todavía no corresponde al lugar que le ha sido asignado dentro de la transición energética, dado que —según lo hemos explicado en el primer capítulo de esta investigación— esta transición ha sido retardada por la predominancia forzada de la energía fósil.

La información expuesta corresponde a datos de los años 2015 y 2016, siendo la más actualizada y disponible al momento de la redacción del capítulo en curso, y ha sido obtenida

⁸⁷ Son catalogadas como energías renovables todas las fuentes que provienen de un bien natural diferente a los hidrocarburos: petróleo, carbón y gas natural. Que al ser empleado para la producción energética no emita GEI y sea inagotable. Siguiendo esta lógica prácticamente todos los informes sobre el tema, clasifican a estas energías como renovables, cometiendo el error de incluir algunas que estrictamente no lo son, como la hidroeléctrica. Las represas son grandes emisoras de GEI: dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, por la descomposición de la materia orgánica producida durante su funcionamiento. Existe diversa documentación al respecto, por ejemplo en el artículo: Greenhouse Gas Emissions from Reservoir Water Surfaces: A New Global Synthesis, disponible en: <https://academic.oup.com/bioscience/article/66/11/949/2754271> , revisado el 08 de febrero de 2018.

⁸⁸ Siempre que nos referimos a energía eólica, estaremos hablando de la eólica en tierra (onshore), pues también existen instalaciones de energía eólica mar adentro (offshore). Estudiamos sólo la primera porque son terrestres los parques eólicos que explotan el recurso eólico en el Istmo de Tehuantepec, el cual es nuestra base de estudio y punto de partida de esta investigación.

⁸⁹ También para describir a las energías renovables usamos los adjetivos: limpias o alternativas, pero no incluimos a la energía nuclear dentro de esta descripción, por los peligros que su uso implica y la complejidad del tema mismo, que requiere un lugar aparte para su discusión.

de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA según sus siglas en Inglés)⁹⁰ y de la Red de Políticas de Energía Renovable para el Siglo XXI (REN 21, según sus siglas en Inglés).⁹¹

3.1.1. Países con mayor capacidad instalada e inversión mundial en energía eólica.

En 2016, la contribución de todas las ER en la oferta global de energía creció, nuevamente fueron las de mayor aportación, fundamentalmente en la generación eléctrica. Las energías renovables que más adiciones tuvieron en capacidad instalada fueron la eólica, solar fotovoltaica (fv) e hidroeléctrica. Desde 2012, la capacidad instalada de ER ha excedido la nueva capacidad instalada de las energías no renovables (ENR). En 2016, el 62% de toda la capacidad instalada agregada en el mundo, lo representaron las llamadas fuentes renovables. La eólica y solar, por cuarto año consecutivo, con 81% concentraron el grueso de toda la nueva capacidad agregada, 34% la primera y 47 % la segunda. En sintonía con esta tendencia, en Europa la gran mayoría de todas las nuevas instalaciones de energía en la UE correspondieron a ER, (86%) dominadas en primer lugar por la eólica y en segundo por la solar fotovoltaica. Ambas superando a la nueva capacidad de potencia de combustibles fósiles, lo cual continuará en las proyecciones de transición energética para el año 2040 (revise apartado 1.5 del capítulo uno).

China es el país que desde 2010 posee la mayor capacidad instalada eólica en el mundo⁹² y que más adiciones realizó, con el objetivo de mejorar la seguridad energética, y en

⁹⁰ IRENA. (2017). REthinking Energy 2017: Accelerating the global energy *transformation*. Versión disponible en línea en: http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_REthinking_Energy_2017.pdf . Consultado el 30 de septiembre de 2017.

⁹¹ REN 21. (2016). Renewables 2016. Global Status Report. Descargado de la página web: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/05/GSR_2016_Full_Report_lowres.pdf . Revisado el 03 de octubre de 2017. Y REN 21. (2017). Renewables 2017. Global Status Report. Descargado de la página web: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf . Revisado el 12 de diciembre de 2017.

⁹² China también encabeza la lista de capacidad instalada en energía hidroeléctrica, bioenergía, y energía solar.

particular reducir su consumo de carbón, todo ello derivado de una creciente preocupación por la crisis climática y la contaminación atmosférica.

En Estados Unidos, segundo lugar global en capacidad de potencia, la energía del viento ocupó el segundo puesto en cuanto a la nueva capacidad instalada renovable en 2016, después de la solar (y el tercero entre todas las fuentes energéticas, después del gas natural). Véase la tabla 1, donde se muestra cómo se distribuye la mayor parte de la capacidad eólica entre diversos países.⁹³

Tabla 1. Capacidad instalada de energía eólica. Diez principales países. 2016

País	MW	% Participación
China	168732	34.7%
USA	82184	16.9%
Alemania	50018	10.3%
India	28700	5.9%
España	23074	4.7%
Reino Unido	14543	3.0%
Francia	12066	2.5%
Canadá	11900	2.4%
Brasil	10740	2.2%
Italia	9257	1.9%
Resto del mundo	75576	15.5%
Total Top 10	411214	84.5%
Total Mundial	486790	100.0%

Fuente: GWEC, 2017.

⁹³ Generalmente, se presenta a los países con mayor capacidad instalada total, no obstante también se clasifica a los mismos por esta misma capacidad, pero a nivel per cápita: Dinamarca, Suecia, Alemania, Irlanda y Portugal son los que protagonizan este listado, en el orden nombrado.

México, aunque no figura en el listado anterior, es el tercer lugar en capacidad instalada (aproximadamente 3 GW) y en generación eoloeléctrica en la región de Norteamérica, después de EU y Canadá. Y en América Latina, después de Brasil, nuestro país fue el que más añadió tecnología eólica, seguido de Uruguay y Panamá.

En correspondencia a lo anterior, hemos encontrado que en 2015 las ER alcanzaron el récord de inversión en nueva capacidad instalada, excediendo también a la desembolsada en energías fósiles, igual que sucedió en 2014 y 2013. De acuerdo a la IRENA (2017), este fenómeno se explica por la reducción de precios de los combustibles fósiles; y debido a la caída en los costos de la tecnología, principalmente de la solar fotovoltaica y eólica *onshore*. A raíz de esto, es en estas dos energías donde se concentró el 90% de toda la inversión de capital en ER. En el año referido, las inversiones en energía solar fotovoltaica y eólica, crecieron 13 y 16 % respectivamente, en relación al año 2014.

En el año 2015, los “países en desarrollo“, por primera vez atrajeron más inversión con respecto a los “países desarrollados“; pasando en los últimos cinco años del 30 al 51% del total de la inversión mundial. Mientras en el mismo periodo, en estos últimos países, la concentración de la inversión se ha reducido del 70 al 49% del total. Destaca principalmente el caso de **China**, “país en desarrollo“, con mayor captación de la inversión mundial, una tercera parte de ésta se concentró en este lugar. Al respecto, en años recientes Estados Unidos ha venido siendo desplazado por China, debido a cambios en sus políticas públicas, así como a la disminución en las tarifas de apoyo a las energías renovables. Japón y la India son dos países que también reciben un mayor desembolso de capitales. Es por ello, que en la actualidad Asia es la región con mayor inversión en el mundo. Por otra parte, en otras regiones la inversión también ha crecido rápidamente, como son Centro y Sudamérica, en esta última figura: Brasil, en donde esencialmente ha crecido la inversión en energía eólica, y

en Chile la energía solar. La inversión global en ER (excluyendo la hidroeléctrica) en este año fue de 286 billones de dólares (Frankfurt School-UNEP Centre y BNEF, 2016). Mientras que en 2016, fue superior, alcanzando un monto de 348 billones de dólares (IRENA, 2017).

Aunque nuevamente para el año 2016 las inversiones en ER aproximadamente duplicaron las inversiones en combustibles fósiles, y continuaron dirigidas hacia las energías eólica y solar, las inversiones en nuevas instalaciones de fuentes renovables disminuyeron un 23% en comparación con 2015. En los “países en vías de desarrollo” y con “mercados emergentes” las inversiones cayeron un 30%; es decir, a 116.6 miles de millones de dólares, a la par que las inversiones en los países desarrollados cayeron un 14%, igual a 125 miles de millones de dólares. De acuerdo a REN 21 (2017), este bajo nivel generalizado en las inversiones de 2016 se dio, en gran parte, gracias a la desaceleración de los mercados de China, Japón y de otras economías emergentes, particularmente India y Sudáfrica (en este último debido a retrasos en las subastas de energía renovable).

Es importante aclarar que la reducción en la inversión se refiere sólo a la destinada a la instalación de nueva capacidad de generación, pues por ejemplo en el caso de China que cuenta con el nivel más alto de inversiones (32% de toda la financiación de energía renovable a nivel mundial, excepto los proyectos hidráulicos mayores a 50 MW). No obstante, tras alcanzar un nivel récord de inversiones en 2015, las inversiones en 2016 se desviaron, destinándose parcialmente a mejoras en la red eléctrica y en el mercado energético, esto con el fin de hacer un uso mayor de los recursos renovables existentes; ya que en el caso de la eólica pese a contar con la mayor capacidad instalada, tiene el problema de no estar conectada totalmente a la red eléctrica. Oficialmente para finales de 2016, sólo se encontraban conectados 149 GW del total construido (REN21, 2017), debido justamente a sus problemas de falta de infraestructura de transmisión y distribución eléctrica, por ello en

enero de 2017, el gobierno de China anunció que hasta 2020 gastaría en este rubro \$360 miles de millones de dólares (superior a los 348 billones de dólares de inversión global en 2016), lo que refuerza su posición como el líder mundial en inversiones en energía renovable.

3.1.2. Capacidad de generación y producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables.

A finales de 2016, la contribución total de las ER en la generación eléctrica mundial fue del 24.5%, donde la eólica representó el 4% de ésta (ver figura 1), con ello fue la segunda fuente energética renovable con mayor aporte (después de la hidroeléctrica 16.6%). La Energía eólica es hoy la fuente renovable predominante para la producción eléctrica global y la más importante entre todas, siendo Europa es el continente donde las renovables fueron la fuente de electricidad más grande, encabezadas por aquella (REN21, 2016). Respecto a algunos países con mayor capacidad de generación, se tiene información sobre su incidencia en la producción. En China, la eólica es la segunda fuente más importante para la generación eléctrica, después de la solar, mientras que este país es el principal productor de eoloelectricidad en el mundo, seguido de EU. Lo que corresponde a su posición en el listado de países con mayor capacidad de generación eoloeléctrica (tabla 1). En Canadá, durante los últimos once años la eólica fue la principal fuente para la nueva generación eléctrica.

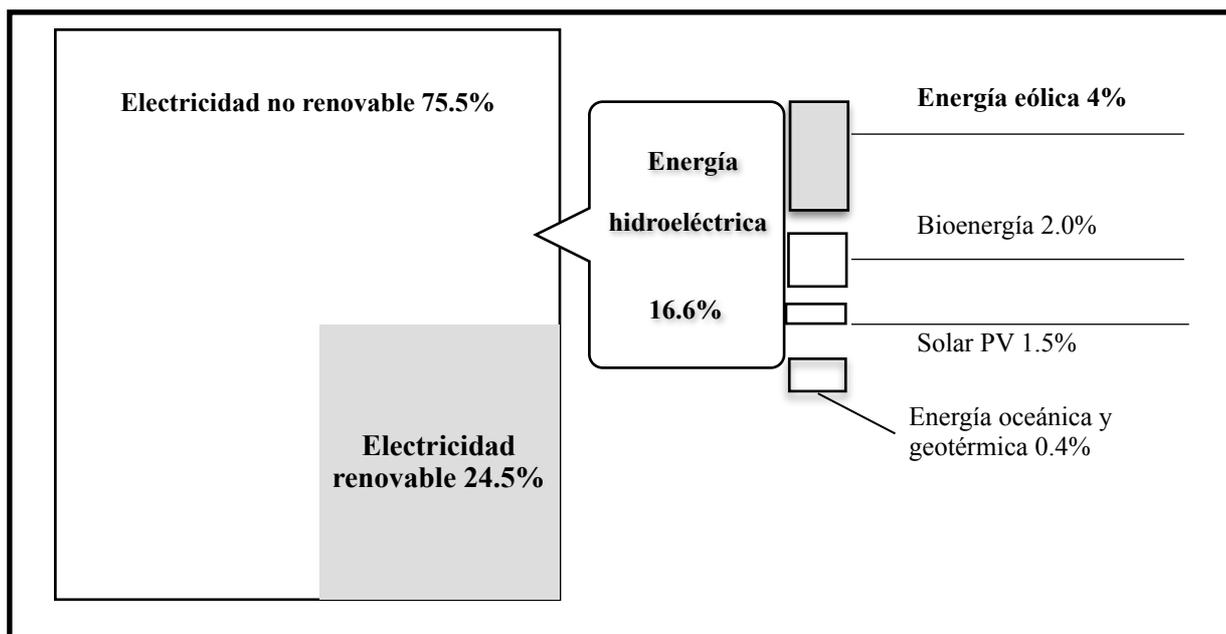


Figura 1. Porcentaje estimado de energía renovable en el consumo mundial de energía eléctrica, finales del 2016.

Fuente: REN21, 2017.

Durante cinco años consecutivos hasta 2014, la generación anual de energía eléctrica a partir de fuentes renovables creció a una tasa promedio de 6.4% anual, casi el doble de la tasa de crecimiento anual de la generación total (3.4%) que incluye ER, ENR y otras como la nuclear (IRENA, 2017). Mientras que en el mismo período, el aumento anual en la generación no renovable fue de sólo 2.6%.

3.1.3. Los costos nivelados de generación de energía eólica vs otras ER y fósiles.

Hoy en día la energía eólica ha llegado a ser la opción menos costosa para la nueva capacidad de generación de energía, en un número creciente de mercados; y por tanto la más competitiva para la nueva generación eléctrica frente a otros recursos no renovables, a ello se debe su creciente presencia de capacidad instalada e inversión en diversos mercados (REN21, 2017) y a ser la energía alternativa, acompañada de la solar, con mayor desarrollo tecnológico.

Las mejoras en la tecnología y la caída en sus costos de inversión ha significado para la eólica poseer hoy los mismos costos dentro del rango o incluso más bajos que los nuevos proyectos con energía fósil (generación de electricidad). Actualmente los costos nivelados de generación de energía eólica (LCOE)⁹⁴ de diversos proyectos eólicos alrededor del mundo entregan electricidad en un rango de 0.04 KWh a 0.09 KWh (dólares), sin apoyos fiscales o financieros (véase tabla 2). Por medio de información recabada a través de acuerdos de compra de energía, de 2015 y 2016, se sabe que los LCOE de los mejores recursos eólicos se ubicaron en 0.04 KWh aproximadamente. Exponiéndose que las mejores ER actualmente compiten de cerca frente a las nuevas centrales eléctricas que funcionan con energéticos fósiles, considerando que los costos de las primeras excluyen los apoyos financieros, y que en los segundos no están incluidos los costos por las externalidades que provocan (REN21, 2016).

Tabla 2. Costo nivelado promedio ponderado global en la generación eléctrica, por tipo de energético.

Tipo de Energía Renovable	LCOE (KWh)
Biomasa	0.06
Geotermia	0.08
Hidroeléctrica	0.05
Eólica onshore	0.06
Vs	
Energías fósiles	0.045 - 0.14

Fuente: REN21, 2016.

Más adelante abordaremos en qué consisten aquellas mejoras tecnológicas que han permitido este abaratamiento, colocando a la energía del viento como una de las dos más importantes dentro de las renovables.

⁹⁴ Los costos nivelados de generación eoloelectrónica, consisten principalmente en la suma de los costos de inversión o de capital (CI), más los costos de operación y mantenimiento (O&M), divididos entre el total de la producción eléctrica anual esperada (IRENA y ETSAP, 2016), por lo que los LCOE se expresan en términos unitarios: por mwh o kwh. En el capítulo cuatro profundizaremos al respecto.

3.2. Las fuerzas productivas de la eoloelectricidad

Cierto es que el centro de nuestra investigación es el proceso productivo concreto de la mercancía eoloelectricidad, pero antes de ello planteamos la necesidad de abordar las condiciones o premisas del mismo; es decir, de las fuerzas productivas destinadas a la generación eoloeléctrica. En los siguientes párrafos profundizamos en las fuerzas productivas naturales (el viento y territorio) y técnicas (los aerogeneradores), para en un futuro entrar a conocer la generación eoloeléctrica, donde estudiaremos a los trabajadores, que son la otra fuerza productiva humana necesaria para este fin.

3.2.1. El viento, la fuerza productiva natural.

La presencia de la mercancía eoloelectricidad es relativamente reciente (mediados de los setenta), aunque el uso del viento no es exclusivamente capitalista ni ha estado siempre al servicio de la producción de electricidad como hoy.

Social e históricamente el viento ha sido un valor de uso que ha estado destinado a la reproducción social y de la naturaleza; pues siempre ha servido para repartir las semillas de las flores, la polinización, mover y orientar las aves, insectos y otros tipos de vida animal y vegetal, volar papalotes, servir de base para los instrumentos musicales denominados de viento, como energía natural para secar la ropa y otros objetos como la comida (por ejemplo en el secado natural del café o el pescado), ayudar en la caída de las hojas de los árboles, refrescar el ambiente en los lugares calurosos, regular la temperatura ambiental, para la navegación, etc. Sin embargo, ha sido el modo de producción capitalista tardío neoliberal el que con su desarrollo de fuerzas productivas técnicas ha logrado reapropiarse del viento, asignándole una función predominante: servir de objeto para la generación eoloeléctrica mundial, de forma que el viento sin ser producido por el trabajo humano, pero al ser apropiado por la tecnología para producir electricidad, pasa a formar parte del capital

constante de las empresas productoras de eoloelectricidad, ya que es introducido en un proceso cuya finalidad es la valorización del capital y el recurso eólico lo permite, en tanto contribuya a producir eoloelectricidad en escala creciente y por ende a obtener ganancias.

La producción capitalista ha venido a transformar dicho bien natural, para subordinarlo a su necesidad de producir mercancías y plusvalía, en forma de producción eléctrica, dentro de la denominada transición energética. Para los próximos 20 años la energía del viento es concebida, sobre todo, para este tipo de producción (AIE, 2016). Es pues el valor de uso actual del viento, al ser objeto de trabajo para la generación de electricidad capitalista, lo que le otorga un lugar en el concierto de fuerzas productivas naturales al servicio de la producción de capital. De hecho, realmente el impulso a este proceso ha sido el crecimiento de las necesidades energéticas de la producción y reproducción capitalistas, a la par del calentamiento global y el agotamiento de los combustibles fósiles, lo que ha derivado en la necesidad de emplear nuevas fuerzas productivas o valores de uso, como el viento, un energético renovable, ampliando la cantidad de fuerzas productivas a su disposición.

Conforme esta generación eoloeléctrica se ha ido expandiendo por el mundo y los años, por sus diversas calidades y distintas ubicaciones alrededor del mundo, debe ser asumida como una *fuerza productiva natural mundial*, en ascenso. Sin embargo, para que ésta efectivamente pueda ser objeto de la producción capitalista de eoloelectricidad, debe cumplir con propiedades primordiales como el porcentaje del año en que el viento se mantiene activo soplando de un total de 365 días (factor capacidad o factor planta), permitiendo que los aerogeneradores se mantengan “produciendo” electricidad. El factor capacidad mínimo para aprovechar el viento es de 25%, equivalente a que sólo el 25% de los días del año las turbinas eólicas permanecen inactivas. Mientras que un factor capacidad reconocido por su alta magnitud se encuentra en La Venta y La Ventosa, Juchitán, Oaxaca en la región del Istmo de

Tehuantepec, igual a 45%, lo cual significa que 55% del resto del periodo anual los aerogeneradores permanecen parados. Este es uno de los “retos“ de la industria, para hacer más atractiva la explotación de esta energía, lograr obtener mayores factores planta para producir más, como lo analizaremos posteriormente. A la par, otra característica es la velocidad o rapidez a la que se desplaza el aire en una zona geográfica. La velocidad a la cual se mueve el aire depende de los obstáculos que encuentre en su trayectoria de desplazamiento. La altura de los aerogeneradores instalados es una determinante de la velocidad del viento, a mayor altura mayor velocidad debido a que a grandes alturas el viento encuentra menores objetos que frenen su velocidad. La velocidad mínima que debe tener la energía eólica es de 6.5 m/s a una altura de 50 metros (Juárez y León, 2014). Pese a existir viento en diversas partes del planeta, sólo algunos recursos eólicos naturalmente cuentan con esta característica, razón por la cual también planteamos al viento como una *fuerza productiva natural limitada* distribuida aleatoriamente en el planeta.

A manera de analogía, tal como Marx explicara en el capítulo sexto inédito, acerca de cómo conforme el avance del capitalismo, lo que se logra es ya no únicamente el monopolio de las relaciones de producción: capital trabajo asalariado y la obtención de excedente económico a partir de la plusvalía absoluta o sea la subsunción formal del trabajo en el capital (SFTK), sino que con el desarrollo del sistema económico se avanza en la modificación de la manera en cómo se produce, subordinando los medios de producción y con ello la naturaleza como objeto de trabajo; es decir, la subsunción real del proceso de trabajo en el capital (véase capítulo uno). En nuestro caso observamos cómo el progreso de las fuerzas productivas técnicas ha transformado el valor de uso del viento para servir exclusivamente en la generación eléctrica, como el principal energético renovable (después de la hidroeléctrica). Así, el viento se vuelve una nueva materia prima, un objeto de trabajo y

por ende medio de producción para la generación eléctrica, mediante la conversión de la energía eólica en eléctrica, gracias a la tecnología creada para capturar y transformar su energía (vaya al próximo apartado).

Llama la atención que después de la postguerra, producto del desarrollo de las fuerzas productivas técnicas, se haya producido una *crisis civilizatoria* o *catástrofe ecológica climática*, causada principalmente por la creciente emisión de gases de efecto invernadero (GEI), resultado a su vez de la desenfrenada explotación de recursos fósiles. Y, que al mismo tiempo esta dinámica diera origen a la fabricación de nuevos medios de producción (revisar apartado siguiente), así como la apropiación de “nuevos” objetos de trabajo o valores de uso que no eran mercancías, en aras de “combatir” sus propias consecuencias ambientales. En realidad, una sociedad capitalista como la nuestra, al venir sosteniendo el grueso de su capacidad productiva en el petróleo, no solamente ha provocado esta crisis climática, sino que en consecuencia justifica el uso masivo de energías como la del viento para enfrentarla, por ello decimos que son las fuerzas productivas de la civilización material petrolera (Barreda, 2009) la base para la expansión de la eólica y del resto de ER.

3.2.2. La tierra, valor de uso para la explotación del viento.

Por su parte, la tierra juega un papel central para la producción de eoloelectricidad, ya que es sobre ella donde fluye el viento, al igual que éste es un objeto de trabajo, que si bien no es directamente empleado para producir, sí es sobre ella donde se montan todos los aerogeneradores que constituyen al parque eólico y por ende donde se produce electricidad, ese es pues el valor de uso de la tierra para tal fin. Apropiarse del viento para subordinarlo a la producción eléctrica capitalista pasa primero por poseer la tierra sobre la cual se ubica este energético, y así ser considerado parte del **capital constante del proceso productivo**

capitalista. En sí es el primer objeto que las empresas interesadas en esta actividad comienzan por controlar, mediante el arrendamiento de los terrenos a sus propietarios.

Similar al viento, la tierra debe tener ciertas particularidades que son fundamentales para la viabilidad de la producción eoloeléctrica, esto es la clase de orografía del suelo: los valles o llanuras, los pasos montañosos, cordilleras, costas de los océanos y los grandes lagos, son los lugares idóneos para tal objetivo, por lo que un viento con alta velocidad y factor capacidad no son suficientes para la generación, a su vez debe considerarse el tipo de orografía, que juega un papel decisivo para determinar la calidad del recurso (Cádiz, 1984). Por lo tanto, son precisamente las características orográficas de un territorio lo que arroja un viento apto para la producción eléctrica; en suma, el tipo de suelo junto con el tipo de viento están indisolublemente unidos.

Hemos visto que ambas fuerzas productivas, tanto el viento como la tierra, son objetos de trabajo no producidos por los seres humanos, pero sí proporcionados por la naturaleza, que también es fuente de la riqueza material. En ese sentido, planteamos que los poseedores del viento aprovechado para la generación de electricidad, son los mismos propietarios de las tierras sobre las que fluye el recurso eólico, ya que si éstas no se poseen no es posible apropiarse de la energía eólica. La ubicación que les otorgamos a ellos es la de ser *poseedores de las fuerzas productivas naturales*, para enfatizar el papel esencial que tienen en la producción eoloeléctrica y en la renta diferencial.⁹⁵ Del mismo modo que también existen los *productores de los medios de producción* para apropiarse de esas fuerzas productivas naturales (véase el siguiente apartado) y los *productores de eoloelectricidad* que emplean conjuntamente ambos tipos de fuerzas productivas y a la fuerza de trabajo, a ellos los que estudiaremos más tarde.

⁹⁵ Sobre este último punto profundizaremos en el siguiente capítulo.

3.2.3. La tecnología, fuerza productiva de la industria eólica.

Cuando nos referimos a la tecnología eólica, estamos hablando del medio de producción, concretamente los instrumentos de trabajo empleados para apropiarse de la energía del viento y subordinarla para producir electricidad, todos ellos son las fuerzas productivas técnicas creadas para este objetivo. En esta parte de la investigación examinaremos propiamente a la *producción de los los medios de producción* o del capital constante y desde luego a sus productores.

La tecnología que cumple esta función son los denominados aerogeneradores,⁹⁶ éstos serán los futuros elementos del capital constante de la eologeneración. Su manufactura, así como todas las actividades de investigación y desarrollo, se constituyen en una industria eólica. Ésta se ha estado desarrollando con el objetivo de disponer de nuevos energéticos, ante la crisis ambiental y energética de nuestro tiempo. De tal forma que la tecnología que se ha venido produciendo para tal fin, forma parte del desarrollo capitalista de las fuerzas productivas del trabajo social. Pues en este caso, a diferencia del viento, los aerogeneradores sí son medios de producción resultado del trabajo del ser humano, cuyos orígenes datan desde

⁹⁶ Existe otro tipo de tecnología, que sirve para estudiar el viento de un territorio particular, que indirectamente es a su vez medio de producción de eoloelectricidad, porque certifica si aquel es adecuado para este fin. Al respecto este tipo de tecnología revise el apartado: Fases previas a la producción de eoloelectricidad.

finés del siglo XIX,⁹⁷ considerando que las características de la tecnología desde entonces hasta nuestros días se ha ido modificando siempre en escala ascendente e ilimitada en relación a la potencial producción eléctrica, pasando de la fabricación cuasi-artesanal de molinos de viento, a procesos de elaboración basados en técnicas del sector automotriz y la aeronáutica (Monge & Talayero, 2008) al servicio de la producción industrializada de turbinas, con mayor potencia y capacidad de captación del viento. Esta alteración en los procesos, consistentes en revolucionar la antigua forma de elaboración de dichas máquinas, transitando de la manera artesanal a la industrial, tal cual sucede con las turbinas eólicas, corresponde a la forma específicamente capitalista de producción, regida por la subordinación real del trabajo al capital.

Se trata de una síntesis tecnológica que involucra el desarrollo histórico de diversas y anteriores fuerzas productivas técnicas de otros ámbitos productivos, y que en la actualidad se emplean, en forma de conocimiento, en la creación de más y mejores aerogeneradores mediante la aplicación de este conocimiento en la investigación e innovación. Ello es un ejemplo de lo que caracteriza al capitalismo, un desarrollo ilimitado de las fuerzas productivas técnicas en comparación a otras sociedades precapitalistas.

⁹⁷ En 1888 el estadounidense Charles F. Brush, inventó y construyó la primera turbina eólica de funcionamiento automático para generar electricidad, con a penas 12 KW de potencia nominal (Borja, Jaramillo & Mimiaga, 2005). Pero fue el científico danés Paul LaCour quien en 1891 inventó turbinas eólicas de hasta 25 KW, cuyo uso se expandió en Dinamarca desde 1910. Fue este antecedente de desarrollo de fuerzas productivas técnicas el que sirvió para que en 1973 se diera la producción masiva de aerogeneradores impulsada fundamentalmente por la crisis petrolera de ese año, siendo nuevamente este país el referente, pues como parte del movimiento contra el uso de la energía nuclear, en 1975-, maestros y alumnos de una escuela secundaria del sistema Tvind en Ulfborg, diseñaron y construyeron un aerogenerador nombrado "Tvind" de apenas 1 MW, éste se reprodujo por todo Dinamarca para abastecer de energía eléctrica a las comunidades organizadas como cooperativas, diseño que más tarde fue adoptado por Vestas y Siemens (Diego, 2018). Otras fuentes también refieren que las bases de la industria eólica moderna se encuentran en los propias cooperativas de campesinos que a inicios de los ochenta comenzaron a fabricar aerogeneradores, apoyados por el gobierno danés para producir su propia electricidad, este esquema facilitó la adopción de la tecnología en una etapa posterior, siempre que las comunidades locales se mantuvieran fuertemente involucradas (IRENA & GWEC, 2013). Debido al papel que ha tenido el desarrollo tecnológico de Dinamarca en esta materia es que se dice que la producción de turbinas eólicas comenzó aquí y desde ahí se expandió por el mundo (Escudero, 2003).

3.2.3.1. Características de la tecnología.

Un aerogenerador actual⁹⁸ es un dispositivo que convierte la energía cinética del viento en energía eléctrica, un conjunto de aerogeneradores conforman lo que se denomina central o parque eólico. El aerogenerador visto desde el exterior es un receptáculo orientable al viento, que sostiene un rotor (palas más el buje) que captura la energía del viento, en su interior se ubica un tren electromecánico que se encarga de transformar dicha energía cinética del viento (que depende de la velocidad del recurso) en electricidad, que se encuentra ubicado a una determinada altura por una estructura de soporte (Torre), con el fin de que pueda captar una mayor velocidad del recurso eólico (Monge & Talayero, 2008). Siendo su velocidad mínima de arranque 3 y 4 m/s. En la figura 2, observamos los componentes exteriores de esta tecnología. La potencia unitaria promedio de los aerogeneradores es de 2 MW y la máxima de 4 MW, para energía eólica onshore, mientras para la offshore es de 8 MW.

En términos generales, al interior de la góndola o barquilla se encuentran el eje principal, multiplicador o caja de cambios, freno, eje rápido, generador eléctrico, transformador (algunos contienen esa pieza en su interior, mientras otros tienen el transformador en la parte baja de la turbina) y parte del sistema de control, y en su parte superior externa se ubican los instrumentos que permiten la medición y detección de la dirección del viento: el anemómetro y veleta, así como un pararrayos (observar la figura 2).

⁹⁸ Los aerogeneradores pueden ser unipala, bipala, o de tres palas, y de eje vertical u horizontal, siendo los de tres palas y eje horizontal los más comunes. Nosotros estudiaremos estos últimos, debido a que son los más utilizados en el mundo y por eso existe más información sobre ellos, además de que en la producción eoloelectrica del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, son los que se emplean.

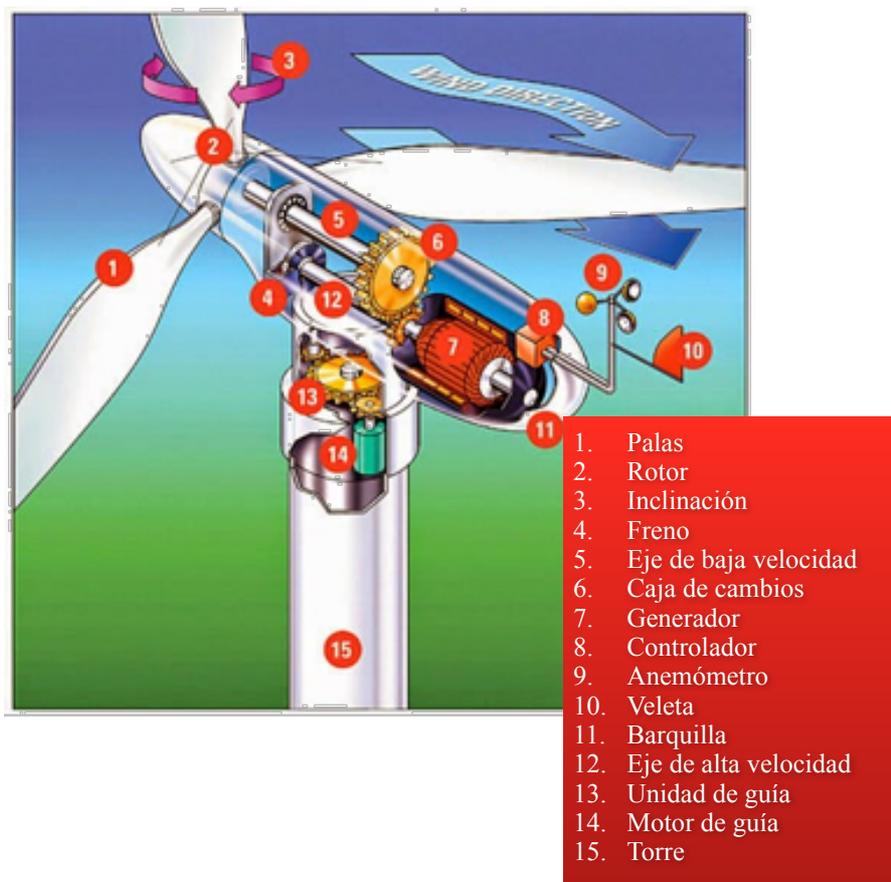


Figura 2. Componentes del Aerogenerador. Énfasis en el interior de la Barquilla o góndola.

Fuente: <http://energiaeolica1101.blogspot.mx/2015/03/partes-del-aerogenerador.html>

Como vemos el aerogenerador se conforma por múltiples elementos, sin embargo debido a que nuestro estudio no es un análisis desde el punto de vista de la ingeniería, sólo los abordaremos de manera general, centrándonos en los que de acuerdo a la misma lectura especializada, son los más importantes. Haremos énfasis en: las palas, torre y generador eléctrico, al ser los componentes que la industria eólica se ha dedicado a desarrollar; con el único objetivo de incrementar la producción de eoloelectricidad, reducir los costos de la tecnología e impactar en una disminución de los costos de inversión de los proyectos eólicos (de los que más adelante hablaremos) y finalmente en los LCOE. Es decir, en donde la industria ha desarrollado más las fuerzas productivas técnicas, resultando en una mayor capacidad productiva para la producción eoloeléctrica. En síntesis, nos interesa el

conocimiento de las piezas de las turbinas sólo en la medida en que se relacionan directamente con la generación eoloelectrónica y su impacto en el crecimiento de ésta.

3.2.3.1.1. *El Rotor.*

Está constituido por las **palas o aspas y el buje**, que son la parte visible del aerogenerador. Este componente recibe todo el empuje del viento y lo transforma en energía cinética de rotación, por lo que en él se generan los mayores esfuerzos sobre la turbina.

Con respecto al **buje**, es un elemento estructural, por que en él se unen las palas; y dinámico, porque “transmite el movimiento giratorio al tren electromecánico de la barquilla. En su interior alberga los actuadores sobre las palas, y los soportes (fijos o móviles) de éstas” (Monge & Talayero, 2008, p. 80), está hecho de acero para efectivamente sostener y permitir el movimiento de las palas, en busca de la dirección del viento. Por fuera de la turbina, el buje no es observado, lo oculta una cubierta metálica con forma cónica que se encara al viento conocido como “nariz“ por la forma observada en el frente superior de la turbina (véase figura2).

Por otro lado, las **palas** están diseñadas para aprovechar al máximo la energía eólica y minimizar el ruido aerodinámico.⁹⁹ En un inicio, la producción de palas se hizo siguiendo los perfiles de aviación, buscando crear una fuerza de sustentación aerodinámica; sin embargo, hoy su fabricación, aunque mantiene este carácter aerodinámico, es para uso exclusivo en los aerogeneradores (Monge & Talayero, 2008, p. 80).

Actualmente son producidas a partir de una mezcla de fibra de vidrio y carbono reforzadas y cubiertas de resina epoxy y madera. Todos estos son materiales livianos, porque

⁹⁹ El ruido de las palas es sinónimo de pérdida de energía, entre menos ruido emitan, significa un mayor aprovechamiento energético.

se pretende producir palas más ligeras, fácilmente movibles por el viento y resistentes a la fuerza del mismo.¹⁰⁰

3.2.3.1.2. *Los generadores eléctricos.*

Pese a la diversidad de factores que constituyen la turbina eólica, el generador es el elemento principal de todos, siendo que los demás pueden variar en presencia o posición (Monge & Talayero, 2008).

El generador, ubicado al interior de la góndola, es el objeto que transforma la energía mecánica, proveniente del rotor, en energía eléctrica, la cual posteriormente se entregará a la red o a algún centro de consumo. Es una máquina eléctrica, que “se compone de un rotor (parte móvil que genera un campo magnético variable al girar las palas) y un estator (parte fija sobre la que se genera la corriente eléctrica inducida)” (Castro et al., 1997, p. 25). Hoy los generadores más utilizados son los síncronos, debido a ventajas como: su velocidad rotacional variable, el máximo de energía producida no está restringida a uno o dos tipos de velocidad del viento¹⁰¹ y puede ser mantenida en un rango amplio de velocidades. Los generadores síncronos se caracterizan por no necesitar de la caja de cambios o multiplicador, aumentando el rendimiento al eliminar las pérdidas del multiplicador y el ruido que éste genera; de ahí que se caractericen por ser silenciosos y robustos (Brumme, 2014). En los aerogeneradores antiguos, los generadores con caja de cambios, era uno de los principales problemas en la operación y mantenimiento de los mismos; por ejemplo en Dinamarca y Alemania.

¹⁰⁰ En las palas, al estar sometidas a intensas cargas aerodinámicas alternativas, se produce una fuerte vibración. El acoplamiento, entre los modos de vibración que sufren las palas y la torre, es objeto de intensos estudios, ya que un desajuste entre ambos puede producir torsiones que llegan a causar hasta la propia destrucción de la máquina (Monge & Talayero, 2008, p. 81).

¹⁰¹ A diferencia de los generadores asíncronos, que sólo producen energía eléctrica cuando la velocidad del giro del rotor es superior a la velocidad de giro del campo magnético de excitación creado por el estator (Monge & Talayero, 2008, p. 77.)

El rotor del generador síncrono en un inicio estaba formado por electroimanes, sin embargo actualmente se compone de los denominados imanes permanentes. Su fabricación es intensiva en el uso de elementos de las tierras raras (REE por sus siglas en inglés), las cuales por su escasez elevan el precio de los generadores y en consecuencia el de las turbinas eólicas. En este tema abundaremos, para mostrar la contradicción entre el supuesto carácter ecológico y sustentable de los aerogeneradores y su dependencia de ciertas “materias primas“. Así como uno de los principales “retos” de la industria: la reducción de los precios de la tecnología, que son los mayores de un proyecto eólico.

Las tierras raras se componen de 17 elementos químicos. Un 80 a 99% de tierras raras contiene cuatro elementos predominantes: lantano, cerio, praseodimio y neodimio. A diferencia del resto de materias primas comunes, los REE son necesarios, especialmente para el progreso tecnológico, pues las nuevas y diversas aplicaciones están determinadas por éstos. El sector de energías limpias, es el principal demandante de estos elementos, específicamente de praseodimio, disprosio y neodimio (que a su vez conforman el 85% del total de REE demandados), situación que se proyecta en ascenso. Sin embargo, el más abundante por su concentración en la corteza terrestre es el neodimio. Como consecuencia de ello, es de los más baratos, y por eso el más usado en un amplio rango de aplicaciones, siendo el neodimio precisamente el más utilizado para la fabricación de imanes permanentes, que aunque tienen múltiples aplicaciones, principalmente están destinados a formar parte de los generadores de las turbinas eólicas, destacando que son éstos el componente fundamental de esta tecnología (véanse las figuras 3 y 4).

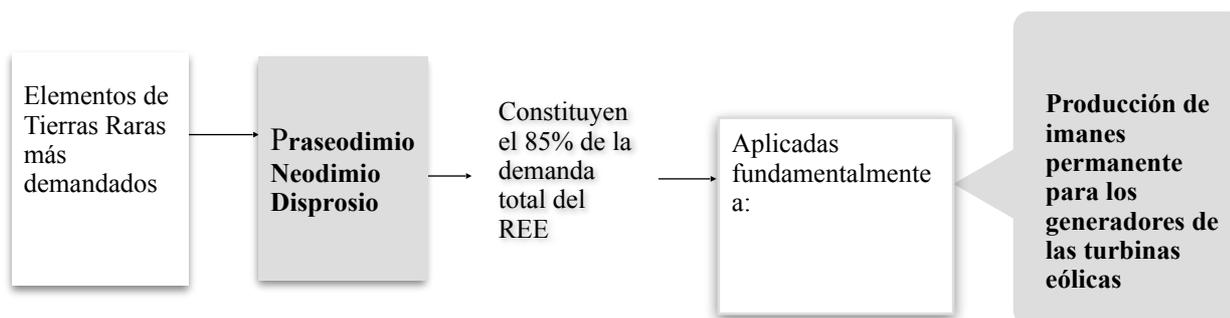


Figura 3. Síntesis de Elementos de Tierras Raras e Imanes Permanentes

Fuente: Elaboración propia, basada en Brumme, 2014.

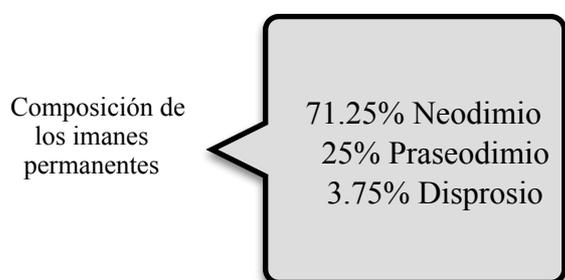


Figura 4. Porcentaje de REE en Imanes permanentes

Fuente: Elaboración propia, basada en Brumme, 2014.

El que hoy la energía eólica sea la más importante entre el resto de ER, y se presente como la de mayor crecimiento en los próximos años, provocará un aumento en la demanda de aerogeneradores, y por lo tanto un incremento en el consumo de los REE. Según A. Brumme (2014), diversas proyecciones lo prevén, al grado de que esta demanda seguirá creciendo por encima de la oferta existente; es decir, sobrepasando los niveles de disponibilidad de los propios recursos naturales, que al ser no renovables complicarán resolver la dependencia de ellos. Esta situación destaca una contradicción en la industria eólica, que se plantea productora de tecnología de energías renovables, alternativas a las fósiles, para enfrentar al “cambio climático“, en su interés por la conservación del planeta. No obstante, ello se halla contrapuesto a que la producción de aerogeneradores, implica la demanda creciente de

elementos naturales que son no renovables y a la vez limitados en el planeta, pero cuyo valor de uso resulta crucial para la fabricación de los mismos, como es el caso de los REE para la producción de sus generadores, lo que acelera el agotamiento de aquellos bienes naturales. Es el carácter *antiecológico* de la industria lo que se exhibe, sin embargo para continuar argumentándolo añadiremos otros hechos ilustrativos.

El problema de la limitación de la riqueza natural es el que se expone innegablemente, más aún cuando la mayoría de los elementos de las tierras raras se concentra en un solo país. El 97% de éstas se encuentran en China, generándose respecto a esta nación una alta dependencia de los demás países productores de esta tecnología (véase el siguiente apartado). Éste es uno de los mayores retos que enfrenta la industria eólica, además de la interrogante de si la cantidad de reservas descubiertas será suficiente para satisfacer la actual demanda en ascenso, de las cuales China posee el 50% y por ello se coloca en una posición ventajosa sobre el resto de productores de tecnología, al tener el control prácticamente monopólico de esta riqueza natural, ejemplo de ello es el aprovechamiento que de los mismos hace el capital chino; mientras en 2007 sólo el 10% de las turbinas eólicas provenían de este mercado, para 2009, la oferta se elevó al 30% en el mundo.¹⁰² Otra muestra de la posición privilegiada de este país respecto a sus recursos se observa en el crecimiento y posesión de la mayor capacidad instalada eólica en el mundo (ver tabla1).

Por otro lado, un aspecto que se agrega al carácter *antiecológico* de la industria, en relación a la fabricación de generadores, es que la sola extracción de los elementos de estas

¹⁰² El tema de las tierras raras no es nuevo. Desde mediados de 1980 China desplazó a EU de productor más importante de elementos de tierras raras. Situación que se mantiene hasta nuestros días, debido en gran parte a los bajos costos de sus mercancías: fuerza de trabajo y energéticos. La explotación de estos recursos es realizada primordialmente por empresas estatales, y son procesados dentro del país, ya que China recientemente ha reducido a porcentajes mínimos la exportación de REE y optado por proteger y aprovechar el grueso de ellos internamente, de modo que sus abundantes depósitos le han permitido desarrollar rápidamente la electrónica y otras industrias, como la de las energías renovables.

tierras raras conlleva una contaminación del ambiente, suelo y agua, debido a las sustancias químicas empleadas para su extracción. Asimismo, aquélla requiere de una alta intensidad energética, fundamentalmente de electricidad, que en China depende esencialmente del carbón; así se profundiza la quema de este tipo de combustibles fósiles y contribuye a la nociva emisión de GEI. Claro está, mientras estos energéticos sigan siendo los predominantes globalmente.

3.2.3.1.3. Torres.

La torre es la estructura que sostiene a todo el conjunto de componentes: el rotor y la góndola (véase figura 2), además de ser resistente a la fuerza de empuje del viento sobre ella.

Precisamente por ello, las torres son de acero y en algunos casos de hormigón o concreto, cuando están elaboradas de este último material, la industria señala que se debe a una de las formas de producirlas localmente, por ser uno de los componentes tecnológicos que más dificultades presenta para su transporte al lugar de instalación del parque eólico, el punto lo trataremos más adelante. A diferencia del rotor y barquilla, la torre se mantiene fija todo el tiempo durante la operación de la central eólica, soporta el peso de aquéllas y contiene en su interior el cableado necesario para la distribución subterránea de la electricidad hacia la subestación; su instalación es clave desde la cimentación del aerogenerador (véase el subapartado 3.5.2 Construcción). La altura de la torres fluctúa entre 80 y 105 metros.

En el caso de las materias primas con las que son fabricadas las torres: el acero y el concreto, dan cuenta nuevamente, que al igual que la fabricación de generadores, esta industria eólica, funciona antiecológicamente, por una parte el acero, metal no renovable, procedente de la minería, producción altamente consumidora de energía eléctrica (de origen mayoritariamente fósil), agua y al mismo tiempo excesivamente contaminadora de suelos y del agua, lo cual ha sido ampliamente documentado en diversos medios, sin embargo sobre el

punto no profundizaremos por no ser objeto central de nuestra investigación. Lo mismo ocurre con el hormigón, procedente de la industria cementera, una de las principales responsables del “cambio climático“, emisoras de 2/3 de los gases de efecto invernadero (Heede, 2014) (ver capítulo uno). Para dar una idea de la magnitud y el tipo de demanda de estos recursos naturales no renovables para la fabricación de los componentes exteriores de las turbinas, apreciemos la tabla 3 que se muestra a continuación. Tomando en cuenta que cuanto mayor es la potencia nominal de los generadores, mayores son las dimensiones de los componentes de las turbinas eólicas y por tanto, mayor es el consumo de recursos naturales no renovables que se hace en esta producción.

Tabla 3. Dimensiones de los aerogeneradores.

Elementos del Aerogenerador	Unidad de medida	Modelo del aerogenerador		
		NM750/48	NM1650/82	V2000/90
Generador Potencia nominal	kW	750	1650	2000
Torre				
Altura buje	M	55	78	80
Peso torre	T	87.5	223	260
Material de fabricación	Acero u hormigón			
Barquilla				
Longitud	M	6.2	7.5	9.45
Altura	M	3.15	4.5	4.16
Anchura	M	2.2	3	3.3
Peso	T	22	43	68
Material de fabricación	Acero			

Tabla 3. Dimensiones de los aerogeneradores.

Rotor				
Nº palas		3	3	3
Peso	T	12.5	44	33.3
Longitud de palas	M	23.5	40	44
Cuerda máxima	M	2.38	3.2	3.5
Peso por pala	T	3.1	7.5	6.2
Diámetro del rotor	M	48	82	90
Material de fabricación	Fibra de vidrio y carbón			

Notas:

T= toneladas, M= metros.

Fuente: Elaboración propia con datos de García y Talayero, 2008.

En suma, la contradicción inmediata de esta industria da cuenta de producir tecnología para la explotación de ER, mediante el uso intensivo de recursos no renovables y limitados (tierras raras y metales), o recursos altamente contaminantes como el cemento. Cuando precisamente la industria eólica ha surgido y venido creciendo bajo el argumento de contribuir en la “lucha” contra el calentamiento global.

Poniéndose cuando menos a discusión el carácter “ecológico” de dicha industria, pues esta producción tecnológica destruye parte de la naturaleza, la consume de forma creciente siendo limitada, contamina el ambiente, el agua, el aire, los suelos, etc., configurándose como parte de las diversas fuerzas productivas nocivas o destructivas,¹⁰³ en que ha devenido la producción de las mismas durante el siglo XX hasta la actualidad. De hecho, nuestra discusión acerca de lo antiecológico de la industria eólica no se circunscribe solamente a la producción de los elementos que hemos abordado: las torres, generadores o el buje; pues durante toda la manufactura de la turbina, se involucran otros recursos no renovables como el

¹⁰³ La categoría de fuerza productiva destructiva ha sido propuesta y desarrollada por el investigador marxista: Jorge Veraza (2012) en su libro *Karl Marx y la técnica desde la perspectiva de la vida. Para una teoría marxista de las fuerzas productivas*.

cobre,¹⁰⁴ la fibra de vidrio, hierro, arena, grava, vidrio, cerámica, madera, etc.¹⁰⁵ Al mismo tiempo que emplea derivados del petróleo como el plástico, polietileno, etc., valores de uso que manifiestan el nivel de dependencia de una sociedad capitalista adicta al petróleo (Barreda, 2009), y que son empleados precisamente en tecnología renovable que “pretende” oponerse a la explotación de fósiles, que en la actualidad y en un futuro continúan determinando la transición energética (consulte el capítulo uno de esta investigación).

Dicha explotación de no renovables, inclusive pudiera justificarse si realmente representara un esfuerzo auténtico para contrarrestar el anterior problema, lo cual en la práctica no ocurre, considerando el contexto de ralentización de la transición energética y simulación de un cambio de patrón energético, del fósil al de energías alternativas. En esta situación, vemos no aplica el dicho popular de que el fin justifica los medios.

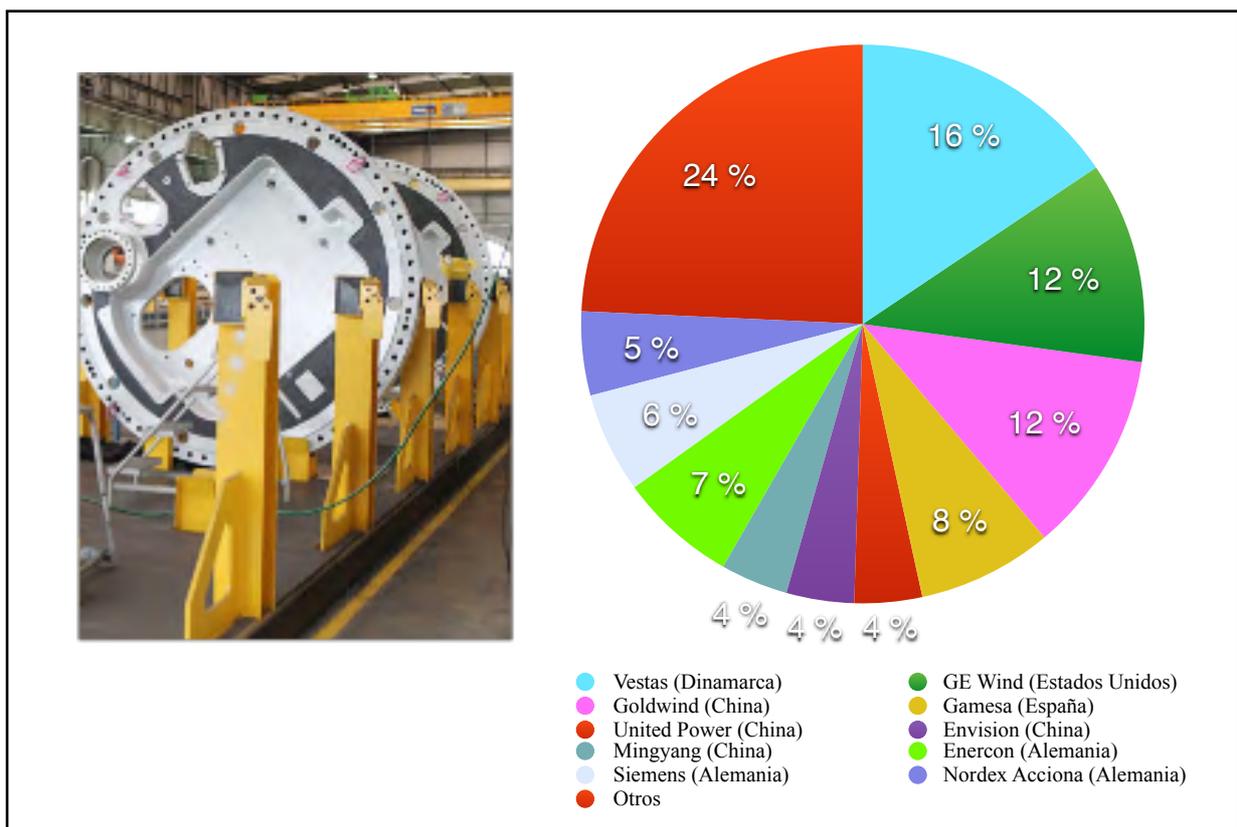
3.3. La producción tecnológica de aerogeneradores un espacio en la expansión de la acumulación de capital

Si bien es cierto que toda la producción capitalista se reviste de proveedora de valores de uso benéficos para la población, esta característica pareciera más convincente en la tecnología para explotar las energías renovables, pues en ella se agrega un plus: que la misma se desarrolla por una preocupación hacia el medio ambiente y calentamiento planetario. Es

¹⁰⁴ Hoy en día una de las causas del incremento en el precio del cobre y su escasez, es el incremento en su consumo por parte de China. Una de sus industrias que más lo demandan, es también el de las energías alternativas, intensivas en el uso de cobre. Por ejemplo, una planta solar o eólica puede demandar más del doble del metal que una generadora eléctrica que use carbón. Información recabada de <http://www.bbc.com/mundo/noticias-42518125> , consultado el 07 de enero de 2018.

¹⁰⁵ Consideramos oportuno explicarle al lector, que la discusión trascendente sobre la contradicción entre recursos naturales renovables y no renovables, no trata de cuestionar por qué se usan, ni mucho menos negar su aprovechamiento en los procesos productivos. Ello sería un absurdo. Históricamente desde que el ser humano existe, siempre ha necesitado de apropiarse de la naturaleza para producir sus medios de vida y de producción y con ellos garantizar su existencia y reproducción en el tiempo. El cuestionamiento es hacia los fines con los que son utilizados dichos recursos, al ser destinados para una producción totalmente anárquica desvinculada de la satisfacción de las verdaderas necesidades sociales, al ser la finalidad de todo tipo de producción la apropiación privada del excedente económico, en forma de ganancia y no el valor de uso, para lo cual la clase capitalista no escatima en el derroche y destrucción de aquellos valores de uso proporcionados por la naturaleza de forma limitada en la Tierra.

específicamente este punto el que permite esconder más el fin principal de todo tipo de producción capitalista: la apropiación de plusvalía, que en este caso no es la excepción y por lo cual se vuelve necesario trascender. De modo que nuestro análisis asume que al igual que toda la producción capitalista, la producción de turbinas eólicas es ante todo producción de mercancías, producción de plusvalía y capital, en una palabra: acumulación de capital, donde se reinvierte el excedente económico del capital para hacerlo crecer más, mediante una forma distinta de producción de mercancías y seguir obteniendo más plusvalía, que se traduce en mayores ganancias. Quienes producen las turbinas eólicas son las empresas que se muestran a continuación.



Gráfica 1. Participación de mercado de los 10 principales fabricantes de aerogeneradores e I+D en 2016
Fuente: REN21, 2017.

La información presentada en la gráfica 1, corresponde a datos del 2016, por eso aún cuando fue publicada en 2017 no muestra la fusión entre Siemens y Gamesa realizada en este

mismo año. Goldwind es la segunda mayor manufacturera de aerogeneradores y en 2015 fue la principal en el mundo, superando a Vestas, siendo la primera vez que una empresa china alcanzara esta posición. En parte ello se explica por el tema de la mayor posesión de REE y a la abundancia de fuerza de trabajo barata en este país. Además de ser la tecnología eólica la que a nivel mundial mayor inversión recibe, y China donde se concentra el 30% del total de la producción (REN21, 2017).

La gráfica 1 también expone quiénes son los principales países que producen, investigan y desarrollan la tecnología eólica: China, Dinamarca, EU, Alemania y España. En coincidencia parcial, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2012), describe que es en los países “desarrollados” donde se ha focalizado el desarrollo e investigación aplicado a esta tecnología; son precursores en la invención de máquinas o turbinas capaces de apropiarse de más y mejor viento para una mayor generación eoloelectrónica, el caso emblemático es el de Dinamarca, país pionero en esta producción. No obstante, la evolución y crecimiento de capacidad productiva técnica, no se corresponde precisamente con ser esos países los más privilegiados en recursos eólicos de buena calidad, a diferencia de Argentina, Brasil, Chile, México, Somalia, Sudáfrica, entre otros, donde pese a sí contar con esta característica, su potencial se halla disponible pero sin tecnología propia para explotarlo asumiendo tomar el papel de compradores de ésta. En realidad, nos encontramos ante la continuación de la histórica división internacional del trabajo, que mientras esos países “desarrollados” (excepto China y España) se especializan en la producción tecnológica y avance de la misma, otros países, continúan hasta ahora en su papel de suministradores del objeto de trabajo (natural), en concreto de la energía, lo cual adquiere una forma más ilustrativa cuando observamos los procesos productivos de eoloelectricidad. Mediante dicha tecnología, se ha ido expandiendo la subordinación del viento para la

producción eléctrica industrial, hacia países con riqueza eólica, pero faltos de tecnología y capital para aprovecharlas, esto último es lo que para el IPCC (2012) simboliza una verdadera limitante para el crecimiento en la explotación de este tipo de ER, y que desde nuestra lectura significa una justificación para abrir este tipo de territorios a la acumulación de capital extranjero. Tenemos el caso de México, donde no se produce la tecnología pero posee uno de los mejores vientos en el mundo, por lo cual la participación de nuestro país en la industria eólica se restringe a ser proveedor del objeto de trabajo para la eologeneración.

3.4. El empleo de la industria

En la industria eólica aproximadamente dos terceras partes del trabajo es requerido en la manufactura de las turbinas: palas, torres y otros componentes, mientras que el otro tercio del empleo se genera en la instalación, servicios, transporte, desarrollo, operación y mantenimiento de las centrales. Pero son las palas del rotor las más intensivas en trabajo vivo, por lo que esta producción es muy importante en términos del empleo de fuerza de trabajo (Lewis & Wiser, 2005). Además de que fuera de las diez primeras empresas manufactureras de turbinas eólicas (gráfica 1), el grueso del empleo se ubica en la fabricación de generadores de imanes permanentes, así como en la investigación y desarrollo tecnológico. Lo que expone dónde verdaderamente la explotación de energía eólica crea empleos; es en la manufactura de aerogeneradores e innovación tecnológica donde más trabajo demanda esta industria, o sea en los países mencionados en el apartado previo. Echando por tierra la retórica de que la inversión generará empleos donde se produzca eoloelectricidad, pues como vemos no es en ésta donde se genera la mayor demanda de trabajadores, el tema ha sido utilizado en regiones con amplio potencial eólico, para permitir este tipo de producción, un ejemplo es el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. El empleo sólo ha resultado “favorable” para quienes producen y desarrollan la tecnología, lo cual ha venido

creciendo en países con abundancia de fuerza de trabajo barata y amplia disponibilidad de materias primas como los REE (subapartado 3.2.3.1.). Este es el caso de China y la India (Lewis y Wiser, 2005).

3.5. Fases previas a la producción de eoloelectricidad

Generalmente la literatura especializada en el tema de la industria eólica y la puesta en marcha de centrales eólicas, consideran que el funcionamiento o proceso de generación eoloelectrica presupone dos fases, la primera denominada “Desarrollo” y la segunda: la “Instalación”, que incluye la construcción de infraestructura y el montaje de las turbinas.

Estas dos etapas se consideran las fases previas a la “explotación“ o producción de energía eléctrica del parque eólico (vea la figura 5,), aunque realmente conforman una unidad porque el *desarrollo* por su parte, es la premisa para probar si un viento es o no productivo y la instalación es de facto la antesala a la generación eoloelectrica. Abordaremos las características más sobresalientes de ambos, pues nuestro objeto de estudio será el proceso productivo, por las razones señaladas.

ETAPAS	CICLO DE PRODUCCIÓN GAMESA					CICLO DE PRODUCCIÓN CLIENTE
	DESARROLLO +			INSTALACIÓN +		EXPLOTACIÓN +
• Duración	3 a 4 años			6 a 9 meses		> 20 años
• Acciones	Búsqueda de emplazamientos	Medición de viento	Permisos	Obra civil	Montaje de aerogeneradores	Contratos de servicios de operación y mantenimiento también atendidos por Gamesa
• Duración	6 meses	2 años	1 año	4 meses	2 - 3 meses	

Figura 5. Etapas de creación de valor.
Fuente: Siemens-Gamesa, 2017.

3.5.1. Desarrollo de central eólica.

Es la fase de mayor duración, previo a la generación, durante la cual se estudia el potencial del viento y se analiza del tipo de orografía donde se pretende realizar el emplazamiento de los aerogeneradores. El desarrollo de la tecnología para realizar estas actividades forma parte del progreso de fuerzas productivas eólicas que han favorecido el crecimiento de centrales en sitios donde no se conocía o no se había probado la disponibilidad del viento para ser integrado como energético limpio a la producción de electricidad y que en la actualidad se encuentran asequibles para tal fin. Por ejemplo, en el estado de Oaxaca, pese a que históricamente la región del Istmo era conocida por sus fuertes rachas de viento, fue hasta 2004 cuando se dio a conocer el denominado *Atlas de recursos eólicos del Estado de Oaxaca*, elaborado por el Laboratorio Nacional de Energías Renovables de Estados Unidos (NREL). Y más recientemente en otras partes del país, la Agencia Internacional de Energías Renovables a través de su *Atlas eólico de México*¹⁰⁶ ha dado a conocer el potencial de otras áreas localizadas en Yucatán, Chiapas, Puebla, Baja California Norte, entre otras. En sintonía, un ejemplo que rebasa la frontera nacional, es Europa que cuenta con un Atlas continental del viento, denominado *Potencial de energía eólica terrestre y marina de Europa*, (2012), y en la órbita mundial, también IRENA dispone de un mapa que expone la riqueza eólica planetaria,¹⁰⁷ clasificándola según la velocidad que posee, característica clave de este valor de

¹⁰⁶ Revise el sitio web: <https://irena.masdar.ac.ae/gallery/#map/619> . Fecha de consulta: 12 de agosto de 2017

¹⁰⁷ Consulte: <https://irena.masdar.ac.ae/gallery/#gallery> revisado el 15 de agosto de 2017.

uso para la producción de electricidad.¹⁰⁸ De igual manera, el mismo NREL ha elaborado diversos Atlas nacionales de EU, China, etc. En España el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, ha coordinado un análisis propio del mismo energético.¹⁰⁹

La documentación acerca del estudio del viento ha venido creciendo por medio del desarrollo de mejores instrumentos de medición y software especializado, mejorando la precisión en la ubicación del mejor recurso eólico y su mayor disponibilidad, lo cual abre o incrementa el potencial que antes no se había descubierto. Así se establece una relación directa: a mayor evolución de las fuerzas productivas eólicas mayor la diversidad de vientos sujetos a explotación, incluso vientos no tan intensos que en consonancia con el avance tecnológico conforman una capacidad productiva más amplia para incorporar al viento como fuente renovable para la generación de electricidad. En una palabra, el desarrollo tecnológico dedicado a la identificación del viento ha resultado en la ampliación de la oferta del mismo para ser usado en la eologeneración, veremos posteriormente que lo mismo ha permitido el desarrollo de mejores turbinas eólicas. Es importante señalar que este avance en el hallazgo de dicha riqueza eólica ha venido creciendo conforme más inocultable se han vuelto los daños ambientales por el uso de combustibles fósiles.

La fase de Desarrollo de una central eoloeléctrica es considerada clave para saber si un territorio puede ser aprovechado o no, es decir, esta etapa sirve para comprobar si un viento

¹⁰⁸ Se ha avanzado muchísimo en la creación de software de mayor precisión para la identificación de vientos en todo el mundo como la reciente plataforma Global Wind Atlas 2.0 (Disponible en <http://interface.vortexfdc.com>), lanzada a finales de 2017 para ayudar a los gobiernos e inversores a identificar los futuros mercados de inversión en áreas prometedoras para la generación de energía eólica, especialmente en África, Asia, el Pacífico y América Latina. Su desarrollo es fruto de una colaboración entre la empresa Vortex, el Banco Mundial y la Universidad Técnica de Dinamarca (DTU). Información obtenida de <https://www.energias-renovables.com/eolica/nuevo-global-wind-atlas-del-banco-mundial-20180123> consultada el 28 de enero de 2018.

¹⁰⁹ J. Aymamí, A. García, O. Lacave, L. Lledó, M. Mayo y S. Parés (2011). Análisis del recurso. Atlas eólico de España. Estudio Técnico PER 2011-2020. Revisado en marzo de 2015. Descargado de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11227_e4_atlas_eolico_A_9b90ff10.pdf

es apto o no para la generación de electricidad. No obstante, la misma presupone la existencia del equipo tecnológico: aerogeneradores para apropiarse de los recursos probados, tecnología que hemos estudiado con antelación. Pero al mismo tiempo, este mismo se ha venido moldeando de acuerdo a los vientos descubiertos.¹¹⁰

3.5.2. Construcción.

La construcción del parque eólico se lleva a cabo una vez que se ha comprobado la calidad del viento y es la fase previa inmediata a la generación de electricidad. En esta etapa convergen por un lado, los *poseedores de las fuerzas productivas naturales* y los *productores de eoloelectricidad*, pues cuando los terrenos son arrendados, para que se realice la instalación eólica existe un previo acuerdo o contrato entre ambos,¹¹¹ que les da el derecho a los últimos a instalar el proyecto. Implícitamente, esta fase también supone la relación entre *productores de los medios de producción* -los aerogeneradores- y los mismos *productores de eoloelectricidad*.

En esta parte del proceso se construye toda la infraestructura necesaria para la instalación de las turbinas eólicas. La construcción atraviesa por tres momentos:

Infraestructura civil

Infraestructura eléctrica

Montaje mecánico

De los anteriores destacamos algunos elementos que consideramos son importantes para discutir los límites de la limpieza de las energías renovables, así como qué tan respetuosas son del medio ambiente.

¹¹⁰ Gamesa-Siemens presume de producir turbinas eólicas especiales para cada tipo de viento. Más adelante haremos una discusión pormenorizada sobre este tema y su impacto en la producción eoloelectrica.

¹¹¹ En el capítulo cinco, abordaremos la forma específica sobre cómo estos contratos se acuerdan en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, territorio de interés particular para nosotros.

Forma parte de la *infraestructura civil* la construcción de las cimentaciones o zapatas, obras realizadas con hormigón y acero, donde se embebe la base del aerogenerador; en otras palabras, donde éste es enterrado. Es el punto más importante de la obra civil, porque “debe transmitir al terreno todas las cargas que sufre el aerogenerador durante su vida útil” (García & Talayero, 2008, p. 222). Para la construcción de la cimentación se hace una excavación de 3 metros de profundidad y un diámetro de 21.64 metros, que es rellenada de 68.5 toneladas (t) de acero y 520 metros cúbicos (m³) de hormigón¹¹² (observe la fotografía 1). Esto nada más se contabiliza por unidad instalada, por lo que dependiendo del número de turbinas, será la cantidad de acero y concreto demandados. Uno de los proyectos de Acciona Energía en el Istmo de Tehuantepec: Eurus, está constituido por 167 aerogeneradores¹¹³ para lo cual en total se requirieron 11,440 t de acero y 86,840 m³ de hormigón.

¹¹² Para una mejor ilustración, es recomendable ver el video de Acciona: ¿Quieres saber cómo se hace la cimentación de un aerogenerador? en el link <https://www.acciona.com/es/salaprensa/videos/energ%C3%ADa/quieres-saber-cómo-se-hace-la-cimentación-de-un-aerogenerador/>. Acceso: 05 de noviembre de 2017.

¹¹³ La descripción completa se encuentra disponible en: <http://www.acciona-mx.com/proyectos/energia/eolica/parque-eolico-eurus/>. Consultado el 30 de diciembre de 2017.



Fotografía 1. Cimentación de un aerogenerador

Fuente: Enercon, 2015.

Consideramos que el empleo de este tipo de valores de uso, hace parte del doble discurso en la explotación de este energético alternativo, pues se supone su función es la de combatir al “cambio climático”, pero los materiales con los que se construye la infraestructura del parque eólico proceden de la industria cementera, por ejemplo el hormigón, coincidentemente una de las más grandes emisoras de GEI, histórica y mundialmente. Lo mismo podríamos decir del acero, metal no renovable, resultado de la minería altamente consumidora de energía y abrumadoramente contaminante, temas discutibles abordados en el apartado 3.2.3.

A las cimentaciones se suman otras obras como la construcción de vialidades, plataformas, edificios de control y la subestación eléctrica, entre otros, que implican el desmonte de vegetación diversa, excavación de terrenos, sustitución de tierra por concreto, tala de árboles, etc., que aunque son “necesarias” para generar toda la infraestructura civil, describen a esta etapa del proyecto, como la de mayor impacto ambiental (García & Talayero, 2008). Un resultado es la dinámica de desertificación y sequía que ocasionan estas obras; en

el Istmo de Tehuantepec se han arrasado con al menos 2 mil hectáreas, realidad que tiende a agudizarse a consecuencia de la expansión de este tipo de centrales en la región.¹¹⁴ Todo ello trae nuevamente a discusión hasta dónde es ecológica la explotación del viento, bajo la forma tecnológica dominante, mediante aerogeneradores concentrados en megacentrales y bajo propiedad- control de unas cuantas empresas (véase capítulo uno). Hasta ahora podemos decir que la producción eoloeléctrica, desde la creación tecnológica hasta la instalación de la misma, va resultando en una actividad nociva ambientalmente, que contradice sus presupuestos de existencia.

En adición, la edificación de la *infraestructura eléctrica* se refiere a toda la instalación necesaria para distribuir y transmitir la electricidad desde los aerogeneradores hasta la subestación eléctrica y los centros de consumo de esta mercancía: el centro de transformación de la energía eléctrica, red de tierra, cableado de media tensión, construcción de subestación eléctrica de alta tensión, y su respectiva línea aérea eléctrica de alta tensión. Asimismo, los trabajos de infraestructura eléctrica incluyen la instalación de sistemas auxiliares como el sistema de control del parque eólico compuesto por equipo electrónico, medios físicos y programas que permiten monitorear los aerogeneradores durante su operación, así como atender sus distintos tipos de mantenimiento. La construcción del sistema de control se refiere a equipos ubicados exclusivamente fuera de la turbina, un ejemplo es el centro de control y la subestación. El funcionamiento detallado de este sistema de control es para nosotros objeto especial de estudio, por razones que planteamos en los siguientes apartados.

Por su parte el *montaje mecánico*, es la última parte de la instalación del parque eólico, donde son colocados los aerogeneradores en sus respectivas cimentaciones, el cómo se lleva

¹¹⁴ Al respecto, consulte <http://www.nvnoticias.com/nota/58652/acusan-aerogeneradores-de-provocar-desertizacion-en-el-istmo> , revisado el 04 de noviembre de 2017.

a cabo el montaje de las partes depende del tamaño de la turbina: implica considerar la altura y peso de las torres, peso de la barquilla, y las dimensiones de las palas (García & Talayero, 2008). Entre mayores sean estas magnitudes, mayor dificultad representa el montaje (sobre las dimensiones revise la tabla 3), por ejemplo componentes como las torres son izadas en tres partes, lo mismo sucede con las palas; asimismo se restringe la velocidad máxima del viento a la que los trabajadores pueden estar laborando, y se requiere de transportes de mayor soporte de peso para el transporte, descarga y maniobraje de las partes. De hecho, se observa que entre más grande sea el tamaño de las turbinas o la potencia unitaria del generador, mayor es la composición orgánica de capital en el proceso de ensamblaje de los mismos, por la predominancia de grandes máquinas con alta capacidad y más complejas, para manipular las pesadas partes de cada aerogenerador, en realidad el montaje es un proceso altamente automatizado.¹¹⁵ Se trata de un trabajo de instalación que requiere fuerza y control sobre grandes piezas que el trabajo del ser humano no puede suplir, y que entre mayor magnitud posean menos lugar tiene el trabajo vivo en estas funciones. La manifestación de esta problemática se inclina a crecer toda vez que la tendencia de la industria eólica es a producir turbinas de mayor tamaño: rotores, torres, generadores de dimensiones superiores, que es la forma en que en ella se expresa la innovación tecnológica (revise el próximo apartado).

Finalmente, al concluir todo el proceso de instalación, la empresa contratada por el propietario del parque, realiza diversas pruebas que certifican el correcto funcionamiento del mismo, y así poder entregar la central totalmente terminada y lista para producir.

¹¹⁵ En la red se encuentran disponibles distintos vídeos que muestran el grado de automatización en la instalación de un aerogenerador, uno de ellos es el titulado: Cargo Crane - Parque Eólico La Ventosa I, reproducible en <https://m.youtube.com/watch?v=4lyplZ495gY>, visto el 14 de octubre de 2017.

3.6. El proceso de producción de eoloelectricidad en general

Tal como en la inversión de capital desplegada sobre distintos energéticos fósiles para la generación eléctrica, la eoloelectricidad, también significa una esfera particular de la producción general de mercancías, donde se desembolsa dinero para obtener más dinero, mediante la explotación al trabajo ajeno. Por lo que es esencialmente producción de mercancías, valor y plusvalía, como toda producción capitalista,¹¹⁶ donde la principal mercancía es la eoloelectricidad.

Es importante hacer explícito este argumento en medio de un ambiente de manipulación de las conciencias, presentándose a la inversión en producción eoloeléctrica como sustentable y en pro de la conservación del planeta Tierra. Cuando en realidad lo que tenemos es un espacio de acumulación de capital cuyo objetivo es la producción de valor y ganancia y no el valor de uso, que ampliamente poseen ER como la solar y eólica. Dicha manipulación prolifera más en el marco del calentamiento global, por las mismas razones que justifican el auge de la industria tecnológica eólica.

¹¹⁶ La mayor parte de productoras de eoloelectricidad son aquellas conocidas de por sí como grandes productoras de electricidad a escala mundial, enmarcadas dentro del proceso de producción capitalista no sólo por su interés en la ganancia ni por la relación social de producción que las rige: trabajo asalariado-capital, sino por las propias dinámicas de alta tecnificación del proceso de trabajo, despojo de la propiedad social, superexplotación, devastación del medio ambiente, etc., en consonancia a las implementadas por el resto de diversos grandes capitales mundiales que configuran el modo de producir capitalista hoy. No obstante, vale hacer un paréntesis para aquellas cooperativas de generación eoloeléctrica que operan en Dinamarca, Reino Unido, Alemania, Francia, Bélgica, España, Estados Unidos, Argentina, etc., que aunque producen bajo el capitalismo, la propiedad de los parques eólicos se divide entre diversos propietarios basados no solamente en la obtención de ganancias sino de una auténtica preocupación por el calentamiento global, la dependencia energética fósil, el medio ambiente en general y que ven en la generación de eoloelectricidad una forma de integración de la comunidad y una fuente de bienestar social para la población local, por ejemplo como una fuente de ingresos y empleo para los mismos, combatir desigualdades sociales, creación de infraestructura de uso común, entre otros. En síntesis, su fin productivo se encuentra más cercano a la satisfacción de necesidades sociales de un colectivo y más lejano a la simple obtención de ganancias para beneficio individual. Para una reflexión pormenorizada de las denominadas cooperativas de energías renovables revise el artículo de Huybrechts & Mertens (2014) disponible en: <http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=95966991&S=R&D=bth&EbscoContent=dGJyMNLr40SeqLY4v%2BvlOLCmr1CeqLBSrq%2B4SbKWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGrrk21rLFPuePfgeyx43zx>, consultado el 23 de agosto de 2018. Cabe destacar que la mayoría de las cooperativas de producción eléctrica apuestan por el uso de las ER, aunque este esquema todavía representa una forma marginal dentro del tipo de generación eléctrica mundial, dominado por los proyectos a gran escala o megaproyectos que continuarán haciéndolo hasta 2040, cuando el 80% de la nueva capacidad eléctrica instalada provendrá de éstos (AIE, 2017).

Hacemos énfasis en que el excedente económico que se acumula en la generación de eoloelectricidad procede en algunos casos de actividades productivas o comerciales dedicadas a la explotación de recursos fósiles. En el capítulo uno de esta tesis mostramos que la mayoría de los proyectos eólicos más grandes del mundo son propiedad de empresas que llevan años en el sector de los combustibles fósiles, por ejemplo: BP, EDF, Iberdrola, Ørsted, RWE, etc. La misma Shell, con una larga historia de acumulación de capital fósil, recientemente ha optado por invertir en plantas eólicas y solares, dinámica que se ha venido generalizando ante una previsión del futuro agotamiento de dichos energéticos no renovables.

Sabemos que la acumulación de capital parte de la premisa de una acumulación originaria a través de la cual, históricamente se han venido privatizando los medios de vida y de producción. Como parte de este proceso, conocemos varios ejemplos, el principal es el caso de la tierra, agua, minerales y metales, etc. Sin embargo, en el caso del viento, como energético renovable agrega un aspecto particular a la acumulación primitiva porque se trata de un valor de uso nuevo, que antes era inimaginable de ser explotado privadamente, y “residual“ para la valorización de capital, pero que ahora ante el problema energético ambiental, ocupa un rol trascendente. Esto ha sido denominado “acumulación originaria salvaje residual” (Veraza, 2007),¹¹⁷ la que consideramos hoy antecede a la acumulación capitalista en la eoloelectricidad, cuando menos sí para el proceso de despojo de territorio que se vive en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca (véase capítulo cinco).

Abordando concretamente el proceso productivo de eoloelectricidad, éste como cualquier otro necesita de medios de producción y fuerza de trabajo. Ambos tipos de fuerzas productivas que en la producción capitalista asumen la forma de capital, porque son

¹¹⁷ De acuerdo a J. Veraza (2007) este tipo de acumulación predomina con el neoliberalismo, periodo que coincide con el de mayor crecimiento de las emisiones de GEI a nivel mundial (Heede, 2014).

empleadas bajo una relación capital-trabajo asalariado. Las fuerzas productivas requeridas para la generación eoloelectrica son a grandes rasgos: los aerogeneradores, el viento y la fuerza de trabajo. Los dos primeros han sido expuestos ya, pero al tercero le corresponde ser detallado aquí.

Básicamente el proceso de generación eléctrica con viento consiste en la captación de la energía cinética del viento, mediante los aerogeneradores, la tecnología concreta que la industria ha desarrollado para este propósito. Sin embargo, este proceso productivo no sólo implica la apropiación privada del viento sino la concentración de tierras, en donde se instalan las centrales eléctricas. Ya que para llevarlo a cabo es necesario que los productores de eoloelectricidad dispongan de una gran cantidad de tierras, pues las dimensiones físicas de los aerogeneradores así lo requieren (obsérvese tabla 3), a ello se añade que entre los aerogeneradores debe existir una separación mayor a cien metros, por lo que cuantos más son, más tierra se concentra en manos de las empresas, veremos en el capítulo cinco cómo se da este proceso en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Por ello, planteamos que en general la producción eoloelectrica se caracteriza por ser extensiva en el uso de la tierra,¹¹⁸ aunque esto pretende modificarse mediante el *repowering*, mismo que revisaremos posteriormente.

¿En qué consiste esta conjunción de la tierra y el viento que da pie a la eologeneración? Básicamente la producción se centra en el funcionamiento de los componentes de las turbinas (observe figura 2).

Cada aerogenerador lleva en la parte superior de su góndola, una veleta que le indica la dirección del viento, ello le permite girar sobre la torre y orientarse automáticamente. Las palas también giran sobre su eje para ofrecer la máxima resistencia. La fuerza del viento hace

¹¹⁸ Sin embargo, esta característica no es exclusiva de la eólica pues en el aprovechamiento a gran escala de la energía solar también se observa lo mismo (consulte capítulo uno).

girar las palas, las cuales están unidas al aerogenerador a través del buje, que a su vez está acoplado al eje lento, éste se llama así porque gira a la misma velocidad de las palas, entre unas 7 y 12 vueltas por minuto. Para producir electricidad es necesario aumentar la velocidad a la que gira este eje; esa es la misión de la multiplicadora o caja de cambios que eleva dicha velocidad más de 100 veces y la transfiere al eje rápido, que gira a una velocidad mayor a 1500 vueltas por minuto y está unido a un generador. El generador aprovecha la energía cinética del eje rápido para transformarla en electricidad. Ésta es producida en el generador como corriente continua, es conducida por el interior de la torre hasta su base, allí un convertidor la transforma en corriente alterna, que es la que utilizamos normalmente, y un transformador eleva la tensión para poder transportarla por el interior del parque a través de cables soterrados hasta la subestación. En ellas se eleva nuevamente la tensión para poder incorporarla a la red eléctrica y distribuirla hasta los puntos de consumo.¹¹⁹

La producción de eoloelectricidad depende fundamentalmente de la calidad y características del viento (velocidad y factor planta) y la tecnología (IRENA, 2016), esta última en particular de algunos elementos:

1. Potencia nominal del generador
2. Altura de la Torre
3. Diámetro del rotor

En estos tres aspectos, es donde la industria se ha concentrado para aumentar los niveles de generación,¹²⁰ debido a que la fuerza productiva del viento, al ser proporcionada por la

¹¹⁹ Descripción tomada del vídeo de Acciona Energía, consultado en <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/aerogeneradores/> 17 de octubre de 2017.

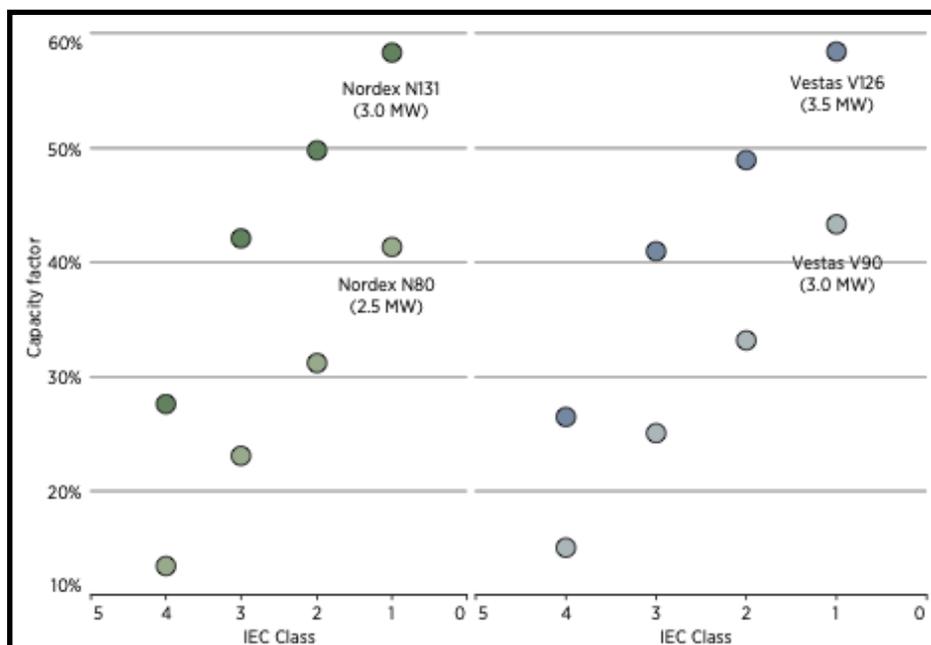
¹²⁰ Aunque también el desarrollo tecnológico de la industria se ha concentrado en el estudio de las características de los distintos vientos en el mundo (visto en el apartado 3.5.1), y en mejorar el proceso de O&M de las centrales eólicas.

naturaleza, no puede ser alterada ni reproducida. El fin es producir máquinas que modifiquen la forma de apropiarse o disponer del viento. Por un lado, la innovación tecnológica, se ha enfocado en *incrementar la altura de las torres y el diámetro del rotor* y en dotar a las turbinas de *generadores de potencia nominal mayor*. A estos avances de la industria eólica se les llama producir “aerogeneradores más grandes”.

Toda la apuesta de la industria se ha volcado en desarrollar fuerzas productivas técnicas mayores. *Primero*, por medio de producir torres más altas, ya que los estudios sobre energía eólica demuestran que a mayor altura sobre el suelo, la velocidad del viento es mayor (NREL, 2004), porque disminuyen los objetos naturales y artificiales que obstaculicen su libre flujo. Así que aún cuando se aprovechen vientos de calidad menor, a una altura superior, las palas pueden percibir mayor velocidad, incrementado el tiempo que permanecen girando, y por tanto mayor es el factor capacidad alcanzado. *Segundo*, incrementando la longitud de las palas,¹²¹ porque entre más largas sean mayor es el área de barrido que abarcan cuando las mueve el viento, lo que impacta en una mayor magnitud de energía cinética capturada y transmitida hacia el interior de la barquilla para ser convertida en electricidad. Ambos desarrollos han sido un factor clave en el aumento de los factores de capacidad media del viento, así como en mejorar la calidad de algunos vientos, sobre todo en acceder a la explotación de este valor de uso, situados en lugares donde sin este tipo de avances tecnológicos, no hubiera sido posible llegar a apropiarse de ellos (IRENA, 2016). Se ha documentado que la media global de los factores capacidad aumentaron significativamente entre 1983 y 2014, pasando de un estimado de 20% en 1983 a 27% en 2014 (IRENA, 2016).

¹²¹ Al mismo tiempo que se pretende hacerlas cada vez más ligeras y resistentes, de manera que presenten mayor movimiento ante diversas velocidades del viento, aún cuando éstas sean bajas.

Una *tercera* manifestación en el desarrollo de las fuerzas productivas técnicas para alcanzar una producción superior, es la fabricación de generadores eléctricos de potencia unitaria superior, con el fin de obtener mayor volumen de generación. Para tener una idea de cuánto ha avanzado la industria en este campo, tenemos el fenómeno denominado *repotenciación o repowering* (Brumme, 2014) que consiste en sustituir muchos aerogeneradores de menor potencia por pocos de capacidad nominal superior, pero también más altos y más eficientes. Esto ha surgido como una opción para ocupar menos hectáreas de terrenos y producir más eoloelectricidad, siendo Europa donde mayor número de turbinas fueron desmontadas, al menos 300 (o 300 MW de capacidad instalada). Y fue Alemania el mercado de mayor “repotenciación“ (REN21, 2016). Observemos a continuación la gráfica 2, que muestra la relación positiva entre generadores más potentes y el acceso a mayores factores capacidad, para distintas clases de viento.



Gráfica 2. Factor capacidad por clase de viento IEC. Turbinas eólicas Nordex y Vestas

Nota: Clase IEC, es la clasificación de la Comisión Internacional Electrotécnica sobre la velocidad del viento.

IEC 1 (Viento alto). Velocidad máxima promedio anual: 10 m/s

IEC 2 (Viento medio). Velocidad máxima promedio anual: 8.5 m/s

IEC 3 (Viento bajo). Velocidad máxima promedio anual: 7.5 m/s

IEC 4 (Viento muy bajo). Velocidad máxima promedio anual: 6 m/s

Fuente: IRENA, 2016.

Estos avances tecnológicos de la industria terminan por sumar al carácter *extensivo* de la producción eoloelectrica (*por la concentración de tierras*), el de *intensivo*, en tanto permiten que durante el proceso productivo vientos de menor calidad sean más y mejor aprovechados, aumentando la energía que de ellos se pueda obtener, alargando el número de meses del año durante los cuales se pueda aprovechar y por tanto haciendo crecer los volúmenes de electricidad. Al mismo tiempo la intensidad en el empleo del viento incluye al uso intensivo de la tierra donde se hallan instalados los aerogeneradores, porque la tecnología permite que del mismo espacio geográfico las empresas se apropien de mayor energía.

El objetivo de dicho desarrollo tecnológico ha sido el poder obtener mayor factor capacidad y acceder a vientos de mayor calidad, más veloces por ejemplo, que permitan elevar los volúmenes de generación eoloelectrica, reduciendo los costos nivelados de generación. Incrementar el factor capacidad vía tecnológica es un impulso al crecimiento de la producción porque ésta se calcula multiplicando la capacidad instalada del proyecto, medida en términos de la potencia nominal, por las 8760 horas transcurridas en un año, por el factor planta del viento.

La búsqueda de mayor factor capacidad y velocidad del viento, expone que lo que pretende este tipo de generación es producir cada vez más eoloelectricidad en lugares con bajas velocidades del viento (Brumme, 2014). Para las empresas de la eoloelectricidad las principales características del viento son su factor capacidad y velocidad, que serán apropiados por la tecnología eólica. No obstante, el recurso eólico es un valor de uso fijo en la naturaleza y distribuido aleatoriamente en distintas partes del planeta, con características dispares, ante lo cual la industria responde creando una gama tecnológica más precisa, para un mejor y mayor aprovechamiento del viento. Es decir, modifica las formas de apropiación de la riqueza energética del viento, de manera que fabricando aerogeneradores “más grandes”

los productores de eoloelectricidad puedan explotar vientos de menor calidad, inclusive planteándose la producción de aerogeneradores para cada tipo de viento; Gamesa-Siemens y Nordex-Acciona Wind Power, ilustran en sus páginas web el catálogo de múltiples tipos de turbinas ad-hoc al viento a emplear,¹²² o Vestas, una de las principales manufactureras en el mundo, que fabrica aerogeneradores capaces de mayor generación a base de vientos bajos.¹²³ Este es el nivel de desarrollo de las fuerzas productivas técnicas eólicas, perfeccionándose cada vez más para “entregar” mejores vientos a las productoras eoloeléctricas, como si la industria eólica apuntara a conseguir que la naturaleza no sea ya una limitante para su expansión y la de la producción eololétrica, aunque marginalmente reconozca cierta dependencia del recurso natural del viento, al admitir que la evolución tecnológica para alcanzar factores capacidad superiores varían significativamente según la región, predominantemente por la calidad de los recursos.

Hoy nos encontramos ante una industria que por medio del desarrollo tecnológico busca prescindir de la riqueza energética del viento, colocando a la fuerza productiva del viento en segundo plano, porque en la lógica de ella lo determinante para incrementar los niveles productivos es el aerogenerador y no la productividad natural del viento. Exibiéndose toda esta dinámica como una contradicción entre fuerzas productivas técnicas y fuerza productiva natural, tal que la industria pretende que la primera se sobreponga a la segunda, minimizando la importancia y lo determinante que es el viento para la producción eléctrica. La explicación que damos para responder a tal contradicción es a la limitación natural que de suyo presenta

¹²² Revítese <http://www.siemensgamesa.com/es/productos-servicios/aerogeneradores-gamesa> y <http://www.nordex-online.com/en/products-services/wind-turbines.html> . Acceso el 25 de octubre de 2017.

¹²³ Información encontrada en el sitio electrónico: https://www.vestas.com/en/products/turbines/v150-4_2_mw#! consultado el 25 de noviembre de 2017. En las páginas de los fabricantes de aerogeneradores, se presentan catálogos de los distintos productos tecnológicos ofrecidos por cada empresa, en donde el lector puede observar el grado de evolución de la industria, siempre pensando en aprovechar cada tipo de viento, desde el más alto hasta el más bajo.

la energía eólica, lo que para el capital representa un obstáculo en sus fines productivos de valor y valorización, y justamente desarrolla las fuerzas productivas técnicas para superar tal limitante. Como si esa restricción natural significara una “camisa de fuerza” para toda la industria, a la cual no se está dispuesto a ceder, dados los crecientes niveles de acumulación del capital mundial, que demandan mayores volúmenes energéticos en un marco de descenso relativo de los combustibles fósiles e innegable crisis climática, bajo lo cual la energía eólica adquiere un papel significativo para enfrentarlo.

La subordinación de lo técnico a lo natural bien puede justificarse en la expansión de la energía eólica como alternativa a los energéticos no renovables, sin embargo la manera y los fines en cómo se subordina a la energía eólica sólo muestra un aparente alejamiento de aquéllos. Pues un propósito de este desarrollo tecnológico es lograr una mayor disponibilidad del viento, sujeto de aprovechamiento, asemejando más la producción energética eólica con la producción de energía fósil.¹²⁴ Pero, ¿por qué decimos esto? porque con ese progreso técnico se intenta disponer de un recurso en mayor porcentaje, mediante el crecimiento del factor planta, siendo que cuanto más se acerque al 100% mejor para alcanzar mayor nivel de generación (gráfica 2). Tal cual lo hacen las empresas con los fósiles, ya que una vez encontrados, se dispone de ellos al 100% para producir electricidad. El buscar elevar esta disposición para las renovables, cuando es precisamente la intermitencia su característica, es una muestra de la subordinación real de los bienes naturales, en tanto objetos de trabajo, a la producción capitalista.

De igual forma consideramos que el destacar el aspecto tecnológico como lo principal de la generación eoloeléctrica, significa opacar la importancia del recurso en sí y con ello la de

¹²⁴ Sobre el parecido entre la producción de energía eléctrica con energías renovables y su parecido con la explotación de energías fósiles, véase el capítulo uno.

los territorios que lo poseen: vientos con características natas de alta productividad natural, al punto de plantear la posibilidad inclusive de producir donde el viento es bajo (IRENA, 2015). Es decir, no importa si la calidad del viento es buena o no, la industria pretende tener una solución para ello¹²⁵ y el mensaje que manda es el de que prácticamente cualquier lugar es propicio para generar eoloelectricidad¹²⁶. Un exponente ejemplar es Dinamarca, donde los avances tecnológicos en los aerogeneradores han dado pauta para obtener mayores factores planta, de vientos “pobres“, este “logro“ por supuesto responde a una larga historia de desarrollo de las fuerzas productivas técnicas en este país, pues recordemos que es uno de los primeros en dedicarse a la fabricación de turbinas.

En sintonía con el mismo avance de la capacidad productiva eólica *onshore*, también se ha evolucionado en la apropiación del viento que sopla sobre áreas marítimas, o sea la llamada energía eólica *offshore*, que ha tenido de punto de partida a la *onshore*, y donde se implementan desarrollos tecnológicos parecidos a la primera: producción de torres más altas y rotor de mayor diámetro para obtener factores planta superiores (IRENA, 2015). Todo este avance tecnológico tanto en *onshore* como *offshore*, ha resultado en abrir el “mercado” de recursos eólicos disponibles para explotar, al incluir a los vientos de menor velocidad y factor

¹²⁵ En la página de Nordex Acciona, el fabricante dice ofrecer turbinas de alta eficiencia para todo tipo de vientos. Véase: <http://www.nordex-online.com/en/products-services/wind-turbines.html> . Acceso el 25 de octubre de 2017.

¹²⁶ Cabe aquí hacer un alto para preguntarse si este denominado desarrollo tecnológico que pretende restarle crédito a la fuerza productiva natural del viento, no tiene algún tipo de límite que detenga la evolución de las máquinas. Una primera limitante a esto es la dependencia que tiene la producción de aerogeneradores de materias primas escasas, por ejemplo para la manufactura de torres de mayor altura se requiere de acero, o bien para producir generadores más potentes son necesarios los imanes permanentes fabricados con elementos de tierras raras, por lo que producir turbinas “más grandes” implica un costo superior, por el crecimiento de la demanda de este tipo de bienes, lo que a su vez aumenta el costo de inversión de los proyectos eólicos, pues el costo de las turbinas representa el 80% de este total, al mismo tiempo que crecen los costos de transporte por un mayor peso y longitud de los componentes del equipo. Por otro lado, también es cuestionable el argumento de que vía la evolución de los aerogeneradores es posible producir donde sea, pero no se están considerando otros aspectos propios de la naturaleza: la orografía es uno de ellos, o ¿cómo se efectuaría la instalación de las turbinas en zonas muy altas con caminos montañosos, altas pendientes, etc.?, ¿cómo se realizaría el transporte de las partes pesadas del aerogenerador? Si ya de por sí en planicies el traslado de éstas es complicado, la situación se dificulta más en aquél tipo de suelo. Vemos que estos son algunos elementos que deben ser considerados para ser objetivos en el desarrollo de la industria eólica y tener claridad en sus alcances.

capacidad, así como a los que soplan por encima de los mares. Ampliando las fuerzas productivas eólicas en el mundo al servicio de la producción eoloeléctrica, cuya meta no es satisfacer las necesidades de la población, ya que este tipo de generación se caracteriza por destinarse a cubrir los requerimientos de industrias altamente consumidoras de energía. Una ejemplificación de esto es lo que sucede en ITO, con el aprovechamiento de uno de los mejores vientos a escala global, ya que prácticamente la totalidad de la eoloelectricidad generada es consumida por grandes industrias y comercios, y no para la población de la región (revise el siguiente capítulo).

En síntesis, la evolución tecnológica de la industria eólica en aras de impactar en la producción de más eoloelectricidad, forma parte de ese desarrollo general, incesante e ilimitado de las fuerzas productivas del capitalismo, como un resultado de la subsunción real del trabajo en el capital, que persigue el dominio tecnológico sobre el viento; pese a no poder modificarlo como tal, la industria avanza en producir turbinas que le permitan apropiarse de mejor forma de él, subordinándolo a los intereses del capital. Desde luego, este proceso no es absoluto, ya que el tipo de viento sigue siendo un elemento decisivo para la instalación de las nuevas centrales de generación, prueba de ello son los recientes proyectos en zonas con gran potencial eólico como Brasil, Chile, Argentina, el desierto de Sahara o México. En éste último, en su zona con mejores vientos: el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca siguen creciendo el número de parques construidos.

3.6.1. La operación y mantenimiento parte del proceso de generación eoloeléctrica.

Ahora emprendemos el análisis propio de la generación eoloeléctrica, el cual es denominado operación y mantenimiento (O&M), la fase activa de la generación eoloeléctrica o también nombrada “explotación del parque” (observe la figura 5), se contempla ocurra durante al

menos 20 años (Gamesa-Siemens, 2017), que es el periodo de vida útil de las turbinas.¹²⁷ En esta fase es donde identificamos propiamente a los *productores de la eoloelectricidad*, que son los *propietarios de los proyectos eólicos*, aunque como veremos en ocasiones el *propietario* encarga a otras empresas la O&M de los mismos. Como hemos visto, las grandes productoras mundiales de eoloelectricidad son: EDF, Acciona, Next Era, Enel Green Power, Iberdrola, E.ON Climate Renewables, Ørsted, RWE, EDP, BP (revise el cuadro 4 del capítulo uno).

Hasta el momento hemos presentado al aerogenerador como el “productor” de la eoloelectricidad, pero eso es así en cierta medida; este proceso aunque aparenta depender totalmente de las máquinas, tiene otra parte que se procura esconder, pues el hecho de ver a estas turbinas funcionando no representa la totalidad del proceso, o ¿en verdad éste es totalmente automático y los aerogeneradores lo hacen todo? La respuesta es negativa. Detrás de los aerogeneradores se encuentran trabajadores.

Efectivamente desde dentro del aerogenerador se da un proceso que controla y monitorea el funcionamiento del mismo, este es el llamado sistema de control interno (en la figura 2, es el componente que se llama controlador), un “autómata” que gestiona todas las señales provenientes de los sensores de la máquina y que controla la correcta operación de la misma, entre sus funciones se encuentran: la sincronización del generador a la red durante los periodos de conexión para limitar los picos de corriente, giro de góndola para orientarse al viento, cambio de pitch, control de potencia reactiva y activa, monitoreo de las emisiones de

¹²⁷ La duración de los aerogeneradores es variable y depende de diversos factores. Los fabricantes como Gamesa, también ofrecen servicios de mantenimiento para extender la “vida” de los aerogeneradores: un conjunto de mejoras estructurales y de monitorización, que permiten alargar la vida útil de las turbinas desde los 20 hasta los 30 años, con las máximas garantías de seguridad y disponibilidad. Información obtenida de: <https://www.evwind.com/2014/12/16/gamesa-certifica-la-extension-de-vida-de-sus-aerogeneradores-para-la-eolica/> . Fecha de consulta: 01 de febrero de 2018.

ruido, proporcionar sistemas de protección y alarmas de la máquina (García & Talayero, 2008).

En sí esta forma de operar de las turbinas, aunque expone el elevado nivel de automatización del proceso productivo, mostrando maquinaria autocontrolada, supuestamente independiente de la fuerza de trabajo, esto no sucede así plenamente, pues junto con estos autómatas participa un equipo servidor en la subestación del parque eólico y en un centro de control que es capaz de almacenar y procesar todos los datos que recibe de los aerogeneradores (García & Talayero, 2008), conformando el sistema de control externo del parque eólico. Es aquí en donde podemos observar la presencia de trabajo vivo del cual también depende la generación de todos los aerogeneradores de la central. Si bien es verdad que directamente son las turbinas las que producen la electricidad, es requerido que sean los trabajadores los que vigilen dicho funcionamiento, durante toda la “vida productiva” de aquéllas; esto es la operación de los parques, pero también para atender al mantenimiento y reparación de los mismos. Los centros de control, ubicados fuera de los parques y a distancias lejanas de éstos, se encuentran conectados a través de computadoras -enlazadas vía fibra óptica- al sistema de control interno de los aerogeneradores y utilizando diversos tipos de software, se supervisan en línea los datos de los aerogeneradores, mástiles meteorológicos y la subestación eléctrica, se controlan vía remota las turbinas y la subestación, realizan informes de los niveles producción (por parque y por turbina) y disponibilidad del viento, informes sobre las tendencias de las variables principales del parque, regulan la potencia de los generadores y monitorean aspectos ambientales como huracanes, sismos, tornados, etc. (Gamesa, 2017), seguimiento de pérdidas de energía, elaboración de pronósticos de viento y generación, así como atención remota de más del 60% de las fallas que se pudieran presentar durante la operación eólica (Díaz, 2011). Asimismo, desde estos centros de control se da

seguimiento al mantenimiento de las máquinas: mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo. En conjunto, las tareas de control y mantenimiento de las centrales son cruciales para que se genere eoloelectricidad, aunque los trabajadores que ejecutan estas funciones, la mayoría de veces no son trabajadores de los propietarios de las centrales eoloelectricas, ya que éstos subcontratan a empresas especializadas en la operación y mantenimiento.

Al igual que cualquier fábrica capitalista, cuyo propietario la hace funcionar todo el día, gracias al avance de la capacidad productiva social y a la implementación de distintas jornadas laborales, para sacar el máximo provecho del capital constante, agilizando su desgaste y transferencia de valor y por tanto mayor producción de valor y plusvalía, los centros de control funcionan las 24 horas del día, los 365 días al año; en otras palabras, aquí nunca se para de trabajar, con el fin de vigilar, mejorar la precisión e incrementar la magnitud de generación. Sólo que en el caso eólico, estos centros de control representan a las “fábricas modernas” de generación eléctrica del siglo XXI, donde desde una ubicación geográfica distinta al lugar de producción, se contribuye a la producción de una mercancía que se dice coadyuva a contrarrestar la emisión de millones de toneladas de GEI, lo que le agrega un énfasis de modernidad capitalista.

Marx, en sus manuscritos en 1861-1863, como en el capítulo sexto inédito, plantea que la expresión más acabada del modo de producción capitalista, es el taller automático, y cuanto más acabado aún, estamos ante un modo de producir *específicamente* capitalista, porque cada vez se requiere menos de la intervención del trabajo humano en los procesos productivos, a consecuencia de la elevación en la productividad del trabajo, o bien del incremento de la composición orgánica del capital. Así, para el tema eólico, podemos ver esta

misma expresión, como sinónimo de una producción capitalista desarrollada,¹²⁸ en el sentido de que la producción eoloelectrica demanda una muy baja participación del trabajador, pues el proceso es altamente automatizado. Por ejemplo, desde el Centro de Control de Energías Renovables de Acciona Energía (CECOER), uno de los mayores centros de control de energías renovables del mundo, con un equipo de tan sólo 80 trabajadores calificados, se realiza toda la operación y gestión del mantenimiento de numerosas centrales eléctricas por todo el mundo (observe las fotografías 2 y 3):

Supervisa en tiempo real el funcionamiento de instalaciones de energías renovables que suman 13, 689 MW. Situado en la sede de la División de Energía en Sarriguren (Navarra), y con delegaciones en Ciudad de México y Chicago, gestiona datos procedentes de más de 400 instalaciones eólicas, hidroeléctricas, fotovoltaicas y termosolares propiedad del grupo ACCIONA o de terceros, localizadas en 19 países de los cinco continentes. Además de instalaciones de generación, controla también el funcionamiento de 268 subestaciones de transformación. [...] El CECOER está atendido por un cualificado equipo de 80 personas, que permiten su funcionamiento durante 24 horas al día, 365 días al año (Acciona, s.f).¹²⁹

¹²⁸ Esto es en términos generales, ya que en algunos casos particulares existen reminiscencias de otros modos de producción, como sucede en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, donde aún cuando se produzca eoloelectricidad bajo el esquema técnico mundial, siguen existiendo otros tipos de propiedad sobre la tierra diferentes a la privada, además de que no se produce solamente bajo las relaciones sociales de producción capitalistas.

¹²⁹ La información proviene directamente de la página del CECOER: <https://www.acciona.com/es/lineas-de-negocio/energia/proyectos-emblematicos/centro-control-energias-renovables/>, fecha de consulta: 15 de octubre de 2017. También revise: <https://www.youtube.com/watch?v=PggBFjd1VzY>, fecha de acceso 30 de enero de 2018.



Fotografía 2. Control y operación de un parque eólico desde el CECOER de Acciona
Fuente: Acciona, s.f.



Fotografía 3. Control y operación de diversas centrales de energía renovables desde el CECOER de Acciona
Fuente: Acciona, s.f.

Si consideramos el total de los MW instalados en distintas ER, cada trabajador de esta empresa opera un aproximado de 171 MW, y si sólo tomamos los 7000 MW de capacidad eólica instalada y propiedad de Acciona en el mundo, a cada trabajador le corresponde operar 88 MW, equivalente a la operación de un aproximado de 58 aerogeneradores por persona y por ejemplo en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, donde uno de sus parques: Eurus, consta de 250.5 MW, cada trabajador opera 3 MW y si cada aerogenerador tiene una potencia unitaria de 1.5 MW, quiere decir que ese trabajador opera dos turbinas.¹³⁰ En ambos casos se denota la alta composición orgánica de capital en las centrales eoloelectricas, añadiéndose que estos trabajadores no sólo producen un tipo de mercancía: la eoloelectricidad, sino también múltiples y distintas entre ellas, pues como vimos en el párrafo anterior, desde estos centros de control se operan explotaciones de distintos tipos de ER, por lo que la minimización relativa del trabajo vivo es aún mayor. Con esto se desmonta el discurso de que este tipo de proyectos son creadores de empleos directos en las zonas donde se instalan, lo cual es relativo pues si bien sí los genera, como acabamos de ver son muy pocos en relación al número de aerogeneradores instalados, a la vez que no precisamente se crean en el lugar donde se genera la electricidad y son empleos destinados para fuerza de trabajo calificada y especializada en ER (revise apartado 3.5), que no es exactamente una característica de la población originaria donde se instalan las centrales.

Además, llama la atención que son este mismo número de trabajadores (los 80), los que de forma digital solucionan en remoto más del 60% de los problemas en el funcionamiento de los aerogeneradores y otras tecnologías de ER, y el resto es resuelto en coordinación con los servicios de mantenimiento de trabajadores en campo. Lo que refleja no sólo el grado de

¹³⁰ Los cálculos son aproximaciones que realizamos con base a datos sobre los MW eólicos instalados en el mundo y México, así como de la potencia unitaria de sus aerogeneradores, disponible en la página de Acciona Energía: <https://www.acciona.com/es/lineas-de-negocio/energia/> consultada el 18 de septiembre de 2017.

automatización en la operación de los parques, con muy poco personal en relación a las turbinas controladas, sino que aquél por medio de software conectados con los aerogeneradores, es capaz en gran parte de suplir el trabajo de otros trabajadores encargados del mantenimiento y reparación del parque.¹³¹

En general, presenciamos un tipo de producción energética desarrollada bajo la contradicción creciente entre capital constante y variable, que tiende a hacer superflua y reducir al mínimo el trabajo vivo (Marx, 2005), donde es el aerogenerador el que predomina sobre el trabajador, pues todo apunta a que es la máquina lo más importante del proceso productivo y cuyo funcionamiento puede darse sin fuerza de trabajo. En la literatura encontramos este argumento pero con otras palabras, se plantea que aunque exista un centro de control dedicado al monitoreo de los aerogeneradores y la generación, en sí mismos “todos los aerogeneradores son autónomos y su gestión y control automático se hacen desde el propio autómatas del aerogenerador” (García & Talayero, 2008, p. 241). Tal cual, no sólo plantea que el trabajador es secundario para la generación, sino que no produce.

De manera distinta suceden las cosas en los acostumbrados procesos productivos, donde observamos a los obreros actuando directamente sobre los medios de producción, aún cuando todo el proceso sea muy automatizado, tecnologizado y fragmentado, acontece con la presencia física y directa del trabajo vivo, lo que permite ver que aún la producción de valor depende todavía de él. En cambio en la producción eoloelectrónica, tenemos que la producción de mercancías ocurre con trabajadores, un tipo de “obreritos modernos” porque aunque operan en tiempo real las máquinas, no se encuentran relacionados presencialmente con el objeto e instrumento de trabajo, sino que ello pasa de *forma virtual*, en los centros de operación y

¹³¹ La tendencia por minimizar el trabajo vivo también se suscita en las labores de mantenimiento a las turbinas. Una de las innovaciones recientes es producir las sin caja de cambios, lo que hace el mantenimiento más simple, ya que este componente frecuentemente presenta problemas durante la marcha del aerogenerador (IEA-ETSAP & IRENA, 2016) y al eliminarlo, reduce también el trabajo vivo.

mantenimiento. Por eso, se refuerza la idea de que se trata de una producción totalmente automática cuya generación de valor no requiere fuerza de trabajo, pues ésta inmediatamente no es visible, y en apariencia para el público, solamente ocurre mientras los aerogeneradores están en movimiento.

La industria fabricante de aerogeneradores en compañía de las empresas de eoloelectricidad, colocan al aerogenerador en el centro de atención, como el “sujeto productor”,¹³² y al trabajador como un complemento, subordinado a la máquina. Se procura indefinidamente perfeccionar y mejorar los medios de producción eólicos, creando aerogeneradores con mayor capacidad de generación (incluso independientemente de la calidad de la energía eólica), cuál si todo dependiera de la capacidad productiva creada por el capital, como se mostró en la contradicción entre la fuerza productiva técnica y natural, y que ahora aparece entre fuerza productiva técnica y fuerza de trabajo. Pero, entonces si es la tecnología el motor principal de la eologeneración, ¿dónde está la producción de valor y renta diferencial?

Como apuntamos en apartados atrás, toda la producción capitalista de mercancías es producción de valor, y la generación eoloeléctrica también lo es. Esto se puede apreciar si ponemos atención a todo el proceso de generación, que incluye no sólo a la máquina funcionando aisladamente, sino a todas en conjunto con los trabajadores de los centros de control desde donde se opera y vigila la producción. A partir del manejo computarizado de las turbinas eólicas se lleva a cabo la transferencia de valor, pero también la creación de una nueva mercancía y nuevo valor, que sin esta unidad, entre fuerza de trabajo y medios de producción no podría ser generada. Agregándose que cuanto más capacidad poseen los

¹³² Este vídeo retrata perfectamente la idea del aerogenerador como la máquina “que produce”: <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/aerogeneradores/> Reproducido el 04 de enero de 2018.

aerogeneradores para generar electricidad mayor es el trabajo ejecutado por los trabajadores, de manera que incrementar el desarrollo tecnológico resulta también en una mayor producción y despliegue del trabajo vivo. De hecho, sobre el valor de la eoloelectricidad profundizamos en el capítulo cuatro.

Resta mencionar que dentro del proceso productivo en su conjunto el viento y territorio concreto, fuerzas productivas naturales, no sólo son indispensables para la eolo-producción eléctrica y la obtención de la renta diferencial, sino que ante vientos de alta calidad, como el del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, permiten crear eoloelectricidad a un valor individual menor a la media social. Análisis que abordaremos en el siguiente capítulo.

**CAPITULO IV. LA RENTA DIFERENCIAL
EÓLICA EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC,
OAXACA**

Introducción

El objetivo principal de este capítulo será explicar la especificidad de la renta diferencial eólica, retomando los elementos teóricos y discusiones planteadas en los capítulos anteriores a éste y aterrizándolos para el caso concreto de la producción eoloeléctrica en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Para ello describimos a la fuerza productiva del viento y la tierra que lo posee, por ser éstos los elementos clave que determinan el volumen de la eologeneración y por ende del excedente económico generado al que llamamos renta diferencial eólica.

Caracterizamos el proceso específico de producción eoloeléctrica, porque es precisamente del cual partimos para analizar las condiciones en las que se produce dicho excedente de valor.

Para nosotros es crucial llegar a explicar qué es la renta diferencial eólica, cómo se produce, cuáles son las condiciones naturales, económicas, tecnológicas, políticas, etc. que dan pie a que se produzca, independientemente de en qué manos se quede. Asimismo, planteamos las discusiones que consideramos pertinentes para evaluar las similitudes de la renta diferencial agrícola estudiada por Marx, al mismo tiempo que destacamos las diferencias, lo cual especialmente nos ha permitido pensar por cuenta propia lo que para nosotros es uno de los temas centrales en el proceso productivo que se desarrolla en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca: la producción de un excedente de valor superior a la media social obtenido en la generación de eoloelectricidad. Por ello, es necesario precisar la especificidad de la renta diferencial eólica frente no sólo a la renta agrícola, minera, sino a la renta petrolera o de otros hidrocarburos, en un marco de agotamiento de éstos, de la necesidad inminente del uso de energías renovables ante el fenómeno climático que agrava la paulatina destrucción de nuestro planeta.

4.1. Las fuerzas productivas del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, para la producción eoloeléctrica

En el capítulo anterior explicamos en qué consiste el proceso productivo de la eololectricidad, donde las fuerzas productivas técnicas o el capital constante se sintetiza en las turbinas eólicas y la infraestructura necesaria para el desarrollo, la operación y control de la producción, así como el transporte de la electricidad generada. Al mismo tiempo, la fuerza productiva natural: el viento y su energía, objeto de trabajo primario para la generación. En este apartado corresponde analizar a las fuerzas productivas naturales del Istmo.

Este proceso productivo es de los más importantes en México y se lleva a cabo predominantemente en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, debido a su enorme potencial eólico, así como al valor de uso de su viento: tener uno de las mayores capacidades a escala global. En realidad, por la importancia que tiene su fuerza productiva natural eólica, es que centramos nuestro estudio de la producción eoloeléctrica en esta región.

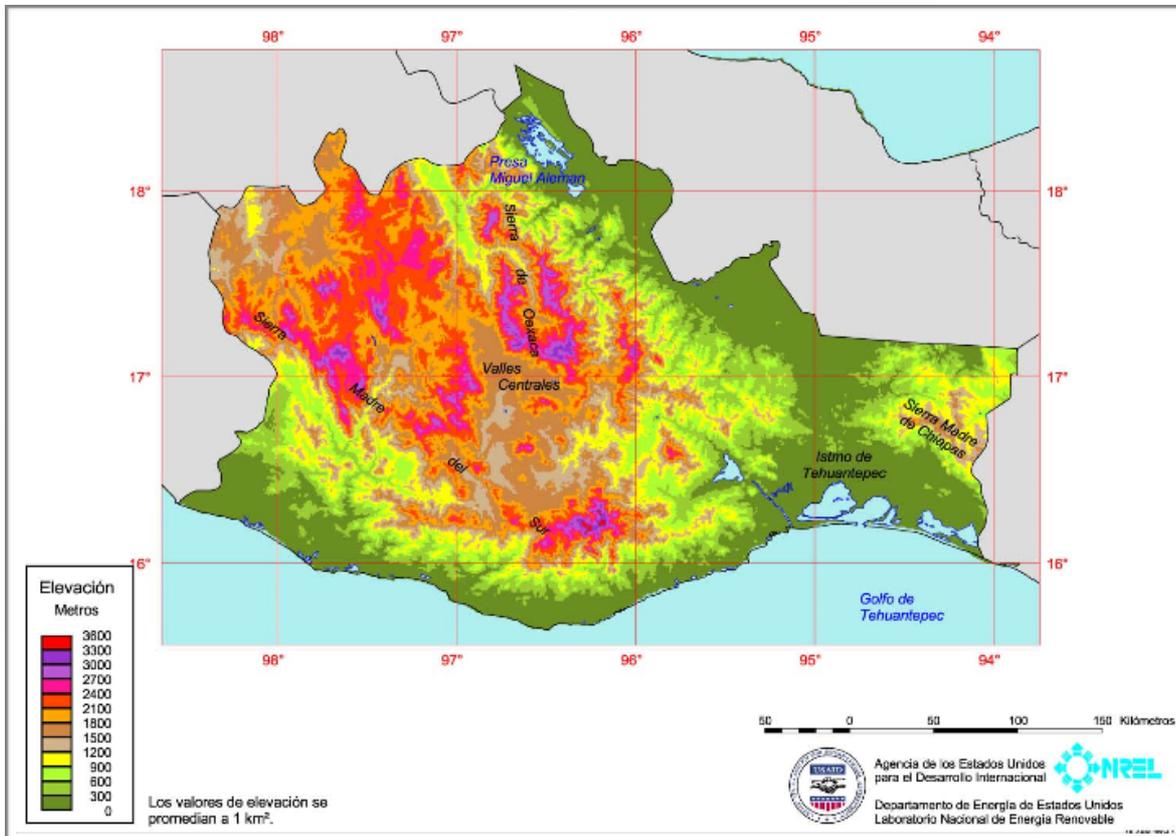
Consideramos de inicio que la pregunta que salta es ¿Por qué el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca? ¿De qué dispone esta región para concentrar la mayor capacidad instalada y generación de eololectricidad en México? y en este tema ser un referente en el continente americano y en el mundo.

4.1.1. La orografía istmeña.

Un primer elemento, como parte de la fuerza productiva del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca son sus características geográficas. Esta región forma parte del Istmo Mexicano (conformado por los Estados de Veracruz, Chiapas, Tabasco y Oaxaca), la parte más angosta del país con sólo 210 km de ancho, que permite la mayor interconectividad entre los océanos pacífico y atlántico. Caracterizada como un corredor o una *amplia planicie costera* que divide a las

cadena montañosas de la Sierra de Chiapas al este del Istmo y los límites este de la Sierra Madre del Sur y de la Sierra de Oaxaca al oeste del Istmo (se muestra en el mapa 1).

Mapa 1. Orografía del estado de Oaxaca.



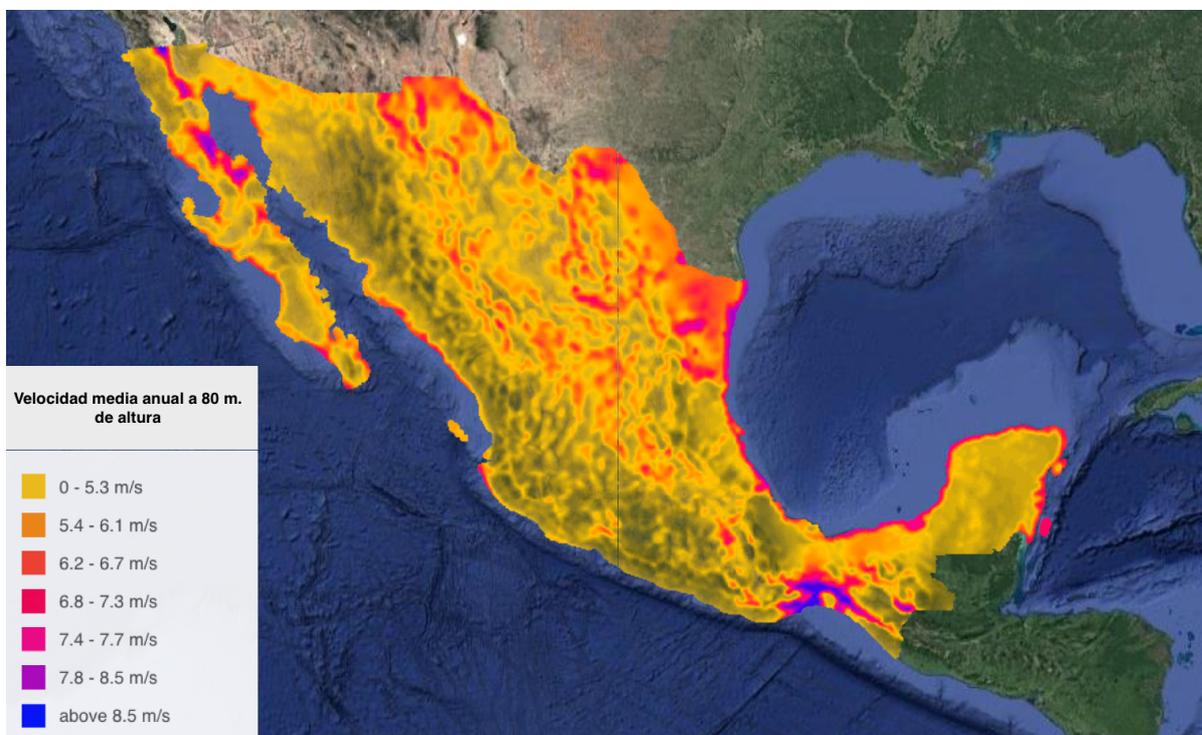
Fuente: NREL, 2004.

En México, de acuerdo al el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) el potencial eólico nacional estimado es de 71,000 MW, considerando factores de planta superiores a 20%, equivalente a la utilización de únicamente el 10% del área nacional con potencial,¹³³ debido a factores orográficos, ambientales, sociales, de factibilidad técnica y económica. Para factores de planta mayores que 30%, se estima un potencial de 11,000 MW y con más de 35% de factor de planta se estima en 5,235 MW (SENER, 2012). En el estado

¹³³ En realidad no existe una sola estimación sobre el potencial eólico mexicano, por ejemplo la Asociación mexicana de energía eólica, lo calcula en 50,000 MW, considerando también un factor planta mínimo de 20% (AMDEE & pwc, 2012).

de Oaxaca, si se consideran únicamente aquellas zonas con el más alto potencial de recurso eólico, en específico el sur de la región del Istmo de Tehuantepec, la superficie total estimada de terreno con viento es de aproximadamente 120,000 hectáreas, teniendo este terreno la posibilidad de alojar cerca de 6,000 MW de capacidad instalada, con ello el sur del Istmo de Tehuantepec se cataloga como el territorio con mayor y mejor viento en el país (NREL, 2004), debido precisamente al elemento geográfico que lo dota de ser la mayor reserva energética eólica en el país, después le siguen otros vientos ubicados en los estados de Tamaulipas, Yucatán, Baja California, según se muestra en el mapa 2, donde se identifican las zonas con mejor viento de acuerdo a las mediciones de velocidad, siendo el color azul es el asociado con mayor velocidad (arriba de 8.5 m/s).

Mapa 2. Áreas con potencial de aprovechamiento eólico en México. De acuerdo a su velocidad promedio anual.



Fuente: <https://irena.masdar.ac.ae/gallery/#map/619>

Como explicamos en el capítulo tres, el tipo de orografía es determinante para disponer de un viento de calidad para la generación eoloeléctrica: los valles o llanuras, los pasos montañosos, cordilleras, costas de los océanos y los grandes lagos, son los lugares idóneos para este fin (Cádiz, 1984), ya que este tipo de ubicaciones posibilitan el libre flujo del viento, lo cual contribuye a que el viento sople con mayor intensidad al no hallar a su paso objetos naturales o artificiales que obstaculicen su paso. El sur del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca es precisamente eso, una enorme planicie costera que le permite al viento soplar con “libertad” y por tanto mayor velocidad y mayor frecuencia en el año, es decir poseer un mayor factor capacidad, como lo abordaremos más adelante. De manera que las características de la orografía son decisivas para la calidad del viento, y en parte definen el valor de uso del territorio istmeño; en este caso para los fines en que la energía eólica es empleada, el espacio geográfico funge como una fuerza productiva natural (Barreda, 1995) idónea para la producción eoloeléctrica. Que en realidad en la región de estudio, las tierras que disponen de este potencial no habían sido aprovechadas con este objetivo, el valor de uso que contienen, servir de objeto sobre el que se instalen turbinas para generación eléctrica, por cientos de años permaneció oculto, y ha sido el desarrollo de las fuerzas productivas del capitalismo el que ha visibilizado la importancia de este tipo de territorios para la explotación del viento, así como el contexto climático energético, el que ha abierto la posibilidad de usarlo. Un desarrollo que asombra cuando observamos el tipo de tecnología que es instalado en el lugar. Sin embargo, eso no quiere decir que el valor de uso del espacio geográfico del Istmo, se haya “descubierto” a raíz del contexto señalado, ya que por ejemplo la ubicación estratégica de la región del Istmo lleva años siendo el centro de atracción de diversos proyectos que han pretendido explotar el valor de uso geopolítico de este territorio, por su angostura territorial, que posibilita la interconexión entre los océanos pacífico y atlántico para

la importación y exportación de mercancías; así como el enorme potencial de otro tipo de recursos naturales ubicados en esta zona del país. Pero el que diversas empresas como el gobierno mexicano hayan puesto especial interés en explotar la energía del viento es un asunto relativamente nuevo, que comienza en 1994 con el primer proyecto eólico, con fines meramente de experimentación y comprobación de la calidad del viento.

4.1.2. El viento.

Cuando nos referimos a la calidad del viento, hablamos fundamentalmente de su factor planta y velocidad, ya que el fin que se persigue con la apropiación del viento es la producción eléctrica cuya materia prima será la energía del mismo, que depende particularmente de la intensidad del viento: qué tan fuerte y con qué frecuencia sopla (IRENA, 2015), al mismo tiempo que depende del tipo de aerogeneradores disponibles.¹³⁴

La especificidad geográfica del istmo oaxaqueño permite albergar un viento de altísima calidad, en 100 mil hectáreas de la región se han estimado factores planta mayores al 48% (STYDE, 2015), convirtiéndose en un referente del sector de energías renovables del país y en el mundo, clasificado como uno de los tres mejores del planeta, con mayor potencial para la producción de electricidad.¹³⁵

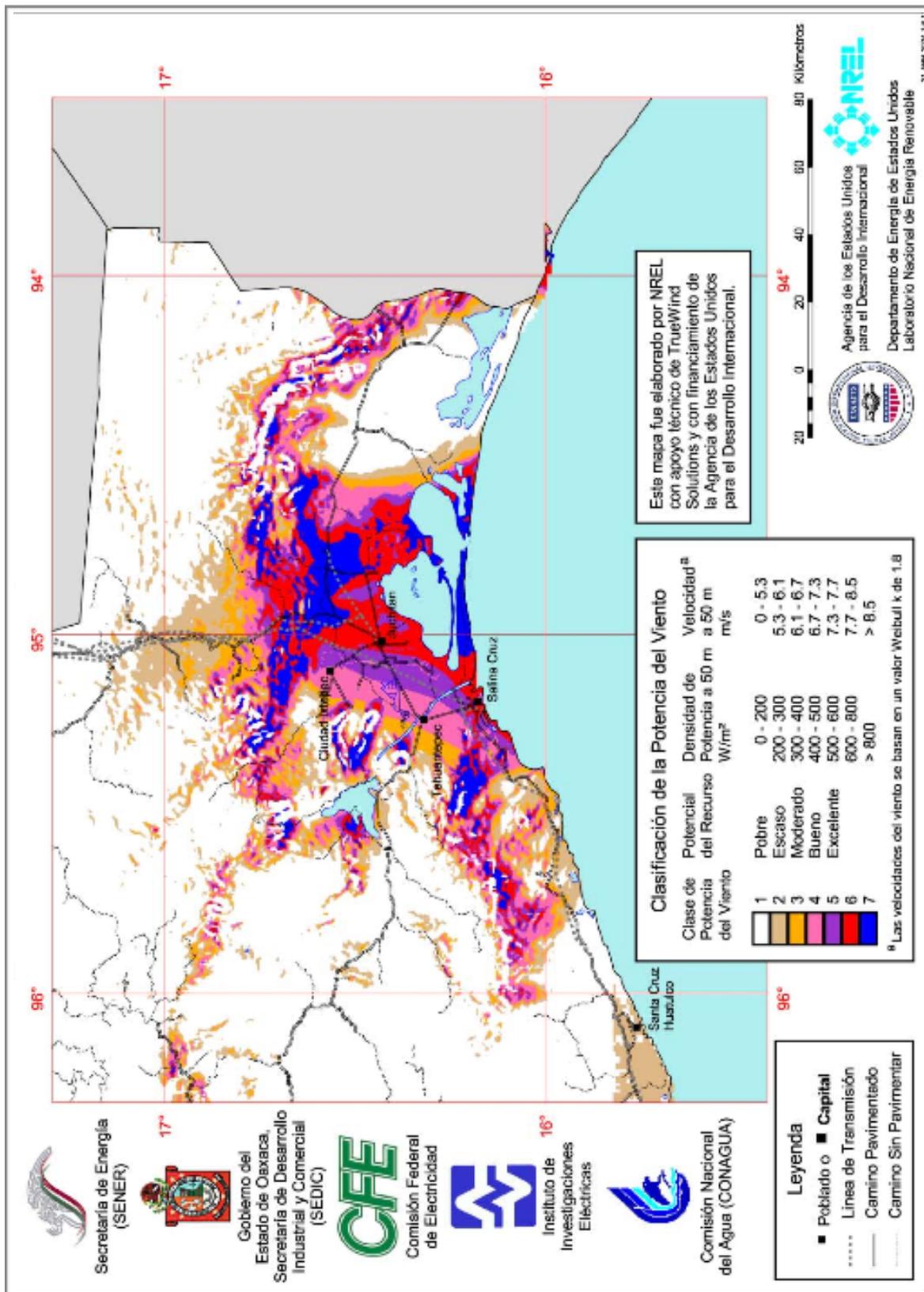
Otra característica relevante de la energía eólica es su velocidad, por ello el viento de la región ha sido catalogado como un recurso eólico excelente, de *clase 5* o mayor, es decir tiene una velocidad mayor a 7.3 m/s a una altura de 50 metros, observable en el área color azul y rojo del mapa 3 (en este mapa observe el cuadro incluido sobre las clases de viento en

¹³⁴ En el capítulo tres hemos desarrollado cuáles son las características tecnológicas de éstos y los principales avances de la industria para producir más eoloelectricidad.

¹³⁵ Esto según la Secretaría de Turismo y Desarrollo Económico del gobierno de Oaxaca. Información recogida del sitio web: <http://www.styde.oaxaca.gob.mx/node/74>. Consultada el 29 de noviembre de 2015. Aunque existen otras fuentes que señala que clasifican al viento del Istmo como el primero y segundo mejor del planeta. Según <https://www.youtube.com/watch?v=i36ZBHEyQB4> visto el 08 de octubre de 2017 y <https://www.energiaadebate.com/blog/1628/> revisado el 08 de abril de 2018.

el Istmo). El recurso más alto es de *clase de potencia 7*, se ubica cerca de las colinas, cordilleras y en la costa. Los fuertes vientos del norte son frecuentes en la región del Istmo, particularmente durante la temporada pico de viento de noviembre a febrero. Y la superficie de la región que contiene energía eólica con alto factor planta y velocidad se extiende desde la costa norte aproximadamente 60 km y aproximadamente de 60 a 80 km de este a oeste (NREL, 2004). Como se observa enseguida en el mapa 3.

Mapa 3. Mapa de recursos eólicos del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca



Fuente: NREL, 2004.

4.2. La producción de eoloelectricidad del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca

Una de las conclusiones más logradas de la obra de *El Capital* de Marx es que la producción capitalista es ante todo producción de mercancías, de valor, sobre todo es producción de plusvalía y, por ende, de capital. El excedente económico del capitalismo: la plusvalía, adquiere cuatro figuras transfiguradas o formas de distribución: ganancia industrial, ganancia comercial, interés y renta de la tierra.

Entendiendo que toda producción de valor y plusvalía proviene exclusivamente de la producción de mercancías, y al ser la renta diferencial una forma particular de este excedente, resulta fundamental estudiar el origen del mismo o el cómo se produce, la única vía para esta tarea es estudiar directamente el proceso de producción de la eoloelectricidad, que de manera general fue examinado en el capítulo tres y que en este capítulo se particulariza en el Istmo de Tehuantepec, como el centro de nuestra investigación.

La producción de eoloelectricidad parte, como toda la producción capitalista, de la premisa de una producción generalizada de mercancías, de que todo lo que se produce primordialmente va dirigido al intercambio, cuyo fin es la realización de la plusvalía para la obtención de ganancias. Inclusive, aquellos bienes que no son producto del trabajo del hombre, devienen en mercancías, al ser propiedad privada de una parte de la sociedad, como la tierra, agua, minerales, etc., se compran y se venden para participar en el proceso de valorización del capital. Este es el contexto de la mercancía eoloelectricidad en el mercado mundial, sin embargo existen elementos concretos a analizar respecto al lugar donde ésta se produce.

El auge del proceso de producción eoloeléctrica en el Istmo de Tehuantepec, sin duda alguna se explica por su gran potencial eólico, pero ésta característica no es suficiente para entender el tema. Este proceso se acompaña de dos grandes ejes jurídicos: *las modificaciones*

al artículo 27 constitucional y la nueva ley agraria, y a la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica en 1992, constituyendo ambas parte del nuevo marco legal que en México se ha venido creando *ad hoc* al patrón de acumulación de capital: el neoliberalismo. En el primer caso, a través del Programa de Certificación y Derechos Ejidales (PROCEDE) se permite el arrendamiento y la venta de los terrenos de propiedad ejidal y comunal, con el fin de “diversificar” los usos de la tierra, hasta entonces ‘monopolizada’ para la agricultura y destinarla a las necesidades de la acumulación de capital nacional y extranjero.¹³⁶ Y en el segundo caso, autorizando otros tipos de productores de electricidad, distintos a la Comisión Federal de Electricidad, bajo la figura legal de Sociedades de Autoabastecimiento y Productor Independiente de Energía, que en la práctica se ha traducido en la inversión de capitales transnacionales en la producción eléctrica, basada únicamente en energéticos fósiles, pero que sumando la LAERFTE aprobada en 2008,¹³⁷ amplió la oferta de energías a utilizar por estos mismos capitales. Un caso muy ilustrativo es justamente el de la eologeneración en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

Aunque en el ámbito internacional, este tipo de producción comenzó a darse a escala comercial y masiva desde mediados de los años setenta, en la región de estudio la instalación

¹³⁶ Los resultados del PROCEDE son un tema que complejiza la comprensión del proceso de arrendamiento de tierras en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, en específico en los municipios donde se han instalado las centrales eólicas no existe información precisa sobre los resultados del Programa, si efectivamente todos los ejidatarios cuentan o no con su título de propiedad individual por parcela, exactamente qué proporción de la tierra es de tipo ejidal o comunal (Nahmad, Nahón & Langlé, 2014). Por ejemplo, de acuerdo a R. S. Diego (2018) en Juchitán el proceso de cambio de tierras comunales a ejidales no concluyó, es por eso que ahí quien arrienda directamente las tierras es el presidente municipal o son contratos autorizados en asambleas comunitarias, con autoridades de bienes comunales, con ejidatarios, posesionarios y propietarios privados apócrifos, que carecen de legalidad para la firma de este tipo de contratos.

Corresponde al nuevo gobierno de Andrés Manuel López Obrador (a partir de diciembre de 2018) llevar a cabo una revisión del tema toda vez que una de las principales demandas de los arrendadores y población inconforme con los parques, sea la forma y los términos de los contratos de arrendamiento de tierras. El asunto es crucial hoy cuando uno de los principales campos de explotación en el Istmo de Tehuantepec es la energía eólica, por lo cual la producción de eoloelectricidad no puede continuar sino es mínimamente corrigiendo las irregularidades.

¹³⁷ Esta ley tiene por antecedente inmediato a la Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía (LAFRE) aprobada en 2005. Disponible en <http://www.cre.gob.mx/documento/3870.pdf>. Consultada el 20 de febrero de 2018.

de turbinas eólicas inició en 1994, teniendo de referente los *dos grandes ejes jurídicos* antes mencionados, a modo de un incipiente proyecto de la CFE para estudiar el potencial de la energía eólica, que pudo probar y mostrar al mundo el valor de uso del viento para los fines de la acumulación capitalista, revestido del interés por combatir el calentamiento global, ante lo cual el energético istmeño ofrecía amplias posibilidades de contrarrestarlo. Con ello, la energía del viento, sin ser mercancía se integró a la masa de mercancías del capitalismo, que aunque históricamente era ya fuerza productiva natural nunca sino hasta entonces se había utilizado no sólo en la región sino en México para estos fines.¹³⁸ A partir de entonces, con el arrendamiento de las tierras y la autorización de permisos de cambio de uso de suelo y construcción por las autoridades municipales a las transnacionales eoloeléctricas,¹³⁹ el viento se convierte en la materia prima indispensable para la producción de la mercancía eoloeléctricidad, de manera que en el Istmo oaxaqueño se concentra actualmente casi el 80%

¹³⁸ El viento es apreciado por los pueblos originarios del Istmo como parte de su cultura más no como una mercancía, así lo narra Bettina Cruz: “Para nosotros el viento es uno de los elementos de la vida; en zapoteco reconocemos el viento del norte, el viento del sur, el viento del agua (...) tienen nombres diferentes (...) para los pueblos ikoots los vientos son deidades, son sus dioses y diosas (...) el viento mujer es la brisa (...) para nosotros tiene un significado diferente al que tienen las empresas (...) nosotros no habíamos visto el viento como mercancía” (entrevista personal de Uharte, 2012).

Desde el punto de vista natural, el valor de uso del viento del Istmo de Tehuantepec contribuye a que sea uno de los más importantes corredores biológicos del país y forme parte del Corredor Biológico Mesoamericano, debido entre otras cosas a que es un paso natural para las aves migratorias, que siguen las corrientes de viento. Es decir el viento, ayuda al flujo migratorio de estas especies favoreciendo a su preservación, reproducción, etc.

Por otra parte, económicamente el viento ha sido y es una fuerza natural que promueve la fertilidad del mar favoreciendo la productividad en la actividad pesquera que ikoots y zapotecas llevan a cabo en la región. El viento permite la productividad en la laguna costera y la plataforma continental, ya que de manera natural revuelve el mar superficial, sacando o subiendo los nutrientes del fondo, y con ello una gran explosión del fitoplancton, como las algas marinas, alimento que sustenta la alimentación de todo tipo de animales marinos: camarones, peces, moluscos, etc. Es tal la abundancia pesquera que también pescadores de otros estados del país como Sonora, llegan a pescar a la región. Los indígenas ikoots explican de forma mítica que la fertilidad marítima producida por el viento, se debe a que el “padre” viento fecunda a la “madre” mar. Argumentación retomada de la entrevista a la bióloga Patricia Mora, disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=t3IRnbEaPzk>, fecha de acceso: 07 de marzo de 2018.

En ese sentido, a diferencia de los capitalistas a quienes les importa la energía eólica para producir valor, para las comunidades del Istmo el viento favorece a la obtención de valores de uso: medios de vida, sea para el consumo directo o destinando el dinero de su venta para satisfacer necesidades humanas.

¹³⁹ De acuerdo al artículo 115 constitucional son las autoridades municipales a quienes les compete modificar los usos del suelo y otorgar permisos de construcción. En el Istmo operó cambiando la vocación agrícola de las tierras por la industrial, sin esta actuación los permisos de generación eléctrica otorgados por la Comisión Reguladora de Energía a las empresas productoras no se habrían materializado en centrales eléctricas (Diego, 2018).

de la producción, con más de 2700 MW de potencia instalada distribuidos en 23 parques eólicos (cuadros 1 y 2); precisamente por las características de las fuerzas productivas de este territorio, el viento, la orografía, ubicación geográfica, han atraído como un imán a los capitalistas de la eoloelectricidad para la acumulación de capital, en un contexto donde la energía del viento es la que más se explota dentro de las fuentes renovables en el mundo. La característica de la eologeneración en el Istmo es su concentración por parte de unas pocas empresas: Acciona e Iberdrola de España,¹⁴⁰ EDF de Francia y Enel Green Power de Italia (cuadros 1 y 2), las cuales figuran dentro de las diez principales compañías eléctricas a escala internacional por su capacidad instalada (MW), además de ser propietarias de las centrales eoloelectricas *onshore* y *offshore* más grandes en el planeta (revise el capítulo uno). La dinámica de concentración eólica en la región se extiende a nivel país, pues son estos mismos capitales y otros también transnacionales, los que acaparan la generación en otros estados como Tamaulipas, San Luis Potosí, Nuevo León, Zacatecas, Guanajuato, Puebla, etc.

Así, en el Istmo de Tehuantepec, el grueso de la producción está destinada a atender la demanda energética de la minería, la gran industria y las grandes cadenas comerciales de capital nacional y transnacional, y no para satisfacer las necesidades de la población de esta región, porque de los veintitrés parques eólicos instalados en total, quince producen bajo el esquema de sociedades de autoabastecimiento (cuadro 1), comprometiéndose a entregar a los socios toda la energía producida, seis lo hacen como productores independientes de energía y sólo dos son de propiedad pública (cuadro 2).

¹⁴⁰ Como resultado de la privatización de la industria eléctrica, Iberdrola al mismo tiempo que es una de las principales productoras de eoloelectricidad en el Istmo, es también la primera productora de electricidad privada en México, de acuerdo a <https://www.iberdrola.com/sala-comunicacion/noticias/detalle/iberdrola-compra-a-gamesa-el-proyecto-de-construccion-del-parque-eolico-de-dos-arbolitos-mexico--de-70-megavatios-7264300320130507> consultado el 19 de marzo de 2018 y <https://expansion.mx/empresas/2018/02/21/iberdrola-invertira-2-800-mdd-en-nuevos-proyectos-electricos-en-mexico> revisado el 20 de marzo de 2018.

Cuadro 1. Proyectos eoloelectrónicos en operación en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, en 2016. Sociedades de autoabastecimiento*

Permisionario	Empresa propietaria	Origen del capital	Ubicación	Capacidad Autorizada (MW)	Inversión (miles de dólares)
Bii Nee Stipa Energía Eólica, S. A. de C. V.	IBERDROLA	ESPAÑOL	La Ventosa, Juchitán	26.35	\$52.70
PE Ingenio, S. de R. L. de C. V.	Zuma Energía	MEXICANO	Santo Domingo Ingenio y Juchitán, Oaxaca	49.50	\$99.00
Eléctrica del Valle de México, S. de R. L. de C. V.	EDF Energies Nouvelles.	FRANCES	La Mata, Asunción Ixtaltepec y La Ventosa, Juchitán	67.50	\$135.00
Eólica Zopiloapan, S. A. P. I. de C. V.	ENEL GREEN POWER	ITALIANO	Zopiloapan, El Espinal	70.00	\$140.00
Eólica Dos Arbolitos, S. A. P. I. de C. V.	IBERDROLA	ESPAÑOL	El Retiro, La Ventosa, Juchitán	70.00	\$140.00
Stipa Nayaa, S. A. de C. V.	ENEL GREEN POWER	ITALIANO	Zopiloapan, El Espinal	74.00	\$148.00
Eólica El Retiro, S. A. P. I. de C. V.	GRUPO MÉXICO	MEXICANO	El Retiro, La Ventosa, Juchitán	74.00	\$148.00
Fuerza Eólica del Istmo, S. A. de C. V.	GRUPO PEÑOLES	MEXICANO	Zopiloapan, El Espinal	80.00	\$160.00
Desarrollos Eólicos Mexicanos de Oaxaca 1, S. A. P. I. de C. V.	RENOVALIA	ESPAÑOL	Unión Hidalgo	90.00	\$180.00
Parques Ecológicos de México, S. A. de C. V.	IBERDROLA	ESPAÑOL	La Ventosa, Juchitán	101.90	\$203.80
Desarrollos Eólicos Mexicanos de Oaxaca 2, S. A. P. I. de C. V.	RENOVALIA	ESPAÑOL	Unión Hidalgo	137.50	\$275.00
Eoliatec del Pacífico, S. A. P. I. de C. V.	EDF Energies Nouvelles.	FRANCES	Santo Domingo Ingenio	160.00	\$ 320.00
Eoliatec del Istmo, S. A. P. I. de C. V.	EDF Energies Nouvelles.	FRANCES	Santa Rita, Juchitán	164.00	\$ 328.00
Fuerza y Energía Bii Hioxo, S. A. de C. V.	GAS NATURAL FENOSA	ESPAÑOL	Juchitán	234.00	\$ 468.00
Eurus, S. A. P. I. de C. V.	ACCIONA	ESPAÑOL	La Venta, Juchitán	250.50	\$ 501.00

Nota: * Los proyectos se encuentran ordenados de menor a mayor según el monto de inversión.

Fuente: Elaboración propia basada en la Tabla de permisos de generación e importación de energía eléctrica de la Comisión Reguladora de Energía al 30 de junio de 2016, disponible en www.cre.gob.mx/documento/1814.xlsx y en diversos Estudios de impacto ambiental de las empresas.

Cuadro 2. Proyectos eoloelectricos en operación*. Productores Independientes de Energía en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, en 2016.**

Permisionario	Empresa propietaria	Origen del capital	Ubicación	Cap. Autorizada (MW)	Inversión (miles de dólares)
Instituto de Investigaciones Eléctricas	CFE	MEXICANO	La Ventosa, Juchitán	5.00	\$ 10.00
Comisión Federal de Electricidad	CFE	MEXICANO	La Venta, Juchitán	84.20	\$ 168.40
Energías Ambientales de Oaxaca, S. A. de C. V.	ACS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION Y SERVICIOS SA	ESPAÑOL	Santo Domingo Ingenio	102.00	\$ 204.00
CE Oaxaca Dos, S. de R. L. de C. V.	ACCIONA	ESPAÑOL	Santo Domingo Ingenio	102.00	\$ 204.00
CE Oaxaca Cuatro, S. de R. L. de C. V.	ACCIONA	ESPAÑOL	La Venta, Juchitán y Santo Domingo Ingenio	102.00	\$ 204.00
CE Oaxaca Tres, S. de R. L. de C. V.	ACCIONA	ESPAÑOL	La Venta, Juchitán	102.00	\$ 204.00
Energías Renovables La Mata, S. A. P. I. de C. V.	ENEL GREEN POWER	ITALIANO	La Mata, Asunción Ixtaltepec	102.00	\$ 204.00
Energías Renovables Venta III, S. A. de C. V.	IBERDROLA	ESPAÑOL	Santo Domingo Ingenio	102.85	\$ 205.70

Nota: * Los proyectos se encuentran ordenados de menor a mayor según el monto de inversión.

**Todos los proyectos operan bajo la modalidad de Productor Independiente de Energía, excepto el del Instituto de Investigaciones Eléctricas, que es Pequeño Productor y el de la Comisión Federal de Electricidad que es de Autogeneración.

Fuente: Elaboración propia basada en la Tabla de permisos de generación e importación de energía eléctrica de la Comisión Reguladora de Energía al 30 de junio de 2016, disponible en www.cre.gob.mx/documento/1814.xlsx y en diversos Estudios de impacto ambiental de las empresas.

De los quince parques eólicos correspondientes a sociedades de autoabastecimiento, doce generan más del 70 % de su electricidad para satisfacer la demanda de la industria y la minería (Grupo FEMSA, Grupo Peñoles, Grupo México, Nissan, BIMBO, Nestlé, PEPSICO, CEMEX, Arcelor Mittal, por señalar algunos de los más importantes). Cuya producción en general se asocia con industrias identificadas como las mayores consumidoras de energía. De

acuerdo al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte son: Fabricación de cemento y productos a base de cemento en plantas integradas, industria básica del hierro y del acero; minería de minerales metálicos y no metálicos, elaboración de cerveza, elaboración de refrescos, hielo y otras bebidas no alcohólicas y purificación y embotellado de agua; fabricación de automóviles y camiones; entre otros (SENER, 2014).¹⁴¹ De manera que este tipo de industria al proveerse de “energía limpia” como la eólica sólo cuestiona el origen de las fuentes de energía, cambiando de fósiles a renovables, pero el resto de los procesos productivos permanecen inamovibles e incuestionables ya que los ritmos de industrialización y consumismo siguen creciendo y promoviéndose bajo el mismo objetivo en común: la ganancia, y menos aún sin cuestionar el tipo de mercancías producidas con “energía verde”, aunque sean nocivos y destructivos para el ser humano y el planeta, como si el solo hecho de emplear este tipo de energéticos les diera fuera para continuar saturando el planeta con este tipo de mercancías. Por ejemplo, mientras la electricidad producida por Enel Green Power para Nestlé (Parque Bii Nee Stipa II) se dice que reducirán las emisiones de dióxido de carbono en un volumen equivalente a sacar de circulación a 39,000 automóviles al año,¹⁴² no obstante Nissan es una de las armadoras que también reciben eoloelectricidad para seguir produciendo más vehículos automotores.

Aunque claramente se puede observar que la generación eoloelectrica es para consumo privado de grandes empresas, en distintos medios las productoras de eoloelectricidad aparentan generarla para la gente del Istmo o del país en general, por ejemplo poniendo

¹⁴¹ Por ejemplo, PEMEX Petroquímica; industria química; fabricación de vidrio y productos de vidrio; fabricación de pulpa, papel y cartón; elaboración de azúcares; construcción; fabricación de productos de hule; fabricación de fertilizantes; y elaboración de productos de tabaco.

¹⁴² Véase: <https://www.nestle.com.mx/media/pressreleases/grupo-nestlé-méxico-l%C3%ADder-en-el-uso-de-energ%C3%ADa-eólica> fecha de acceso: 30 de marzo de 2018.

siempre a la energía producida como un equivalente a la demanda de miles de hogares mexicanos.¹⁴³ En esta misma lógica, las empresas han nombrado a sus parques en lengua zapoteca, el idioma dominante en la región, como si los proyectos realmente representaran las necesidades de sus habitantes: Bii Nee Stipa Energía Eólica, Fuerza y Energía Bii Hioxo, Stipa Nayaa, según se aprecia en los cuadros 1 y 2.

Al igual que en la diversidad de países con parques eólicos, en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca la producción eoloelectrónica se encuentra altamente automatizada, su característica es la de una alta composición orgánica de capital, aparentando ser los aerogeneradores el centro de la generación y no los trabajadores (véase capítulo tres) durante la operación o producción de los parques, mostrándose ello como un caso normal de la industria moderna, una expresión de cuán desarrollado está el capitalismo, pero contrastando con el atraso del mismo en la región, ya que las relaciones sociales de producción capitalistas no son aún las hegemónicas como tampoco lo es el tipo de propiedad sobre la tierra, al ser la propiedad social la que predomina sobre la propiedad privada. Por lo que ambos niveles de desarrollo del capitalismo son la base sobre la cual se lleva a cabo aquí la eologeneración.

La falta de avance del capitalismo en el Istmo de Tehuantepec, es lo que se observa con la forma como se consiguen las tierras, desde la fase de estudio del viento, hasta para la instalación y operación de las centrales eólicas, las empresas rentan la totalidad de la tierra ocupada, porque más del 60 % de éstas pertenece al régimen de propiedad social, propietarios ejidales y comunales, durante un periodo de 30 años, con posibilidad a renovarse

¹⁴³El Parque Ingenio ubicado en el Istmo, su propietaria Acciona señala que producirá energía limpia equivalente al consumo de unos 125,000 hogares mexicanos. Información disponible en: <http://www.accionaconstruccion.com/es/salaprensa/noticias/2014/septiembre/acciona-energia-construira-mexico-parque-eolico-llave-mano/>

Fecha de acceso: 30 de marzo de 2018. O el complejo eólico Eurus también de Acciona, pese a que su electricidad generada está contratada casi en un 100% por CEMEX, aquella dice que la generación es equivalente a proveer un consumo eléctrico para 500 mil habitantes, dato recabado de <https://m.youtube.com/watch?v=PMKl-T4ftWw> consultado el 02 de abril de 2018.

otros 30 años más.¹⁴⁴ No obstante, el arrendamiento de tierras no incluye el pago por el energético principal para la eologeneración, que es el viento, ya que pese a ocupar este lugar, es considerado por la industria, como un recurso gratuito (Gamesa, 2012). Esta discusión la desarrollaremos más adelante.

Es importante llamar la atención sobre el *arrendamiento* como la forma en que se adquiere la tierra para la instalación de los parques eólicos, que es un proceder semejante al de las empresas mineras. En este caso, entendemos que el arrendamiento ocurre porque el interés sobre los territorios sólo dura mientras en éstos existan minerales y metales que extraer, debido a su especificidad de ser no renovables. Cuando se agotan, las empresas ya no tienen nada que hacer, pues la fuente de la riqueza se ha acabado y por lo tanto pierde relevancia el ser dueño de una tierra que prontamente será inservible para los fines de la minería y cobra sentido la posesión sólo durante un tiempo limitado vinculado al valor de uso de la misma. Pero, en el tema eólico del Istmo la renta de la tierra revela un aspecto contradictorio, porque aquí lo que se apropia, a diferencia de la actividad minera, es un energético renovable, lo que garantiza su existencia por tiempo ilimitado para su explotación, ello significaría que la procedencia con las tierras debiera ser distinta a la minería, que en lugar de *arrendarse* tendrían que *comprarse*, ya que desde 1992 la modificaciones

¹⁴⁴ En los contratos de arrendamiento a los que tuvimos acceso se estipula que el periodo de arrendamiento es de 30 años, con posibilidad de renovación por 30 años más, lo cual procederá de forma automática si los propietarios del polígono donde se instala la central eólica no se lo indican a la empresa, ya sea para aclarar alguna cláusula contractual o para cancelar el proyecto.

constitucionales en materia agraria permitieron la compra venta de las parcelas ejidales mediante su conversión a pequeña propiedad privada (Téllez, 1994).¹⁴⁵

Finalmente, a la explicación de cómo se da el proceso de instalación de parques eólicos en el Istmo hay que agregar la *corrupción* como un elemento explicativo sin el cual no estaría completa la descripción. La corrupción en la que incurren las empresas para sobornar a las autoridades de los diversos niveles en la región del Istmo y el Estado, para concretar y agilizar la instalación de las centrales eoloeléctricas

El tema en general no es un asunto que se circunscriba a esta actividad, J. Hernández (2009) advierte de los “múltiples recursos económicos que las corporaciones invierten para influir en las decisiones políticas tanto de organismos nacionales como internacionales” (citado en Uharte, 2015, p.72) para beneficiarse. O bien, de acuerdo a J. Carrión & T. Verger (2007) la corrupción a través del soborno a funcionarios, cargos gubernamentales, etcétera, “a los que se les promete una remuneración a cambio de legislar a su favor, adjudicar contratos de obra o servicio, conseguir un trato de privilegio” (citado en Uharte, 2015, p.72). Sin embargo, en México la corrupción adquiere una dimensión de mayor gravedad ya que según Transparencia Internacional, está catalogado como el país donde más sobornos se pagan en América Latina.¹⁴⁶

Y en el Istmo de Tehuantepec la situación se manifiesta mediante la cooptación política de las empresas eólicas a autoridades del gobierno estatal, municipal, autoridades del

¹⁴⁵ Sin embargo, la compra de tierras para centrales eólicas no es algo común a nivel mundial. Una de las principales razones por las cuales la compra de tierra es inusual es que ocasiona un gasto adicional que debe agregarse a un proyecto que de por sí significa grandes desembolsos de capital (Winrock International, Global Energy Concepts & American Wind Energy Association, 2003), concentrados en la compra de los aerogeneradores. Es decir, que para las empresas resulta menos costoso arrendar las tierras que comprarlas, aunado a que en el Istmo la compra es un asunto complejo al no existir *certeza jurídica sobre la propiedad de las tierras*, ya que como explicamos antes, el proceso de entrega de títulos de propiedad por parcela ejidal no culminó.

¹⁴⁶ Información encontrada en <https://www.forbes.com.mx/mexico-el-pais-que-mas-paga-sobornos/> revisada el 16 de octubre de 2018.

comisariado ejidal a modo de que sirvan a sus intereses. Por ejemplo, el otorgamiento de permisos de cambio de uso de suelo, descuentos en el pago de impuestos, acercar a las empresas con los propietarios de la tierra y apoyar en convencerlos de que tiene que firmar los contratos, negociar precios de arrendamiento inferiores a los que pagan en sus lugares de origen, promover entre la comunidad el discurso empresarial de las ventajas de la aceptación de los parques eólicos para la región, etc. En L. M. Uharte (2012) el lector encontrará el detalle de los ejemplos de la corrupción empresarial en la región, recabados de entrevistas a los pobladores, desde su experiencia personal cotidiana.

La ejemplificación nos permite entender que la producción eoloelectrica en la región parte de la premisa de la corrupción, pero también forma parte de las condiciones que le garantizan al capital que la producción eoloelectrica ocurra de acuerdo a sus intereses. En síntesis, diríamos que la corrupción es premisa y elemento del proceso de la acumulación de capital en la eoloelectricidad, de modo que entenderlo así lleva a romper el esquema de que ésta se da simplemente con la compra de fuerza de trabajo y medios de producción, que si bien es necesario no resulta suficiente como más adelante daremos cuenta.

4.3. La producción de la renta diferencial eólica en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca

4.3.1. La categoría renta diferencial eólica.

En el capítulo dos de esta investigación expusimos el planteamiento teórico de la renta diferencial estudiada por Marx, así como otras discusiones más recientes alrededor del tema. No obstante, fueron planteamientos que sientan las bases teóricas y generales acerca de la renta diferencial, que ahora retomamos para aterrizarlos en la producción de eoloelectricidad, ya que como se mostró en ese capítulo, esta renta diferencial ha sido estudiada a profundidad en la producción agrícola y en menor medida en la minería o en la producción energética fósil.

Pero ¿por qué hablar de una renta diferencial del viento? ¿Qué entendemos por ella? Cuáles son las condiciones materiales, naturales, económicas, políticas, etc., que dan pie a la producción de la renta diferencial eólica? ¿Cuáles son sus especificidades y similitudes respecto a la renta diferencial agrícola estudiada por Marx? Son algunas preguntas a las que en las siguientes líneas vamos a responder.

Planteamos que lo desarrollado por Marx para la agricultura puede trasladarse a la producción eolieléctrica como generadora de valor y de un excedente económico superior a la media social, que sólo vientos tan especiales como el del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca pueden provocar. Ya C. Marx (2001, p. 717) desde su tiempo amplió el horizonte de aplicación de la categoría de renta diferencial, veamos:

La renta diferencial se presenta en todas partes y se ajusta a las mismas leyes de la **renta diferencial agrícola** dondequiera que existe renta. Dondequiera que las fuerzas naturales son monopolizables y aseguran al industrial que las emplea una ganancia excedente, ya se trate de un salto de agua, de una mina rica, de aguas abundantes en pesca o de solares bien situados, nos encontramos con que la persona que por su título sobre una porción del planeta puede alegar un derecho de propiedad sobre estos objetos naturales se apropia esta ganancia excedente y se la sustraen al capital activo, en forma de renta. [...]. Por medio de esta renta, una parte de la sociedad impone a la otra un tributo por el derecho a poder habitar la tierra, ya que la propiedad territorial lleva implícito en términos generales el derecho del propietario a explotar el planeta, las entrañas de la tierra, el aire y, por tanto, la conservación y el desenvolvimiento de la vida misma. [...].

El centro de la renta diferencial en Marx fueron las fuerzas productivas naturales como la energía hidráulica y la fertilidad de la tierra. Sin embargo, al hablar de la renta del suelo, en la tierra incluía a los bosques, aguas, minerales, etc. Por ello entendemos que la renta diferencial engloba todos aquellos bienes de la naturaleza que están contenidos en la tierra, cuál si ésta fuera un gran recipiente que contiene una gama diversa de fuerzas naturales que puestas al servicio de la producción pueden ser muy útiles. Es por eso que nos ocupamos de la renta diferencial eólica, ya que el viento es un bien contenido en la tierra, una fuerza de la

naturaleza unida a la misma, que corresponde a determinados atributos o condiciones naturales de partes específicas del suelo, las tierras del Istmo de Tehuantepec contienen a esa energía del viento diferenciable del resto de recursos eólicos en México y del mundo, en cuanto su superioridad por las características que posee, que permite obtener un *excedente económico extraordinario*. El planteamiento teórico de Marx sobre la renta diferencial fue aplicada a la producción agrícola, aquí nosotros lo emplearemos para analizar la explotación del *viento*, para producir electricidad. Donde esta *fuerza de la naturaleza* será la base natural de la ganancia extraordinaria o plusganancia, porque es la energía del viento el bien que los propietarios de los parques eólicos están usufructuando, no la fertilidad de la tierra, es un fin energético el que se persigue, no un fin agrícola. Esto derivado de los nuevos usos que se le están dando al suelo, de acuerdo a las nuevas necesidades de la acumulación de capital, donde la tierra es fundamental como espacio, como objeto de trabajo indirecto donde se instalan los aerogeneradores para capturar la energía eólica y producir electricidad (revise el capítulo tres). En ese sentido, enfrentamos especificidades propias de una renovada forma de acumulación de capital, por los nuevos roles que adquieren las energías renovables de la tierra ante sus requerimientos de suministro energético y la situación crítica del calentamiento global. Se observa pues que nos ubicamos en un contexto diferente a la producción agrícola, pero perfectamente aplicable a la producción de eoloelectricidad. Qué es esta renta diferencial del viento es lo que corresponde explicar ahora.

La explicación tiene por punto de partida la categoría del valor de la mercancía y la ley del valor.

El valor es el tiempo de trabajo socialmente necesario invertido en la producción de una mercancía, depende directamente de la capacidad productiva disponible para la mayoría de los productores en una determinada rama de la producción, en particular de las fuerzas

productivas: técnicas, naturales y humanas, empleadas para ese fin. En el capitalismo, que es donde Marx se centra para desarrollar esta categoría, la tendencia es a revolucionar o desarrollar esas fuerzas productivas con el afán de producir más, no por el valor de uso en sí mismo de los productos del trabajo, sino por su valor. Es así como Marx plantea que es la ley del valor la que estará rigiendo la producción de mercancías y por supuesto la valorización del capital, planteándola como una relación inversamente proporcional entre el aumento de la productividad, del desarrollo de las fuerzas productivas sociales y su impacto en una reducción en el valor individual de las mercancías, a su vez traducido en una mayor masa de éstas pero con menor valor unitario. Esta ley también la podemos leer en la tendencia enunciada por Marx en la ley general de acumulación capitalista, como en la ley de tendencia decreciente de la cuota general de ganancia, porque en ellas se plantea la tendencia social de los capitales a elevar la composición orgánica de capital, imponiéndose en términos de valor la inversión de capital en las fuerzas productivas técnicas para incrementar el número de objetos mercantiles y ampliar la masa de plusvalía obtenida, en otras palabras para ampliar el tamaño de la acumulación. De hecho en todas las ramas productivas Marx plantea que el principal interés del capitalista acerca de la innovación tecnológica es la posibilidad de obtener gracias a ella mercancías de valor inferior al valor promedio de la esfera donde se ubique, lo cual le permitirá apropiarse de ganancias extraordinarias, claro está mientras su composición orgánica de capital no se generalice, pues cuando eso suceda este tipo de excedente desaparecerá, el valor individual producido dejará de ser el menor, pasando a ser el promedio.

Esta manera positiva que tiene la productividad social de impactar en la reducción de la magnitud del valor y la escala creciente de los objetos producidos, en Marx siempre se centró en las fuerzas productivas técnicas y por su puesto en la misma fuerza de trabajo, es decir en

las producidas por el ser humano, esto deja de ser exclusivo al llegar al estudio de la renta de la tierra, en donde se subraya la importancia que tiene la naturaleza como base para la producción de la ganancia extraordinaria, convertida en renta diferencial por hallarse aquélla en manos de un propietario. Una fuerza natural superior que sólo forma parte de las condiciones productivas de uno o unos cuantos capitalistas, enfrentados a competidores que no disponen de ellas, lo que permite a los primeros obtener mercancías con un valor individual menor al valor medio.

En el caso de la producción de eoloelectricidad, el viento es una fuerza productiva natural que forma parte de la capacidad productiva de las empresas asentadas en la región del Istmo, al ser el objeto natural de trabajo básico e imprescindible para dicho fin. Aunque por supuesto la tecnología sea también parte de estas condiciones productivas,¹⁴⁷ por ahora nos centraremos en el aspecto natural crucial de la energía eólica para elevar la productividad de la generación eoloeléctrica.

El viento es una fuerza natural de la tierra que no es producto del trabajo ni creación del capital; las cualidades que lo hacen explotable a escala comercial como el factor planta, la velocidad, distribución, densidad, orografía de los suelos, son limitadas en cuanto a su volumen o abundancia en el planeta. A este conjunto de características lo denominamos productividad natural o fertilidad del viento y sólo las poseen algunos vientos en el mundo en determinados territorios, en ese sentido se diferencian de las zonas donde el viento no fluye con la fuerza, frecuencia y velocidad que lo hace en esta región. Podemos decir que viento hay en muchas partes del planeta, pero las particularidades que lo hacen sujeto a

¹⁴⁷ Nos referimos a los aerogeneradores y sus principales innovaciones concentradas en aumentar la longitud de las palas, altura de las torres y potencia nominal del generador. Al respecto consulte el capítulo tres.

explotación para la generación eléctrica, sólo se hallan en sitios privilegiados producto de la naturaleza como el del Istmo de Tehuantepec.

Caracterizar a la energía eólica con una fertilidad natural cuestiona el discurso de las empresas eoloeléctricas que han utilizado el argumento de la no fertilidad de las tierras del Istmo, aludiendo a que esas tierras estaban ociosas y eran improductivas para el cultivo, siendo que es hasta la llegada de los proyectos eólicos cuando “adquieren” razón de ser,¹⁴⁸ consideramos que este planteamiento es engañoso pues, es precisamente el viento intenso que atraviesa estas tierras en particular, lo que en otro sentido la hace fértil, al impactar positivamente en la producción de eoloelectricidad.¹⁴⁹

Lo que las productoras de eoloelectricidad hacen es separar a la energía eólica del territorio concreto que atraviesa, como si no fuera una cualidad o parte del valor de uso de los mismos, por lo que este planteamiento omite que son las condiciones territoriales de la región las que dotan al viento de calidad o valor de uso para ser empleado en la generación, es decir cada viento de acuerdo al lugar que atraviere es diferente, por ejemplo no es la misma su velocidad en la sierra de Oaxaca que la de la región del Istmo (véase los mapas 1 y 2). Al catalogar las tierras de infértiles se está *minimizando la importancia de los territorios* que poseen este tipo de energéticos,¹⁵⁰ y ha sido uno de los argumentos que han usado para convencer a los ejidatarios y otros propietarios de terrenos de la instalación de los parques

¹⁴⁸ Por el tema de investigación de esta tesis, no daremos la discusión de si la tierras del Istmo son o no fértiles para la agricultura, sin embargo el discurso empresarial que recurre a la ociosidad e infertilidad de las mismas, utiliza a conveniencia la situación de abandono del campo mexicano por parte del gobierno federal que ha conllevado a que las tierras se usen cada vez menos para fines agrícolas, y su utilidad original sea sustituida por otro tipo de producción, en ese caso eléctrica, tal como lo planearon con la modificación al artículo 27 constitucional, en 1992 y que hoy se expresa en los nuevos usos de la tierra.

¹⁴⁹ En realidad la fertilidad de la tierra es una cuestión más amplia, que trasciende a la actividad agrícola, pues el hecho de que en el suelo estén incluidos el agua, minerales, metales, hidrocarburos, etc., las convierte en fértiles para otros fines productivos distintos a la agricultura. Así, la fertilidad de un territorio no debe entenderse como un concepto absoluto sino relativo; es decir, siempre en relación a una diversidad de características según la tierra de la que hablemos.

¹⁵⁰ La minimización del territorio eólico también se pretende hacer mediante el desarrollo tecnológico, que elimine la dependencia natural del viento para generar electricidad, según lo estudiamos en el capítulo tres.

eólicos.¹⁵¹ Aunque, en otro sentido los mismos capitales asocian la importancia de las tierras al tipo de recurso eólico contenido en ellas, planteando que “el viento en el Istmo de Tehuantepec es la nueva cosecha del Oaxaca rural”.¹⁵²

A continuación abordaremos las características del viento del Istmo, que constituyen parte de su fertilidad y de la tierra misma que lo contiene.

A nivel internacional existen parámetros que determinan la rentabilidad de los vientos, **la densidad de potencia, rango mínimo velocidad promedio entre 6.5** (Juárez y León, 2014) **y 7 m/s a una altura mínima de 50 m.** (Elliot, D., Schwartz, M., Scott, G., Haymes, S., Heimiller, D. y George, R. 2004), **un factor capacidad o factor planta (fp) mínimo del 25%.** En la región del Istmo de Tehuantepec, el recurso eólico supera los estándares establecidos, es decir su productividad o fertilidad natural es mayor. Al respecto, presentamos un cuadro comparativo.

¹⁵¹ En la entrevista a M. Pérez (comunicación personal, 19 de julio de 2011), habitante del ejido de La Ventosa, Juchitán, Oaxaca, pudimos constatar el discurso del que las empresas eólicas echan mano, convenciendo a los campesinos de que les conviene más recibir un ingreso por el arrendamiento de sus terrenos, a no obtener nada de tierras que no producen por la falta de apoyo del gobierno, además de que el mismo viento afecta a las cosechas. Con ello han manipulado a la gente para que concluya de que son las empresas quienes les hacen un favor por utilizar sus tierras y pagar por ello, cuando son tierras que supuestamente no sirven y no proporcionan posibilidad de progreso. Al respecto también se encuentran en internet otros testimonios que ofrecen la misma concepción, véase por ejemplo : <https://www.youtube.com/watch?v=SNOFYtJ0uo0> y <https://www.youtube.com/watch?v=PMKI-T4ftWw> consultados el 02 de abril de 2018. Sin embargo, de este mismo discurso también se echa mano en otros lugares como Galicia, España donde las empresas eólicas imponen precios por arrendamiento o compra de terrenos, alegando la improductividad de las tierras, para que los propietarios acepten la enajenación temporal o definitiva de sus tierras (Regueiro, 2011).

¹⁵² Expresión de Fernando Mimiaga, quien ha ocupado puestos centrales en temas de energía en el estado de Oaxaca, desde ahí se ha dedicado a promover la inversión extranjera en proyectos eólicos en el Istmo de Tehuantepec, precisamente la afirmación se encuentra en un video producido por Acciona para mostrar los “amplios” beneficios de uno de sus parques. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=PMKI-T4ftWw> , visto el 02 de abril de 2018.

Cuadro 3. Comparativo de vientos en el mundo

País/Región	Velocidad anual (m/s)	Densidad de potencia (W/m ²)	Factor Capacidad
Mundo	ND	ND	26-28%
Europa	ND	ND	20-30%
México	>10 m/s	>500 W/m²	> 42%
Estados Unidos	ND	ND	30 %
España	6 m/s	250 W/m²	27%
China	ND	ND	23 %
Alemania	ND	ND	20.5 %
India	ND	ND	20 %

Nota: Los datos de México refieren a los del Istmo, por ser el recurso eólico más estudiado en el país, fueron medidos a 50 m. de altura y los de España a 80 m.

ND= No disponible.

Fuente: Elaboración propia con información de Juárez y León, 2014, IDAE 2011, IPCC, 2012 y NREL 2004.

Como se puede observar todas las empresas que producen eoloelectricidad en esta región poseen de suyo un viento con características por encima del promedio social, pues además de los datos del cuadro 1, sabemos que **Oaxaca destaca entre los tres primeros lugares en el mundo**, con mayor potencial para la producción de electricidad con la energía del viento.¹⁵³ El Laboratorio Nacional de Energías Renovables de Estados Unidos, lo clasificó ya desde hace muchos años, como uno de los mejores a escala mundial, pues mientras en el mundo el promedio en la velocidad y densidad del viento es de clase 4, en la región la clase es 6 o 7. La localización de este tipo de vientos (según se muestra en el cuadro 4), coincide exactamente con la ubicación de las centrales eoloeléctricas, asentadas en las zonas con mejor energía eólica (vaya a cuadros 1 y 2). Es decir, que los capitalistas del ramo se encuentran haciendo uso de una fuerza de la naturaleza, como parte de sus condiciones de producción, condiciones

¹⁵³ Esto según la Secretaría de Turismo y Desarrollo Económico del gobierno de Oaxaca. Información recogida del sitio web: <http://www.styde.oaxaca.gob.mx/node/74> . Consultada el 29 de noviembre de 2015.

superiores a las poseídas por la mayor parte de capitales eólicos, pues mientras en el mundo la media de factor planta se ubica entre 26 y 28%, en el Istmo es del 42% (cuadro 3).

Cuadro 4. Ubicaciones más relevantes por orden de potencial eólico en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca

Potencia de Viento, Clase	Localidad
7	San Mateo del Mar y Santa María del Mar
6 y 7	La Mata, La Ventosa, La Venta, El Porvenir
6 y 7	Unión Hidalgo, Santo Domingo Ingenio
6 y 7	San Dionisio del Mar y San Francisco del Mar
6 y 7	Juchitán, Chicapa de Castro
6 y 7	El Espinal, Santa Rita, Ixtepec

Fuente: Estudio de impacto ambiental del parque eólico “Eurus”, 2006.

Asimismo la superioridad de la energía eólica istmeña, por las cualidades mencionadas, también se puede observar al comparar los proyectos instalados en este territorio con otros que operan en diversas partes del país, en cuanto a su factor planta (revisar cuadro 5).

Cuadro 5. Factores planta de parques eólicos en operación en México*

Nombre	Ubicación Geográfica	Capacidad Efectiva MW	Generación GWH	Factor Planta
Eurus	Juchitán de Zaragoza, Oaxaca	250.50	1,038.98	47 %
Ce Oaxaca Cuatro	Juchitán de Zaragoza, Oaxaca	102.00	420.65	47 %
Stipa Nayaa (Bii Nee Stipa II)	El Espinal, Oaxaca	74.00	284.76	44 %
Eólica Zopiloapan (Bii Nee Stipa III)	El Espinal, Oaxaca	70.00	260.13	42 %
Ce Oaxaca Dos	Santo Domingo, Oaxaca	102.00	375.09	42 %
Eoliatec del Istmo	Juchitán De Zaragoza, Oaxaca	164.00	578.53	40 %
Eólicos Mexicanos de Oaxaca I	Juchitán de Zaragoza, Oaxaca	90.00	315.30	40 %
Bii Nee Stipa I	El Espinal, Oaxaca	26.35	92.14	40 %
Los Altos	Ojuelos de Jalisco	50.40	165.10	37 %
Energías Ambientales de Oaxaca	Santo Domingo, Oaxaca	102.00	329.96	37 %
Eoliatec del Pacifico	Santo Domingo Ingenio, Oaxaca	160.00	508.08	36 %

Cuadro 5. Factores planta de parques eólicos en operación en México*

Nombre	Ubicación Geográfica	Capacidad Efectiva MW	Generación GWH	Factor Planta
Eólica de Arriaga	Arriaga, Chiapas	28.80	80.16	32 %
Energías Renovables Venta III	Santo Domingo, Oaxaca	102.85	276.59	31 %
Ce Oaxaca Tres	Santo Domingo, Oaxaca	102.00	270.03	30 %
Eléctrica del Valle de México	Ixtaltepec, Oaxaca	67.50	174.72	30 %
Fuerza Eólica del Istmo	Ixtaltepec, Oaxaca	80.00	206.19	29 %
Compañía Eólica de Tamaulipas	Reynosa, Tamaulipas	54.00	137.91	29 %
Municipio de Mexicali	Mexicali, Baja California	10.00	25.05	29 %
La Venta	Juchitán de Zaragoza, Oaxaca	84.65	210.38	28 %
Eólica Santa Catarina	Santa Catarina, Nuevo León	22.00	37.47	19 %
Yuumil Ik	Benito Juárez, Quintana Roo	1.50	2.18	17 %
Parques Ecológicos de México	Juchitán de Zaragoza, Oaxaca	79.90	110.39	16 %
Parque eólico Piedra Larga Fase 2	Unión Hidalgo, Oaxaca	137.50	186.11	15 %
Instituto de Investigaciones Eléctricas	Juchitán de Zaragoza, Oaxaca	0.30	0.29	11 %
Guerrero Negro (Puerto Viejo)	Mulegé, Baja California	0.60	0.09	2 %
Eólica El Retiro	Juchitán de Zaragoza, Oaxaca	74.00	0.00	0 %

* Datos disponibles hasta diciembre de 2014.

Fuente: Construcción propia con información del Inventario Nacional de Energías Renovables de la SENER.

Son estas características las que dotan al viento de la región de una alta productividad o fertilidad natural y por eso planteamos que su uso da lugar a producir a un valor individual menor a la media social, y por tanto a un precio de producción individual menor al social; pues el contenido de trabajo vertido en esta mercancía es menor al requerido en la rama de producción de la eoloelectricidad, ya que la energía eólica superior del Istmo potencia los niveles de producción, pues éstos dependen directamente de su factor capacidad, cuanto

mayor sea éste menor es el costo por kwh (o mwh) producido, y por tanto menor el valor de la mercancía en curso. C. Marx (2001, p.597) en la renta diferencial explicó por qué, al igual que las fuerzas productivas producidas, también ciertos bienes superiores de la naturaleza potencian la capacidad productiva del trabajo, reduciendo el valor individual de las mercancías:

[...]. El trabajo invertido es más productivo, su capacidad productiva individual mayor que la del trabajo invertido en la mayoría de las fábricas del mismo tipo. Su mayor capacidad productiva se revela en el hecho de que para producir la misma masa de mercancías necesita una cantidad menor de capital constante, una cantidad menor de trabajo materializado que las otras fábricas; y al mismo tiempo, una cantidad menor de trabajo vivo [...]. Esta mayor capacidad productiva individual del trabajo empleado disminuye el valor, pero también disminuye el precio de costo y, por tanto, el precio de producción de la mercancía. [...].

Este excedente económico del valor individual respecto a su valor social en la mercancía eoloelectricidad es una *ganancia extraordinaria permanente*, porque un viento de estas características, como capacidad productiva natural, nunca podrá homogeneizarse como condiciones de producción sociales, y por tanto el impacto que causa para producir eoloelectricidad a menor valor individual no podrá generalizarse, ubicándose en una situación privilegiada aquellos industriales de la eoloelectricidad que sí dispongan de la *mina de oro* eólica. Según se observa en los cuadros 1 y 2, las centrales eoloeléctricas se localizan exactamente en la zonas de mayor *clase*, coloreadas en azul y rojo en el mapa 2.

Al igual que en la agricultura, el precio de producción que se impone como el general o social es el correspondiente al obtenido en la producción de electricidad con vientos de menor calidad, pues en realidad las condiciones generales de producción no son dominadas por los mejores vientos, al ser limitados globalmente, por ello se señala que para aprovechar la energía eólica el recurso debe de contar con un mínimo de ciertas características. La necesidad de incorporar este tipo de vientos depende de la demanda energética que se torna

creciente y por supuesto del desarrollo de las fuerzas productivas técnicas que permitan la incorporación de vientos de mayor calidad o igual a la de características mínimas (revise apartado 4.6). Respecto a este precio de producción general es que comparamos el precio de producción individual de la eoloelectricidad del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, dando lugar a la obtención de *ganancias extraordinarias* porque el precio que aquí las eoloeléctricas tienen no es el precio al que venderán sino al impuesto por el de las peores condiciones eólicas. No obstante, la comparación la hacemos exclusivamente entre los precios de la eoloelectricidad y no respecto a todos los precios de electricidad producto de diversas fuentes de generación, sean fósiles o no, debido a una serie de diferencias cualitativas e históricas que existen entre ellas (vea el apartado 4.4).

Sin embargo, esta *plusganancia*, así como en el tema agrícola estudiado por Marx, también aquí se *transfigura en renta diferencial*. Precisamente porque el elemento natural que le dio origen: la energía del viento, se ubica geográficamente bajo un tipo de propiedad concreta. Si bien Marx planteó la conversión de la ganancia extraordinaria en renta diferencial, al pasar de manos del capitalista a las de los terratenientes; el tipo de propiedad sobre el suelo en el Istmo de Tehuantepec es distinta y peculiar, pero no por eso dejaremos de hablar de una renta diferencial del viento. Veamos.

En el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca aproximadamente el 60% de la propiedad territorial es social: de tipo ejidal y comunal, por ejemplo en las zonas de mayor abundancia del recurso eólico (mapa 2): La Venta y La Ventosa, Juchitán; La Mata, Asunción Ixtaltepec; San Mateo, Santa María y San Dionisio del Mar (NREL, 2004), en donde a excepción de los tres últimos pueblos se encuentran instaladas las centrales eoloeléctricas. Es decir, este bien renovable de la naturaleza, está ligado a un territorio en específico, y si no es apropiándose exclusivamente

en estos terrenos¹⁵⁴ no cabe la posibilidad de que la tecnología de las empresas eoloelectricas capture la energía del viento. Podría quizás debatirse este argumento aludiendo a que el viento como tal no tiene propiedad, porque precisamente su característica es el permanecer en movimiento, libre y sin concentrarse físicamente en un solo lugar. A ello hay que contestar que esto es cierto pero que la energía del viento tiene características que aunque en movimiento, éstas sólo se expresan en mayor magnitud y calidad en ciertos lugares específicos, como las tierras del Istmo oaxaqueño, que se encuentran bajo un régimen de propiedad, albergando entre otros bienes a una energía eólica adecuada para la generación eléctrica, siendo que sin acceder a estas tierras las empresas eólicas jamás podrían apropiarse del viento.

Además, recordemos que aunque en nuestro caso de estudio no existe una propiedad del suelo en manos de los terratenientes, *la renta diferencial existe siempre y cuando el elemento de la naturaleza que se explota se encuentre bajo un régimen de propiedad que reclame el pago por ceder el derecho de explotación al productor capitalista, pues no es la propiedad la que crea la renta sino solamente es la causa de que el excedente económico extraordinario se transfiera de manos (Marx, 2001)*; este excedente deriva de la mayor productividad del recurso natural unido a la fuerza productiva de los trabajadores, que son quienes lo producen.¹⁵⁵ Lo único que hace la propiedad es facilitar el traslado de este mismo excedente

¹⁵⁴ Sobre la forma como lo hacen abundaremos en el apartado de la acumulación originaria y su vínculo con la renta diferencial

¹⁵⁵ Recordemos que finalmente la renta diferencial sigue siendo una forma transfigurada de la plusvalía producida en los procesos productivos del capital industrial. Aunque la fuente de este excedente económico siga siendo la explotación del trabajo asalariado, la especificidad se encuentra en el cómo las fuerzas productivas de la naturaleza son apropiadas para potenciar aún más y de forma única la producción de plusvalía, por eso Marx en toda la sección sexta del tomo tres no aborda los procesos de explotación en la agricultura ya que desde la sección tercera a la sexta del tomo uno se dedicó a exponer cómo se produce la plusvalía. En esta investigación sólo nos hemos concentrado en estudiar cómo es que actúa el viento para producir la ganancia extraordinaria transformada en renta diferencial, quedando pendiente por investigar los procesos de explotación en la eoloelectricidad.

al titular de ese derecho, favoreciendo así la conversión de la ganancia extraordinaria en renta del suelo (Capraro, 1985).¹⁵⁶

Nosotros a esta renta, la llamaremos de aquí en adelante *Renta Diferencial Eólica (o del viento)*, que no es más que la ganancia extraordinaria obtenida gracias a la cualidades superiores del recurso eólico de la región, que eleva la capacidad productiva en la producción eléctrica por arriba de la media. La diferencia entre esta renta y la renta diferencial agrícola en términos de contenido es la misma, sólo cambia el recurso a explotar. Extendemos a la explotación del viento, el planteamiento de C. Marx, cuando habla de la renta de solares y renta de minas: “La renta específica de las minas se determina exactamente lo mismo que la renta agrícola“ (2001, p. 718). De dónde proviene, cómo se produce materialmente la renta diferencial del viento, será el tema que nos ocupará el siguiente apartado.

No clasificaremos a la renta diferencial estudiada aquí como tipo I o II (véase capítulo dos), pues estas clasificaciones hechas por Marx, no aplican exactamente para el caso de la producción de eoloelectricidad. Mientras la tipo I, se refiere a la renta obtenida de tierras con diferente fertilidad territorial e iguales montos de capital; y la tipo II, a la generada a partir de tierras iguales y cantidades diversas de capital, invertidas en distintas composiciones orgánicas de capital. En la generación eoloeléctrica ocurre una mezcla de ambas clases de renta: se explotan vientos de diferente productividad a partir de montos de capital distintos (véase las distintas inversiones en los cuadros 1 y 2), por lo que más allá de tipificar a la renta diferencial eólica nos interesa saber cómo se produce.

¹⁵⁶ En el subapartado 2.1.1. retomamos a Marx para explicar las particularidades de la conversión de la ganancia extraordinaria en renta diferencial cuando:

a) Existen terratenientes

b) Es otro el tipo de régimen de propiedad

c) Es el mismo capitalista el propietario de la fuerza productiva natural

Sólo cuando no existe propiedad sobre la tierra, la ganancia extraordinaria permanecería bajo esta forma en manos del capitalista que la explota.

4.3.2. Condiciones naturales y económicas para la producción de la renta diferencial eólica en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

De aquí en adelante centramos nuestro interés en ver cómo el viento del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca al tener una alta capacidad productiva natural respecto a la media mundial, eleva la productividad eoloeléctrica y reduce el valor individual producido en la región, en comparación al resto de productores que no dispone de este tipo de viento.

Planteamos que el sólo hecho de que esta fuerza productiva de la naturaleza, sea considerada la segunda mejor del mundo¹⁵⁷ da cuenta ya de un valor individual menor al promedio social y por lo tanto de la producción de un excedente económico superior a la media y la presencia de una renta diferencial eólica.

En realidad lo que aquí hacemos es una derivación o deducción de la renta diferencial a partir de cómo es que se produce, no obstante no proporcionamos datos precisos de su volumen o magnitud, toda vez que en los hechos la información particular de los costos de generación en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca no es transparente, mucho menos lo es respecto de los precios de la electricidad, ingresos y ganancias que los capitalistas eólicos obtienen aquí.¹⁵⁸ Lo que vamos a hacer es dar cuenta de la producción material de este excedente económico, al comparar la producción de un valor individual inferior al valor social o mundial de la eoloelectricidad, de acuerdo a las condiciones medias de generación.

Veíamos que en la eoloelectricidad la capacidad productiva del viento del Istmo logra reducir el valor individual frente al valor social mediante el factor capacidad y velocidad

¹⁵⁷ Información obtenida de <https://www.energiaadebate.com/blog/1628/> consultada el 8 de abril de 2018.

¹⁵⁸ Un problema en la generación eoloeléctrica es justamente que no existe información transparente sobre precios, costos nivelados de generación, ingresos, nivel de producción, de las empresas que operan en el Istmo, por lo que esta investigación se llevó a cabo teniendo esta limitante. El tema es relevante no sólo para los sujetos interesados en la producción eoloeléctrica en el Istmo sino inmediatamente para los propietarios de las tierras, por ello este punto es una tarea pendiente del gobierno de AMLO en aras de que éstos puedan disponer de información para conocer el valor de lo que se produce en su territorio y desde ahí exigir un pago por ceder el derecho de explotar sus tierras y el viento contenido en ellas.

elevadas. Específicamente lo determinante de esta fuerza de la naturaleza se observa en la reducción de los costos nivelados de generación (LCOE), debido a la potenciación en los niveles de generación de eoloelectricidad.

Actualmente el centro de la industria eólica para hacer “competitiva” la inversión de capital en eoloelectricidad frente al uso de los energéticos fósiles, se ha centrado en abaratar estos costes.

Los costos nivelados de generación eoloeléctrica, consisten principalmente en la suma de los costos de inversión o de capital (CI), más los costos de operación y mantenimiento (O&M), divididos entre el total de la producción eléctrica anual esperada (IRENA & ETSAP, 2016), por lo que los LCOE se expresan en términos unitarios: por mwh o kwh. Son una síntesis del costo capitalista de producir eoloelectricidad, que en la tabla 1 desglosamos.

Tabla 1. Costos nivelados de generación eoloeléctrica.

Costos de Inversión	75-80%	Costos de Operación y Mantenimiento	25-20%
Turbinas eólicas (Incluye transporte de turbinas al lugar de instalación)	64-84	Permisos por uso de suelo	ND
Conexión a la red eléctrica	9-14	Seguros	ND
Construcción (Trabajo civil: cimentación, caminos, construcción subestación y edificio de control, tala de vegetación)	4-10	Impuestos	ND
Otros costos (Ingeniería, licencias, permisos, asesoría ambiental y monitoreo de equipo)	4-10	Mantenimiento y reparación de turbinas	50

ND: No disponible.

Fuente: Elaboración propia con datos de IPCC, 2012, IRENA, 2015 e IRENA & ETSAP, 2016.

De manera que los LCOE se incrementan conforme los CI y O&M crecen, mientras que descienden cuando el nivel de producción crece. Por ello, la clave para reducir los costos nivelados de generación ha sido incrementar la generación eoloelectrica, principalmente mediante el desarrollo tecnológico de “aerogeneradores más grandes”: elevando la altura de las torres, la potencia nominal del generador y la longitud del rotor de los aerogeneradores (IRENA, 2016), es decir mediante el desarrollo de las fuerzas productivas creadas por el trabajo humano, que por supuesto elevan la productividad de la eoloelectricidad (para mayor detalle revise el capítulo tres). Sin embargo, existe otro elemento del que también depende el nivel de producción y por ende los LCOE: un buen factor planta y alta velocidad del viento, en otras palabras de la intensidad del viento (IRENA, 2015). A continuación exponemos cómo el factor planta y la velocidad son determinantes para elevar la producción y por tanto para reducir los LCOE.

1) Factor capacidad

El volumen de generación se encuentra en relación directamente proporcional con el factor capacidad, pues:

Energía generada en el año (MWh)= Capacidad de generación (MW) x 8 760 horas por año x factor de capacidad.¹⁵⁹

Por lo que a mayor factor capacidad mayor energía generada y viceversa.

2) Velocidad

La velocidad del viento es muy importante para la cantidad de energía que un aerogenerador puede transformar en electricidad: la cantidad de energía que posee el viento varía con el cubo de la velocidad media del viento; si la velocidad del viento se duplica la

¹⁵⁹ Esta metodología puede emplearse para cualquier otra fuente de energía renovable. Tomada de <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia33/HTML/articulo07.htm> consultada el 17 de abril de 2018.

cantidad de energía que contenga será ($2^3 = 2 \times 2 \times 2$) ocho veces mayor y por tanto mayor generación de eoloelectricidad. Así que, para los desarrolladores y productores eoloelectricos es un gran incentivo instalar proyectos eólicos en donde haya viento con una alta velocidad promedio (IRENA, 2015), pues una turbina eólica incrementa su capacidad de producir cuando la velocidad del viento es más alta,¹⁶⁰ la mayor se encuentra en un rango entre 11 y 15 m/s anual, considerando la potencia del generador. En el Istmo de Tehuantepec, la velocidad promedio es mayor a 10 m/s, mientras que la media fluctúa entre 6.5 (Juárez y León, 2014) y 7 m/s a una altura mínima de 50 m (Elliot et al., 2004).

En los dos casos, ambas características de la fuerza natural del viento logran un aumento natural de la productividad, pues cuanto más altas son sus magnitudes, como lo son las del Istmo de Tehuantepec, mayor es el nivel de producción y por tanto, esto se refleja en un menor valor individual de la eoloelectricidad, estudios como los del IPCC demuestran que entre mayor sea el factor capacidad y velocidad, mayor producción de electricidad y por tanto menor costo nivelado de generación (IPCC, 2012). A causa de ello, los lugares donde el factor planta es mayor al 35%, resultan los más atractivos para los futuros proyectos de inversión (SENER, 2012).

Por ejemplo, no es lo mismo producir con el viento del Istmo de Tehuantepec a una velocidad media anual mayor a 10 m/s, que hacerlo con una velocidad media de 6 m/s como sucede en España (cuadro 2), lo mismo sucede con el factor planta, que en la región supera el 42%, incluso se le ha considerado con un valor superior de 48% (STYDE, 2015), al mismo tiempo que en el mundo éste alcanza un rango promedio entre 26 y 28%, y en España es del

¹⁶⁰ Los aerogeneradores producen electricidad en un rango mínimo de velocidad de 3 a 4 m/s y se detienen cuando el viento alcanza una velocidad de 20 a 25 m/s.

27% (cuadro 2).¹⁶¹ Inclusive, si comparamos la fuerza productiva del Istmo con cualquier otra encontrada en nuestro país, observamos que ninguna otra se acerca al nivel de su factor planta (observe el cuadro 4) , lo cual no quiere decir que aún con factores capacidad menores no sean rentables económicamente, de acuerdo a la Secretaría de Energía (2012, p. 79) “en las condiciones que rigen actualmente el mercado nacional de electricidad, los proyectos con factores de planta inferiores al 30% resultan económicamente factibles en ciertos nichos de oportunidad”.

Nos encontramos ante el funcionamiento de la *ley del valor*, que a mayor productividad menor valor individual de las mercancías y mayor cantidad producida, con la particularidad de que aquí hablamos de una capacidad productiva no creada por el ser humano, sino puesta por la propia naturaleza, y por ello irreproducible, por lo que la forma y los impactos positivos que tiene sobre el valor y la magnitud de mercancías producidas es única e irrepetible, de manera que muy pocos productores lograrán obtener estos resultados ya que sólo se puede conseguirlos si se dispone de una fuerza natural superior con estas características, como la que atraviesa el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

En referencia a la relación entre un mayor factor planta y un menor LCOE, estudios internacionales demuestran que en las zonas con recursos eólicos excelentes, poseen los LCOE más bajos, estimándoles en un rango promedio de 5 a 10 centavos de dólar de 2005, por kwh; mientras que en sitios con vientos de calidad menor, dichos costos pueden alcanzar hasta 15 centavos de dólar de 2005 por kwh. (IPCC, 2012). Los LCOE de China y EU tienden a ser los rangos más bajos (5 a 19 c/kwh) debido a que los costos de inversión (CI)

¹⁶¹ Ponemos especial atención en España y su recurso eólico porque como vimos es de este país de donde provienen las principales empresas que concentran la generación eoloelectrica en el Istmo, que obtienen ventajas productivas, en términos de valor al producir aquí, comparado con el producido con el viento de su país.

son más bajos en China y a factores planta más altos en EU. Mientras en Europa tienden a ser más bajos los factores capacidad. (IPCC, 2012).

Recapitulando, para explicar la renta diferencial Marx, en el tomo III del Capital, emplea la categoría de precio de producción, plantea que ésta renta es igual a la diferencia entre un precio de producción individual de productores con una mayor productividad natural y el precio de producción social o promedio del resto de productores. Sin embargo, la categoría de precio de producción es en realidad una forma transfigurada que adquiere el valor de las mercancías, conforme más crece la producción destinada al intercambio, cuyo fin es la valorización del valor, que permita al capitalista la recuperación de sus costos de inversión, el capital constante y variable, como la obtención de una ganancia media, no obstante el valor no deja de ser el referente a la hora de fijar los precios en una rama productiva, de ahí que aunque en la renta diferencial la categoría empleada para explicarla sean los diferenciales entre éstos precios de producción, en realidad lo que Marx muestra es cómo finalmente éstos son un reflejo de las diferencias de valor dependiendo de las condiciones de productividad natural que tienen los agricultores y cómo las diferencias entre ellos decantan en valores y por ende precios de producción distintos (léase la última cita del autor). en nuestra investigación consideramos que una manera de mostrar que efectivamente en la eoloelectricidad el tener LCOE más bajos, conforme más alto es el factor capacidad o la velocidad del viento, es un indicativo de que el valor y los precios de producción para las empresas es menor en comparación a competidores que tienen vientos con menor productividad. Porque uno de los componentes del precio de producción es el precio de costo, es decir el costo capitalista de producir la mercancía o los costos de producción y en la eoloelectricidad, los LCOE son exactamente los costos unitarios que implica la generación de eoloelectricidad, dígase por kwh o mwh, los cuales serán un reflejo de los precios de la

misma. En ese sentido, los diferenciales de los costos de producción o precios de costo individuales de aquellos que operan en las peores condiciones y el de quienes detentan condiciones relativamente más ventajosas, también pueden dar una idea de la ganancia extraordinaria que se puede obtener y por tanto de la renta diferencial (Delgado, 1989).

De manera que entre distintos tipos de vientos, ubicados dentro del promedio y de calidad mayor, habrá diferencias de costos y precios, siendo que en donde se genera eoloelectricidad con los mejores vientos, es donde se tiene un valor y precio de producción menor, dando lugar a una renta diferencial, que en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca podemos deducir del peso que tiene tanto el factor capacidad como la velocidad eólica sobre la generación, los costos y los precios, que permite que no solamente a escala nacional sino mundial obtener estos últimos más bajos que si las mismos capitales instalados allí instalan el mismo tipo de proyecto en otra zona de México o del planeta. Así por ejemplo, se sabe que en algunos países como Chile, México y Perú entre 2015 y 2016 fueron algunos mercados con los precios de electricidad más bajos en el mundo, debido en parte al gran potencial de ER que posee la región, que a su vez permite producir a costos menores (REN21, 2016).

Marx estableció una relación positiva indisoluble: que a mayor fertilidad mayor renta (Marx, 1980), que entre mayor capacidad productiva natural menor era el valor y precio de producción individual obtenido por el capitalista arrendatario, las mercancías producidas en éstas condiciones tenían el mayor margen de diferencia o excedente sobre el precio de producción general al cual tenían que venderse, y entre menor fueran las productividades de los otros productores, mayor era dicha diferencia y por tanto mayor la renta diferencial. Así en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca la fuerza productiva eólica está catalogada como la

segunda mejor en el mundo, después de la Patagonia en Argentina,¹⁶² o sea la segunda mejor en cuanto a factor capacidad, velocidad, etcétera. Por lo que si se comparan con otros vientos, la eoloelectricidad de esta región tendrá un valor y precio de producción menor al grueso de ésta mercancía generada en condiciones medias. Esos diferenciales son precisamente ganancias extraordinarias, un excedente económico mayor, pues aquí se produce más y a menor costo de generación.

Hasta este momento hemos mostrado cómo la productividad natural de la energía eólica del Istmo es determinante para incrementar la magnitud de la generación eléctrica, que a su vez siguiendo la ley del valor, logra obtener valores individuales menores observados en LCOE más bajos. Sin embargo, ¿cómo esta clase de viento provoca el uso de una cantidad menor de capital constante y variable reduciendo el valor individual de la eoloelectricidad generada en el Istmo? En realidad queremos mostrarlo específicamente durante la fase de operación y mantenimiento que es cuando se da la generación de la mercancía eoloelectricidad. Por el lado del **capital constante**, del aerogenerador, destacamos lo siguiente.

Dada la alta fertilidad contenida en el viento del Istmo, no será necesario que los aerogeneradores permanezcan mucho tiempo parados sin producir, esto es porque debido a su altísimo factor planta mayor es el tiempo que los aerogeneradores permanecen activos generando valor para las empresas, versus aquéllos instalados en territorios donde generan con un factor capacidad menor, por lo cual su volumen de eoloelectricidad será menor y por tanto su LCOE mayor.

¹⁶² Información obtenida de <https://www.energiaadebate.com/blog/1628/> consultada el 8 de abril de 2018. Aunque otras fuentes como Grupo México advierten que en el Istmo se encuentra el área con el mayor recurso eólico del mundo, véase <https://www.youtube.com/watch?v=i36ZBHEyQB4> consultado el 08 de octubre de 2017.

El elevado *factor planta* es una ventaja única que posee la energía eólica de la zona del Istmo de Tehuantepec que permite a los capitalistas ubicados aquí tener costos de generación menores a diferencia de disponer de un factor capacidad inferior. Es sabido que entre más tiempo duren detenidas las turbinas a falta de viento, mayor es el costo unitario de generación porque éste no se compensa con la producción. En otras palabras, que los aerogeneradores representan costos, desde su compra (un 80% de todo el costo total de inversión de la central eólica) hasta los costos de operación y mantenimiento, que existen independientemente de que las turbinas generen o no. No es lo mismo mantener el costo de los aerogeneradores mientras producen a sostenerlos sin que generen ingresos, pues finalmente fueron comprados para producir. De ahí la importancia de que éstos se mantengan produciendo, para que todos estos costos sean compensados con ingresos por la eoloelectricidad. En síntesis, a los propietarios de los parques lo que les interesa es que las turbinas estén activas la mayor parte del tiempo, más horas, más días al año, que por fortuna el viento del Istmo ofrece a Acciona, Iberdrola, EDF, Enel Green Power, Unión Fenosa, entre otras, lo cual es sinónimo de ingresos y por ende de ganancias a su favor,¹⁶³ ganancias extraordinarias a causa de que su viento es inédito en el planeta comparado con otros hasta ahora estudiados.

En realidad la reducción de los LCOE también la observamos mediante la *velocidad* superior del viento del Istmo de Tehuantepec ya que en este caso el desgaste del aerogenerador es menor en relación a la cantidad de electricidad producida, por tanto

¹⁶³ En entrevista, realizada a Antonio Palacios, nos explicó que si un aerogenerador se descompone, los técnicos de mantenimiento son avisados para ir a componerlo, y si en sus posibilidades se encuentra debe hacerlo en el menor tiempo posible, ya que para la empresa lo más importante es que el aerogenerador funcione para seguir generando, porque eso significa ingresos o dinero para ella, de lo contrario significa pérdidas (comunicación personal, 30 de marzo de 2018). De tal interés es el tema que la empresa ofrece al trabajador el pago de horas extras para que el problema sea solucionado en menos tiempo, siempre y cuando se cuente con el equipo, pues si se trata de piezas a sustituir no disponibles en el momento, el tiempo de reparación aumenta pues hay que mandar a pedirla de fuera. Las tareas de estos trabajadores no depende directamente de la propietaria del parque sino de otra, especializada en operación y mantenimiento, práctica internacional que caracteriza a la mayoría de las empresas propietarias de las centrales eoloelectricas que contratan a otras empresas para los trabajos de operación y mantenimiento (López, 2008).

proporcionando costos nivelados de generación menores e implícitamente un valor de la eoloelectricidad menor a diferencia de que los aerogeneradores estuvieran funcionando con vientos inferiores, como sí sucede en otras partes del país o del mundo (véase cuadros 3 y 5) donde pese a estar produciendo, su desgaste sería más elevado en relación a lo que generan y por tanto también su LCOE.

Por otro lado, la industria eólica ha apostado a la producción de turbinas eólicas “más grandes” aumentando el diámetro del rotor, la altura de las torres y la potencia unitaria del generador, para que sitios con vientos de menor calidad, en términos del factor planta y la velocidad, también sean aprovechados para la producción eoloelectrica, al mismo tiempo que impacten en una mayor generación. Este tipo de tecnología es empleada por aquellos capitalistas que producen con vientos menores, es decir bajo condiciones productivas naturales que requieren ser potenciadas por mejores máquinas, lo cual implica costos de inversión mayores, ya que las turbinas constituyen entre el 64 y 84 % del total de éstos¹⁶⁴ (Tabla 1), y por ende también elevan los costos nivelados de generación, a diferencia de los capitalistas que se asientan en lugares con vientos de mayor productividad natural, pues para ellos este tipo de aerogeneradores son innecesarios; aquí el costo de inversión y por ende los LCOE son inferiores por ser menos costosas las turbinas requeridas. De manera que entre menos “fértil” sea la energía eólica mayor es el costo de producir la eoloelectricidad pues más inversión de capital requieren los medios de producción más importantes del proceso productivo.

¹⁶⁴ El uso de aerogeneradores “más grandes” implica un mayor costo capitalista de producción, ya que los principales componentes sobre los que se centra la innovación: generador, la torre y el rotor, son los de mayor costo (IRENA & ETSAP, 2016), encareciendo el precio de la turbina. Ello se debe a que su producción es intensiva en fuerza de trabajo (Lewis & Wiser, 2005) y a que el aumento de sus dimensiones demanda una mayor cantidad de materias primas como el acero, cobre, minerales, elementos de tierras raras, etc., que al no ser renovables, sus precios dependen de la disponibilidad en la naturaleza, situación agravante en un contexto de agotamiento de este tipo de valores de uso (Brumme, 2014). Para mayor detalle sobre el tema, revise el capítulo tres de esta investigación.

Un ejemplo se da en Brasil, donde este tipo de avances tecnológicos no se utilizan, debido a la calidad de su viento que ofrece diversas estrategias para reducir los LCOE, de hecho en Brasil estos costes son los más bajos de Sudamérica (IRENA, 2016); lo cual nos habla de lo crucial y relevante que es un viento de mayor “fertilidad” para la eologeneración y la reducción de los LCOE. Situación similar aplica para la producción eoloeléctrica del Istmo, en donde también gracias a la elevadísima productividad natural del viento, los capitalistas pueden prescindir del empleo de esta clase de tecnología, ahorrándose esta inversión ya que aquí la tecnología es de menor tamaño.¹⁶⁵ En el cuadro 6 se aprecia que en el Istmo de Tehuantepec el tipo de aerogenerador empleado, en su mayoría es de una potencia no mayor a 3 MW, a una altura máxima de 90 metros,¹⁶⁶ mientras en el mundo se instalan máquinas onshore de potencia mayor a 3 MW y de más de 100 metros de altura.¹⁶⁷ A través de ello se ha logrado obtener LCOE inferiores a competidores que se apropian de un viento de calidad menor, en otras palabras eoloelectricidad a un valor individual inferior. Razón por lo cual la fuerza natural eólica de la región adquiere una importancia sin igual frente al resto de fuerzas productivas naturales disponibles para la explotación eoloeléctrica, en términos de su contribución al abaratamiento de la mercancía eoloelectricidad.

¹⁶⁵ Precisamente debido a la energía eólica tan potente que sopla aquí no es adecuado instalar aerogeneradores de mayor capacidad, ya que este tipo está fabricado para aprovechar o captar más energía de los vientos de menor velocidad. Información obtenida de la entrevista realizada a J. M. Vivanco (comunicación personal, 30 de marzo de 2018).

¹⁶⁶ El último proyecto instalado en el Istmo es el único que cuenta con turbinas de 3 MW de potencia nominal, con altura de 70 metros.

¹⁶⁷ Por ejemplo, GE Renewable Energy, hasta hoy es la empresa que produce el aerogenerador terrestre más grande del mundo, de 4.8 MW de potencia nominal, y hasta 240 metros de alto, especialmente para acceder a vientos de baja a media velocidad, según <https://www.ge.com/renewableenergy/wind-energy/turbines/4mw-platform>, sitio revisado el 23 de mayo de 2018.

Cuadro 6. Tecnología de los parques eólicos instalados en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

Permisionario	Empresa propietaria	Tecnología	Núm. Turbinas
Bii Nee Stipa Energía Eólica, S. A. de C. V.	Iberdrola	Gamesa G52/850 KW	31
CE Oaxaca Cuatro, S. de R. L. de C. V.	Acciona	Acciona Windpower AW 70/1.5MW	68
CE Oaxaca Dos, S. de R. L. de C. V.	Acciona	Acciona Windpower AW 70/1.5MW	68
CE Oaxaca Tres, S. de R. L. de C. V.	Acciona	Acciona Windpower AW 70/1.5MW	68
Comisión Federal de Electricidad	CFE	0.800 KW	104
Desarrollos Eólicos Mexicanos de Oaxaca 1, S. A. P. I. de C. V.	Renovalia	Gamesa G80-2MW	45
Desarrollos Eólicos Mexicanos de Oaxaca 2, S. A. P. I. de C. V.	Renovalia	Gamesa G80-2 MW	69
Eléctrica del Valle de México, S. de R. L. de C. V.	EDF Energies Nouvelles.	Clipper Liberty C-89 IEC Class I 2.5 MW	27
Energías Ambientales de Oaxaca, S. A. de C. V.	ACS Actividades de Construcción Y Servicios SA	Vestas V-90 2 MW	51
Energías Renovables La Mata, S. A. P. I. de C. V.	Enel Green Power	Alstom Power 110/3 MW	34
Energías Renovables Venta III, S. A. de C. V.	Iberdrola	Gamesa G52/850 KW	120
Eoliatec del Istmo, S. A. P. I. de C. V.	EDF Energies Nouvelles.	Gamesa G80/2MW	82
Eoliatec del Pacífico, S. A. P. I. de C. V.	EDF Energies Nouvelles.	Vestas V80-1.8MW	80
Eólica Dos Arbolitos, S. A. P. I. de C. V.	Iberdrola	Gamesa G90/2 MW	35
Eólica El Retiro, S. A. P. I. de C. V.	Grupo México	Gamesa G80 2 MW	37
Eólica Zopilotepec, S. A. P. I. de C. V.	Enel Green Power	Gamesa 2 MW	35
Eurus, S. A. P. I. de C. V.	Acciona	Acciona Windpower AW 70/1.5MW	167
Fuerza Eólica del Istmo, S. A. de C. V.	Grupo Peñoles	Clipper Liberty C93 2.5 MW	20

Cuadro 6. Tecnología de los parques eólicos instalados en el Istmo de Tehuantepec, Oax

Permisionario	Empresa propietaria	Tecnología	Núm. Turbinas
Fuerza y Energía Bii Hioxo, S. A. de C. V.	Gas Natural Fenosa	Enercon E-400 900 KW	252
Instituto de Investigaciones Eléctricas	CFE	ND	3
Parques Ecológicos de México, S. A. de C. V.	Iberdrola	Gamesa G52/850	120
PE Ingenio, S. de R. L. de C. V.	Zuma Energía	Acciona AW77/1.5MW	33
Stipa Nayaa, S. A. de C. V.	Enel Green Power	Gamesa G80/2 MW	37

ND= No disponible.

Fuente: Elaboración propia con información de los Estudios de impacto ambiental de las empresas.

En complemento, tenemos la manera como la energía eólica del territorio de estudio permite una reducción en *el uso del trabajo vivo o capital variable* dentro del proceso de eologeneración, misma que se refleja en el valor individual producido aquí.

La renta diferencial fue estudiada por Marx en la agricultura, suponiendo que la composición orgánica de capital era menor a la de la industria, en consecuencia al nivel alcanzado por el desarrollo de las fuerzas productivas de su tiempo,¹⁶⁸ además de que derivado de la alta fertilidad del suelo, tanto la proporción del capital constante como la del trabajo vivo descienden. En contraposición, hoy en la producción eoloeléctrica observamos una composición orgánica de capital muy alta, donde independientemente del tipo de viento la participación de trabajadores es mínima, debido a que se trata de un proceso caracterizado por la minimización del trabajo vivo (véase capítulo tres), basta observar que en cualquier parque eólico instalado en el Istmo, no existe ningún trabajador produciendo, son las turbinas las que al girar se encargan de generar la electricidad, a modo de autómatas capaces de

¹⁶⁸ No obstante, Marx en el capítulo de la Renta absoluta explica que la tendencia en el capitalismo era la homogeneización de la composición orgánica en todas las ramas productivas, por la revolución constante de las fuerzas productivas técnicas, de modo que la agricultura llegaría a poseer una composición orgánica igual a la de la industria.

producir electricidad e incluso de autocontrolarse (García & Talayero, 2008). De hecho se pretende hacer parecer que los trabajadores son prescindibles por no aparecer a la vista durante en proceso de producción, no obstante su trabajo es fundamental en los centros de control de operación y mantenimiento, que es desde donde se controla aquél (sobre este tema véase el capítulo tres).

Además, en esta producción ocurre una particularidad que lo diferencia en relación a la reducción del trabajo vivo causada por la fertilidad de la fuerza productiva natural. En el Istmo es tal la productividad del viento, expresada por ejemplo en su velocidad, que constantemente provoca problemas de funcionamiento en el aerogenerador, que los técnicos de mantenimiento frecuentemente tienen que ingresar a los mismos para repararlos y hacerlos funcionar para continuar la producción, que como hemos dicho arriba es lo más importante para los capitalistas, puesto que si no se produce ellos no ganan.¹⁶⁹

La minimización en el empleo de trabajadores en toda la industria eólica tiende a profundizarse, pues uno de sus objetivos a nivel mundial es, lograr el abaratamiento de los costos de inversión y de operación y mantenimiento, mediante la reducción de la fuerza de trabajo en las partes del proceso productivo más intensivos en trabajo vivo. En el caso de la eologeneración, las turbinas por lo general poseen una caja de cambios o multiplicadora, una de las piezas que más tiende a fallar durante la actividad de toda la máquina, por lo cual se depende constantemente del trabajo de los técnicos de mantenimiento, tanto para su reparación así como para cambiarle el aceite o lubricante. Para contrarrestar este problema han aparecido algunas turbinas sin la caja de cambios, dotándolas de una estructura más

¹⁶⁹ Por información proporcionada por V. Ulloa (comunicación personal, 29 de marzo de 2018), sabemos que debido a la fuerte velocidad del viento del Istmo llega a descomponer diversas piezas del aerogenerador, pero que aún cuando éstas tengan altos costos, como el propio generador, que es la más cara de todo el equipo, se hace todo lo posible por sustituirla en el menor tiempo, porque su costo es compensado por lo ingresos que se generan con la turbina funcionando. Hacer que produzcan es finalmente el objetivo de instalar una central eólica.

compacta, con menor riesgo de descompostura y un mantenimiento más simple y ágil (IRENA & ETSAP, 2016), evitando la participación de los trabajadores, reduciendo sus costos de mantenimiento, y al mismo tiempo los costos nivelados de generación.¹⁷⁰ Sin embargo, este tipo de tecnología aún no es empleada en el Istmo, pero en términos generales esta innovación coadyuva a la de por sí mínima participación del trabajo del ser humano en este tipo de procesos y de ser empleada en los parques ubicados en la región impactaría de la misma manera. Todo ello encaminado a la disminución del valor de la eoloelectricidad y su expansión global.

4.4. Metodología para entender la renta diferencial eólica

Aclararemos por qué la renta diferencial eólica la derivamos de comparar únicamente recursos eólicos entre sí y no éstos con todas las demás fuentes fósiles empleadas para generar electricidad.

Dado que es la renta diferencial de Marx la categoría de análisis, traemos a discusión la metodología para deducir la ganancia extraordinaria y por tanto la renta diferencial eólica. Marx comparaba los precios de producción o la ganancia individual con la ganancia general de la producción agrícola. Sin embargo, nosotros no deducimos la renta diferencial eólica de comparar el valor individual o precios de producción de toda la generación de electricidad, sino únicamente los correspondientes a un tipo particular de generación de electricidad, la generada con viento. Es como en el caso de la renta petrolera, se calcula basándose en el

¹⁷⁰ Argumento retomado de vídeo: Rapel por los aerogeneradores de Artajona, disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=I1PZClhXQdc&t=323s> . Visto el 15 de octubre de 2017. En este mismo material conocimos que los aerogeneradores sin multiplicadora son más “amigables” con el medio ambiente porque sin ella se evita el uso de lubricantes o aceites, con ello la contaminación del subsuelo y el agua donde se instalan los parques eólicos, cuestión que sucede en el Istmo, donde exactamente esta es una de las denuncias sobre los daños ecológicos a raíz del aceite derramado por las turbinas, al respecto véase <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/aceite-de-las-turbinas-eolicas-contamina-el-suelo-de-mexico> , revisado el 04 de mayo de 2018.

diferencial de precios del petróleo,¹⁷¹ lo mismo en el caso de la renta minera el análisis se hace en relación a un mismo tipo de mineral o metal.¹⁷² Inclusive en el estudio de Marx para la renta diferencial o la absoluta, la fuerza natural que se compara es una sola: el suelo, siendo el punto de comparación las fertilidades disponibles. Por lo que en todos los casos tenemos que la renta diferencial se deriva de comparar entre sí iguales fuerzas de la naturaleza, pero con características diferentes, que darán lugar a la producción de distintas masas de excedente económico. Asimismo nosotros comparamos entre sí un mismo recurso: el viento, pero de distintas calidades.

No podemos comparar la producción de electricidad basada en energía eólica con los otros tipos de producción eléctrica precisamente porque ésta tiene una diversidad de fuentes de energía, fósiles: petróleo, gas natural, carbón, y las denominadas renovables: agua, viento, sol, calor, biomasa, marea, etc. Cada una de ellas son cualitativamente diferentes entre sí, lo cual coloca a las últimas en desventaja respecto a las primeras, en costos, precios y ganancias. Pese a esta desigualdad en los diversos informes, proyecciones, etc., sobre el futuro y competitividad de las fuentes “limpias” se terminan comparando con las no renovables, a partir del costo nivelado de generación eléctrica, que es la variable de referencia para determinarlo. Sin embargo, hay que entender por qué las diferencias entre ellas hace que hasta ahora las fósiles sean más “competitivas”, y el reduccionismo que implica ponerlas en la misma balanza, pese a situaciones históricas, productivas, tecnológicas, sociales, ambientales, entre otras. Disentimos de ello porque es precisamente lo

¹⁷¹ La forma de calcular la renta del petróleo está disponible en: Pierre, J. (1980).

¹⁷² Para la renta minera un ejemplo es la aplicada en el cobre desarrollada por D. Debrott (2003). Soberanía Nacional, transnacionalización de la industria el cobre en Chile.

que justifica que continúe predominando la industria petrolera en la matriz energética (revise capítulo uno). Veamos.

Primero, en comparación con las energías renovables los combustibles fósiles, como el petróleo y carbón, las superan en cuando menos cien años de ventaja respecto a su explotación masiva, desarrollo tecnológico, descubrimiento de yacimientos y por tanto en disponibilidad para acceder a su utilización, que aunque eso no quiere decir que sean superiores en potencial a las renovables, ya que cada vez hay más estudios que descubren que su capacidad para satisfacer la demanda energética es muy superior al menos para la requerida en la producción eléctrica.¹⁷³ Sin embargo, la dependencia de los primeros en el mundo y en México hacen que se siga apostando por ellos, en el caso del petróleo, éste abona aún más a la desigualdad respecto a las ER para ser comparados entre sí en la deducción de la renta diferencial, ya que el primero no sólo sirve para la generación eléctrica sino que sostiene una red inmensa de mercancías medios de subsistencia y de producción sobre los que se sustenta la reproducción de la sociedad capitalista.

Segundo. Actualmente en la producción eléctrica, las energías fósiles y renovables se comparan entre sí mediante los LCOE, variable de referencia para determinar qué tan competitivos son los costos de generación basados en las diversas fuentes de energía. Sin embargo, ello resulta desigual, pues al hacerlo resulta que los costos correspondientes a los fósiles son menores al resto, lo cual resulta limitado porque no incluyen los costos ambientales de la explotación de las energías no renovables, es decir ocultan una parte de su

¹⁷³ El astrofísico K. Fuhrmann (2001) calculó que en el transcurso de un segundo el sol transforma 4 millones de toneladas de materia energía y la irradia: 386 mil trillones de vatios por segundo; media mil millonésima parte de esa magnitud alcanzaría para nuestro planeta. Esto continúa siendo 20, 000 veces más que los requerimientos energéticos diarios de la humanidad (Citado en Scheer, 2011, p. 46). Por lo que cualquier duda de si este potencial es suficiente para el abastecimiento energético de la humanidad es ridícula.

costo y eso los coloca en ventaja sobre las renovables.¹⁷⁴ Sólo cuando se comparan objetivamente los costos de generación eléctrica por kwh, de las diferentes fuentes energéticas más los costos sociales en cuanto a su impacto en el medio ambiente, procedería poder contrastarlas, cuando eso ha sucedido las energías renovables como eólica y en algunos casos la biomasa, se encuentran “mejor posicionadas en términos de bajas externalidades” (Chevalier & Geoffron, 2013, p. 8), pero hasta ahora esta manera de equiparar no es la dominante, por lo que no podemos meter en la misma canasta energías cuyos costos no se calculan de manera homogénea.

Tercero, el petróleo, gas natural y el carbón, una vez extraídos, no presentan el problema de la intermitencia para producir electricidad. De manera que una vez que se dispone de ellos la producción es continua, a diferencia de la eoloelectricidad que depende de la época del año para captar mayor o menor energía del viento y producir, es decir del factor capacidad, lo que económicamente la pone en desventaja, ya que el interés del capital es aumentar la escala de la producción para abaratar los costos unitarios, pero para ello necesita disponibilidad constante de los energéticos, y éstas fuentes “alternativas” por sus características natas lo limitan. Sin embargo, la no intermitencia de las energías tradicionales como una característica positiva frente a las renovables se ve limitada por ser finitas, cuestión que no se considera en los costos de explotar esta energía y por ende en los de la producción eléctrica. Y lejos de que las diferencias entre los tipos de energéticos se muestren, ocurre por ejemplo lo que hace la industria eólica que mediante el desarrollo tecnológico las busca borrar, asemejando la forma de disponer del viento con las fósiles (capítulo tres) para incrementar la magnitud de la

¹⁷⁴ Tampoco los LCOE de las energías “alternativas” los incluyen, lo cual debería aplicar en ambos casos, si lo que se pretende es hacer una evaluación homogénea cual si los recursos que se equiparan fueran iguales.

eologeneración y obtener LCOE¹⁷⁵ similares a los del petróleo, gas natural y carbón, como si en verdad todos se pudieran igualar.

Debido a estos y otros atributos dispares entre los energéticos, la renta diferencial de la producción eléctrica con viento no se derivará de entre todas las mercancías electricidad sino sólo comparándola respecto a la producida con energía eólica. Separar la producción eoloeléctrica del resto, es una estrategia que usamos sin que con ello demos por hecho que las distintas formas de generar electricidad nunca se podrán comparar en términos de costos, pues conforme más se desarrolla la tecnología para aprovechar las ER y se acaban las convencionales más podrán competir entre sí, en relación a los LCOE, pues la tendencia al agotamiento de los combustibles fósiles implica su encarecimiento, otorgando un papel de preponderancia a las energías renovables (AIE, 2015). De hecho hoy en día ya son comparables entre sí, por ejemplo con la eólica, pero solamente en los sitios donde los vientos son de mejor calidad (REN21, 2016).

4.5. La subordinación del viento al desarrollo tecnológico y la desaparición de la renta diferencial eólica

La tendencia del modo específicamente capitalista de producción es a desarrollar incesantemente las fuerzas productivas del trabajo social, que en otras palabras se traduce en la elevación ilimitada de la composición orgánica de capital en todas las ramas de la generación de valor. Todo depende de la producción tecnológica y cómo ésta impacta en la reducción del valor y aumento de mayor cantidad de mercancías producidas. La industria eólica no escapa de esta búsqueda de progreso en aras de incrementar la utilización de esta energía renovable, subordinada por supuesto a la dinámica e interés de la acumulación de capital.

¹⁷⁵ En un apartado posterior los desglosaremos detalladamente.

El centro de esta industria, para lograr competir en la generación eléctrica, cada vez más de cerca con las energías fósiles: petróleo, gas natural y carbón, se ubica en reducir los costos nivelados de generación, por medio del incremento en la cantidad de eoloelectricidad producida. Como hemos visto, ello depende principalmente de cuatro factores: la intensidad del recurso eólico (factor planta y velocidad), potencia nominal del aerogenerador, altura de la turbina y diámetro del rotor (IRENA, 2015). Sin embargo, la industria se ha enfocado en los tres últimos desarrollando turbinas eólicas “más grandes”.¹⁷⁶

Se trata de un conjunto de innovaciones, que expresan la forma en cómo se eleva la productividad en la eoloelectricidad, mediante el desarrollo de las fuerzas productivas técnicas, en aras de un mejor aprovechamiento del viento disponible, y que también puede ser leído como un ejemplo de la ley del valor.¹⁷⁷ Al mismo tiempo que se evidencia la subordinación a gran escala del viento en tanto fuerza de la naturaleza al proceso inmediato de producción, transformándolo en un agente más del trabajo social (Marx, 1982).

Actualmente en la literatura especializada sobre la industria eólica, se pretende aparentar que la productividad de la eologeneración depende exclusivamente de las fuerzas productivas técnicas, en particular del aerogenerador y no de la calidad del recurso eólico. No obstante, *todos los esfuerzos tecnológicos están enfocados en conseguir mayores factores capacidad y velocidad del viento*, de los cuales depende la productividad en la eoloelectricidad, debido a la escasez de vientos en el mundo con una alta fertilidad natural, por lo que la tecnología se convierte en la vía para acceder a vientos, de menor calidad. Este desarrollo tecnológico

¹⁷⁶ La tendencia al crecimiento de la capacidad nominal trasciende a otras energías catalogadas de renovables como la hidroeléctrica, donde sucede lo mismo sólo que en una escala mayor; mientras en nuestros tiempos la máxima potencia de una turbina eólica es de 8 MW, una turbina hidroeléctrica alcanza 1 GW, lo cual es explicable porque este tipo de energía desde los setenta es la fuente renovable de generación eléctrica más importante en el mundo, por lo que su desarrollo tecnológico es mayor.

¹⁷⁷ Destaca que este progreso tecnológico realizado para aumentar la productividad en la eologeneración, se concentra únicamente en “países desarrollados” como: Dinamarca, EU y Alemania, así como en dos “en desarrollo”: China y España (REN21, 2017).

alcanzado se ha expresado en aprovechar también los sitios con vientos menos veloces, por ejemplo hoy existen turbinas que obtienen de vientos menores factores capacidad iguales a los poseídos por vientos de mayor intensidad (IRENA, 2015), o bien produciendo aerogeneradores para todo tipo de viento;¹⁷⁸ es decir que la industria apuesta por *superar* la limitación natural de vientos fértiles en el planeta, en aras de ampliar la oferta eólica disponible para su explotación y los niveles de eologeneración mundial.

A partir de la tecnología no sólo se intenta prescindir o eliminar la dependencia de la energía eólica y de sus cualidades determinantes para la generación de manera que los vientos puedan ser equivalentes o semejantes entre ellos, sino también desaparecer la renta diferencial, pues ya lo que únicamente potenciaría la producción y abarataría los costos de generación no sería el recurso eólico en sí: su factor capacidad y velocidad, sino la tecnología; abandonando toda posibilidad de diferenciar la producción eoloeléctrica entre uno y otro sitio, por las propias características de sus vientos, y reduciendo todo al aerogenerador, ya que de éste, en tanto fuerza productiva producida por el capital, sí puede tener control total, mientras de la fuerza de la naturaleza no. En otras palabras, que los productores de eololectricidad podrán generarla en cualquier lugar del mundo, sólo contando con ciertas condiciones tecnológicas, por lo que vientos estratégicos como los del Istmo de Tehuantepec pierden preponderancia a la hora de determinar su incidencia en este tipo de producción. De manera que si los propietarios de las tierras donde producen Acciona, Iberdrola, EDF, En el Green Power, etc., quisieran exigir un pago en función de la alta productividad de la energía, ello quedaría anulado, ante la tendencia de toda la industria a minimizar a este bien natural.

¹⁷⁸ El tema del desarrollo tecnológico fue explicado a detalle en el capítulo tres de esta tesis, y en los sitios electrónicos de algunas de las principales manufactureras de aerogeneradores como Vestas, Gamesa-Siemens, Nordex-Acciona Windpower se pueden verificar las innovaciones tecnológicas que señalamos.

En el caso de que el desarrollo tecnológico lograra que fueran los aerogeneradores los que potencien la capacidad de producir de los parques y no el viento por sí mismo, permitiéndoles a los productores que usen las mejores turbinas generar eoloelectricidad a un valor individual menor contra sus competidores, y por tanto una ganancia extraordinaria, ello será un proceso pasajero debido a que esta manera de aumentar la productividad es generalizable, al ser los aerogeneradores fuerzas productivas producidas por el hombre y por ello tarde o temprano todos los productores tenderán a tener las mismas condiciones de producción y por ende el valor y la cantidad de producción; no así ocurre para quienes con una fuerza natural superior, como la del Istmo, siempre se encontrarán en la delantera de los niveles de generación ya que la productividad natural de su viento no se encuentra prácticamente en ningún otro sitio del mundo y por ello no es reproducible, razón por la cual son privilegiadas las empresas que se apropian de este tipo de energía eólica que obtendrán permanentemente una plusganancia convertida en renta diferencial.¹⁷⁹

Además, contradictoriamente en muchos informes sobre el estado actual y futuro de la energía eólica, siempre hay un reconocimiento implícito a que la reducción de los LCOE y precios de eoloelectricidad se debe a las zonas geográficas con mejor intensidad de viento. Lo cual demuestra una vez más la importancia de esta fuerza natural y que pese a la pretensión de la industria de sobreponer al viento la tecnología, no es un objetivo logrado,¹⁸⁰ pues es en los lugares de vientos de mayor calidad donde se obtienen los menores costos de generación, inclusive volviendo competitiva a la eoloelectricidad con la electricidad generada con fuentes fósiles (IRENA & ETSAP, 2016).

¹⁷⁹ Recomendamos revisar el capítulo dos de esta tesis, donde hacemos una discusión con Raúl Delgado Wise sobre una supuesta inactualidad de la renta diferencial obtenida por medio de la naturaleza y su derrocamiento a través del desarrollo tecnológico.

¹⁸⁰ Este objetivo también se ve frenado por una serie de limitantes naturales y económicas explicadas con anterioridad en el capítulo tres de esta investigación.

4.6. El desarrollo de las fuerzas productivas técnicas y la diversificación de la renta diferencial

En realidad los esfuerzos tecnológicos de la industria eólica, tanto de aerogeneradores como instrumentos, programas, equipos diversos, etc., para la medición, precisión y descubrimiento de nuevos vientos de variada calidad, han resultado en la incorporación de nuevos vientos al conjunto de fuerzas productivas eólicas, haciendo esta oferta más grande y diversa, y no solamente respecto a la energía eólica onshore, sino también para la offshore, dinámica que apunta a seguir progresando conforme se vaya haciendo innegable la crisis climática, acompañada del agotamiento y encarecimiento de los recursos fósiles. En ese sentido, esperamos una ampliación en el número de territorios a explotar, que incluya tierras que aún sin disponer de intensos vientos, puedan ser aprovechados con tecnología, ante la necesidad de satisfacer una oferta energética creciente, para lo cual únicamente los fuertes vientos resultan insuficientes. Recordemos que es la industria eléctrica la que mayor demanda de energéticos presenta, siendo sus mayores consumidores la industria de alimentos, automotriz, minería, cementera, etcétera, los mismos para quienes principalmente está destinada la eologeneración del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

En el estudio de Marx sobre la renta diferencial planteaba que las tierras con alta fertilidad, no eran capaces de cubrir la demanda agrícola, y era necesario incorporar tierras de menor calidad para lograrlo, ampliándose con ello la diferencia entre los precios de producción individuales y el precio de producción general y por ende diversificándose la renta diferencial entre los distintos tipos de suelo. En la determinación de la renta diferencial del suelo; en el capítulo XXXIX del tomo tres explica que la incorporación de nuevas tierras puede presentarse lo mismo en escala descendente, pasando de las mejores a las peores, que a la inversa, o en un movimiento de zigzag, en que los sentidos se alternan. Por lo que la

producción de la renta diferencial no se condiciona por un sólo tipo de movimiento, considerar esto es un error, pues en realidad “su única condición es la desigualdad de las clases de tierra” (Marx, 2001, p. 613). Igualmente, en nuestro tema la incorporación de tierras con otros tipos de viento no tiene una orden lineal, de los mejores a los peores, más bien el proceso de ensanchamiento de estas fuerzas naturales se halla determinado por el grado de desarrollo alcanzado por la industria aplicada al estudio y aprovechamiento de nuevos bienes eólicos, lo cual se observa en escala creciente.

De modo que la ampliación y diversificación de la cantidad de vientos disponibles para su apropiación dará lugar a distintas rentas diferenciales al comparar distintos vientos con capacidad productiva diferente, que arrojan diferentes precios de producción individual y posiblemente modificarse el precio de producción regulador. El cuadro 2 puede también leerse a manera de catálogo de los distintos tipos de viento en el mundo según su factor capacidad. Se amplían los diferenciales entre las rentas, al comparar vientos de peor, mediana y mejor calidad y estos diferenciales irán en ascenso conforme se incluyan más nuevas fuerzas productivas eólicas. En esta gama diversa, entra la energía eólica del Istmo de Tehuantepec, que al ser considerada la segunda mejor en el planeta, se coloca al mismo tiempo como la segunda mayor renta diferencial frente a vientos menos fértiles, porque a mayor productividad natural mayor renta. Con ello no pretendemos plantear que la posición que hasta ahora ocupa la renta diferencial en el Istmo, sea inamovible o fija, es más bien una posición relativa, histórica, subordinada a la incorporación de vientos mejores o peores, sujeta nuevamente al desarrollo de las fuerzas productivas sociales y a la propia demanda energética.

4.7. Ganancias extraordinarias indirectas en el Istmo de Tehuantepec

A las ventajas de capacidad productiva natural disponibles en el Istmo de Tehuantepec que favorecen a la reducción de los LCOE y la producción de un excedente económico superior al promedio social, la región y en general todo el territorio oaxaqueño ofrece una ventaja más. Se trata de la exención de impuestos a los capitalistas productores de electricidad, medida que sin ser de carácter propiamente productivo, indirectamente impulsa su generación al disminuir los LCOE, porque el pago de impuestos forma parte de los costos de operación y mantenimiento.

Durante el año 2016, se dio a conocer que en la ley de ingresos de 2015 del Estado de Oaxaca, el congreso local eliminó el cobro de impuestos a las empresas eólicas,¹⁸¹ y en 2017 se pactó la eliminación del cobro de impuestos municipales durante la operación de los parques eólicos, mediante la firma de un “memorándum de entendimiento” entre los representantes de las empresas, el gobierno estatal, el Poder Legislativo y los ediles de Juchitán, Unión Hidalgo, Santo Domingo Ingenio, Asunción Ixtaltepec y El Espinal, Oaxaca.¹⁸² Derivado de este acuerdo, se denunció que la alcaldesa de Juchitán, encabezado entonces por Gloria Sánchez, condonó a las productoras de eoloelectricidad instaladas en este municipio, casi la totalidad de la deuda fiscal de 1500 millones de pesos acumulada de 2013 a la fecha,¹⁸³ a cambio de 2 camiones de volteo, 18 millones 553 mil 858 de pesos y la

¹⁸¹ Véase <http://www.jornada.unam.mx/2016/01/04/estados/027n2est> consultado el 03 de mayo de 2016. Sin embargo, ya desde 2015 a través del entonces secretario de finanzas Enrique Arnaud Viñas supimos que la eoloelectricidad producida en el Istmo no contribuía a los ingresos del Estado, de acuerdo a lo documentado en <https://www.proceso.com.mx/422441/oaxaca-no-se-beneficia-con-los-parques-eolicos-secretario-de-finanzas>, visto el 04 de diciembre de 2015.

¹⁸² En este documento, los gobiernos municipales se comprometen a no imponer contribuciones en materia eólica en sus respectivas leyes de ingresos, excepto aquellos derechos por ámbito de uso de suelo para nuevos proyectos de empresas eólicas, licencias de construcción considerando las prórrogas y el aviso de terminación de obra. Para mayor información consulte <http://www.jornada.unam.mx/2017/08/13/estados/025n1est>, revisado el 26 de septiembre de 2017.

¹⁸³ De hecho la firma del “memorándum viene a darles la razón a las empresas eólicas, porque ante esta deuda las se encontraban amparadas.

condonación del crédito solicitado al gobierno estatal por un anticipo de 10 millones,¹⁸⁴ el tema resulta de mayor gravedad toda vez que es el municipio que más parques tiene instalados, 13 de un total de 23 proyectos en operación (cuadros 1 y 2) y donde se concentra uno de los mejores vientos del estado de Oaxaca (mapa 2) y del mundo.

Quizás podría argumentarse que la exención fiscal durante la operación de las centrales eoloelectricas, realmente no representa un gran beneficio para los capitalistas de la eoloelectricidad en términos de reducir sus costos de generación, ya que los costos de operación y mantenimiento constituyen sólo un 20%, y del total de éstos 50% está dedicado al pago de mantenimiento y reparación del aerogenerador (vea tabla 1), mientras que el otro 50% se distribuye en diversos gastos entre los cuales se incluyen los impuestos (IPCC, 2012). Independientemente de éstas proporciones el no pagar impuestos locales no deja de representar una ventaja a la que acceden este tipo de capitales, porque no es una generalidad que suceda en otros países, al contrario, la regla es pagar impuestos durante la producción, por eso éstos siempre aparecen contemplados en los costos de operación y mantenimiento. En un sentido opuesto, el beneficio para el capital significa afectación para la población del Istmo, por ejemplo en Juchitán si se cobraran impuestos sería el municipio más beneficiado, por poseer el mayor número de parques; sin embargo no ocurre así, en un momento cuando esos recursos condonados adquieren mayor relevancia ante la situación de urgencia económica y social que hasta hoy se padece allí y en otras poblaciones de la región que perdieron vidas, viviendas, empleo, etc., a causa del terremoto del 07 de septiembre de 2017 y sus subsecuentes miles de réplicas.

¹⁸⁴ Denuncia difundida en <http://www.encuentroradiotv.com/index.php/regiones/item/12779-oficial-eolicas-no-pagaran-impuestos-en-juchitan> y en <https://videos.telesurtv.net/video/672606/cruce-de-palabras-672606/>. Fecha de acceso: 26 de septiembre de 2017.

Cerramos este apartado aclarando que consideramos importante abordar la falta de cobro de impuestos porque aunque no es lo que origina la renta, sí contribuye a hacer más grande el volumen de ganancias que los capitalistas de la eoloelectricidad obtienen; es decir, constituyen un mecanismo que les permite agenciarse ganancias extraordinarias precisamente porque es un ahorro de costos conseguidos gracias a éstas condiciones fiscales excepcionales en el mundo. Con esto último concluimos que para la industria eólica no existe una sola vía para la reducción de sus LCOE, no es suficiente promover el desarrollo tecnológico, apropiarse de vientos de mayor intensidad, reducir el número de trabajadores de operación y mantenimiento, sino que también para lograrlo recurren a no pagar impuestos ya sea por medio de ampararse en contra de ello o a través de acuerdos con las autoridades para la condonación de los mismos. En suma, tenemos que en el Istmo de Tehuantepec se conjugan capacidades y condiciones de producción inéditas, tanto por su viento como por las facilidades fiscales que las autoridades locales les brindan, ventajas que atraen más al capital transnacional, para explotar el mejor o uno de los mejores vientos a escala planetaria, de ahí que México sea hoy uno de los principales destinos de inversión de capital en América Latina (ProMéxico & Secretaría de Energía, 2014).¹⁸⁵

¹⁸⁵ Como vemos en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, a propósito de la privatización de la industria eléctrica nacional, el gobierno estatal no funge ni siquiera como ente recaudador y menos redistributivo del excedente económico, a diferencia de lo que los autores del *neoextractivismo* (véase subapartado 2.2.3) le criticaron a los gobiernos progresistas que hubo y hay en Latinoamérica, que mediante la renacionalización de sus bienes naturales o el cobro de impuestos a proyectos extractivistas, captan una mayor proporción del excedente económico, ingresos denominados rentas diferenciales o extractivistas, destinados a programas sociales, con el fin de legitimarse, controlar el descontento social y legitimar a los mismos proyectos transnacionales dentro de la lógica de la acumulación de capital (Gudynas, 2011). De manera que sin discutir ahora la problemática en el uso de los mismos, así como las implicaciones de las actividades extractivas, al menos esos gobiernos han tenido un papel activo sobre la apropiación de los beneficios obtenidos por la explotación de la naturaleza, mientras en México el actuar común de las instituciones del Estado, ha sido permitir la evasión fiscal de un sinnúmero de empresas transnacionales, como parte de la política económica neoliberal, en esta lógica hasta ahora ha operado también la producción eoloelectrónica.

**CAPÍTULO V. LA ACUMULACIÓN ORIGINARIA
EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC, OAXACA**

Introducción

A continuación presentamos un capítulo breve que tiene por objetivo exponer la importancia que tiene la acumulación originaria para la apropiación directa del capital de la renta diferencial eólica, en aras de que la propiedad de la tierra no sea un obstáculo para ampliar la escala de la acumulación de capital y amortiguar la caída tendencial de la cuota general de ganancia, más aún cuando se trata de ganancias extraordinarias permanentes. En ese sentido, se propone la vigencia de la categoría acumulación originaria para entender por qué los productores de la eoloelectricidad actúan como los verdaderos propietarios de la tierra, invirtiéndose los papeles que en tiempos de Marx transcurrían siendo la clase capitalista la que se subordinaba a la gran propiedad territorial. Por ello subrayamos las particularidades propias de dicha acumulación en el Istmo de Tehuantepec, considerando el grado de desarrollo del capitalismo en la subordinación de todos los espacios de la producción y reproducción social; y el papel central que las instituciones estatales han tenido para que ello ocurra, colocándose del lado de los capitalistas de la eoloelectricidad.

Se desglosan los mecanismos como estos capitalistas han logrado apropiarse indirectamente de la tierra: el engaño y la manipulación de la información, destrucción del valor de uso de la tierra destinada a la agricultura, violación de derechos humanos, uso de violencia tanto estatal como paramilitar para imponer el arrendamiento de terrenos en donde se planean instalar las centrales eólicas, etcétera, así como las consecuencias de dicha apropiación, que a diferencia del capítulo veinticuatro del tomo I de Marx, esta vez no es la generación de fuerza de trabajo para ser contratada sino para formar parte del ejército industrial de reserva, toda vez que el proceso de producción eoloeléctrica demanda trabajo calificado y las condiciones de la fuerza de trabajo istmeña no concuerdan con ello. Al mismo tiempo que desde el gobierno se niega la posibilidad de otras forma de participación de los

propietarios de la tierra a la explotación de la energía eólica. demostrándose que se les ha asignado el único papel de convertirse en fuerza de trabajo libre al servicio de la reproducción del capital.

Finalmente, aunque aquí analizamos el proceso de expropiación de medios de producción y de vida, queda pendiente un estudio profundo sobre cómo se ha dado y las consecuencias para la población en general, pues aquí la acumulación originaria sólo es analizada como un medio para que las empresas se apropien la renta diferencial.

5.1. La acumulación originaria y la apropiación de la renta diferencial eólica

A consideración de los capitales interesados en invertir o que ya poseen parques eólicos en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México detenta “un activo natural” de valor realmente estratégico, las condiciones de esta región son ideales para la producción de energía eólica y lo más importante es que la capacidad de aprovecharlas de manera notable ha crecido gracias a los tres órdenes de gobierno.¹⁸⁶ Pero para ellos la energía eólica no pertenece a los poseedores de la tierra ni mucho menos en general a los habitantes de la región.¹⁸⁷ Es un viento sobre el que disponen cuál si fuera de ellos, en un auténtico proceder de propietarios de fuerzas productivas que no les pertenecen.

Durante más de una década en el Istmo de Tehuantepec se ha dado un largo proceso de expropiación de los medios de producción y de subsistencia a sus propietarios directos: ejidatarios comuneros y pequeños propietarios, bajo diversos modos observamos mecanismos

¹⁸⁶ Argumentos recogidos del video encontrado en https://www.youtube.com/watch?v=4r_VsL_R5-U&app=desktop, visto el 02 de abril de 2018.

¹⁸⁷ Cuando hablamos de “pertenecer” nos referimos a lo que anteriormente señalamos, que es la tierra, bajo un tipo de propiedad específico, la que exclusivamente contiene al viento porque las características que éste tiene, sólo las adquiere cuando atraviesa ese tipo de tierras.

de la acumulación originaria,¹⁸⁸ cuyo objetivo ha sido no pagar a éstos la renta diferencial,¹⁸⁹ y por otro lado el control del territorio, centrados en la tierra y la energía eólica.

En realidad no pagar la renta diferencial a los propietarios de la tierra representa para los capitalistas la obtención de una mayor masa de ganancia destinada a la acumulación de capital, en lugar de ser transferidas al propietario de la tierra, que de ocurrir alteraría las condiciones de desarrollo del modo de producción capitalista. Por ejemplo en la reproducción ampliada del capital (Bartra, 2006). Es por eso que la acumulación originaria se vuelve necesaria para impedirlo.

Planteamos este vínculo entre ambas categorías porque recordemos que la ganancia extraordinaria adquiere la forma de renta diferencial siempre y cuando la tierra o cualquiera otra fuerza natural se halle en manos de un tipo de propiedad. Hemos argumentado que la clase específica de viento con elevada productividad, sólo puede capturarse en tierras específicas que tienen propietarios. De ahí lo central que es la propiedad de la tierra para la transferencia de este excedente económico en favor de los dueños de la tierra. Por eso para los capitalistas industriales de la eoloelectricidad se ha vuelto un objetivo apropiarse del suelo, para prácticamente monopolizar los resultados obtenidos gracias a un viento tan productivo a escala planetaria. En síntesis, la renta diferencial no puede ser estudiada disociándola de la propiedad, pero en el Istmo de Tehuantepec adquiere especificidades que hacen que este excedente económico no sea para sus propietarios, siendo que los capitalistas

¹⁸⁸ En el capítulo dos discutimos sobre la pertinencia de la categoría acumulación originaria, asimismo su comparación con otras categorías como acumulación por desposesión o por despojo.

¹⁸⁹ Mientras en los tiempos que Marx estudió la renta de la tierra, lo común era la transferencia total de la ganancia extraordinaria, en forma de renta diferencial a los propietarios de la tierra, en la actualidad el capital industrial se mueve de forma diferente buscando quedarse con una parte mayor de este excedente económico, como sucede en la renta diferencial eólica, pero ello no es reciente; ya P. Angelier (1980) mostró la transferencia incompleta de la renta diferencial petrolera a los propietarios de la tierra, ya que las empresas se apropian de una parte de ella, sea porque tienen el poder económico y político para hacerlo o porque son copropietarias de los yacimientos. Igualmente R. Delgado Wise (1985) plantea que hay una serie de condiciones que evitan que la totalidad de las plusganancias sean apropiadas por el verdadero dueño de la tierra.

adquieren un papel dominante sobre éstos, con acciones que ejemplifican la *permanente acumulación originaria*. Sin embargo ¿cómo se da este proceso en la región? El centro de atención es mostrar cómo por la vía de los hechos ocurre. Lo que en términos generales explicamos a continuación.

Marx no planteó la relación entre acumulación originaria y renta diferencial, primero porque en Inglaterra el proceso de expropiación de productores directos ya había ocurrido cientos de años atrás al momento histórico en que él estudia la renta del suelo, en donde la tierra ya correspondía a grandes propietarios, poseedores de medios de producción, que se encontraban aliados a un Estado que todavía representaba los intereses tanto de la clase dominante del capitalismo como a los terratenientes, que aún cuando la gran propiedad no fuera la “forma adecuada” para la expansión capitalista, generaba diversas condiciones para que fueran éstos últimos los que continuaran detentando la propiedad territorial.

Contrariamente, en el Istmo de Tehuantepec, aún cuando la tierra tampoco se halla bajo un régimen de propiedad “adecuado”, el Estado mexicano ha intervenido de manera diferente, debido precisamente al nivel de desarrollo capitalista alcanzado durante el neoliberalismo, ha intervenido decididamente para moldearlo acorde sus necesidades de reproducirse, que demanda constantemente que cada vez más todas las fuerzas productivas de la humanidad sean privatizadas, facilitando el acceso de los capitalistas para la valorización y acumulación de capital, pues recordemos que la tendencia de este modo de producción es a la desaparición de otras formas de propiedad sobre los medios de producción, que no sea la privada dedicada a producir capital, al mismo tiempo que con ello logra la introducción de las relaciones sociales de producción capitalistas. En este territorio, el Estado desde hace casi dos décadas se ha dedicado a implementar la desaparición de esa clase de propiedad, a partir de un proceso de privatización de tierras ejidales y comunales, mediante la reforma al *artículo*

27 constitucional de 1992, que coincide con la modificación a la *Ley de servicio público de energía eléctrica*, ambas han permitido el despojo de la propiedad social para ser destinada a la producción eléctrica, en nuestro caso de eoloelectricidad, favoreciendo a que la renta diferencial quede en manos de los mismos capitalistas.

En adición, la *Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética*, estipula que el aprovechamiento de las mismas y el uso de tecnologías limpias son de utilidad pública,¹⁹⁰ es decir que la utilización de energéticos renovables tendrá preferencia sobre cualquier otra que implique el aprovechamiento de la superficie o del subsuelo, como se expresa abiertamente en la *Ley minera* y la *Ley de hidrocarburos*.¹⁹¹ En el Istmo se ha cumplido la ley, privilegiando la transferencia del usufructo de la tierra y el control territorial de ejidos y comunidades rurales a las empresas transnacionales para producir eoloelectricidad (Diego, 2015), al ser este territorio el de mayor potencial eólico planetario. La pérdida de tierras por sus propietarios originarios adquiere una relevancia mundial ya que de la energía eólica se ha hecho depender la simulada transición energética en la explotación de la energía del viento, al ser la fuente renovable que hoy más se emplea y empleará en un futuro para la generación eléctrica (ver el capítulo uno).

A consecuencia de estos procesos, en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca la tierra ha podido ser arrendada a las grandes empresas, provocando que los propietarios originales

¹⁹⁰ Esto se declara en el artículo segundo de La Ley, promulgada en 2008 y actualizada en 2013. Disponible en <http://www.cre.gob.mx/documento/3870.pdf> . Consultada el 20 de febrero de 2018.

¹⁹¹ Publicadas en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/151_110814.pdf y http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5355989&fecha=11/08/2014 respectivamente. Destaca la contradicción de que mientras se da preferencia a las energías renovables en aras de una transición energética “sustentable” también se privilegia la explotación de hidrocarburos por encima de cualquier otra actividad, inclusive la minera, lo cual expone aún el enorme peso del petróleo en la economía capitalista.

prácticamente pierdan su derecho de propiedad.¹⁹² Además de que los cambios al artículo 27 constitucional y el programa PROCEDE, dieron lugar a los títulos de propiedad individual, con lo cual la decisión de arrendamiento dejaba de pasar por la discusión en asambleas ejidales o comunales, permitiéndoles a los capitales, a través de sus empleados, convencer individualmente a cada uno de los propietarios sobre la aceptación de los proyectos.

Desde el inicio del denominado corredor eólico, podemos encontrar cómo es ese proceso de expropiación de la tierra el que está detrás. Previamente a la instalación de las centrales eoloelectricas las empresas llegaron a la región imponiendo las condiciones de explotación del suelo y el viento, los contratos de arrendamiento de los terrenos son una buena ejemplificación, ya que no fueron acordados mutuamente entre las partes interesadas: propietarios de la tierra y las empresas, ni mucho menos siendo los primeros los que impusieran o negociaran los términos en que les cederían su propiedad. Fueron las mismas empresas las que elaboraron una especie de formato, con los términos del contrato: la duración del arrendamiento, su renovación, la utilización de la tierra, diversos pagos por apartado de tierra, por generación de energía eléctrica, daños a los terrenos, etcétera.

Contrario a cómo se daba la relación entre terratenientes y capitalistas, donde la gran

¹⁹² Es importante señalar que en esta región, con el proyecto neoliberal se han dado una serie de condiciones materiales históricas para permitir la aceptación de la instalación de los proyectos eólicos de capital transnacional, en las tierras del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca: el abandono del gobierno a pequeños productores del campo, la falta de empleos, ocasionando la migración a las ciudades o al extranjero, desempleo y empobrecimiento de la población oriunda. El tema ha sido estudiado en términos históricos por R. S. Diego (2018) en su artículo: De territorialidades, intervenciones y resistencias en el Istmo de Oaxaca, que le ha llamado a este proceso: “precariedad”, en la cual se ha ido sumergiendo a la mayoría de la población rural urbana, que pareciera haber sido concebida para generar condiciones idóneas para la implantación de los denominados megaproyectos en territorios rurales, quitándoles modos de vivir y dejándolos sin opción para decidir qué hacer con sus tierras más que rentarlas para la generación de eoloelectricidad. Uharte, también caracteriza a este proceso como “precariedad social”, que las empresas transnacionales utilizan para lograr rápidamente la firma de los contratos de arrendamiento, para ilustrarlo refiere a la información proporcionada por Villa (2012) en entrevista: “nos dijeron que se iban a ir si nos negábamos (...) y en este pueblo como falta trabajo, muchos campesinos dijimos que sí (...) pensábamos que iba a dar mucho trabajo (...) por eso aceptamos”. Sin embargo, consideramos que estos mecanismos son indirectamente “nuevas” formas de la acumulación originaria ya que dan pie al divorcio entre la tierra y los productores directos, convirtiéndolos en mano de obra libre o potenciales asalariados de los expropiadores. Así, podemos ver que los métodos de la acumulación primitiva no son sólo los evidentemente violentos, sino otros más sutiles que posibilitan la expropiación de las tierras, en este caso la de los mejores reservorios mundiales de energía eólica, para favorecer un sólo esquema de usufructo del viento, en favor de las transnacionales y no de las comunidades.

propiedad privada procedía libremente sobre el destino de sus tierras, a quién, cómo, de qué manera cederla para su explotación, y por supuesto el monto de la renta diferencial (o absoluta) por el sólo hecho de que sea su propiedad la que se explota, dígame tierra, minas, bosques, agua, etc. Es decir, la característica de la renta del suelo es el comportamiento activo del propietario frente al capitalista, y la de éste la pasividad que asume al no pertenecerle los medios de producción. Sin embargo, en el Istmo el proceso de arrendamiento muestra una situación inversa donde los capitalistas se conducen como los propietarios de la tierra, pues son quienes a través de los contratos subordinan a los ejidatarios, comuneros y pequeños propietarios, de quienes obtuvieron la firma de los contratos mediante engaños, sin traductor¹⁹³, sin asesoría recibida sobre el tema de la generación eoloeléctrica, y sus impactos ambientales sobre el territorio, inclusive muchos de ellos autorizaron la instalación de los parques eólicos sin saber leer y escribir. De manera que al menos durante un periodo de arrendamiento de 25 a 30 años, las empresas se han convertido en las verdaderas propietarias de la tierra, concentrando aproximadamente 30,000 hectáreas (Diego, 2018),¹⁹⁴ equivalente a un 25% de la superficie territorial con mayor viento en la región.¹⁹⁵ Veamos en el Cuadro 1 las expresiones de esta situación.

¹⁹³ Se enfatiza en la inexistencia de traductor porque donde se asientan las centrales eoloeléctricas es territorio indígena, principalmente zapoteca e ikoots.

¹⁹⁴ Siguiendo otra fuente de información se deduce la misma cantidad de hectáreas en posesión de las empresas eoloeléctricas. Según Winrock International et al. (2003), para turbinas de 1.5 MW, se requieren aproximadamente 15.6 hectáreas por cada una. Dado que en el Istmo la mayoría de las turbinas tienen una potencia unitaria de 1.5 MW, multiplicamos las 15.6 ha. requeridas por 2000, que es el número aproximado de las instaladas en la zona, obtenemos un total de 31,200 hectáreas.

¹⁹⁵ El dato es un cálculo propio deducido de que el Istmo dispone de 120,000 hectáreas con el mejor potencial eólico explotable (NREL, 2004)

Cuadro 1. Concentración de hectáreas.

Permisionario	Empresa propietaria	Superficie Has.
Fuerza Eólica del Istmo, S. A. de C. V.	Grupo Peñoles	3000
Eléctrica del Valle de México, S. de R. L. de C. V.	EDF Energies Nouvelles.	361.3
Parques Ecológicos de México, S. A. de C. V.	Iberdrola	1017
Eoliatec del Istmo, S. A. P. I. de C. V.	EDF Energies Nouvelles.	1000
Eurus, S. A. P. I. de C. V.	Acciona	3000
Bii Nee Stipa Energía Eólica, S. A. de C. V.	Iberdrola	N/D
Instituto de Investigaciones Eléctricas	CFE	32.35
Eoliatec del Pacífico, S. A. P. I. de C. V.	EDF Energies Nouvelles.	1500
Fuerza y Energía Bii Hioxo, S. A. de C. V.	Gas Natural Fenosa	2050
Desarrollos Eólicos Mexicanos de Oaxaca 1, S. A. P. I. de C. V.	Renovalia	2384.7
Energías Ambientales de Oaxaca, S. A. de C. V.	ACS Actividades de Construcción Y Servicios SA	N/D
Energías Renovables Venta III, S. A. de C. V.	Iberdrola	N/D
CE Oaxaca Dos, S. de R. L. de C. V.	Acciona	617
CE Oaxaca Cuatro, S. de R. L. de C. V.	Acciona	576.61
CE Oaxaca Tres, S. de R. L. de C. V.	Acciona	583. 03
Stipa Nayaa, S. A. de C. V.	Enel Green Power	1714.27
Desarrollos Eólicos Mexicanos de Oaxaca 2, S. A. P. I. de C. V.	Renovalia	1261.3
Eólica Zopiloapan, S. A. P. I. de C. V.	Enel Green Power	Se incluye dentro de Stipa Nayaa
PE Ingenio, S. de R. L. de C. V.	Zuma Energía	478.63
Eólica El Retiro, S. A. P. I. de C. V.	Grupo México	N/D
Eólica Dos Arbolitos, S. A. P. I. de C. V.	Iberdrola	N/D
Comisión Federal de Electricidad	CFE	N/D
Energías Renovables La Mata, S. A. P. I. de C. V.	Enel Green Power	894.50

N/D= No disponible.

Fuente: Elaboración propia retomando información de los Estudios de impacto ambiental de las empresas.

Una vez que las tierras fueron rentadas, los capitalistas usurpan el papel del propietario, ya que durante este periodo de arrendamiento asumen que los resultados de la explotación del

viento, sólo les corresponden a ellos, pues obtienen el grueso de las ganancias de la producción eoloelectrónica, existe un pago relacionado con las ganancias obtenidas por las empresas, que en los contratos se denomina “renta de operación”, también conocida como regalías, que es una proporción sobre los ingresos brutos de generación, puede ser de 1 al 2% sobre éstos, repartido bimestralmente entre los distintos propietarios de tierras donde se halla instalado el parque eólico, es decir es un monto variable pues está en función del nivel de generación, sin embargo en la práctica esta “renta” no es pagada en estos términos pues lejos de que ésta sea un ingreso variable para los propietarios, es un ingreso fijo recibido dos veces al año (V. Ulloa, comunicación personal, 29 de marzo de 2018), sin que éstos tengan acceso a los precios de la electricidad vendida o el nivel de producción, por lo que la información no es confiable ni transparente, cuando debiera serlo porque ellos son los dueños de la tierra que se usufructúa.¹⁹⁶ Además, en el Istmo el pago por renta de operación es inferior al promedio internacional, que es de 4%, al cual se apegan en Estados Unidos, España, Francia, contrario a lo que sucede en la región, donde las empresas provenientes de estos dos últimos países no pagan el promedio, sino por debajo de ella.¹⁹⁷ Estas diferencias derivan en un ahorro en favor de los capitalistas instalados en la región, ensanchando el monto de ganancias extraordinarias

¹⁹⁶ Generalmente, una opción bastante aceptada es que el desarrollador y el operador de la central eólica proporcionen un resumen de ingresos brutos junto con cada pago (trimestralmente, anualmente o de acuerdo al periodo de pago acordado en el contrato) y que permitan acceso a los datos al solicitarlo los propietarios (Winrock et al., 2003). Por ejemplo, en países como Estados Unidos los propietarios tienen el control de la lectura de los medidores de la energía producida en sus tierras, quienes a diferencia de los arrendadores del Istmo, ellos sí tienen libre acceso a los parques eólicos (Diego, 2018). Es esta disparidad una de las directrices sobre las que el nuevo gobierno de AMLO tendría que incidir para que los proyectos privados ya existentes operen mínimamente conforme las reglas internacionales.

¹⁹⁷ Léase el artículo de R. Garduño (2013, Octubre 27). Parques eólicos en México: pagos raquíticos, ganancias millonarias. La Jornada. Obtenido de <http://www.jornada.unam.mx/2013/10/27/politica/003n1pol>. Revisado el 07 de abril de 2018.

que no obtendrían en sus países de origen, porque ahí sí tienen que ajustarse a los criterios mundiales.¹⁹⁸

En realidad, en la región del Istmo, los capitalistas de la eoloelectricidad asumen que la tierra arrendada es suya, determinando cuánto y en qué términos pagar a los propietarios de la tierra, aún cuando en realidad es de éstos, no se benefician de su tierras fértiles, esto es una forma en que a los propietarios originales se les expropia de sus medios de producción, pues éstos una vez arrendados dejan de tener incidencia sobre los beneficios que genere, limitándose a aceptar la voluntad de las empresas.¹⁹⁹ Estas condiciones hacen prácticamente inimaginable el pago de la renta diferencial, ni mucho menos una posición de exigencia de los campesinos hacia los capitales que producen eoloelectricidad en sus tierras pues éstos son quienes ahora actúan como los dueños de las fuerzas de la naturaleza.²⁰⁰

Otra expresión del proceso de acumulación originaria que ha servido como un medio para la apropiación capitalista de la tierra, el viento y con ellos la renta diferencial es la destrucción del valor de uso principal de la tierra: servir para la agricultura, ya que las toneladas de concreto y acero enterrados para construir cada uno de los cimientos de los aerogeneradores, aproximadamente en la región se han enterrado ciento treinta y siete mil

¹⁹⁸ El problema abre la discusión de si en el Istmo sólo tendrían que pagar acorde a las reglas internacionales o tendría el próximo gobierno que imponerles pagos mayores en tanto no sólo disponen de energía eólica de cualidades superiores a la de sus países y ala media social, sino que en el Istmo explotan la mejor del mundo.

¹⁹⁹ Una muestra de este proceso es que distintos pobladores de la región han denunciado que una vez rentadas sus tierras las empresas instalan casetas de vigilancia desde donde aún siendo propietarios se les pide identificación para acceder. Al respecto véase <https://www.youtube.com/watch?v=a4bDyATeuyA&t=2961s> consultado el 13 de junio de 2017.

²⁰⁰ Cuando está investigación comenzó a realizarse el contexto era desesperanzador ya que el gobierno continuaba con el proyecto neoliberal, no obstante en julio pasado con la victoria electoral de AMLO se inicia un ambiente de esperanza y cambio porque su arribo al gobierno significa un abandono del neoliberalismo y un giro en el modo de acumulación de capital en México. El presidente electo ha dicho que todos los nuevos proyectos de infraestructura, energía, entre otros, serán consultados a los pueblos para determinar su aceptación o no. Abriéndose la posibilidad de que el comportamiento capitalista en la región tendrá que modificarse, al mismo tiempo que coloca a los propietarios de la tierra como sujetos activos decidiendo sobre su territorio. Este es el escenario que realmente esperamos ver.

toneladas de acero y más de un millón de metros cúbicos de concreto,²⁰¹ el aceite de los mismos que contamina el subsuelo,²⁰² la desertificación de al menos dos mil hectáreas resultado de la tala de vegetación diversa para “limpiar” los terrenos,²⁰³ etcétera, son algunas de las situaciones provocadas por la instalación de las centrales eólicas, que dan lugar a cuestionar el futuro de estas tierras, qué sucederá con ellas en términos de su valor de uso, pasando los 50 o 60 años de explotación eólica, ya que los daños provocados por ésta apuntan a la destrucción del valor de uso de la tierra, confinándole únicamente la utilidad de servir de base material para la instalación de parques eólicos,²⁰⁴ y por ello obligando a los dueños de los terrenos a tener irremediamente que cederlos para éstos fines, que como hemos visto hacerlo ha conllevado en los hechos a la pérdida de las tierras y por lo tanto a perder la posibilidad de cobrar la renta diferencial.²⁰⁵ La misma desertificación, en conjunto a la prohibición de la entrada a los parques eólicos, ha provocado el abandono de actividades como la cacería y recolección de plantas silvestres; es decir, la pérdida de medios de vida para la población originaria, lo cual también constituye parte del proceso de acumulación originaria.

²⁰¹ El cálculo es propio, considerando que se han instalado un estimado de dos mil turbinas y retomando los datos de la cantidad de acero y hormigón empleados por aerogenerador, proporcionados en el subapartado 3.5.2 .

²⁰² Esta es una de las denuncias sobre los daños ecológicos a raíz del aceite derramado por las turbinas, al respecto véase <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/aceite-de-las-turbinas-eolicas-contamina-el-suelo-de-mexico> , revisado el 04 de mayo de 2018.

²⁰³ Véase <http://www.nvnoticias.com/nota/58652/acusan-aerogeneradores-de-provocar-desertizacion-en-el-istmo> , revisado el 04 de noviembre de 2017.

²⁰⁴ En sí, el cambio de uso suelo por parte de las autoridades municipales en favor de las empresas propietarias de los parques, da cuenta de la modificación inmediata, de mediano y largo plazo del valor de uso original de las tierras, destinadas por cientos de años predominantemente a la agricultura y con estos cambios se da por sentado que mínimamente por 30 años, su valor de uso será servir de base material para la producción eoloelectrónica, pues en la tierra ya no se “siembran” semillas sino aerogeneradores.

²⁰⁵ En una especie de predicción, hubo campesinos que vislumbraron que permitir la construcción de las centrales eoloelectrónicas implicaría entregar sus tierras indefinidamente, en el documental *Vientos de resistencia* se afirmaba: “estos hombres no vienen por treinta años como dicen, estos hombres vienen para quedarse [...] y si nosotros no los paramos antes de que pongan las torres nunca más los vamos a poder sacar”. Material disponible en https://www.youtube.com/watch?v=IZds_Ym1BI0&t=1s visto el 10 de marzo de 2018.

En el Istmo de Tehuantepec se presencian otro tipo de métodos para expropiar la tierra, que han sido documentados ampliamente y que aquí sólo las mencionamos: la violación de derechos humanos como la libertad de manifestación, organización, expresión, información, el derecho a la consulta libre, previa e informada;²⁰⁶ así como la violencia física ejercida desde los aparatos del estado e inclusive de paramilitares en contra de las organizaciones que se oponen a los proyectos eólicos por la manera en que se instalan, todos ellos constituyen vías para lograr la imposición de la producción de eoloelectricidad a costa de la pérdida de los medios de producción de sus poseedores originales.²⁰⁷

En la acumulación primitiva de capital, Marx analizaba que su objetivo era liberar fuerza de trabajo de sus medios de producción y vida, como parte de un proceso histórico de origen del capitalismo, pero también mostrando la vigencia de aquélla como un proceso de separación permanente entre el productor directo y sus medios de producción, como una tendencia del desarrollo capitalista. Si bien dicha acumulación es vigente para nuestra época, al mismo tiempo adquiere características específicas, pues precisamente debido a su avance las consecuencias son peores para la mano de obra “libre”. Lo cual ocurre en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca donde este proceso se despliega en un contexto de mayor desarrollo, cuando ya la clase capitalista no requiere para incrementar la escala de la producción de mercancías, la masa de plusvalía, etcétera, de un gran número de trabajadores, al contrario la generación eoloelectrónica se caracteriza por su altísima composición orgánica de capital, por lo

²⁰⁶ Se han divulgado diversas noticias que exponen la situación en la región, véase D. Olvera (2017, Marzo 21). Zapotecos se levantan contra 3 parques eólicos; acusan despojo y engaño de grupos extranjeros, véase en <http://www.sinembargo.mx/21-03-2017/3177956>, fecha de acceso: de mayo de 2018. También una síntesis de las distintas formas para lograr la imposición de los proyectos eoloelectrónicos se encuentra en Rojoynegro cgt. (2018, Abril 26). Entrevista a Bettina Cruz [Archivo de video]. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=Kgiap5scpc0> 23. Visto el 24 de mayo de 2018.

²⁰⁷ Al respecto véase EllosyNosotros. (2018, Abril 26). Bettina Cruz en Madrid. Charla sobre las empresas eólicas en el Istmo de Oaxaca [Archivo de video]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=86dOmiOEkp0>, consultado el 27 de abril de 2018.

que en la región transcurre un proceso despojo y saqueo a la propiedad social, que resulta en liberar fuerza de trabajo no para ser absorbida por esta industria sino para alimentar al *ejército industrial de reserva* o aumentar la proletarización de la población despojada para ensanchar las filas del desempleo y miseria,²⁰⁸ ya que como vimos en el capítulo tres, dos terceras partes del empleo creado en el mundo por esta industria se ubica en la manufactura, investigación y desarrollo tecnológico, mientras que el otro tercio se divide entre empleos temporales durante la construcción de los parques y el resto se dedica a actividades de O&M, donde la fuerza de trabajo es altamente calificada: ingenieros eléctricos, electrónicos, especialistas en cómputo y programación, administradores, contadores, entre otros, formación profesional que no la tiene el grueso de la población del Istmo,²⁰⁹ específicamente quienes pierden su tierra, son campesinos cuya fuerza de trabajo no tiene el valor de uso requerido

²⁰⁸ Opera una simbiosis entre la ley general de acumulación de capital y la acumulación primitiva, ocurriendo paralelamente. O también se traduce en una convergencia entre la subsunción formal y real del proceso de trabajo al capital, porque al mismo tiempo que ocurre la acumulación originaria se produce la relación social de producción capitalista y el propio proceso de generación eoloeléctrica es en sí misma una ilustración de la forma como se modifican la fuerza productiva viento para generar electricidad, sobre este último punto véase el capítulo tres.

²⁰⁹ Como en todo el país, en la región el desempleo es un grave problema, ante lo cual actividades relacionadas con el crimen organizado como el sicariato, la venta de droga, secuestros, etc., han representado una salida inmediata principalmente para los jóvenes. Actualmente Juchitán, Oaxaca se ha convertido en uno de los diez municipios más peligrosos del país, el noveno lugar a nivel nacional, véase <http://oaxaca.eluniversal.com.mx/seguridad/22-05-2018/juchitan-oaxaca-entre-los-10-municipios-mas-peligrosos-del-pais>, revisado el 14 de enero de 2019. Si bien los proyectos eólicos no son los únicos en demandar poca fuerza de trabajo; pero sí su altísima composición orgánica de capital y tipo de fuerza de trabajo requerida en las fases de desarrollo, construcción y operación, han coadyuvado a agudizar el problema.

por los capitalistas de la eoloelectricidad²¹⁰ y a lo que pueden aspirar es a trabajos no calificados: peones de albañil, veladores, guardias, trabajos de limpieza, etcétera.²¹¹

En el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca desde 2009 existe la propuesta de comuneros de Ixtepec de producir eoloelectricidad mediante cooperativas, asociados con la Fundación Yansa, en la que se propone un esquema diferente de repartición de las ganancias obtenidas de la eologeneración, siendo que 50% iría a manos de la propiedad comunal y el otro 50% para la Fundación, la propuesta de producción bajo cooperativa representa para la región y el país una alternativa distinta a la forma convencional como se ha venido estableciendo por parte de empresas transnacionales en México y el mundo, al mismo tiempo que para los mismos comuneros de Ixtepec, pues para ellos este proyecto significa la diversificación de sus actividades económicas, ligadas hasta ahora únicamente al campo o actividades comerciales de las cuales dependen sus ingresos, al mismo tiempo que parte de las ganancias de la eoloelectricidad serían destinados para obras de desarrollo comunitario de acuerdo a las necesidades de la colectividad.²¹² Sin embargo, pese a que en el mundo, en países como Francia, Dinamarca, España, Reino Unido, entre otros, las cooperativas de producción eololéctrica pueden ser una alternativa a la producción basada en megaproyectos súper

²¹⁰ En la región, a excepción de la Escuela Normal Urbana Federal del Istmo, existen sólo dos instituciones educativas reconocidas que forman mano de obra calificada: Instituto Tecnológico de Oaxaca y la Universidad del Istmo, donde recientemente abrieron una licenciatura y maestría en energías renovables a raíz del auge de las centrales eololéctricas. El resto de trabajadores calificados contratados por las empresas eólicas han estudiado fuera de la región o del Estado y son capacitados por personal de origen español, por ejemplo Ingeteam, especializada en vender los servicios operación y mantenimiento de los aerogeneradores.

²¹¹ Información retomada de los argumentos de Bettina Cruz Velásquez expuestos en las entrevistas publicadas en <https://videos.telesurtv.net/video/672606/cruce-de-palabras-672606/> y <https://www.youtube.com/watch?v=Kgiap5scpc0> consultadas el 26 de septiembre de 2017 y 15 de mayo de 2018. Sin embargo, la precariedad en el tipo de empleo ofrecido a los dueños de la tierra, no es exclusiva de la región, es un asunto que también sucede en otras partes del mundo como Galicia, España donde se ha denunciado que éstos son convertidos en “criados” de las empresas propietarias de las centrales eólicas. Al respecto véase: <https://www.20minutos.es/noticia/961338/0/> y https://www.eldiario.es/canariasahora/economia/terrenos-parque-eolicos-reciben-facturacion_0_534047534.html, información revisada el 23 de agosto de 2018.

²¹² En la tesis: J. Hoffmann (2012). The Social Power of Wind The Role of Participation and Social Entrepreneurship in Overcoming Barriers for Community Wind Farm Development Lessons from the Ixtepec Community Wind Farm Project in Mexico, el lector encuentra un análisis pormenorizado sobre el proyecto de cooperativa entre comuneros de Ixtepec y la Fundación Yansa.

concentradores de la energía eólica y una forma alternativa de transitar hacia una matriz energética basada en energías renovables²¹³; en México el Estado se ha negado a autorizarles su participación en el proceso de licitación abierta de generación eléctrica, incluso el polígono propuesto para la construcción del parque de la cooperativa fue contemplado desde 2015 dentro de la Segunda Fase de Expansión Eólica del Istmo (Diego, 2015),²¹⁴ demostrándose que hasta el momento dentro del proyecto de transición energética del gobierno, otras formas de producir eoloelectricidad distintas a las de las transnacionales quedan fuera. La situación se agrega como una pieza más al rompecabezas del proceso de acumulación originaria en el Istmo de Tehuantepec, ya que al cerrar la posibilidad de que los mismos productores y propietarios directos de las tierras con viento sean los que se beneficien de la riqueza productiva de éste, los condenan sola y exclusivamente a entregar sus tierras para que la energía eólica que sea incorporada al proceso de valorización del capital transnacional. Pierden por 30 años su posibilidad de “cosechar” el viento y se les restringe únicamente a ser posibles trabajadores de las empresas, lo cual como hemos expuesto se trata de empleos temporales o a los cuales no pueden acceder.

Así, a diferencia del momento histórico estudiado por C. Marx (2001), donde la fertilidad y la ubicación geográfica de la tierra eran causas de la renta diferencial y por tanto un medio de enriquecimiento para sus propietarios, en la región de estudio esto es

²¹³ En sentido totalmente contrario se lleva a cabo la generación eoloelectrica en Dinamarca, donde la mayoría de los proyectos eoloelectricos en curso son cooperativas propiedad de los mismos dueños de la tierra (Regueiro, 2011) y es el país con mayor capacidad instalada per cápita en el planeta (REN21, 2016). Además de que las cooperativas han jugado un papel importante en la expansión y desarrollo de la energía eólica ayudando a crear aceptación social sobre su uso. Su compromiso ha garantizado que las comunidades se beneficien directamente en la distribución de las ganancias obtenidas en la generación eléctrica, así como de los diversos incentivos fiscales que el gobierno danés les otorga por producir electricidad con energía renovable (IRENA & GWEC, 2013).

²¹⁴ A raíz de la negativa de CFE, la Fundación Yansa y los comuneros de Ixtepec, demandaron a la paraestatal, proceso que hasta la fecha se encuentra inconcluso. Para mayor detalle sobre el problema que enfrenta este proyecto de cooperativa, véase Diego, R. S. (julio-septiembre 2018). Políticas gubernamentales vs política pública: avatares de los parques eólicos en el Istmo de Tehuantepec.

cuestionable, pues a pesar de que la tierra “contiene” al mejor viento del mundo, la producción eoloelectrica no se ha convertido en fuente de riqueza, al contrario, la apropiación de esta energía, ha provocado destrucción de los medios de producción y de vida, despojo y por ende pobreza para quienes “arriendan” sus tierras y no tienen otra alternativa de ingresos económicos.²¹⁵ En este contexto, los aerogeneradores producidos por capitales de vanguardia como Vestas, Acciona-Nordex, Gamesa-Siemens, que operan en el Istmo, simbolizan la “desposesión” y el control territorial llevado a cabo por las empresas propietarias de las centrales eólicas (Diego, 2015), y con ello se suprime el derecho de los propietarios a beneficiarse de la renta diferencial eólica producida en sus tierras.²¹⁶

Por otro lado, hoy la manera como han venido avanzando los parques eólicos sobre el territorio indígena del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca da cuenta de una especie de sitio o encapsulamiento a la población, que apunta a profundizarse, si tenemos en cuenta que entre las energías renovables, la eólica es uno de los núcleos para la transición energética mundial y que en este territorio aún se dispone de potencial explotable, pues actualmente sólo se aprovecha el 50% del total de sus 6,000 MW instalables con vientos de alto factor planta

²¹⁵ Un caso distinto es el que ocurre en el municipio de El Espinal, Oaxaca donde la mayoría de la gente que arrienda sus terrenos está de acuerdo con la instalación y operación de los parques eólicos, ya que su sustento económico no depende exclusivamente de la tierra, son personas dedicadas a otras actividades como la ganadería, la producción de leche y sus derivados, tienen otro empleo, ya sea en el magisterio o son trabajadores de la refinería de PEMEX ubicada en la misma región.

²¹⁶ Al proceso de expropiación de tierras experimentado a partir de los proyectos eólicos se suma el decreto de declaratoria de Zona Económica Especial a Salina Cruz, Oaxaca, municipio del Istmo de Tehuantepec, ya que para la realización de diversos proyectos como la manufactura, agroindustria, procesamiento, transformación y almacenamiento de materias primas, innovación, desarrollo científico, entre otros, de acuerdo a la Ley de Zonas Económicas Especiales, las tierras podrán ser expropiadas por utilidad pública, bajo la justificación de que son actividades económicas prioritarias para el interés nacional en tanto que promoverán el desarrollo económico, combatirán la pobreza, desigualdad social, mediante la inversión privada y social. Véase la Ley en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFZEE.pdf> y el decreto en http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5508204&fecha=19/12/2017 consultadas el 10 de agosto de 2018. En ese sentido el proceso de acumulación originaria continuará en la región y sus consecuencias para la población local son una tarea que el nuevo gobierno federal tendrá que atender.

(NREL, 2004); es decir, aún es capaz de albergar 3,000 MW más.²¹⁷ De manera que el proceso de despojo y control territorial del capital en el Istmo pretenderá profundizarse, incluso aunque ello signifique expulsar y/o desplazar a la población de sus viviendas,²¹⁸ lo cual no parece fuera de lugar, si aunado a su excelente velocidad y factor planta eólico, agregamos la orografía plana del terreno y la dirección unidireccional del viento, que reducen la distancia entre turbinas y entre las hileras de éstas, permitiendo instalar mayor cantidad de aerogeneradores y por tanto producir más eoloelectricidad (Winrock et al., 2003), el objetivo central de las empresas transnacionales.

Finalmente. Hasta aquí hemos expuesto a la acumulación originaria, traducido en la pérdida de la propiedad de la tierra y su energía eólica por parte de los propietarios originales, esto en sí mismo como una premisa de la acumulación de capital en la eoloelectricidad y un medio para que sean los capitales los que se apropien de la renta diferencial eólica. No obstante, el proceso de acumulación originaria también puede leerse como un resultado de la generación de eoloeléctrica en la región. De hecho una de las denuncias más constantes de las organizaciones sociales en contra de los proyectos eólicos es exactamente el “despojo de la tierra” por ser una de las consecuencias que ha dejado la implantación de los mismos. Pero se han denunciado otras que enmarcan un conjunto de implicaciones mayores en torno a la forma de vivir de la población post generación eoloeléctrica, por ejemplo la pérdida de

²¹⁷ Considerando únicamente las zonas con recurso eólico excelente, ya que si se incluyen las tierras con menor calidad del viento, en cuanto a factor planta y velocidad, dentro de la escala comercial, la capacidad eólica a instalar supera los 6,000 MW. La posibilidad de aprovechar este potencial eólico significa un crecimiento en los niveles de generación eoloeléctrica, por ende este escenario se acompaña de proveer condiciones para la distribución de la electricidad generada a partir de nuevas subestaciones eléctricas como la de Ixtepec, Oaxaca y en aras de continuar respondiendo a esta necesidad existe la propuesta de construir una subestación más en Ixtaltepec, Oaxaca lo cual redundaría en un atractivo para la inversión de capital ante mejores condiciones para la distribución de la electricidad producida.

²¹⁸ También la expansión territorial de las centrales eólicas, que cada vez van rodeando más a las viviendas es también una manera de limitar el crecimiento demográfico de los pueblos de la región y el uso de la tierra para fines distintos a las actividades agropecuarias. Acerca del tema véase <https://www.youtube.com/watch?v=B40Mc1KnEnQ> consultado el 08 de septiembre de 2018.

soberanía/autonomía sobre sus tierras y sobre la producción de electricidad estatal, al llevarse a cabo fundamentalmente por empresas españolas; la destrucción del tejido social de los pueblos mediante la división de la opinión sobre aceptación o no de los proyectos y mediante la cooptación de autoridades municipales, ejidales, etcétera, que destruyen las formas de tomar decisiones colectivamente; pérdida de soberanía alimentaria por destinarse la tierra a “producir“ electricidad y ya no sus cultivos propios de la zona; abandono de actividades como la caza y la recolección de hierbas para actividades curativas;²¹⁹ impactos ambientales como el aumento de la temperatura, contaminación del agua y subsuelo por el aceite que lubrica los aerogeneradores, muerte de aves y murciélagos por el accionar de las palas de las turbinas, extinción de fauna y flora causados por la desertificación que conlleva la instalación de los parques, sequía y secado de pozos a causa de las cimentaciones que daña los mantos freáticos; impactos en la ganadería por el polvo que contamina el pasto que come el ganado; impacto visual y sonoro; violación de derechos laborales a los trabajadores de los parques como la libertad de asociación y corrupción de sindicatos charros, subcontratación laboral que elimina derechos de antigüedad, jubilación, seguridad social, etc.; falta de contratación a trabajadores locales y su sustitución por externos nacionales y extranjeros; encarecimiento de la vida; fenómenos de prostitución; uso de sicarios y paramilitares creando un ambiente de represión y criminalización de la protesta social; mercantilización de la cultura indígena: por ejemplo, antes de las centras eólicas el viento no era considerado por la comunidad una mercancía, mientras que con la llegada de las empresas, para algunos el viento se convierte en mercancía al aceptar el arrendamiento de sus tierras; etcétera. Varios de estos temas han sido estudiados a detalle por L. M. Uharte (2015), S. Nahmad, A. Nahón & R. Langlé (2014),

²¹⁹ El abandono forzado de estas actividades a raíz de la utilización de la tierra para producir electricidad es también una manifestación de la acumulación originaria pues implica para los propietarios y habitantes en general la pérdida de medios de vida, en tanto la caza y la recolección proporcionan alimentos para las familias.

entre otros. Sin embargo, está pendiente un balance que además de recoger las experiencias de la población, investigue científicamente sobre las consecuencias negativas de tipo: económicas, políticas, sociales, culturales, ambientales, de salud pública, etcétera para tener un programa de acción que las enfrente, contrarreste y evite sucedan en proyectos futuros de generación eoloeléctrica, no sólo en la región, sino en todos los lugares del país que disponen de energía eólica explotable. Tarea necesaria para el equipo del nuevo gobierno si la apuesta está en seguir explotando la energía eólica pero bajo otra forma, no excluyente de los pueblos y la libre determinación sobre el uso de sus territorios.

5.2. La apropiación capitalista de la renta diferencial en el contexto de la crisis económica y destrucción del medio ambiente

La producción eoloeléctrica en el Istmo de Tehuantepec, debido a la alta capacidad productiva de la energía eólica sobresaliente a nivel mundial, junto con otros aspectos que hemos mencionado, da lugar a que los capitalistas industriales que producen aquí obtengan no solamente una ganancia sino un excedente económico particular y superior: la *ganancia extraordinaria permanente*, apropiada bajo la forma de renta diferencial, porque no se transfiere a los propietarios del suelo, gracias a la expropiación de la tierra, que incluye al inédito viento de este territorio. No obstante, ¿Qué significa esto en términos de la reproducción del capitalismo mundial?

La relevancia de la apropiación de la renta diferencial por el capital, radica en que contribuye a ampliar la masa de ganancia global, sobre la que se calcula la cuota de ganancia general, y por tanto a compensar su permanente descenso (Barreda, 2014), ocasionado por el incremento ilimitado de la composición orgánica de capital. Recordemos que en el capitalismo el desarrollo de las fuerzas productivas del trabajo social se expresa en la caída

de la cuota de ganancia, fenómeno sintetizado por Marx en la ley de la tendencia decreciente de la cuota de ganancia, sin embargo por ser una ley de carácter social, su expresión no se desarrolla de manera absoluta e inamovible, sino que se acompaña de una serie de factores que combaten su innegable caída. Planteamos que la obtención de ganancias extraordinarias, bajo la forma de renta diferencial, está jugando el papel tan importante de frenar dicha caída, por lo que la *expropiación de la tierra* se vuelve central para apropiársela y contribuir a una mayor apropiación del excedente económico generado socialmente.

De lo contrario, si los capitalistas de la eoloelectricidad permiten que toda o parte de la ganancia extraordinaria obtenida aquí se canalice a los propietarios del suelo, ocurre que estos absorben una parte del excedente económico, disminuyendo el monto destinado a la reproducción ampliada del capital, pues entonces una parte de éste no se convierte en capital sino en renta diferencial. Es por eso que pagarla constituye un obstáculo a la acumulación de capital; en ese sentido, la renta contribuye también a que la tasa de ganancia descienda, agudizando con ello esta tendencia en el comportamiento de la misma (Capraro, 1985).

En adición, por las características ya descritas de la ganancia extraordinaria de la producción eoloelectrica, su apropiación es aún de mayor interés ya que es una *ganancia extraordinaria permanente*, Marx planteaba que precisamente esto era lo que diferenciaba al excedente económico del obtenido gracias al desarrollo tecnológico, pues cuando la base del crecimiento de la productividad era una fuerza natural superior, la ganancia extraordinaria no desaparecía nunca. Esto hoy sigue aplicando perfectamente para el viento pues como *energético renovable* su existencia no depende del ritmo de explotación que se haga con él, a diferencia de la renta diferencial de energías no renovables, como el petróleo, el gas natural y el carbón, que es permanente mientras éstos recursos no se agoten en el planeta, que debido a

la imparable extracción que de ellos hace el capital, su existencia se encuentra en peligro de extinción. Es por eso que la apropiación de la renta diferencial eólica en el Istmo, por parte de la clase capitalista ocupa un lugar central para la acumulación de capital, en tanto la producción eoloeléctrica, representa una fuente ilimitada de excedente económico, por provenir de un *energético renovable de altísima "fertilidad"*, resultando entendible el por qué las empresas eoloeléctricas despojan de las tierras a sus propietarios.

Así, se proyecta la relevancia del viento de este territorio y su papel en un futuro, por ser el mayor reservorio de energía eólica en el mundo, en el contexto de la innegable crisis ecológica y la insostenible continuidad de la matriz energética fósil.

CONCLUSIONES

En esta última parte de la tesis vamos a destacar los *hallazgos o aportes* de nuestra investigación pero también las limitantes que encontramos en el camino, así como las tareas y líneas de investigación que quedan pendientes por estudiar.

Cuando comenzamos este trabajo de investigación pensábamos que la producción de energía eléctrica con viento en el Istmo respondía a una dinámica de amplio crecimiento a nivel mundial, donde la energía eólica jugaba un papel central. Sin embargo, uno de los hallazgos de esta investigación, en su capítulo uno, fue encontrar lo contrario, *que la contribución de la energía eólica en la actual y futura matriz energética será mínima, destinada exclusivamente a ser explotada para la producción de electricidad a nivel mundial y también en México*. Lo cual responde a la enorme dependencia que la economía capitalista tiene de los recursos fósiles, los cuales seguirán siendo los predominantes en la matriz energética futura, en especial el petróleo, por lo que al respecto concluimos que el papel de la energía eólica y otras energías renovables se encuentra y encontrará marcado por la fuerza de la civilización material petrolera, que hasta ahora intenta marcar el ritmo de la transición energética al menos durante los próximos veinte años, arrojando una matriz energética predominantemente fósil. Aunque el tema aparece en la mayoría de proyecciones de transición energética, resulta curioso que no se haga un cuestionamiento a por qué pese a una diversidad de pronósticos positivos sobre el empleo de las energías también llamadas alternativas, lo que sigue rigiendo es el contenido fósil de la matriz energética mundial y nacional. Este es un tema en el que aportamos ante la ausencia de una mirada crítica sobre el tema y la simple repetición de que hay una seria apuesta por este tipo de fuentes de energía o ante la temerosa declaración de que pese al uso de éstas aún queda mucho por hacer.

Sin embargo, dentro de la mínima participación de las energías renovables en la matriz energética, hemos encontrado que la energía del viento será la más preponderante dentro del resto, en términos de su capacidad instalada y de su aporte en el global de la producción eléctrica, de modo que este bien de la naturaleza se ha venido a convertir en una nueva fuerza productiva natural en la que se reinvierte capital, como un espacio de acumulación de capital reciente, de ahí que en ese sentido cobre lógica que en el Istmo de Tehuantepec, los proyectos de eoloelectricidad estén creciendo tanto.

De hecho toda la industria eólica nace como una respuesta ecológica a la crisis climática precisamente causada por una matriz históricamente fósil, dominada por el petróleo, hoy el principal argumento para su expansión por el mundo es una preocupación por la conservación de planeta, no obstante *nuestra sorpresa en este trabajo ha sido descubrir que esta industria se caracteriza por un comportamiento altamente antiecológico*. En el capítulo tres y cinco mostramos cómo tanto la producción tecnológica de aerogeneradores como el propio proceso de generación eoloelectrica tienen *un carácter antiecológico*; desde la dependencia de recursos no renovables como: las tierras raras, metales, minerales, agua, entre otros, hasta la desertificación, contaminación de suelos y agua, sepultar toneladas de concreto y acero durante la fase de construcción y operación de las centrales eólicas. Acciones antiecológicas que ni siquiera encuentran justificación en que se suscitan en aras de un cambio real de patrón energético, pues la explotación de este tipo de energías renovables se acompaña del predominio del uso de energéticos fósiles; en ese sentido *abonamos a la discusión sobre el denominado gatopardismo fósil*, en tanto varias de las empresas dedicadas a la eoloelectricidad también se dedican a la producción eléctrica y aprovechamiento energético de las fuentes fósiles o nuclear, pero ahora comienzan a apoderarse de estos recientes espacios de acumulación de capital, destaca Shell, Iberdrola, EDF, entre otras, que se detallan

en el capítulo uno, obteniendo ganancias, no de cualquier tipo, sino ganancias extraordinarias, como sucede en el Istmo oaxaqueño.

Así, en pos de una supuesta preocupación por el calentamiento global, la industria y de expandir el uso de la energía eólica, la industria se empeña en desarrollar medios de producción: aerogeneradores más grandes, nuevos programas e instrumentos de identificación de nuevos vientos en tierra y mar, logrando ampliar la oferta de fuerzas naturales eólicas e incrementar la magnitud de la generación eoloelectrónica mundial, que en síntesis *subrayamos se ha conjugado en una pretendida subordinación tecnológica tanto de las fuerzas de la naturaleza: el viento y el territorio, como de la fuerza de trabajo*, un claro ejemplo de la subsunción real del trabajo en el capital, donde lo que domina los procesos productivos es el crecimiento de la composición orgánica de capital supuestamente con el objetivo de eliminar la dependencia de la productividad natural de los vientos, como su factor capacidad y velocidad. Situación que ha derivado en colocar al aerogenerador como el centro de la innovación y desarrollo de la industria eólica, tal que es presentado como el “sujeto productor” de la eoloelectricidad mientras el trabajo vivo aparece minimizado e invisibilizado en el proceso productivo; cuestión ciertamente en apariencia, pero que en esta investigación *desmontamos, ya que pese a la altísima composición orgánica de capital que caracteriza esta producción, ella no funciona si no es mediante la activa participación de trabajadores en los centros de operación y mantenimiento, subestación eléctrica, las 24 horas del día los 365 días del año, así como el imprescindible trabajo de los técnicos dedicados a la reparación de las turbinas eólicas. Y lo hacemos discutiendo cómo es posible que pueda crearse valor si no es con la participación del trabajo vivo y de la naturaleza mediante su viento*. Dado que en el capítulo cuatro nos concentramos en explicar la producción de valor en la eoloelectricidad, a partir de la incidencia que tiene en ella la productividad natural del viento, consideramos

imprescindible que en futuras investigaciones *se profundice sobre el funcionamiento del proceso en general y en particular en el Istmo de Tehuantepec*, por ser el núcleo de la eologeneración en México, segundo y tercer lugar en América Latina y Norteamérica respectivamente, en cuanto a capacidad instalada. Por ejemplo, un aspecto que *hizo falta desarrollar fue el funcionamiento de las subestaciones eléctricas* para entender mejor la eologeneración. *Consideramos que el énfasis pendiente son las dinámicas de explotación que suceden en estos procesos productivos*, que resultan centrales por que en ellos el capital se ostenta de lograr la minimización del trabajo vivo en relación al capital constante.

Sin duda, el desarrollo de las fuerzas productivas técnicas eólicas constituye todo un *tema pendiente por profundizar*, a analizarse críticamente, con miras a disponer de una producción de tecnología menos nociva para el planeta y la necesaria expansión en el uso de energías renovables. Nos proponemos más adelante hacer ese análisis, y esperamos que surjan interesados en seguir profundizando el problema, del cual en este espacio se dan algunos elementos para hacerlo.

Por otro lado, pese a la pretendida subordinación de la energía eólica a los aerogeneradores, por medio del desarrollo tecnológico, hoy la calidad de la energía eólica continúa siendo decisiva para la instalación de los proyectos eoloeléctricos, de ahí que *la especificidad de la producción global de esta mercancía sea que las transnacionales de la eoloelectricidad se encuentran instaladas en los mejores sitios con los mejores vientos del mundo. Un caso emblemático es el viento del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca por poseer el primero o segundo mejor recurso eólico y desde donde se produce más eoloelectricidad en México.*

Precisamente lo que encontramos en el capítulo cuatro es el alto significado de la apropiación de este tipo de viento para las empresas, porque permite obtener una ganancia

extraordinaria que se transforma en *renta diferencial eólica*, como una forma transfigurada de la plusvalía, las formas como el viento del Istmo de Tehuantepec lo logra es lo que *demostramos: cómo la riqueza productiva única del Istmo garantiza la producción de este excedente económico superior, permanente por tratarse de una energía renovable.*

En ese capítulo *exponemos cómo* en conjunto el factor capacidad y velocidad del viento del Istmo de Tehuantepec, superiores a las condiciones eólicas promedio de la producción eoloelectrica en México y el mundo permiten que la mercancía eoloelectricidad posea un valor individual inferior al valor social de ésta o en otras palabras produciéndose a precios de producción menores en comparación al precio de producción social regulado por la electricidad producida con los vientos peores; es decir, los que sólo poseen las condiciones mínimas para considerar rentable una central eólica. De dicha diferencia surge una ganancia extraordinaria, la cual también puede ser deducida del diferencial de costos nivelados de generación en el Istmo versus otras zonas. Este planteamiento, representa un *aporte de esta investigación ya que explica cómo la renta diferencial eólica es un elemento clave para entender por qué la llegada de capitales transnacionales a la región para generar eoloelectricidad*, como EDF, Iberdrola, Acciona y Enel Green Power. Contribuye a la discusión para entender la complejidad de este proceso y lo consideramos *novedoso* en tanto hasta ahora no existen estudios que discutan desde esta categoría y más aún porque le da vigencia al planteamiento original de Marx sobre la renta de la tierra, que de manera predominante fue aplicada en la década de los ochenta en el estudio de la renta petrolera y que en la actualidad es escasamente considerada en los investigaciones críticas que analizan al capitalismo contemporáneo. No obstante, una de los *problemas* que nos encontramos al momento de ejemplificar la existencia de la renta diferencial fue la poca transparencia en la información sobre costos de generación, precios de la electricidad, ingresos de las empresas

eoloeléctricas en el Istmo para realizar la comparación con datos internacionales o de otros proyectos en México. Únicamente la información que se expone en el trabajo es la proveniente de instituciones internacionales como la AIE e IRENA que publican datos generales que dan una idea de cómo en el Istmo los costos de generación pueden ser menores gracias a su excelente tipo de recurso eólico. Este problema, al que nos enfrentamos esperamos se vaya resolviendo con la llegada del nuevo gobierno, que permita el acceso transparente a datos clave que permitan mínimamente mayores posibilidades de negociación a los propietarios de la tierra en los contratos de arrendamiento.

Basándonos en el análisis del capítulo dos, *señalamos que dicha ganancia extraordinaria, adquiere la forma a renta diferencial, ante la existencia de la propiedad del suelo sobre el que sopla el viento, y por eso debiera transferirse a los propietarios de las tierras sobre las que sopla el viento, abonamos a la discusión de la importancia de la propiedad territorial para determinar este cambio de forma, independientemente si aquella es privada o social. Aunque concluimos que la transformación no ocurre como en la teoría de la renta, porque en la región ocurren una serie de mecanismos propios de la acumulación originaria para que los capitalistas no paguen la renta diferencial y sean ellos mismos los que se la agencien, siendo la expropiación de la tierra un medio fundamental para evitar esa transferencia. Aquí es donde encontramos una relación indisoluble entre ambas categorías, que en el análisis de Marx no se encontraba debido al momento histórico en que estudió la renta diferencial, cuando los terratenientes tenían apoyo del Estado para imponer sus condiciones en el cobro de diversas rentas, y jugaban un papel de subordinación hacia la clase capitalista; no obstante, en la actualidad con el desarrollo del capitalismo, que implica el avance de la subsunción real y formal del trabajo en el capital, encontramos que los procesos suceden distintos, como en el Istmo de Tehuantepec, donde los propietarios no son terratenientes sino ejidatarios y*

comunidades agrarias que ante el avance la acumulación de capital simbolizan un obstáculo para la apropiación de la tierra y sus beneficios, como la renta diferencial que arroja el viento de este territorio.

*Uno de los elementos novedosos de esta acumulación originaria es que no tiene como fin directamente la expropiación tierra, sino lo que ella contiene, ser reservorio de la energía eólica; pero para apropiarse de ésta se vuelve central la apropiación privada de la tierra. En se sentido, nuestro aporte es que hoy la categoría de Marx es más vigente que nunca, al seguirse repitiendo los procesos de expropiación de medios de producción y vida, aunque éstos sean nuevos o nunca antes pensados como candidatos a incorporarse a la valorización del capital y se lleve a cabo bajo diversos *mecanismos*.*

No obstante, los *mecanismos* a los que nos referimos no sólo tienen que ver con la violencia física descritos en el capítulo veinticuatro del Tomo I, contra los propietarios originarios de la tierra, sino a un conjunto de modificaciones constitucionales de los gobiernos neoliberales, que desde inicios de los noventa han obligado a los propietarios de la tierra a ceder su propiedad, como la reforma al artículo 27 constitucional y su nueva ley agraria de 1992, la promulgación de una nueva ley de servicio público de energía eléctrica; ambas permitieron la privatización de la tierra y la industria eléctrica, al mismo tiempo que más recientemente la Ley de Aprovechamiento para el Financiamiento de Energías Renovables que considera de *utilidad pública* el aprovechamiento de energías renovables nacionales, abriendo paso a la expropiación directa de la tierra, sin mediar arrendamiento alguno, como hasta ahora ha venido sucediendo.

El arrendamiento de la tierra para la operación de centrales eoloeléctricas, aunque de forma, aparentemente no implica la expropiación de la misma, *consideramos* en contenido sí, ya que por ejemplo tanto en la construcción como operación de las mismas, se realizan daños

ambientales al suelo que apuntan a eliminar el valor de uso agrícola de la tierra, reduciéndoselas de aquí en adelante a servir de base material para la instalación de aerogeneradores, por al menos 30 años, durante el cual *destacamos que la eoloelectricidad producida en el Istmo de Tehuantepec no es directamente para satisfacer las necesidades de la gente de la región, del Estado o del país*, aunque siempre se difunda que lo producido equivale a suministrar electricidad a miles o millones de habitantes. Con ello, *nos sumamos a la denuncia* de las organizaciones sociales del Istmo, en resistencia contra los proyectos eólicos, de no ser beneficiarios de la electricidad generada en tierras ejidales y comunales. En nuestra investigación mostramos que a *grosso modo* esta eoloelectricidad es para las sociedades de autoabastecimiento, constituidas por grandes empresas transnacionales, muchas de ellas dedicadas a actividades económicas altamente contaminantes de gases de efecto invernadero, como la industria cementera, automotriz, alimentos, minería, *subrayamos* que esto contradice totalmente el discurso de que la producción eólica está puesta al servicio de la lucha contra el calentamiento planetario, principal argumento en el que este tipo de acumulación de capital se ampara. En síntesis, *la producción de eoloelectricidad en el Istmo se sostiene bajo un discurso contradictorio y de simulación.*

Así, la producción de estas empresas ha implicado como *resultado* el control territorial; hoy poseen alrededor de 30,000 hectáreas, equivalente a un 25% de la tierra que dispone del mayor potencial eólico a nivel regional y nacional, de ahí que para este tipo de capital sea estratégico poseerlas para apropiarse de la renta diferencial, que *apuntamos hoy significa una medida para contrarrestar la caída tendencial de la cuota general de ganancia*, más aún cuando la renta diferencial en tanto ganancia extraordinaria, es un excedente de tipo permanente a diferencia de la obtenida mediante el desarrollo tecnológico o de la renta diferencial que permiten energéticos u otros bienes naturales no renovables.

Por otro lado, más allá de la acumulación originaria, *que transcurre a raíz de la explotación eoloeléctrica, hasta ahora todo apunta a que el proceso se intensificará, de acuerdo al marco legal heredado del gobierno saliente.* Mediante la Ley de Zonas Económicas Especiales que permite la *expropiación de la tierra*, con motivo de la instalación de otro tipo de actividades económicas como la manufactura, agroindustria, minería, etc., pues todos ellos en conjunto representan la apertura de nuevos espacios de acumulación de capital. Dicha tendencia aparece ensombrecida para el capital debido a la toma del poder de un nuevo gobierno que plantea la consulta a los pueblos originarios y la soberanía nacional sobre sus recursos naturales.

Otro de los resultados de la generación de eoloelectricidad en el Istmo es que pudimos comparar los efectos de la acumulación originaria, ya que teóricamente sabíamos que esta produce una masa de fuerza de trabajo libre, es decir proletariza a los productores directos al separarlos de sus medios de producción y subsistencia, fuerza de trabajo libre disponible para ser contratada, que en tiempos de Marx, pese a que enunciaba el crecimiento de la composición orgánica de capital, aún era necesaria la contratación creciente de trabajadores. No obstante, con la eologeneración *observamos que el grueso de la población proletarizada no pasa a formar parte del ejército obrero activo sino la gran mayoría a ensanchar las filas del ejército industrial de reserva, dado que se trata de una producción caracterizada por su alto grado de automatización y el empleo de una fuerza de trabajo muy calificada*, que no es la característica de la mano de obra que se libera; solamente algunos pocos pueden ser contratados. Además de que encontramos que el grueso del empleo no se concentra en los lugares donde se produce: dos tercios del empleo de la industria eólica se concentra en el desarrollo tecnológico y manufactura de aerogeneradores y únicamente un tercio se otorga en la construcción y operación del parque eólico, inclusive en esta última la totalidad del empleo

no se genera en donde se produce la eoloelectricidad, un ejemplo son los centros de operación y mantenimiento desde donde se controla vía fibra óptica la generación e incluso se realiza la reparación de las turbinas en aras de reducir el uso de trabajo vivo. Configurándose una división internacional del trabajo, conocida por los países “subdesarrollados”, donde son los de mayor desarrollo de fuerzas productivas técnicas los que producen la tecnología y se benefician de mejores empleos por ser procesos que demandan fuerza de trabajo calificada; mientras los primeros sólo ofertan sus fuerzas productivas naturales, como se pone perfectamente a la vista en el caso del Istmo, como proveedor de viento y en general de fuerza de trabajo no calificada, mientras que otros países “desarrollados” capitalistamente, se especializan en proveer la tecnología y su fuerza de trabajo calificada.

Enfatizamos el tema de la proletarización, pues para los gobiernos neoliberales que han dirigido la privatización de la tierra, la electricidad y las fuentes de energía renovables, la producción eoloeléctrica ha sido concebible bajo un esquema donde los propietarios de la tierra tengan exclusivamente el papel de trabajadores de las empresas o desempleados; actuación comprobable en la negativa a la aceptación de opciones alternativas, como los proyectos de cooperativas donde sean los mismos propietarios y los pueblos los que se beneficien directamente de los resultados de las centrales eólicas. En este contexto una pregunta que queda por responder es qué sucede con la fuerza de trabajo desempleada, que ante la pérdida de su tierra, no tiene opción digna para resolver sus necesidades económicas.

Por otro lado, también *sobresale* que las empresas eoloeléctricas instaladas en el Istmo evaden impuestos; bajo diversas formas lo logran hacer, a través de la corrupción y el apoyo de autoridades entreguistas que hasta ahora lo han permitido, pese de tratarse de fuerzas naturales estratégicas para la transición energética mundial. De modo que los beneficios que

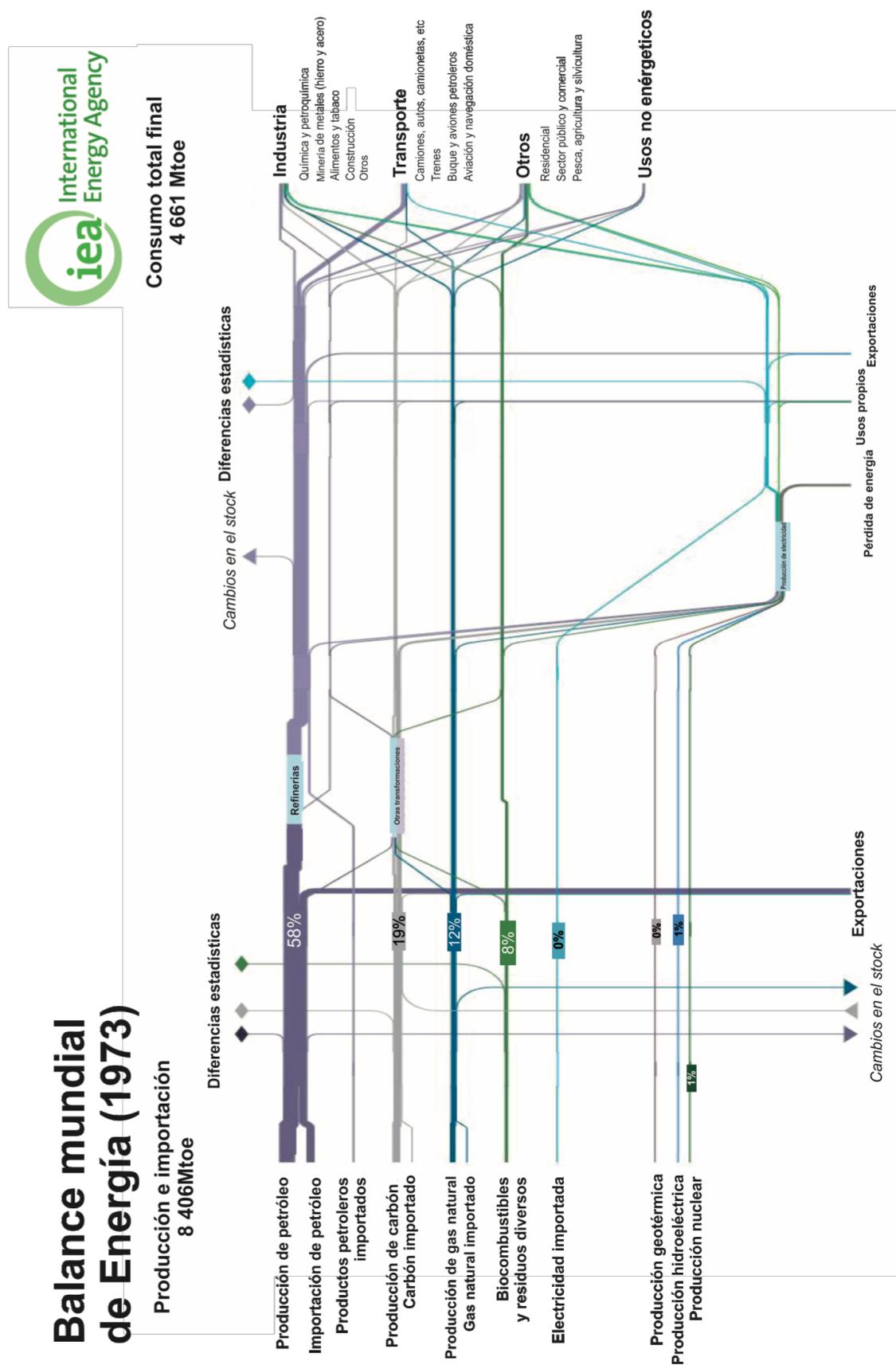
el excelente viento del Istmo permite, como la renta diferencial, no es transferida tampoco al estado a través del pago de impuestos locales y estatales. No podemos generalizar que lo mismo ocurre con los impuestos federales, ya que el tiempo de realización de esta investigación nos limitó para poder indagar más al respecto; cuando se hizo la búsqueda sobre el tema lo que principalmente se encontró fue sobre la recaudación fiscal municipal y estatal, de manera que esto es una tarea pendiente que hace falta indagar, para completar la conclusión al respecto.

Sin embargo, *deducimos* que este “ahorro” fiscal en favor de las empresas, conjuntamente con otra serie de pagos que realizan por debajo de las condiciones promedio a nivel internacional, *dan cuenta de que en el Istmo no sólo es la fertilidad natural de su viento la fuente de sus ganancias extraordinarias sino también estas otras, aunque directamente no tengan un origen de carácter productivo, pero que sí ensanchan el monto obtenido*, lo cual en otros países no ocurriría.

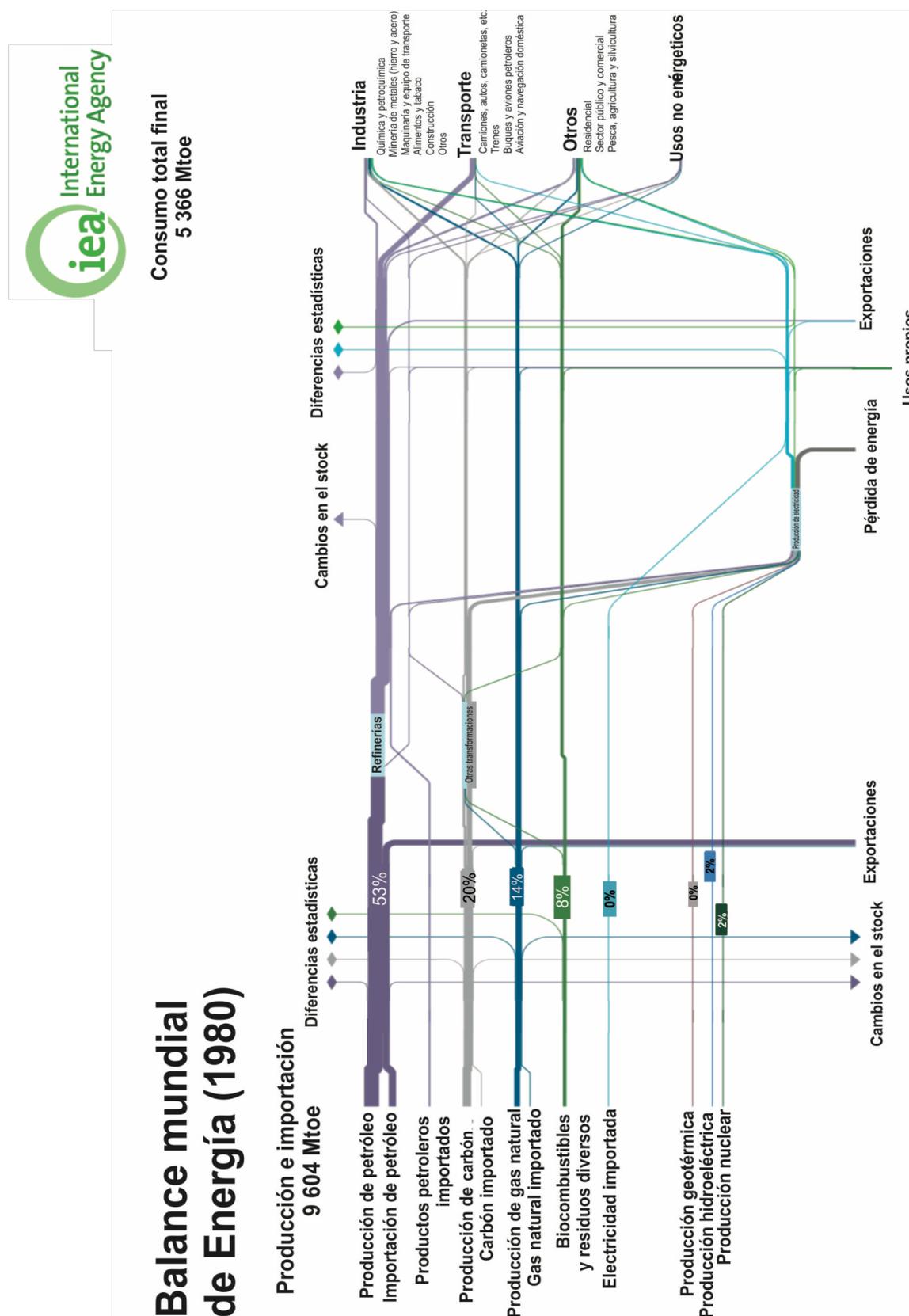
En síntesis, a diferencia de la renta diferencial en Marx donde ésta era fuente de riqueza para los terratenientes, en el Istmo de Tehuantepec debido a la acontecida acumulación originaria este excedente económico ha sido apropiado por las mismas empresas eoloelectricas, por lo que la tierra no ha representado *causa* de riqueza para los propietarios. Al contrario, el arrendamiento de las tierras con los mejores vientos ha resultado en pérdida de la propiedad, proletarización, destrucción de biodiversidad y con ella la de sus medios de producción y subsistencia. En ese sentido, las figuras de arrendador y arrendatario, estudiadas por Marx en la sección sexta del Tomo III, resultan invertidas en la región que hemos estudiado, gracias al apoyo total que el Estado les ha otorgado logrando la privatización de la tierra y el viento, en suma la eoloelectricidad.

Finalmente, queremos señalar la necesidad de un balance científico que analice las consecuencias negativas de la eoloelectricidad de tipo económicas, políticas, ambientales, sociales, culturales, de salud pública, etc. con la finalidad de que la energía eólica del Istmo pueda seguir aprovechándose pero bajo otro modelo que arroje resultados distintos a los que hemos encontrado nosotros.

Apéndice 1

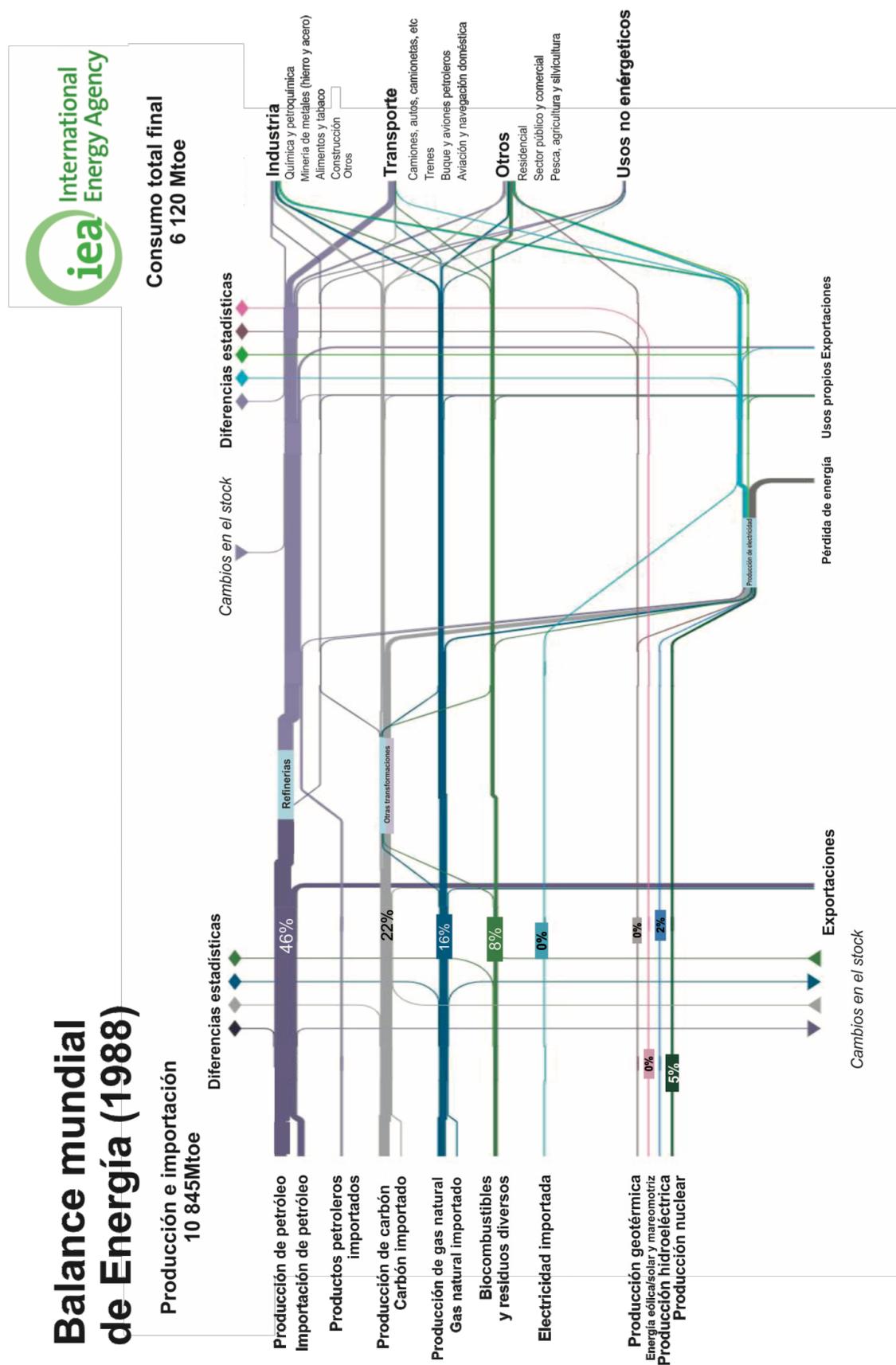


Fuente: Edición propia con datos de <https://www.iea.org/Sankey/#?c=World&s=Balance>



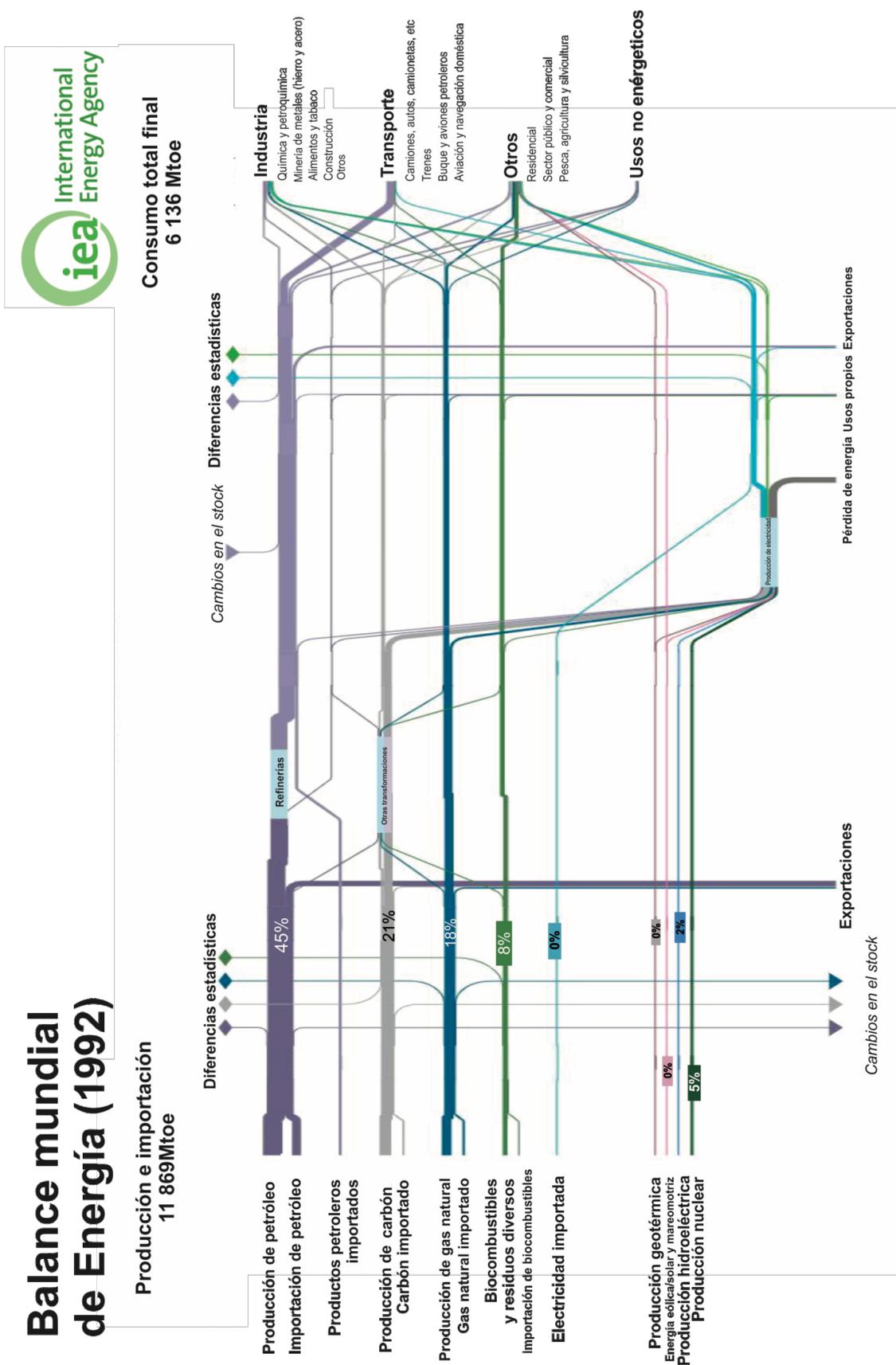
Fuente: Edición propia con datos de <https://www.iea.org/Sankey/#?c=World&s=Balance>

Apéndice 3



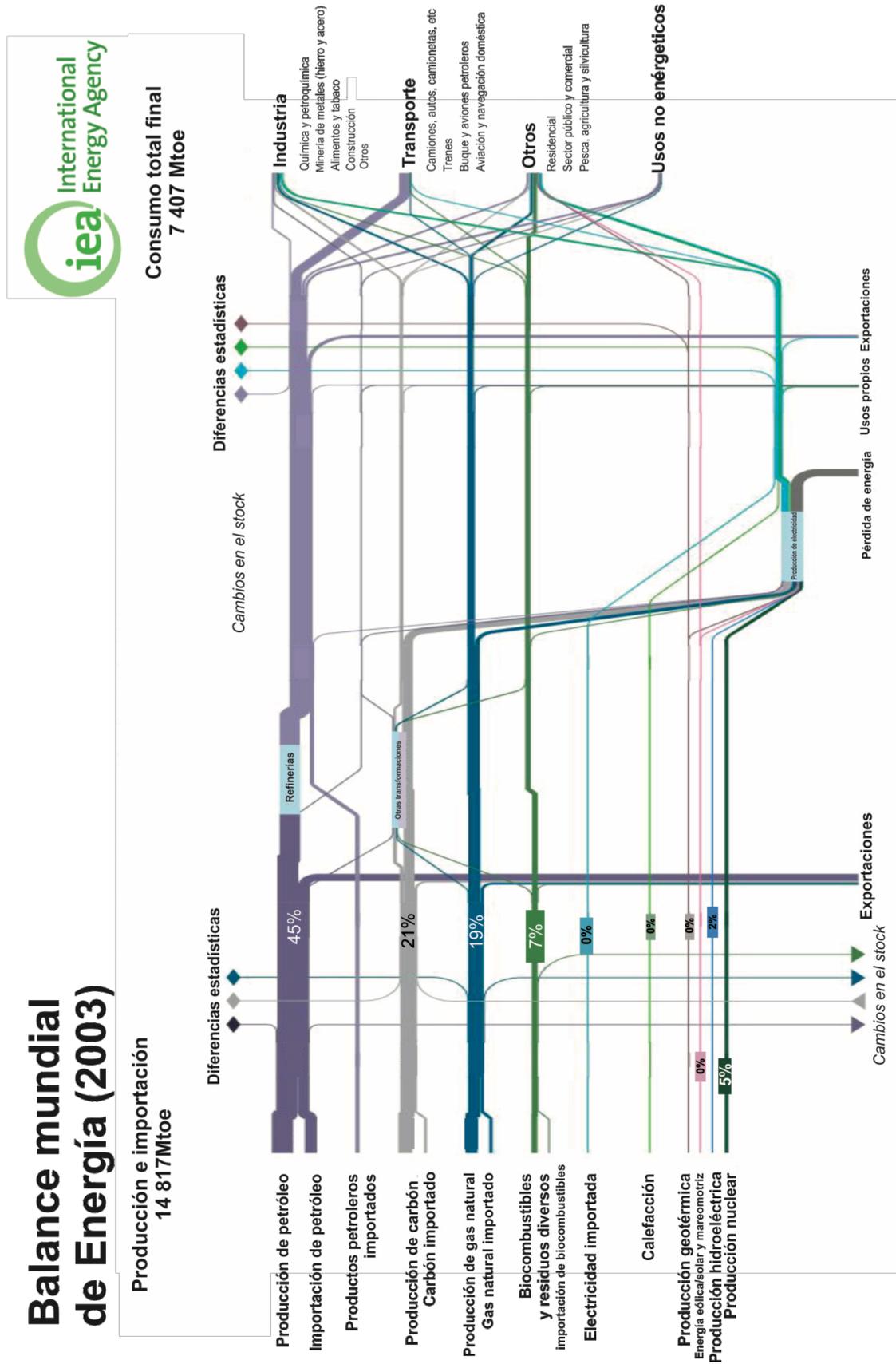
Fuente: Edición propia con datos de <https://www.iea.org/Sankey/#?c=World&s=Balance>

Apéndice 4



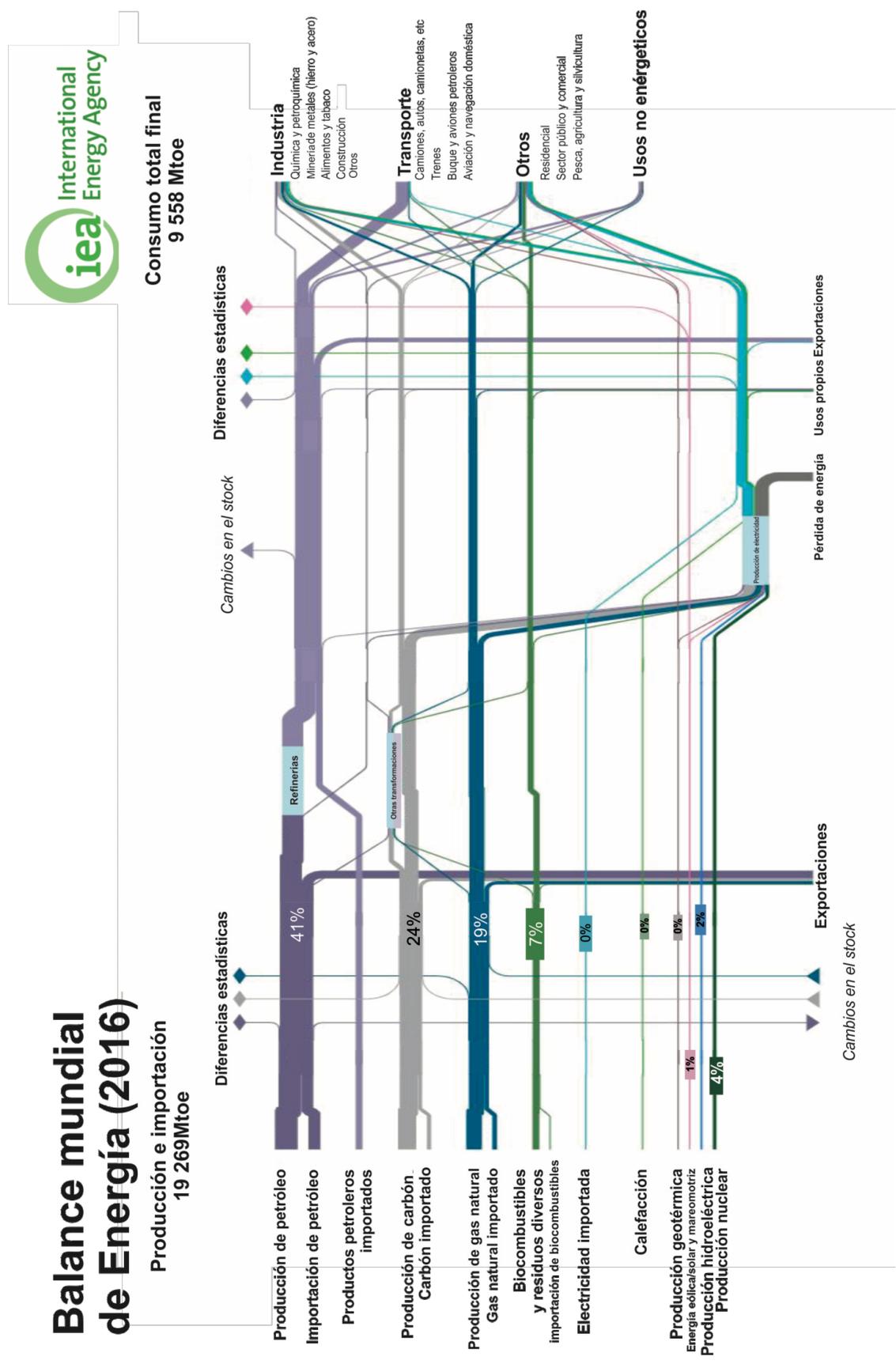
Fuente: Edición propia con datos de <https://www.iea.org/Sankey/#?c=World&s=Balance>

Apéndice 5



Fuente: Edición propia con datos de <https://www.iea.org/Sankey/#?c=World&s=Balance>

Apéndice 6



Fuente: Edición propia con datos de <https://www.iea.org/Sankey/#?c=World&s=Balance>

BIBLIOGRAFÍA

- Acciona Windpower & Nordex. (2017). Wind turbines. Recuperado de <http://www.nordex-online.com/en/products-services/wind-turbines.html>
- Acciona. (15/09/2016). ¿Quieres saber cómo se hace la cimentación de un aerogenerador? [Archivo de video]. Consultado en <https://www.acciona.com/es/salaprensa/videos/energ%C3%ADa/quieres-saber-cómo-se-hace-la-cimentación-de-un-aerogenerador/>
- _____ (2011, Agosto 08). El parque eólico Eurus de México en BIDtv | ACCIONA [Archivo de video]. Visto en <https://www.youtube.com/watch?v=PMKl-T4ftWw&app=desktop>
- _____ (2014, Septiembre 04). ACCIONA Energía construirá en México un parque eólico llave en mano por 84 millones de euros. Acciona. Consultado en <http://www.acciona-construccion.com/es/salaprensa/noticias/2014/septiembre/acciona-energia-construira-mexico-parque-eolico-llave-mano/>
- _____ (s.a). Centro de Control de Energías Renovables (CECOER). Consultado de <https://www.acciona.com/es/lineas-de-negocio/energia/proyectos-emblematicos/centro-control-energias-renovables/>
- _____ Aerogeneradores. [Archivo de video]. Visualizado en <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/aerogeneradores/>
- _____ CECOER o el control total de las energías renovables [Archivo de video]. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=PggBFjd1VzY>
- _____ Centro de Control de Energías Renovables (CECOER) [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.acciona.com/es/lineas-de-negocio/energia/proyectos-emblematicos/centro-control-energias-renovables/>
- _____ Energía. Obtenido de <https://www.acciona.com/es/lineas-de-negocio/energia/>

- Energía eólica. Consultado en <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/>
- Energía. Obtenido de <https://www.acciona.com/es/lineas-de-negocio/energia/>
- Parque eólico Eurus. Disponible en <http://www.acciona-mx.com/proyectos/energia/eolica/parque-eolico-eurus/>
- Planta fotovoltaica el romero solar. Recuperado de <http://www.acciona-energia.com/es/areas-de-actividad/fotovoltaica/instalaciones-destacadas/planta-fotovoltaica-el-romero-solar/>
- Acosta, A. (2011). La maldición de la violencia. Extractivismo al desnudo. Disponible en: <http://www.oilwatchesudamerica.org/documentos/203-petroleo-y-biodiversidad/3575-analisis-la-maldicion-de-la-violencia-extractivismo-al-desnudo-alberto-acosta-ecuador.html>
- (2011). Ecuador de la trampa petrolera a la minera. En A. Acosta (Coord.), Colonialismos del siglo XXI : negocios extractivos y defensa del territorio en América Latina. (pp. 37-74). España: Icaria.
- (2012). Extractivismo y neoextractivismo: dos caras de la misma maldición. Encontrado en la página web: http://www.ecoportal.net/Temas-Especiales/Mineria/Extractivismo_y_neoextractivismo_dos_caras_de_la_misma_maldicion .
- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2012). Potencial de energía eólica terrestre y marina de Europa. Evaluación de las restricciones ambientales y económicas. España: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Consultado en <http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/agencia-europea-medio->

ambiente-informacion-ambiental/

POTENCIAL ENERGIA EOLICA TERRESTRES Y MARINA_tcm7-272183.pdf

Aguirre, R. (11 de noviembre de 2016). Océano como indicador del cambio climático. En B.

García (Coordinador). *Seminario Recursos y Sistemas Naturales: Un enfoque*

Económico. Ponencia realizada en la Facultad de Economía UNAM, Ciudad de México.

AIE & OCDE. (2015). World Energy Outlook Reporte Ejecutivo. Francia: AIE & OCDE.

Descargado de <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/>

WEO2015ES_SPANISH.pdf

AIE. (2016). World Energy Outlook 2016. Francia: AIE. Descargado de <https://www.oecd->

ilibrary.org/docserver/weo-2016-en.pdf?

[expires=1538705680&id=id&accname=oid050425&checksum=1E5AE5681A3DAFF18](https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/weo-2016-en.pdf?expires=1538705680&id=id&accname=oid050425&checksum=1E5AE5681A3DAFF18)

[85EE796785FFEBD](https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/weo-2016-en.pdf?expires=1538705680&id=id&accname=oid050425&checksum=1E5AE5681A3DAFF18)

AIE. (2017). World Energy Outlook 2017. Francia: AIE. Consultado en <https://www.oecd->

ilibrary.org/docserver/weo-2017-en.pdf?

[expires=1538705627&id=id&accname=oid050425&checksum=B9AE9FECAD16CAC4](https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/weo-2017-en.pdf?expires=1538705627&id=id&accname=oid050425&checksum=B9AE9FECAD16CAC4)

[65BB72B9001715AA](https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/weo-2017-en.pdf?expires=1538705627&id=id&accname=oid050425&checksum=B9AE9FECAD16CAC4)

AIE. (2017). World Energy Outlook Resumen Ejecutivo. Francia: AIE. Recuperado de

<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/>

[WEO_2017_Executive_Summary_English_version.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO_2017_Executive_Summary_English_version.pdf)

Angelier, J. P. (1980). La renta petrolera. México: Terra nova.

Asociación mexicana de energía eólica & pwc. (s.a). El Potencial eólico mexicano:

Oportunidades y retos en el nuevo sector eléctrico. México: Asociación mexicana de

energía eólica & pwc. Consultado en <https://www.amdee.org/Publicaciones/AMDEE-PwC-El-potencial-eolico-mexicano.pdf>

Aymamí, J., García, A., Lacave, O., Lledó, L., Mayo, M. & Parés, S. (2011). Análisis del recurso. Atlas eólico de España. Estudio Técnico PER 2011-2020. España: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Disponible en http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11227_e4_atlas_eolico_A_9b90ff10.pdf.

Barragán, M. (2015). Energía eólica. Consultado en <http://energiaeolica1101.blogspot.mx/2015/03/partes-del-aerogenerador.html>

Barreda, A. O. (1995). El espacio geográfico como fuerza productiva estratégica en *El Capital* de Marx. En A.E. Ceceña (Coord.), *La internacionalización del capital y sus fronteras tecnológicas*. (p. 129-179). México: Ediciones El Caballito, S.A.

——— (05 de abril de 2016.). Los tratados de libre comercio y la subordinación del derecho al capital. En O. Correas (Presidencia.) *XI Conferencia Latinoamericana de Crítica Jurídica*. Conferencia llevada a cabo en el IIIEC UNAM, Ciudad de México.

——— (2008). Nuevas formas de propiedad intelectual y nuevas resistencias. En *Libre de monopolios Sobre el conocimiento y la vida Hacia una convergencia de movimientos* (pp. 17-33). Costa Rica: Ediciones Fundación Vía Libre, Grain, Coecoceiba y Red de Coordinación en Biodiversidad. Consultado en: <http://www.vialibre.org.ar/wp-content/uploads/2009/03/libres-de-monopolios.pdf>

——— (2009). Manipulaciones y zarandeos de la actual civilización petrolera mundial.

Oilwatch. Recuperado de: <http://www.oilwatch.org/doc/libros/Manipulaciones%20y%20zarandeos.pdf>

- (2014). En torno de la subordinación de la tecnociencia bajo el capitalismo actual. (Notas para una investigación interdisciplinaria). En J. Muñoz, Totalidades y complejidades: crítica a la ciencia reduccionista. (pp. 79-116). México: CEIICH UNAM.
- (2017, enero 09). Entrevista con Danilo Urrea de Radio Mundo Real. Recuperado de <http://movimientom4.org/2017/01/gatopardismo-tecnologico-cambiar-todo-para-que-nada-cambie/>
- (26 de noviembre de 2016.). Economía Política de la Devastación Ambiental. Conferencia realizada en la Facultad de Economía UNAM, Ciudad de México.
- & Lagunas, O. (1995). Los energéticos como límite al desarrollo capitalista. En A.E. Ceceña & A. Barreda. (Coords.), Producción estratégica y hegemonía mundial (pp. 177-224). México: siglo XXI editores, s.a.
- Barría, C. (2018, enero, 03). Por qué se está disparando el precio del cobre en el mundo y qué efectos puede tener en Chile y Perú. BBC MUNDO. Consultado en <http://www.bbc.com/mundo/noticias-42518125>
- Bartra, A. (2006). El capital en su laberinto De la renta de la tierra a la renta de la vida. México: Universidad Autónoma de la Ciudad de México, Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria de la Cámara de Diputados & Editorial Ítaca.
- (2013). Crisis Civilizatoria. En R. Ornelas (Coord.), Crisis Civilizatoria y Superación del Capitalismo (pp. 25-71). México: Instituto de Investigaciones Económicas UNAM.

- _____ (enero-abril 2013). Renta petrolera. Cómo se forma, quiénes la pagamos, quién la capitaliza. *Alegatos*, (83), pp. 117-134. Disponible en <https://unpensamientomundano.files.wordpress.com/2015/02/renta-petrolera-cc2a2mo-se-forma-quic3a7nes-la-pagamos.pdf>
- Bloomberg. (2017, mayo 12). Turbinas eólicas contaminan el suelo de México. *El Financiero*. Recuperado de <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/aceite-de-las-turbinas-eolicas-contamina-el-suelo-de-mexico>
- Borja, M. A., Jaramillo, O. A. & Mimiaga, F. (2005). Primer Documento del Proyecto Eoloeléctrico del Corredor Eólico del Istmo de Tehuantepec. México: Instituto de Investigaciones Eléctricas.
- BP. (2017). BP Energy Outlook 2017. Outlook to 2035. Disponible en <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2017/bp-energy-outlook-2017.pdf>.
- Brumme, A. (2014). Wind Energy Deployment and the Relevance of Rare Earths An Economic Analysis. Alemania: Springer Gabler.
- Burkett, P. (1999). Marx And nature. A red and green perspective. EU: St. Martin's Press.
- Cádiz, J. C. (1984). La Energía Eólica. Tecnología e Historia. España: Herman Blume.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1992). Ley Minera. México: : Diario Oficial de la Federación (11 de agosto de 2014). Disponible en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/151_110814.pdf
- _____ (2008). Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética (LAERFTE). México: Diario Oficial de la Federación (7 de junio de 2013). Disponible en <http://www.cre.gob.mx/documento/3870.pdf>

——— (2015). Ley de transición energética. México: Diario Oficial de la Federación (24 de diciembre de 2015). Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5421295&fecha=24/12/2015

Capraro, H. M. (1985). Renta del suelo y ganancia extraordinaria. En Héctor Mario Capraro y Guillermo Foladori (Comps.). Estudios sobre la teoría de la renta del suelo (pp. 59-87). México : Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Sociología Rural.

Cargo Crane Mexico. [cargocranemexico]. (2011). Parque Eólico La Ventosa I [Archivo de video]. Recuperado de <https://m.youtube.com/watch?v=4lyplZ495gY>

Castro, M.I., Cruz, I. & Sánchez, C. (1997). Energía Eólica. España: PROGENSA.

cemexmr. (2009, Enero 23). Palabras del Ing. Lorenzo Zambrano en Parque Eólico EURUS [Archivo de video]. Visto en https://www.youtube.com/watch?v=4r_VsL_R5-U&app=desktop

Chevalier, J. & Geoffron, P. (2013). The new energy crisis. En Jean-Marie Chevalier & Patrice Geoffron (Eds.), The new energy crisis climate, economics and geopolitics. Inglaterra: Palgrave Macmillan.

Chilerenovables- Portal de Energías Limpias. (s.a). Con el 1% del desierto de Atacama se podría generar más energía que proyecto Hidroaysén. Disponible en <http://www.chilerenovables.cl/con-el-1-del-desierto-de-atacama-se-podria-generar-mas-energia-que-proyecto-hidroaysen/>

Composto, C. & Pérez, D. (2012). Trazos de sangre y fuego: ¿continuidad de la acumulación originaria en nuestra época?. Theomai, (26), pp. I-XXII. Disponible en <http://www.redalyc.org/html/124/12426097001/>

- Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos. (2014). DECRETO por el que se expide la Ley de Hidrocarburos y se reforman diversas disposiciones de la Ley de Inversión Extranjera; Ley Minera, y Ley de Asociaciones Público Privadas. México: Diario Oficial de la Federación (11 de agosto de 2014). Obtenido de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5355989&fecha=11/08/2014
- Dávalos, P.(2013). “No podemos ser mendigos sentados en un saco de oro“: Las falacias del discurso extractivista. Disponible en: <http://www.alainet.org/es/active/64266>
- Debrott, D. (2003). Soberanía Nacional, transnacionalización de la industria el cobre en Chile. En Víctor H. Palacio y David Debrott (Coords.). Teoría de la renta y recursos naturales (pp. 79-128). México: Universidad autónoma de Chapingo.
- Deemer, J. R. et al. (octubre 2016). Greenhouse Gas Emissions from Reservoir Water Surfaces: A New Global Synthesis. *BioScience*, 66 (11), pp. 949–964. Obtenido de <https://academic.oup.com/bioscience/article/66/11/949/2754271>.
- Delgado, W. (1989). El Derrocamiento de la renta petrolera. México: Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Díaz, R. C. (2011). Experiencia operativa de un parque eólico en México. México: Acciona Energía México. Disponible en http://www.amdee.org/Eventos/Simposio_CFE_3-11-2011/Conferencia7.pdf
- Diego, R. S. (2015). Energía limpia o energía perversa: actores sociales y parques eólicos en Dinamarca y en el Istmo de Tehuantepec. En Juan Corona, (coord.), Desarrollo sustentable: enfoques, políticas, gestión y desafíos, México: UAM- Xochimilco.

- (julio-septiembre 2018). Políticas gubernamentales vs política pública: avatares de los parques eólicos en el Istmo de Tehuantepec, 194 (49), pp. 91-117. Disponible en <<http://dx.doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2018.194.61586>>
- (2018). De territorialidades, intervenciones y resistencias en el Istmo de Oaxaca.
- EiTB. (2014, Septiembre 09). Rapel por los aerogeneradores de Artajona [Archivo de video]. Publicado en <https://www.youtube.com/watch?v=I1PZClhXQdc&t=323s>
- El periódico de la energía. (20 de octubre de 2015). Los 10 mayores parques eólicos terrestres del mundo. Consultado en <http://elperiodicodelaenergia.com/los-10-mayores-parques-eolicos-terrestres-del-mundo/>
- El Proyecto Desertec. (2013). Obtenido de: <http://www.sitiosolar.com/el-proyecto-desertec/>
- Elliot, D., Schwartz, M., Scott, G., Haymes, S., Heimiller, D. & George, R. (2004). Atlas de Recursos Eólicos del Estado de Oaxaca. EE.UU: Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL). Descargado de la página web <https://www.nrel.gov/docs/fy04osti/35575.pdf>
- EllosyNosotros. (2018, Abril 26). Bettina Cruz en Madrid. Charla sobre las empresas eólicas en el Istmo de Oaxaca [Archivo de video]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=86dOmiOEKp0>
- Enercon GmbH. (2015). ENERCON wind energy converters Technology & Service. Alemania: Enercon GmbH. Descargado en https://www.enercon.de/fileadmin/Redakteur/Medien-Portal/broschueren/pdf/en/ENERCON_TuS_en_06_2015.pdf
- Escudero, J. M. (2003). Manual de energía eólica. Investigación, diseño, promoción, construcción y explotación de distinto tipo de instalaciones. España: Mundi-Prensa.
- Estudio de impacto ambiental. (2006). Eurus, S.A. de C.V.

- Europa Press. (2011, Febrero 16). UU.AA. denuncia que los arrendamientos de fincas para construir parques eólicos convierten a los dueños en "criados". Disponible en <https://www.20minutos.es/noticia/961338/0/>
- Expansión. (2018, Febrero 21). Iberdrola invertirá 2,800 mdd en nuevos proyectos eléctricos en México. Expansión. Revisado en <https://expansion.mx/empresas/2018/02/21/iberdrola-invertira-2-800-mdd-en-nuevos-proyectos-electricos-en-mexico>
- Exxonmobil Corporation. (2016). The Outlook for energy: A view to 2040. USA: Exxonmobil Corporation. Disponible en <http://cdn.exxonmobil.com/~-/media/global/files/outlook-for-energy/2016/2016-outlook-for-energy.pdf>
- Flores, G. (2015). Esbozo para una crítica de la economía ecológica. la refundación de la bioeconomía de Nicholas Georgescu-Roegen (un ejercicio desde la crítica de la economía política). Doctorado en Economía. UNAM.
- Foladori, G. (2003). El metabolismo con la naturaleza. En Víctor H. Palacio y David Debrott (Coords.). Teoría de la renta y recursos naturales ((pp. 1-18)). México: Universidad autónoma de Chapingo.
- Foro de la Vulnerabilidad Climática. (2016, Noviembre 18). La visión de Marrakech. Morocco. Recuperado de <https://www.thecvf.org/wp-content/uploads/2016/11/CVF-Vision-For-Adoption.pdf>
- Foster, J. B. (2000). La Ecología de Marx : materialismo y naturaleza. España: El Viejo Topo.
- Frankfurt School-UNEP Centre & BNEF. (2016). Global Trends in Renewable Energy Investment 2016. Alemania: Frankfurt School-UNEP Centre & BNEF. Descargado de

http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/publications/globaltrendsrenewableenergyinvestment2016lowres_0.pdf

Gamesa. (2012). Energía eólica: la energía sostenible líder. España: Gamesa. Obtenido de <http://docplayer.es/3287174-Energia-eolica-la-energia-sostenible-lider-madrid-11-01-2012.html>

Gamesa-Siemens. (2017). Operación y mantenimiento. Gamesa Servicios. España: Gamesa. Revisado de <http://www.siemensgamesa.com/recursos/doc/productos-servicios/operacion-y-mantenimiento/catalogo-de-servicios-de-om.pdf>

García, B. & Talayero, A. P. (2008). Construcción y montaje de un parque eólico. En A. P. Talayero & E. Telmo. (Coords.), Energía Eólica (pp. 213-262). España: Pressas Universitarias de Zaragoza.

Garduño, R. (2013, Octubre 27). Parques eólicos en México: pagos raquíticos, ganancias millonarias. La Jornada. Obtenido de <http://www.jornada.unam.mx/2013/10/27/politica/003n1pol>

GE Renewable Energy. (2018). 4.8-158 Onshore wind turbine. Revisado en <https://www.ge.com/renewableenergy/wind-energy/turbines/4mw-platform>

Gilly, A. (2015). El tiempo del despojo. Poder, trabajo y territorio. En Adolfo Gilly y Rhina Roux (Coords.), El tiempo del despojo Siete ensayos para un cambio de época (pp. 19-37). México: Editorial Ítaca.

Global Wind Energy Council. (2017). Global wind report. Annual market update 2016. Bélgica: Global Wind Energy Council. Consultado en <http://gwec.net/publications/global-wind-report-2/global-wind-report-2016/>

GrupoBimboCorporativo. (2012, Octubre 30). Parque Eólico Piedra Larga de Grupo Bimbo [Archivo de video]. Visto en <https://www.youtube.com/watch?v=SNOFYtJ0uo0>

Grupo México Sustentable. (2015, Junio 30). Parque Eólico Grupo México [Archivo de video]. Visto en <https://www.youtube.com/watch?v=i36ZBHEyQB4>

Gudynas, E. (2011). El nuevo extractivismo progresista en América del Sur. Tesis sobre un viejo problema bajo nuevas expresiones. En Acosta Alberto (Coord.), *Colonialismos del siglo XXI: negocios extractivos y defensa del territorio en América Latina*. (pp. 75-92). España: Icaria.

Guerrero, T. (2018, Enero 18). Los tres últimos años han sido los más calurosos. *El Mundo*. Consultado en <http://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/ciencia/2018/01/18/5a60c036268e3e9a3e8b472c.html>

GWEC. (2017). *Global wind report. Annual market update 2016*. Bélgica: GWEC. Disponible en: <http://www.gwec.net/publications/global-wind-report-2/>.

Hamouchene, H. (2015, Marzo 26). ¿Acaparamiento de fuentes de energía renovable?. Consultado en <http://www.rebellion.org/noticia.php?id=196925>

Harvey, D. (2007). *El nuevo imperialismo*. España: Akal.

Heede, R. (enero 2014). Tracing anthropogenic carbon dioxide and methane emissions to fossil fuel and cement producers, 1854-2010. *Climatic Change*, (122), pp. 229-241. Consultado en <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-013-0986-y>.

Hoffmann, J. (2012). *The Social Power of Wind The Role of Participation and Social Entrepreneurship in Overcoming Barriers for Community Wind Farm Development Lessons from the Ixtepec Community Wind Farm Project in Mexico*. Master in

Environmental Studies and Sustainability Science. Lund University International.

Consultado en [http://lup.lub.lu.se/luur/download?](http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOId=2967852&fileOId=2967855)

[func=downloadFile&recordOId=2967852&fileOId=2967855](http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOId=2967852&fileOId=2967855)

Huybrechts, B. & Mertens, S. (2014). The relevance of the cooperative model in the field of renewable energy. Obtenido de [http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?](http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=95966991&S=R&D=bth&EbscoContent=dGJyMNLr40SeqLY4v%2BvIOLCmr1CeqLBSrq%2B4SbKWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGrrk21rLFPuePfgex43zx)

[T=P&P=AN&K=95966991&S=R&D=bth&EbscoContent=dGJyMNLr40SeqLY4v%2BvIOLCmr1CeqLBSrq%2B4SbKWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGrrk21rLFPuePfgex43zx](http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=95966991&S=R&D=bth&EbscoContent=dGJyMNLr40SeqLY4v%2BvIOLCmr1CeqLBSrq%2B4SbKWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGrrk21rLFPuePfgex43zx)

Iberdrola. (2013, Mayo 07). Iberdrola compra a Gamesa el proyecto de construcción del parque eólico de dos arbolitos (México), de 70 megavatios. Iberdrola. Disponible en <https://www.iberdrola.com/sala-comunicacion/noticias/detalle/iberdrola-compra-a-gamesa-el-proyecto-de-construccion-del-parque-eolico-de-dos-arbolitos-mexico--de-70-megavatios-7264300320130507>

IEA-ETSAP & IRENA. (2016). Wind power technology brief. Recuperado de https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA-ETSAP_Tech_Brief_Wind_Power_E07.pdf

IPCC. (2012). Renewable energy sources and climate change mitigation special report of the intergovernmental panel on climate change. USA: Cambridge University Press.

Disponible en <http://www.ipcc.ch/report/srren/>

——— (2014). Climate Change 2014 Mitigation of Climate Change. USA: Cambridge University Press.

IRENA. (2015). Renewable Power Generation Costs In 2014. Alemania: IRENA.

Recuperado de https://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Power_Costs_2014_report.pdf

——— (2016). The Power to Change: Solar and Wind Cost Reduction Potential to 2025.

Alemania: IRENA. Descargado de http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Power_to_Change_2016.pdf

——— (2017). REthinking Energy 2017: Accelerating the global energy transformation.

Emiratos Árabes Unidos: IRENA. Obtenido de https://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_REthinking_Energy_2017.pdf

IRENA & GWEC. (2013). 30 Years of policies for wind energy Lessons from 12 Wind

Energy Markets. Emiratos Árabes Unidos: IRENA. Descargado de https://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_GWEC_WindReport_Full.pdf

Juárez, S. & León, G. (julio-septiembre 2014). Energía eólica en el istmo de Tehuantepec:

desarrollo, actores y oposición social. *Revista Problemas del Desarrollo*, 178 (45), pp. 139–164. Disponible en <http://www.revistas.unam.mx/index.php/pde/article/download/47838/43017>

LCAUNAM. (2010, Agosto 19). Vientos de Resistencia - en el Istmo de Tehuantepec 1 de 3

[Archivo de video]. Visto en https://www.youtube.com/watch?v=IZds_Ym1Bl0&t=1s

Lewis, J. I. (2013). Green Innovation in China : China’s wind power industry and the global transition to a low-carbon economy. EUA: Columbia University Press.

- & Wiser, R. (2005). A Review of International Experience with Policies to Promote Wind Power Industry Development. Final Report. Obtenido del sitio https://resource-solutions.org/wp-content/uploads/2015/08/IntPolicy-Wind_Manufacturing1.pdf
- López, J. A. (2008). Explotación de parques eólicos. En A. P. Talayero & E. Telmo. (Coords.), *Energía Eólica* (pp. 271-286). España: Prensas Universitarias de Zaragoza.
- Luciana, C. (2017, Septiembre 05). Acusan a aerogeneradores de provocar desertización en el Istmo, Oaxaca. NVI Noticias. Recuperado de <http://www.nvinoticias.com/nota/58652/acusan-aerogeneradores-de-provocar-desertizacion-en-el-istmo>
- Manzo, D. (2016, Enero 04). Evaden impuestos empresas eólicas en el Istmo: alcaldes. La Jornada. Obtenido de <http://www.jornada.unam.mx/2016/01/04/estados/027n2est>
- (2017, Agosto 13). Ediles del Istmo no cobrarán impuestos a empresas eólicas. La Jornada. Consultado en <http://www.jornada.unam.mx/2017/08/13/estados/025n1est>
- Martínez, G. (2017, Agosto 18). Oficial: eólicas no pagarán impuestos en Juchitán. Encuentro. Recuperado de <http://www.encuentroradiotv.com/index.php/regiones/item/12779-oficial-eolicas-no-pagaran-impuestos-en-juchitan>
- Marx, C. (1973). *El Capital Tomo I*. México: Fondo de Cultura Económica.
- (1981). *El Capital libro I capítulo VI* (inédito). México: siglo XXI editores, s.a.
- (1982). *Progreso técnico y desarrollo capitalista :(manuscritos 1861-1863)*. México: Ediciones Pasado y Presente.
- (2001). *El Capital Tomo III*. México: Fondo de Cultura Económica.

- (2005). La tecnología del capital. Subsunción formal y subsunción real del proceso de trabajo al proceso de valorización. (Extractos del Manuscrito 1861-1863). Selección y traducción de Bolívar Echeverría. México: Editorial Itaca.
- Matías, P. (2015, Diciembre 03). Oaxaca no se beneficia con los parques eólicos: secretario de Finanzas. Proceso. Disponible en <https://www.proceso.com.mx/422441/oaxaca-no-se-beneficia-con-los-parques-eolicos-secretario-de-finanzas>
- Merino, L. (2018, Enero 23). Nuevo Global Wind Atlas del Banco Mundial, una herramienta para impulsar la eólica en todo el mundo. Disponible en <https://www.energias-renovables.com/eolica/nuevo-global-wind-atlas-del-banco-mundial-20180123>
- Milenio. (2015, Septiembre 24). En Oaxaca, parque eólico más grande AL. Consultado en http://www.milenio.com/estados/Oaxaca-parque_eolico-energia_eolica_0_597540251.html
- Miranda, F. (2018, Mayo 22). Juchitán, Oaxaca, entre los 10 municipios más peligrosos del país. Disponible en <http://oaxaca.eluniversal.com.mx/seguridad/22-05-2018/juchitan-oaxaca-entre-los-10-municipios-mas-peligrosos-del-pais>
- Monge, L. & Talayero, A. P. (2008). Aerogeneradores. En A. P. Talayero & E. Telmo. (Coords.), Energía Eólica (pp. 69-114). España: Prensas Universitarias de Zaragoza.
- Mooney, P. (10 de febrero de 2015). ¿Plan B? ¿Qué le pasó al Plan A?. Grupo ETC. Disponible en <http://www.etcgroup.org/es/content/plan-b-what-happened-plan>
- Moreno, C. (s/f). Calcular la energía. CUBASOLAR. Tomado de <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia33/HTML/articulo07.htm>

- Moreno, C., Speich, D. & Fuhr, L. (2016). La métrica del carbono: ¿el CO2 como medida de todas las cosas? El poder de los números en la política ambiental global. México: Fundación Heinrich Böll México, Centroamérica y El Caribe. Descargado de https://mx.boell.org/sites/default/files/carbon_metrics-impresion.pdf
- Moviac Chiapas. (2013, Diciembre 01). Mesa Eólicos [Archivo de video]. Tomado de <https://www.youtube.com/watch?v=a4bDyATeuyA&t=2961s>
- Nahmad, S., Nahón, A., & Langlé, R. (2014). La visión de los actores sociales frente a los proyectos eólicos del Istmo de Tehuantepec. México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- Navarro, S. & Bessi, R. (28 de agosto de 2014). El Istmo en riesgo ambiental, concentra el mayor número de parques eólicos en América Latina. Subversiones. Disponible en <http://subversiones.org/archivos/39521>.
- Nestlé México. (2012, Septiembre 13). Grupo Nestlé México, líder en el uso de energía eólica. Nestlé México. Disponible en <https://www.nestle.com.mx/media/pressreleases/grupo-nestlé-méxico-l%C3%ADder-en-el-uso-de-energ%C3%ADa-eólica>
- O' Connor, J. (2001). Causas naturales. Ensayos de marxismo ecológico. México: siglo XXI editores, s.a.
- Olvera, D. (2017, Marzo 21). Zapotecos se levantan contra 3 parques eólicos; acusan despojo y engaño de grupos extranjeros. SinEmbargo. Disponible en <http://www.sinembargo.mx/21-03-2017/3177956>
- Oswald, U. (11 de noviembre de 2016). Adaptación, mitigación e impactos sociales y económicos por el cambio climático. En B. García (Coordinador). *Seminario Recursos y Sistemas Naturales: Un enfoque Económico*. Ponencia realizada en la Facultad de Economía UNAM, Ciudad de México.

- Pierre, A. (1980). La renta petrolera. México: Terra nova.
- Prada, R. (2012). El círculo vicioso del extractivismo. En A. Acosta (Coord.), Renunciar al bien común. Extractivismo y (pos) desarrollo en América Latina. (pp. 157-187). Argentina: Mardulce.
- Ramón, N. (2016, Julio 05). Los dueños de los terrenos con parques eólicos apenas reciben el 3% de la facturación anual. Consultado en https://www.eldiario.es/canariasahora/economia/terrenos-parque-eolicos-reciben-facturacion_0_534047534.html
- Redacción. (2017, Marzo 19). La SENER licitará en junio inversión eólica en Oaxaca: Mimiaga. Energía a debate. Disponible en <https://www.energiaadebate.com/blog/1628/>
- Regueiro, R. M. (2011). El negocio eólico :la realidad del empleo, promotores y terrenos eólicos. España: Los Libros de la Catarata.
- REN21 Red de políticas en energía renovable para el siglo 21. (2016). Renewables 2016 global status report. Francia: REN21. Descargado de http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/05/GSR_2016_Full_Report_lowres.pdf
- (2017). Avanzando en la transición mundial hacia la energía renovable. Puntos destacados del reporte de REN21 sobre la situación mundial de las energías renovables 2017 en perspectiva. Francia: REN21. Descargado de http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/07/17-8399_GSR_2017_KEY-FINDINGS_Spanish_lowres.pdf
- (2017). Renewables 2017 global status report. Francia: REN21. Descargado de http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/05/GSR_2016_Full_Report_lowres.pdf
- Reuters. (2017, Octubre 09). México, el país que más sobornos paga en América Latina. Consultado en <https://www.forbes.com.mx/mexico-el-pais-que-mas-paga-sobornos/>

Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico. (12 de mayo de 2017). Anuncia Murat inversión de Mitsubishi por 1,200 mdd en energía eólica en Oaxaca. Recuperado de <https://www.evwind.com/2017/05/12/anuncia-murat-inversion-de-mitsubishi-por-1200-mdd-en-energia-eolica-en-oaxaca/>

——— (2016). Gamesa certifica la extensión de vida de sus aerogeneradores para la eólica. Consultado en <https://www.evwind.com/2014/12/16/gamesa-certifica-la-extension-de-vida-de-sus-aerogeneradores-para-la-eolica/>

RE100. (s/f). 152 RE100 companies have made a commitment to go '100% renewable'. Read about the actions they are taking and why. Recuperado de <http://there100.org/companies>

Ribeiro, S. (17 de julio de 2010). Crisis climática y destrucción programada de bosques. La Jornada. Recuperado de <http://www.jornada.unam.mx/2010/07/17/opinion/025a1eco>.

Rojas, J. A. (octubre 1988). Renta Diferencial, renta petrolera, renta energética: problemas y propuestas. Economía Informa, (169), pp. 33-49.

Rojoynegro cgt. (2018, Abril 26). Entrevista a Bettina Cruz [Archivo de video]. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=Kgiap5scpc0>

RompevientoTV. (2013, Mayo 18). Parques eólicos y defensa del territorio, en Zona de impacto. Rompeviento TV. 7/5/13 [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=t3IRnbEaPzk>

Roux, R. (2015). Marx y la cuestión del despojo. Claves teóricas para iluminar un cambio de época. En Adolfo Gilly y Rhina Roux (Coords.), El tiempo del despojo Siete ensayos para un cambio de época (pp. 39- 60). México: Editorial Ítaca.

Royal Dutch Shell plc. (2017). Sustainability report 2016. UK: Royal Dutch Shell plc <http://reports.shell.com/sustainability-report/2016/servicepages/download-centre.html>

Scheer, H. (2011). El imperativo energético. 100% ya: Cómo hacer realidad el cambio integral hacia las energías renovables. España: Icaria Editorial.

Schmith, A. (1976). El concepto de naturaleza en Marx. México: siglo XXI editores, s.a.

Secretaría de Economía & ProMéxico Inversión y Comercio. (2014). Informe: Energías Renovables. México: Secretaría de Economía & ProMéxico Inversión y Comercio.

Descargado de: http://mim.promexico.gob.mx/work/sites/mim/resources/LocalContent/42/2/130726_DS_Energias_Renovables_ES.pdf

Secretaría de Energía. (2012). Prospectiva de energías renovables 2012-2026 . México:

Secretaría de Energía. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62954/Prospectiva_de_Energ_as_Renovables_2012-2026.pdf

——— (2014). Balance Nacional de Energía 2013. México: Secretaría de Energía.

Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41975/Balance_2013.pdf

——— (2017). Prospectiva de energías renovables 2017-2031. México: Secretaría de

Energía. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/284342/Prospectiva_de_Energ_as_Renovables_2017.pdf

——— (2017). Prospectiva del sector eléctrico 2017-2031. México: Secretaría de Energía.

Consultado en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/284345/Prospectiva_del_Sector_El_ctrico_2017.pdf

Secretaría de Turismo y Desarrollo Económico del gobierno de Oaxaca. (29 de noviembre de 2015). Oaxaca entre los tres primeros lugares con mayor potencial para la producción de energía renovable. México: Secretaría de Turismo y Desarrollo Económico del gobierno de Oaxaca. Recuperado de: <http://www.styde.oaxaca.gob.mx/node/74>.

- Siemens Gamesa Renewable Energies. (2017). Catálogo. Disponible en <http://www.siemensgamesa.com/es/productos-servicios/aerogeneradores-gamesa/>
- . Etapas de Creación de Valor. Disponible en <http://www.siemensgamesa.com/es/productos-servicios/parques-eolicos/>
- Stockholm Resilience Centre scientists. (2015). Planetary boundaries research. Consultado en <http://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>
- Svampa, M. (2012). Pensar el desarrollo desde América Latina. En Acosta Alberto (Coord.), *Renunciar al bien común. Extractivismo y (pos) desarrollo en América Latina*. (pp. 17-58). Argentina: Mardulce.
- Telesur Videos. (2017, Agosto 11). Cruce de palabras - Conversamos con Bettina Cruz [Archivo de video]. Publicado en <https://videos.telesurtv.net/video/672606/cruce-de-palabras-672606/>
- Téllez, L. (1994). *La modernización del sector agropecuario y forestal*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Uharte, L. M. (2015). El proyecto transnacional eólico en el Istmo de Tehuantepec (México): impactos múltiples. *Revista Nuevas Tendencias en Antropología*, (6), pp. 68-94. Disponible en <http://www.revistadeantropologia.es/Textos/N6/El%20proyecto%20transnacional%20eolico.pdf>
- United Nations. (23 de mayo de 1997). Un Conference on Environment and Development. Consultado en <http://www.un.org/geninfo/bp/enviro.html>
- Veraza, J. (2006). *Lucha por el agua Lucha por la autonomía Una radiografía del neoliberalismo*. México: Editorial Ítaca.
- . (2007). *Economía y Política del Agua*. México: Editorial Ítaca.

- _____ (2007). Leer El capital hoy (Pasajes y problemas decisivos). México: Editorial Itaca y Ediciones de Paradigmas y Utopías.
- _____ (2012). Karl Marx y la técnica desde la perspectiva de la vida. Para una teoría marxista de las fuerzas productivas. México: Editorial Itaca.
- _____ (30 de septiembre de 2015). Fortalecimiento del ciclo progresista en América Latina. En J. Saxe-Fernández (Coordinador). *La crisis del capitalismo y el predicamento energético-ecológico: alternativas al colapso climático antropogénico*. Ponencia presentada en el CEIICH-UNAM, Ciudad de México.
- Vestas. (2017). Turbines. Recuperado de <https://www.vestas.com/en/products/turbines#!>
- _____ (2018). V150-4.2 MW™ at a glance. Disponible en https://www.vestas.com/en/products/turbines/v150-4_2_mw#
- Weart, S. R. (2008). The Discovery of Global Warming . Estados Unidos: Harvard University Press. Disponible en <https://history.aip.org/climate/index.htm#contents>
- Winrock International, Global Energy Concepts & American Wind Energy Association (2003). Información sobre arrendamiento de tierras y potencial de generación de empleos relacionados con el desarrollo de proyectos eoloeléctricos en México. USA: Winrock International & USAID.

PAGINAS ELECTRÓNICAS CONSULTADAS

<http://interface.vortexfdc.com>

www.cre.gob.mx/documento/1814.xlsx

<https://orsted.com/en>

<http://www.edf-energies-nouvelles.com/en/>

<http://www.edpr.com>

<http://www.nexteraenergyresources.com/home/index.shtml>

<http://www.rwe.com/web/cms/en/8/rwe/>

http://www.thewindpower.net/windfarms_list_en.php

<https://corporate.vattenfall.com>

<https://dgel.energia.gob.mx/inere/>

<https://www.accionacom.es/>

<https://www.enelgreenpower.com/es.html>

<https://www.eon.com/en.html>

<https://www.iberdrola.com>

<https://www.iea.org/Sankey/#?c=World&s=Balance>

<https://irena.masdar.ac.ae/gallery/#map/619>

<https://irena.masdar.ac.ae/gallery/#gallery>