



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Universidad de León

Grado en Administración y Dirección de Empresas
Curso 2017/2018

TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

TECHNOLOGY TRANSFER AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Realizado por **D. Linjie Zheng**

Tutelado por la **Prof^a Dr^a. D^{ña}. Carmen Fernández Cuesta**

León, julio de 2018

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETO.....	11
3. METODOLOGÍA	13
4. CAMBIO GLOBAL.....	16
4.1. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y CAMBIO GLOBAL	16
4.2. IMPACTOS ECONÓMICOS	20
4.2.1. Informe Stern.....	20
4.2.2. Objetivos de desarrollo sostenible y agenda 2030.....	22
4.2.3. Características en china	25
4.2.4. Características en india.....	27
5. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS ACUERDOS INTERNACIONALES	30
5.1. APROXIMACIÓN HISTÓRICA	30
5.2. LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (CMNUCC).....	30
5.2.1. Aproximación histórica	30
5.2.2. Estructura.....	38
5.2.3. Análisis de la CMNUCC	40
5.3. EL PROTOCOLO DE KIOTO	41
5.3.1. Aspectos generales.....	41
5.3.2. Mecanismo del desarrollo limpio	42
5.4. ACUERDO DE PARÍS.....	45
5.4.1. Aspectos generales.....	45
5.4.2. Mecanismos de mercado	46

6.	TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y DESARROLLO LIMPIO	52
6.1.	CONCEPTO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA	52
6.2.	MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO Y TRANSFERENCIA INTERNACIONAL DE TECNOLOGÍA.....	53
6.3.	APLICACIÓN EN CHINA, A PARTIR DEL PROTOCOLO DE KIOTO	55
6.3.1.	Tipología de los proyectos	55
6.3.2.	Características de los proyectos.....	56
6.3.3.	Estructura distributiva regional	58
6.3.4.	Ventajas e inconvenientes	60
6.3.5.	Transferencia de tecnología	62
6.4.	APLICACIÓN EN INDIA, A PARTIR DEL PROTOCOLO DE KIOTO	62
6.4.1.	Tipología de los proyectos	63
6.4.2.	Características de los proyectos.....	64
6.4.3.	Estructura distributiva regional	65
6.4.4.	Ventajas e inconvenientes	68
6.4.5.	Transferencia de tecnología	69
6.5.	ANÁLISIS COMPARATIVO.....	70
6.5.1.	Situaciones comunes y diferencias	70
6.5.2.	Particularidades de la transferencia tecnológica.....	72
7.	LA EXPERIENCIA ADQUIRIDA CON EL MDL Y LOS COMPROMISOS DEL ACUERDO DE PARÍS	75
7.1.	MDL Y NUEVOS INSTRUMENTOS: COMPROMISOS NACIONALES Y PLANES DE ACCIÓN.....	75
7.2.	APLICACIÓN EN CHINA	77
7.3.	APLICACIÓN EN INDIA	79
8.	CONCLUSIONES.....	80
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Clasificación de los países parte de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático	5
Tabla 4.1 Agenda 2030. Objetivos de desarrollo sostenible. Naciones Unidas.....	24
Tabla 5.1 Evolución de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC)	32
Tabla 6.1 Distribución de los proyectos MDL por estados de India.....	67
Tabla 6.2 Características Principales por estados de India (2013-14).....	67
Tabla 6.3 Transferencia de tecnología por proyectos MDL en China e India	73
Tabla 6.4 Instrumentos de transferencia de tecnología en proyectos de desarrollo limpio MDL.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Protocolo de Kioto. Mecanismo de desarrollo limpio (MDL).....	6
Figura 1.2. Protocolo de Kioto. Mecanismo de aplicación conjunta (AC)	7
Figura 4.1 Crecimiento neto de la capacidad instalada y Tasa de crecimiento interanual (2016).....	26
Figura 5.1 Principales instituciones de UNFCCC	39
Figura 5.2 Evaluación dinámica establecida en el Acuerdo de París	51
Figura 6.1 Definición de la transferencia de tecnología	53

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1 Estado de los proyectos de inversión internacional en desarrollo limpio	14
Gráfico 3.2 Regiones anfitrionas en los proyectos de inversión internacional en desarrollo limpio MDL.....	14
Gráfico 3.3 Actividades o tipo de proyectos de inversión internacional en desarrollo limpio y unidades de carbono (CERs) generadas	15

Gráfico 6.1 Porcentajes de los diferentes tipos de proyectos MDL en China	56
Gráfico 6.2 Tipos de proyectos MDL más populares en China versus PIB per cápita en las provincias de China	57
Gráfico 6.3 Número total de proyectos MDL versus PIB per cápita en las provincias de China	60
Gráfico 6.4 Porcentajes de los diferentes tipos de proyectos MDL en India	63
Gráfico 6.5 Tipos de proyectos MDL más populares en India versus PIB per cápita en los estados de India	65
Gráfico 6.6 Número total de proyectos MDL versus PIB per cápita en los estados de India	66
Gráfico 6.7 Localización de los proyectos MDL en China	71
Gráfico 6.8 Localización de los proyectos MDL en India.....	71

ACRÓNIMOS

GEI	Gases de efecto invernadero. El Anexo A del Protocolo de Kioto, modificado por la enmienda de Doha, incluye: Dióxido de carbono (CO ₂), metano (CH ₄), óxido nitroso (N ₂ O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF ₆) y Trifluoruro de nitrógeno (NF ₃)
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio. Protocolo de Kioto. Art. 12
AC	Mecanismo de Acción Conjunta. Protocolo de Kioto. Art. 6
NDC	Contribución Nacional Independiente. Acuerdo de París
COP	Reuniones de los países parte de la CMNUCCC. Es el órgano supremo de la Convención para adoptar decisiones
OMM	Organización Meteorológica Mundial
CIN	Comité Intergubernamental de Negociación
NAMA	Acciones de Mitigación Nacional Apropriadas. Acuerdo de París
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible. Agenda 2030
POA	Programa de Actividades. Acuerdo de París
UN	Naciones Unidas

RESUMEN

En este trabajo comienza con una aproximación al estudio del cambio climático y sus impactos económicos, para analizar seguidamente el marco delimitado por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París.

Posteriormente la investigación se dirige hacia la transferencia tecnológica, mediante la utilización del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), en China e India, los dos mayores países del mundo por número de habitantes, a fin de comprobar cómo actúa este instrumento para alcanzar un desarrollo limpio ante estrategias políticas y económicas diferentes.

El MDL, diseñado en el Protocolo de Kioto, ha estimulado el registro de miles de proyectos climáticos y de desarrollo en todo el mundo. La experiencia acumulada puede inspirar, informar y prestar infraestructura para el diseño y la puesta en práctica de las herramientas económicas que, bajo el Acuerdo de París, facilitan la transferencia tecnológica para reducir o absorber las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), incrementar la capacidad de adaptación y la resiliencia ante el cambio climático y, a la vez, promover un desarrollo sostenible. A ello se destina la última parte de esta investigación.

Palabras clave: Cambio climático, Transferencia tecnológica, China, India, Mercado de Carbono, Finanzas de carbono.

JEL: F35, F68, O1, O3, Q54, Q55

ABSTRACT

This paper begins with the study of climate change and its economic impacts, to analyze the framework delimited by the United Nations Framework Convention on Climate Change, the Kyoto Protocol and the Paris Agreement.

Subsequently the research is directed towards technology transfer using the Clean Development Mechanism (CDM) in China and India, the two most populous countries in the world, to verify how this instrument acts to achieve a clean development under different political and economic strategies.

The CDM, designed under the Kyoto Protocol, has stimulated the registration of thousands of climate and development projects around the world. The accumulated experience can inspire, inform and provide infrastructure for the design and implementation of economic tools that, under the Paris Agreement, facilitate technology transfer to reduce or absorb greenhouse gas (GHG) emissions, increase the capacity for adaptation and resilience in the face of climate change and promote sustainable development. This is the last part of this investigation.

Keywords: Climate change, Technology transfer, China, India, Carbon market, Carbon finance

JEL: F35, F68, O1, O3, Q54, Q55

1. INTRODUCCIÓN

El cambio global, causado por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provocadas por la actividad humana, se ha identificado, junto con la pobreza extrema y el hambre, como uno de los principales problemas de la humanidad (UN, 2000), razón por la que *garantizar la sostenibilidad del medio ambiente* se incluye entre los Objetivos del Milenio y la *acción por el clima* figura en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas (UN, 2015).

El efecto invernadero, derivado de la emisión de gases de efecto invernadero, destruye el equilibrio original entre los ecosistemas naturales y genera obstáculos severos para un desarrollo humano sostenible. Para combatir el problema del calentamiento global, en 1979 se celebra la *Primera Conferencia Mundial sobre el Clima*, en el seno de Naciones Unidas. A ella le siguen numerosos estudios, informes y reuniones entre los que cabe destacar, en 1988, el establecimiento del *Panel Intergubernamental de Cambio Climático* y, en 1990, la publicación, por Naciones Unidas, del *Primer Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* (IPCC); iniciándose, a partir de entonces, las negociaciones a fin de acordar una convención sobre este asunto, en el seno de las Naciones Unidas.

La *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* (CMNUCC), adoptada en 1992, entra en vigor en 1994, con el objetivo de *lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático y en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurando que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitiendo que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.* (UN, 1992).

Para alcanzar este objetivo, la CMNUCC diferencia tres grupos de países: desarrollados, economías de transición y los restantes países parte, según se indica en la Tabla 1.1. La CMNUCC reconoce a estos últimos, o países en desarrollo, una capacidad significativamente limitada para reducir sus emisiones de GEI y adaptarse a los efectos del cambio climático, por lo que requieren de la cooperación tecnológica y financiera internacional.

En 1997, los países parte de la CMNUCCC incorporan a sus acuerdos el *Protocolo de Kioto* (UN, 1998), en el cual se establecen compromisos concretos de reducción de emisiones para los países desarrollados y las economías en transición. Así mismo, el Protocolo de Kioto refleja el compromiso de transferir tecnología e información desde los países más desarrollados a los países en desarrollo, con el fin de lograr la sostenibilidad, es decir, el equilibrio social, ambiental y económico. El retraso en la ratificación de este Protocolo por algunos países parte da lugar a que su entrada en vigor se demore hasta 2005.

El *Protocolo de Kioto* incorpora diversos instrumentos para dotar de flexibilidad a los compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, a fin de facilitar su cumplimiento y, a la vez, allanar la transición hacia una economía de mercado de los países en transición y promover un desarrollo sostenible en los países en desarrollo. Estos instrumentos son: los Mercados internacionales de unidades de carbono, el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y Mecanismo de Acción Conjunta (AC).

Tabla 1.1 Clasificación de los países parte de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático

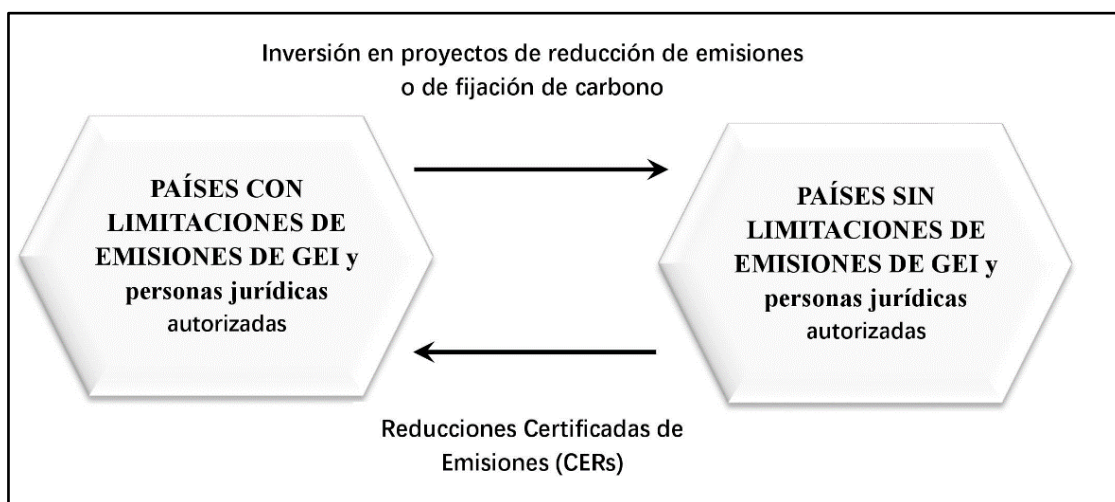
Países desarrollados	Economías en proceso de transición a una economía de mercado	Países en desarrollo
<ol style="list-style-type: none"> 1. Alemania 2. Australia 3. Austria 4. Bélgica 5. Canadá 6. Comunidad Económica Europea 7. Dinamarca 8. España 9. Estados Unidos de América 10. Finlandia 11. Francia 12. Grecia 13. Irlanda 14. Islandia 15. Italia 16. Japón 17. Luxemburgo 18. Noruega 19. Nueva Zelanda 20. Países Bajos 21. Portugal Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte 22. Suecia 23. Suiza 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bielorrusia 2. Bulgaria 3. Croacia 4. Eslovaquia 5. Eslovenia 6. Estonia 7. Federación de Rusia 8. Hungría 9. Letonia 10. Lituania 11. Polonia 12. República Checa 13. Rumania 14. Ucrania 	160 países parte restantes

(Fuente: *Elaboración propia a partir de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio climático y las decisiones 4/CP.3, de 1998 y 26/CP.7 de 2002*)

El Mecanismo del Desarrollo Limpio (MDL) es el instrumento, especialmente diseñado en este Protocolo y reflejado en su artículo 12, para que los países desarrollados, cuyas emisiones de gases de efecto invernadero están limitadas, provean de fondos y tecnología

a los países en desarrollo, que carecen de límites en sus emisiones de carbono, y, a la vez, los países desarrollados obtengan unidades de carbono compensables con las obligaciones de reducción de emisiones en el territorio nacional del inversor.

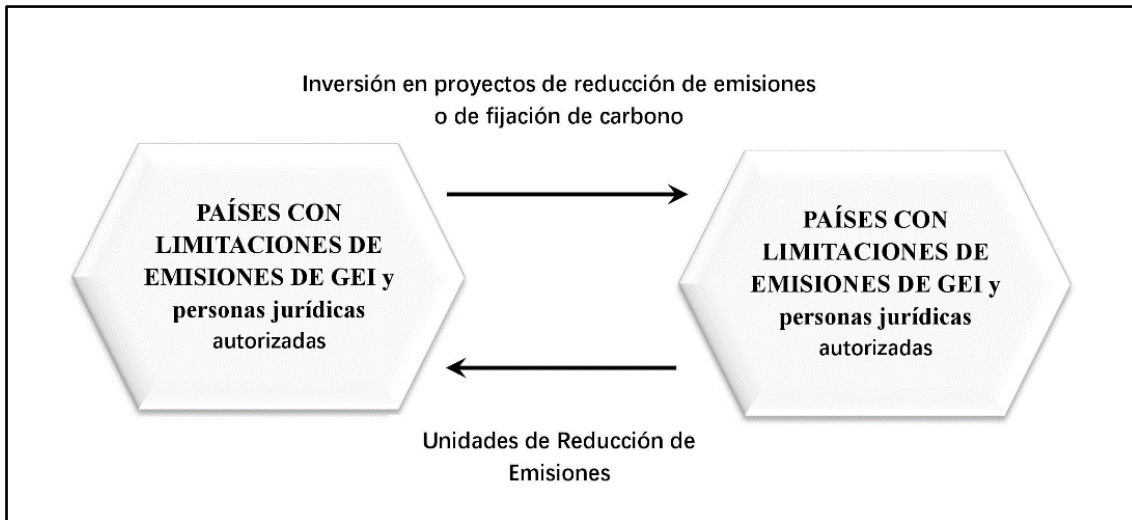
Figura 1.1. Protocolo de Kioto. Mecanismo de desarrollo limpio (MDL)



(Fuente: *Fernández Cuesta y Fronti de García, 2010*)

El Mecanismo de Acción Conjunta (AC) es el instrumento, especialmente diseñado en este Protocolo y reflejado en su artículo 6, para que los países desarrollados, cuyas emisiones de GEI están limitadas, provean de fondos y tecnología a otros países desarrollados (en particular a las economías en transición), que también tienen limitadas sus emisiones de GEI, obteniendo unidades de carbono compensables con las obligaciones de reducción de emisiones en el territorio nacional del inversor.

Figura 1.2. Protocolo de Kioto. Mecanismo de aplicación conjunta (AC)



(Fuente: *Fernández Cuesta y Fronti de García, 2010*)

En las sucesivas reuniones (Marrakech, Nairobi, Montreal, Bali, Copenhague, Cancún, Durban, Doha, Varsovia y Lima) de los países parte de la CMNUCCC, celebradas entre 2005 (cuando entra en vigor el Protocolo de Kioto) y 2015, fueron perfeccionándose los estos instrumentos económicos de flexibilidad y ampliándose los fondos destinados a la cooperación internacional.

En diciembre de 2015, se celebra en París una nueva reunión, alcanzándose los acuerdos que entraron en vigor el 4 de noviembre de 2016, si bien no se desarrollaran plenamente hasta el 1 de enero de 2021. Para alcanzar sus objetivos, a partir del 31 de diciembre de 2020, fecha en que finaliza el Protocolo de Kioto, el Acuerdo de París (UN, 2015b) prevé el establecimiento de flujos financieros apropiados, un nuevo marco tecnológico y un mejor entorno para la creación de capacidades que sirvan de apoyo a los países en desarrollo y a los países más vulnerables.

A diferencia del Protocolo de Kioto, el Acuerdo de París reconoce que la lucha contra el cambio climático ha de llevarse a cabo en todos los países, con independencia de su grado

de desarrollo, si bien sus capacidades para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero, adaptarse y fomentar la resiliencia (o capacidad de recuperarse de los daños) al cambio climático y financiar todo ello es lógicamente muy diferente de unos países a otros.

Por ello, el paquete financiero de ayuda a la implementación del Acuerdo de París, especialmente en los países menos desarrollados y los pequeños estados insulares, moviliza 100.000 millones de USD anuales, a partir de 2020, previéndose una revisión, al alza, de esta cuantía antes de 2025.

El Acuerdo de París, que también fomenta una mayor transparencia en todas las actuaciones, supone la desaparición del MDL y el AC y un cambio muy sustancial de los mercados de carbono a partir del 1 de enero de 2021, al asumir los países parte nuevos compromisos, tanto en lo relativo a los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero como a la puesta en marcha de políticas y medidas nacionales para alcanzar estos objetivos (sumideros de carbono, especialmente bosques, capacidad de adaptación, resiliencia y vulnerabilidad, cooperación global, etc.)

En esta nueva etapa de lucha contra el cambio climático, cada 5 años, todos los países deben comunicar y mantener sus Programas de Actividades (POA) para la reducción de emisiones y absorción de GEI, adaptación al cambio climático, aumento de la resiliencia, etc. Además, todos los países deben poner en marcha las Acciones de Mitigación Nacionales Apropriadas (NAMA) para alcanzar dichos objetivos.

Así, hasta la fecha, se han presentado 190 planes de lucha contra el cambio climático (INDC), que cubren alrededor del 99% de las emisiones de todas las Partes de la CMNUCC, y abarcan el periodo 2021-2030 (UN, 2018b).

La República Popular China y la República de la India pueden calificarse como los dos países más importantes, entre los que la CMNUCC denomina países en desarrollo, tanto por sus datos demográficos y macroeconómicos como por su potencial de reducción de emisiones y de absorción de gases de efecto invernadero. Importancia que se acrecienta en el marco del Acuerdo de París, por el diseño que han realizado de sus contribuciones para alcanzar los objetivos de este Acuerdo.

China inicia, en 2009 y 2010, unos primeros intentos de creación de un mercado voluntario, de carbono, doméstico, con el establecimiento del *Panda Standard*, la creación de la *China Green Carbon Foundation* y, desde julio de 2010, un programa de *Zonas Piloto de Desarrollo bajo en emisiones*, en el que se incluye un esquema de prueba de comercio voluntario de emisiones en las ciudades de Beijing, Tianjin, Shanghai, Chongqing y Shenzhen y las provincias de Guangdong y Hubei. Estas ciudades y provincias representan el 28% del PIB y concentran el 18% de la población en China (Wang et al, 2017; Qi, 2013; Wang et al, 2014; Finanzas Carbono, 2018).

El Banco Mundial (World Bank, 2015) señala que China presentaba, en 1960, unas emisiones de CO₂ de 780.726 Kt, mientras que en 2014 sus emisiones habían crecido hasta 10.291.927 kt. Por su parte las emisiones de India ascendían, en 1960, a 120.582 kt y, en 2014, a 2.238.377.

Entre los países desarrollados, el mayor emisor es Estados Unidos de América, que presentaba unas emisiones de CO₂, en 1960, de 2.890.696 kt y en 2014 de 5.254.279 kt. En 2014, las emisiones de CO₂ de la Federación Rusa ascienden a 1.705.346 kt, careciendo de datos para 1960 y las de Japón a 232.781 kt, en 1960, y a 1.214.048 Kt en 2014.

En estas fechas, las emisiones mundiales de CO₂ ascendían a 9.396.706 kt en 1960 y

36.138.285 kt en 2014, destacando actualmente, dentro de estos totales mundiales, las emisiones de la zona geográfica Asia Oriental y el Pacífico que suponen 14.272.115 kt, es decir, un 39,50% mundial.

Estos datos ponen de manifiesto la necesidad de reducir las emisiones mundiales de GEI, si se desea, como indica el Acuerdo de París (UN, 2015b):

1. *Fortalecer la respuesta global a la amenaza del cambio climático manteniendo un aumento de la temperatura global este siglo muy por debajo de los 2° C por encima de los niveles preindustriales y continuar los esfuerzos para limitar el aumento de la temperatura hasta 1,5° C.*
2. *Fortalecer la capacidad de los países para hacer frente a los impactos del cambio climático, y*
3. *Establecer flujos financieros apropiados, un nuevo marco tecnológico y un mejor marco de creación de capacidades, que apoyen la acción de los países en desarrollo y los países más vulnerables, de conformidad con sus propios objetivos nacionales.*

El Acuerdo de París dedica su artículo 6 a la cooperación internacional, estableciendo *un mecanismo para contribuir a la mitigación de las emisiones de GEI y a apoyar el desarrollo sostenible*. Se trata de un mecanismo sucesor del MDL que, de acuerdo con Michaelova et al (2016), probablemente se basará en los principios clave del MDL, en especial en los elementos de normalización y en el enfoque programático.

Así, los expertos mundiales en MDL, reunidos en Bon, en mayo de 2018, manifiestan (UN, 2018c): *Las muchas metodologías, enfoques, arquitectura de políticas y lecciones aprendidas del MDL allanaron el camino para una gama de nuevos sistemas. De esta forma, algunos mecanismos voluntarios del mercado han utilizado en gran medida los elementos del MDL, el Fondo de reducción de emisiones de Australia se inspira en el*

MDL y el Mecanismo de Compensación Nacional que se está considerando en China también.

2. OBJETO

El Mecanismo de Desarrollo Limpio ha servido para la puesta en práctica de miles de proyectos climáticos y de desarrollo en todo el mundo, aportando una experiencia que puede facilitar el diseño y la aplicación de las futuras herramientas de transferencia tecnológica para reducir o absorber las emisiones de GEI, incrementar la capacidad de adaptación y la resiliencia ante el cambio climático conforme a las decisiones reflejadas en el Acuerdo de París.

Con esta premisa, el objeto principal de este trabajo es estudiar la transferencia, desde los países desarrollados a los países en vías de desarrollo, de tecnología para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y, de esta forma, lograr un desarrollo sostenible y combatir el cambio climático, a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), regulado en el artículo 12 del Protocolo de Kioto.

Para realizar este estudio se han seleccionado las actuaciones desarrolladas en la República Popular China y en la República de la India, dado que de los 12.423 proyectos registrados, hasta 1 de febrero de 2018 (fecha de su última actualización), en UNFCCC, 3.863 tienen como país anfitrión China y en 2.100 India es el anfitrión, representando entre ambos países el 48% del total mundial de proyectos de inversión en desarrollo limpio (MDL), a través de los cuales los países desarrollados han invertido en países en vías de desarrollo, obteniendo con dicha inversión unidades de carbono.

Además, en 2014, las emisiones de CO₂ en China representan el 28,48% de las emisiones mundiales y en India el 6,20% mundial, es decir, de forma conjunta un 34,68% mundial

y un 87,80% de las emisiones de la zona geográfica Asia Oriental y el Pacífico.

El Acuerdo de París ha cambiado, desde 2016, sustancialmente el entorno global de las políticas de lucha contra el cambio climático, en particular los instrumentos económicos de transferencia de tecnología, y de forma decisiva a partir de 1 de enero de 2021 cuando, una vez finalizado el periodo de vigencia del Protocolo de Kioto, este Acuerdo se despliegue en toda su extensión.

El interés de este estudio se centra en identificar los aspectos y actuaciones más exitosos del MDL, tanto desde el punto de vista de la transferencia tecnológica como de la contribución al desarrollo sostenible del país anfitrión. Para ello se compara, por sus diferentes opciones estratégicas en materia de política económica del carbono, su aplicación en China e India, a fin de promover estas actuaciones en la nueva etapa de la lucha internacional contra el cambio climático. Junto a ello, también son objeto de este trabajo los resultados que han sido inferiores a lo esperado, a fin de identificarlos y, en la medida de lo posible, reducirlos.

Así pues, a partir de los proyectos MDL desarrollados, se trata de conocer las características más deseables a reunir por los instrumentos económicos que mejor contribuyen a lograr un desarrollo sostenible en los países en vías de desarrollo, mediante la transferencia, desde los países desarrollados, de tecnologías de lucha contra el cambio climático, en la nueva etapa abierta por el Acuerdo de París y, especialmente, en el periodo 1 de enero 2021 a 31 de diciembre de 2030 en los que se ha establecido la vigencia de dicho Acuerdo. De especial interés es la aplicación del efecto aprendizaje en el *Mecanismo de mitigación y desarrollo sostenible*, cuyo diseño se inicia en el Acuerdo de París y que, en la actualidad, está en formación.

3. METODOLOGÍA

Para identificar las características más deseables, anteriormente indicadas, para los instrumentos de transferencia de tecnología de lucha contra el cambio climático y que, a la vez, promueven el desarrollo sostenible de los países en vías de desarrollo se ha construido el marco conceptual internacional delimitado por los acuerdos alcanzados, en el seno de Naciones Unidas, por los países parte de la CMNUCCC.

Para ello se han analizado todas las reuniones de los países parte de la CMNUCCC (COP), desde la COP 1, celebrada en Berlín, en 1995, hasta la COP 23, celebrada en Bonn, en 2017. No se ha podido tomar en consideración la COP 24, pues tendrá lugar en Katowice (Polonia), en diciembre de este año 2018.

Este marco se ha completado con la literatura científica que, desde el ámbito económico, analiza los acuerdos anteriormente indicados, los efectos económicos del cambio climático y la transferencia de tecnología.

Para el estudio de las características de las actividades empresariales de transferencia internacional, desde los países desarrollados a los países anfitriones analizados, China e India, de tecnologías de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de desarrollo limpio, aplicadas en el MDL, se ha utilizado la base de datos, proporcionada por Naciones Unidas, sobre el conjunto de inversiones en desarrollo limpio desarrolladas al amparo del Protocolo de Kioto.

Hasta su última actualización, el 1 de febrero de 2018, esta base de datos (UN, 2018a) contiene un total de 12.423 proyectos internacionales, que han supuesto la emisión de 1.483 millones de unidades de carbono, en el período 2008-2012 y 423 millones en el período 2012-2015, esperando que la emisión total en el período 2008-2020 sea de 2.866

millones de unidades de carbono.

Entre los ítems que especifica esta base de datos cabe destacar los siguientes:

- Estado de los proyectos en el Registro del MDL de UNFCCC

Gráfico 3.1 Estado de los proyectos de inversión internacional en desarrollo limpio

Status of CDM projects in the project cycle	Number
At validation	559
Request for registration	1
Request for review	3
Correction requested	
Under review	
Total in the process of registration	4
Withdrawn	64
Rejected by EB	278
Validation negative by DOE	276
Validation terminated by DOE	2349
Registered, no issuance of CERs	4675
Registered, CER issued	3128
Total registered	7803
Total number of different projects	11333
De-registered	3
Replaced PDDs	1087
Total PDDs submitted	12423

(Fuente: UN, 2018 CDM Registry Retrieved from: <https://cdm.unfccc.int/Registry>)

- Regiones y países anfitriones

Gráfico 3.2 Regiones anfitrionas en los proyectos de inversión internacional en desarrollo limpio MDL

Región	%
Latinoamérica	13,1% del total mundial
Asia-Pacífico	81,7% del total mundial
• China	• 56,7% de la región
• India	• 28,4% de la región
Europa y Asia Central	1,0% del total mundial
África	2,9% del total mundial
Oriente medio	1,3% del total mundial

(Fuente: UN, 2018 CDM Registry Retrieved from: <https://cdm.unfccc.int/Registry>)

A partir del estudio de estos datos, en esta investigación se comparan las inversiones internacionales en desarrollo limpio, desarrolladas mediante la aplicación del MDL, en China e India, en cuanto suponen transferencia de tecnología y de generación de desarrollo sostenible en los países anfitriones.

Para ello, la atención se dirige de forma prioritaria a las actividades desarrolladas con los proyectos, los sectores económicos en los que dicha actividad se lleva a cabo y las características macroeconómicas y de desarrollo de los estados (India) y provincias (China) en los que se ha realizado la inversión.

- Actividades o tipo de proyectos y unidades de carbono generadas

Gráfico 3.3 Actividades o tipo de proyectos de inversión internacional en desarrollo limpio y unidades de carbono (CERs) generadas

Type	number		CERs/yr (000)		2020 CERs (000)		CERs Issued (000)	
Wind	2578	31%	236358	21%	1788460	22%	236133	12%
Hydro	2188	26%	298512	26%	2071461	25%	284471	15%
Biomass energy	726	9%	49716	4.4%	351016	4%	55637	2.9%
Methane avoidance	683	8%	29650	2.6%	196925	2.4%	31628	1.7%
Solar	435	5%	14126	1.2%	99168	1.2%	6195	0.33%
Landfill gas	401	5%	57690	5%	412623	5%	102295	5%
EE own generation	366	4%	49283	4%	330328	4%	81704	4.3%
Fossil fuel switch	125	1.5%	69385	6%	473635	6%	66767	3.5%
EE Industry	116	1.4%	4418	0%	27186	0.3%	4991	0.3%
Coal bed/mine methane	107	1.3%	72400	6%	538350	6.5%	59953	3.1%
N2O	105	1.3%	57010	5%	467587	6%	332448	17%
EE Households	94	1.1%	3580	0.3%	26867	0.3%	1372	0.07%
EE Supply side (power plants)	94	1.1%	39106	3%	261549	3.2%	7742	0.4%
Afforestation & Reforestation	71	0.8%	2515	0.2%	22287	0.3%	12378	0.6%
Fugitive	60	0.7%	33767	3.0%	207223	2.5%	41392	2.2%
EE Service	36	0.5%	696	0.06%	4253	0.05%	229	0.012%
Geothermal	35	0.4%	12401	1.1%	261549	3.2%	11878	0.6%
Transport	32	0.4%	3883	0.3%	31911	0.4%	3822	0.2%
Cement	25	0.3%	4109	0.4%	17575	0.2%	12397	0.7%
HFCs	22	0.3%	81319	7%	601230	7%	53942	28%
Energy distrib.	20	0.2%	5742	0.5%	48690	0.6%	2665	0.1%
Mixed renew ables	19	0.2%	682	0.1%	4822	0.06%	40	0.002%
PFCs and SF6	18	0.2%	5445	0.5%	41009	0.5%	7531	0.4%
CO2 usage	4	0.05%	91	0.01%	676	0.01%	10	0.001%
Tidal	1	0.01%	315	0.03%	2525	0.03%	1727	0.1%
Agriculture	1	0.01%	8	0.001%	74	0.0009%		
Total	8366	100%	1132207	100%	8289178	100%	1905347	100%
HFCs, PFCs, SF6 & N2O reduction	145	1.7%	143773	13%	1109625	13%	879920	46%
Renewables	5982	72%	612111	54%	4579002	55%	596081	31%
CH4 reduction & Cement & Coal mine/bed	1281	15%	197716	17%	1373646	17%	247676	13.0%
Supply-side EE	480	6%	94130	8%	640567	8%	32112	4.8%
Fuel switch	125	1.5%	69385	6.1%	473635	5.7%	66767	3.5%
Demand-side EE	250	3.0%	8694	0.8%	58305	0.7%	6592	0.3%
Afforestation & Reforestation	71	0.8%	2515	0.2%	22287	0.3%	12378	0.6%
Transport	32	0.4%	3883	0.3%	31911	0.4%	3822	0.20%

(Fuente: *Elaboración propia, a partir de: UN, 2018a*)

4. CAMBIO GLOBAL

4.1. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y CAMBIO GLOBAL

El tiempo puede describirse como un fenómeno meteorológico, que se produce en un corto plazo, desde unos minutos hasta unos días, tal como lluvia, tormenta, granizo, nieve y similares. El clima se refiere a la estadística media de factores meteorológicos como temperatura, precipitación, viento, etc., en un período de tiempo de meses, trimestres, años, siglos, etc., reflejando las características meteorológicas básicas de una región. El clima es un elemento del entorno natural. El sistema climático se refiere al conjunto de la atmósfera, la hidrosfera, la biosfera, la geosfera y sus interacciones.

La supervivencia y el desarrollo social y económico de la humanidad son inseparables de unas condiciones climáticas que se pueden calificar como *normales* a lo largo del tiempo. En los últimos años, el clima del planeta Tierra presenta algunos cambios que, los expertos en cambio climático califican como no naturales, considerando que son generados en una buena parte por actividades antropogénicas, es decir, por las actividades que realiza el ser humano. Estos cambios no naturales son a los que se hace referencia al hablar de luchar contra el *cambio climático* o *cambio global*.

Según la *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático* (UN, 1992), el *cambio climático* se define como *un cambio de clima, atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables*.

En la actualidad, los problemas del cambio climático discutidos por la comunidad internacional atienden, de forma prioritaria, al calentamiento global debido al aumento de

emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Así, la atención se centra en las actividades humanas de producción y la emisión de GEI, que provocan un aumento gradual de sus concentraciones atmosféricas, de forma que el calor del sol puede penetrar en el planeta, pero no se puede disipar de forma satisfactoria. Ello da lugar a que la temperatura superficial de la Tierra se eleve gradualmente, ocasionando un fenómeno de calentamiento global o *efecto invernadero*.

Es decir, como señalan Benavides y León (2007), *los GEI son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes.*

En la atmósfera de la Tierra, los principales GEI son: vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄) y ozono (O₃). Hay además en la atmósfera una serie de GEI creados íntegramente por el ser humano, como los halocarbonos y otras sustancias con contenido de cloro y bromo, regulados por el Protocolo de Montreal como: hexafluoruro de azufre (SF₆), hidrofluorocarbonos (HFC) y perfluorocarbonos (PFC).

Los GEI se clasifican en directos e indirectos (Benavides Ballesteros y León Aristizaba, 2007):

1. GEI Directos: Son gases que contribuyen al efecto invernadero tal como son emitidos a la atmósfera. En este grupo se encuentran: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), compuestos halogenados (AOX), ozono troposférico y vapor de agua.
2. GEI Indirectos: Son precursores de ozono troposférico, además de contaminantes locales, transformándose en gases de efecto invernadero directo. En este grupo se encuentran: Óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles diferentes al

metano (CO₂) y monóxido de carbono (CO).

La UNFCCC define los gases de efecto invernadero como *componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y reemiten radiación infrarroja*. El Anexo A del Protocolo de Kioto, modificado por la enmienda de Doha, identifica los siguientes GEI como aquellos que, por su relación con las actividades humanas, requieren un estricto control y una drástica reducción de sus emisiones: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF₆) y trifluoruro de nitrógeno (NF₃).

El dióxido de carbono (CO₂) es el que presenta unas mayores emisiones y tiene un mayor potencial de calentamiento atmosférico. Además, tiene una vida muy larga, permaneciendo en la atmósfera alrededor de 200 años desde su liberación. De ahí que sea considerado como el GEI principalmente responsable del calentamiento global provocado por las actividades humanas, seguido por el metano (CH₄).

Entre las actividades humanas cabe destacar las siguientes como aquellas que ocasionan mayores emisiones de GEI:

- Generación de energía a partir de combustibles fósiles
- Fugas de gas natural y gas de carbón de las actividades de extracción de combustibles fósiles
- Actividades industriales de producción de cemento, cal y otros productos químicos.
- Transporte

Entre las consecuencias ambientales y climáticas provocadas por el cambio climático cabe señalar las indicadas seguidamente y que ponen de manifiesto que este cambio no

sólo es climático, sino global, de ahí que en la actualidad tienda a sustituirse la expresión “*cambio climático*” por “*cambio global*”

En los últimos años, los fenómenos de tiempo extremo se presentan, en muchos países, con más frecuencia que los siglos pasados. Los países en desarrollo, sobre todo los pequeños países insulares, son los más afectados por su débil capacidad de adaptación y su baja resiliencia. No obstante, el fenómeno es, como se acaba de señalar global. Así, por ejemplo, desde que comenzó el actual siglo XXI, los desastres (generación rápida) y catástrofes (generación lenta) naturales de mayor impacto sobre la vida y la salud humana han sido (Alcántara Grados, F., 2005; Universidad Católica de Lovaina, 2012):

- Terremoto de magnitud 7,7, ocurrido el 26 de enero del 2001, en Guyarat (India) ocasionó más de 19.000 muertos y, se estima, en unos 167.000 el número de heridos.
- Ola de calor que golpeó Europa, entre los meses de junio a agosto del 2003, acabó con la vida de 40.000 personas aproximadamente. El país que se vio más afectado fue Francia, con al menos 15.000 víctimas.
- Terremoto de magnitud 6,6, ocurrido en Irán, el 26 de diciembre de 2003, se cobró entre 35.000 y 46.000 vidas.
- Terremoto de magnitud 9, ocurrido en Sumatra, el 26 de diciembre de 2004, causó una serie de devastadores tsunamis a lo largo de las costas del océano Índico, que acabaron con la vida de cerca de 230.000 personas.
- Terremoto de magnitud 7,6, que tuvo lugar el 8 de octubre de 2005 en la región de Kashmir, entre India y Pakistán le quitó la vida a más de 80.000 personas y se estima que más de 4 millones perdieron su hogar.
- Huracán Katrina, ocurrido en 2005, fue el que causó más daños económicos en la historia de Estados Unidos, y está en el *top five* en pérdida de vidas humanas. El principal daño ocurrió en New Orlèans, donde perdieron la vida más de 2000 personas.
- Terremoto de magnitud 6,3, ocurrido en Java, el 27 de mayo de 2006, causó más de

3.000 heridos.

- Ciclón Nargis, ocurrido el 27 de abril de 2008 se convirtió en una enorme ola que penetró 35 kilómetros de la costa de Birmania. Fallecieron al menos 150 000 personas y desaparecieron más de 50.000.
- Terremoto ocurrido en Sichuan (China), el 12 de mayo de 2008 acabó con la vida de casi 70.000 personas.
- Ola de Calor del Hemisferio Norte de 2010, superando los 41 °C de temperatura el 31 de julio, siendo Rusia fue el país más afectado. Se estima que durante toda la ola, Rusia tuvo que lamentar alrededor de 56.000 muertes.
- Terremoto del 12 de enero de 2010, de magnitud 7, que se produjo en Puerto Príncipe (Haití). El terremoto, y una serie de réplicas de magnitudes entre 5 y 6 acabó con la vida de más de 316.000 personas, y 350.000 resultaron heridas.
- Terremoto de magnitud 8,8 ocurrido en marzo de 2010, en el mar frente a las localidades de Curanipe y Cobquecura (Chile) provocó alrededor de 525 muertos.
- Terremoto de magnitud 9, ocurrido el 11 de marzo de 2011, a 130 km de la costa de Honshu (Japón), produjo un terrible tsunami con olas de más de 40 metros de altura. El temblor duró seis minutos y se cobró la vida de casi 18.500 personas.

4.2. IMPACTOS ECONÓMICOS

4.2.1. Informe Stern

Además de este creciente impacto de las catástrofes y desastre naturales sobre la vida humana, el cambio climático afecta considerablemente a la economía mundial, afirmando el Informe Stern (2006): *El cambio climático es el más importante fallo de mercado que existe hasta el momento, e interactúa con el resto de las imperfecciones del mercado.*

Este mismo informe, realizado a petición del gobierno del Reino Unido, por un equipo de más de 20 especialistas y con el apoyo de numerosos consultores externos, estima que *los*

costes y los daños anuales provocados por el cambio climático pueden estimarse, como mínimo, en un 5% del PIB global, a contar desde 2005 en adelante, pudiendo llegar a un 20% del PIB global, e incluso superar esta cifra, si se tienen en cuenta otros riesgos e impactos posibles.

El Informe Stern ofrece una profunda y documentada reflexión para la orientación de las grandes decisiones políticas respecto al cambio global y, aunque ha sido muy criticado por economistas estudiosos de la economía de cambio climático (Nordhaus, 2006; Dasgupta, 2006), sus propuestas de actuación han tenido y tienen una gran influencia en el diseño estratégico de las actuaciones a realizar.

Entre sus recomendaciones cabe destacar las indicadas seguidamente y que fácilmente se pueden identificar en las actuaciones de Naciones Unidas y de números países parte de la UNFCCC (Puig Bastard, 2007):

1. Para conseguir una respuesta efectiva global ante el cambio climático, los gobiernos han de tomar en consideración tres elementos básicos:
 - a. Los precios del carbono, que han de fijarse adecuadamente, utilizando para ello los impuestos, la negociación o la regulación política.
 - b. Las políticas de apoyo a la innovación y la implantación de tecnologías, que deben favorecer un bajo consumo de carbono
 - c. La eliminación de numerosas barreras, para lograr una mayor eficiencia energética, informar y persuadir a los diversos sujetos económicos sobre lo que se debe hacer para dar una respuesta adecuada al cambio climático.
2. La actuación individualizada de los países no es suficiente.
3. El cambio climático exige una respuesta mundial, basada en la comprensión de los objetivos a largo plazo y en un acuerdo sólido sobre los mecanismos (internacionales y locales) de actuación adecuados.

4.2.2. Objetivos de desarrollo sostenible y agenda 2030

De acuerdo con El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de Naciones Unidas, los principales peligros del cambio climático son los siguientes:

- Aumento del nivel del mar. Aproximadamente un tercio de la población mundial vive dentro del rango de 60 km a lo largo de la costa. El calentamiento global puede producir la expansión de volumen del agua del océano y el derretimiento del hielo polar. Ello podría elevar los niveles del mar unos 50 centímetros hasta el año 2100. Así que amenaza a las zonas costeras de todo el mundo, especialmente los estuarios y las tierras bajas costeras, zonas que están densamente pobladas y económicamente más desarrolladas. Estas áreas pueden inundarse y sus playas pueden erosionarse, con un alto riesgo de degradación del suelo.
- Impacto sobre la agricultura y los ecosistemas naturales. Con el aumento de la concentración de dióxido de carbono y el calentamiento global, la fotosíntesis de las plantas puede aumentar y la temporada de crecimiento puede ampliarse. Ello hace que algunas zonas geográficas puedan ser más adecuadas para la agricultura. Sin embargo, el rápido cambio de las temperaturas globales y de los patrones de precipitaciones también puede hacer que los ecosistemas agrícolas y naturales en muchas partes del mundo no posean capacidad suficiente para adaptarse rápidamente a este cambio. En este caso, los efectos pueden ser devastadores por la destrucción de la vegetación forestal y los desastres agrícolas.
- Aumento de inundaciones, sequías y otros desastres meteorológicos. Como se ha indicado, el aumento de la temperatura media global parece ocasionar desastres y

catástrofes naturales más frecuentes, en zonas altamente pobladas, por lo que sus efectos sobre la vida humana son muy dañinos e insostenibles. Por ejemplo, el calentamiento global ya ha provocado una grave polarización en África. En los últimos 20 años, las fuertes precipitaciones en África del Sur, Mozambique, Sudáfrica y Zimbabwe ha provocado muchos desastres por inundación. Madagascar y Mozambique sufrieron incluso ciclones tropicales, causando centenares de muertos y cientos de miles de personas sin hogar.

- Efectos sobre la salud humana. La alta temperatura puede aumentar la carga sobre el sistema circulatorio humano. El calentamiento climático parece aumentar el riesgo de enfermedad y su mortalidad, así como la posibilidad de la propagación de enfermedades infecciosas. A partir del año 1997, bajo la influencia del fenómeno meteorológico “*El Niño*”, Somalia, Kenia, Tanzania y Mozambique sufren graves inundaciones, en zonas cuya infraestructura de salud es muy limitada, causando brotes de cólera a gran escala. En Ruanda la incidencia de la malaria se triplicó en el año 2000 con respecto al año 1997.

De ahí que, los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible del Milenio, indicados seguidamente, y que componen la Agenda 2030, tomen en consideración estas cuestiones.

Tabla 4.1 Agenda 2030. Objetivos de desarrollo sostenible. Naciones Unidas

1. Poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo
2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible
3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades
4. Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos
5. Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas
6. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos
7. Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos
8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos
9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación
10. Reducir la desigualdad en los países y entre ellos
11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles
12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles
13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos
14. Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible
15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad
16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir a todos los niveles instituciones eficaces e inclusivas que rindan cuentas
17. Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible

(Fuente: UN, 2015a. Retrieved from: <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/70/1>)

Hay indicios de que, para los países en desarrollo, el efecto del calentamiento climático es más grave porque son más vulnerables en las partes de mitigación y adaptación a las

cuestiones del cambio climático. Por lo tanto, para abordar los problemas del cambio climático es necesario tomar en consideración este hecho al diseñar las estrategias internacionales de desarrollo sostenible y lucha contra el cambio climático.

4.2.3. Características en china

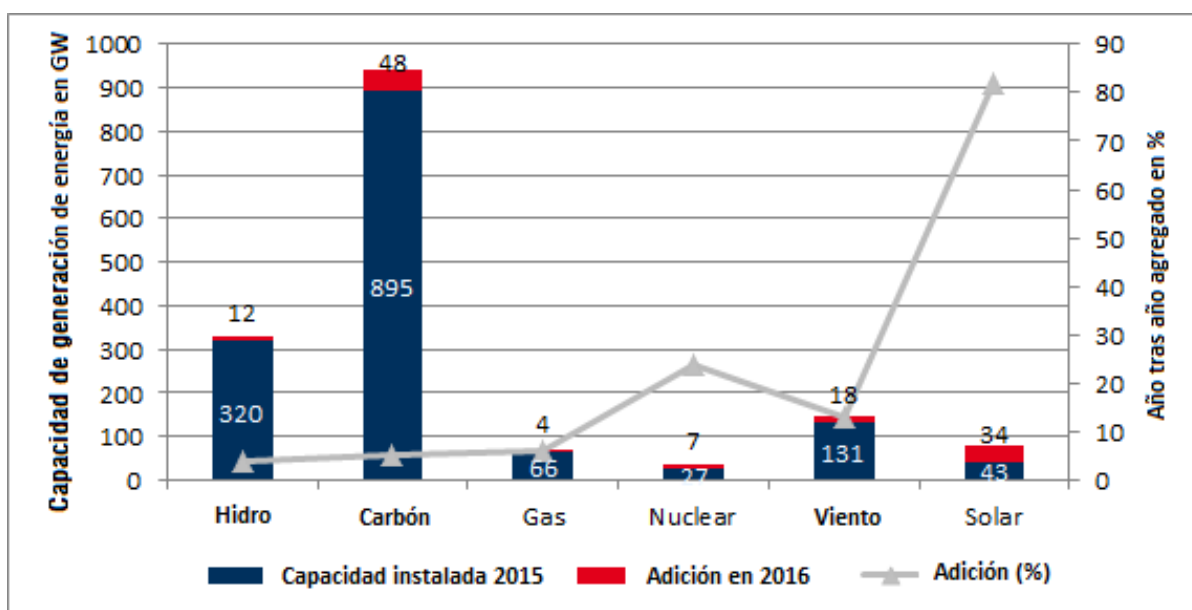
China, el país en desarrollo más representativo y la segunda economía más grande del mundo (IMF, 2010), todavía es muy vulnerable al impacto del cambio climático. Según el Informe de 2010 de *World Wildlife Fund* (WWF, 2016), las necesidades vitales de los habitantes de China superan los recursos que puede proporcionar su entorno natural. El problema es aún mayor si cabe en un momento en que la población está experimentando grandes cambios en sus patrones de consumo y es muy acelerada la transición desde los estilos de vida rurales a los urbanos. Ya en 2014, un 54,77% de sus 1.300 millones de habitantes vivía en zonas urbanas.

A este frágil entorno se añade una presión excesiva sobre el medio ambiente debida a un muy elevado consumo energético. La estructura de generación de energía de China todavía está dominada por el consumo de combustibles fósiles, especialmente el carbón. Considerando las emisiones de GEI debidas a la generación de energía a partir del carbón, se necesita urgentemente una mejora de las condiciones técnicas de la enorme capacidad instalada en las centrales de carbón. Además, la única salida posible para el desarrollo económico y sostenible de China es la optimización de la actual estructura energética.

En los últimos años, China ha realizado un gran esfuerzo en este ámbito, con un rápido desarrollo de las energías renovables, en particular de la energía fotovoltaica, con 77 GW de capacidad instalada a finales de 2016, y la energía eólica, cuya capacidad instalada es de 149 GW a finales de 2016. (China Energy Portal, 2016).

La figura 4.3.1 muestra los cambios en la capacidad instalada en 2016 y su tasa de crecimiento interanual. La capacidad instalada de energía fotovoltaica es la segunda después del carbón, con una tasa de crecimiento de más del 80% en comparación con el mismo período del año 2015.

Figura 4.1 Crecimiento neto de la capacidad instalada y Tasa de crecimiento interanual (2016)



(Fuente: *China Energy Portal, 2016 Retrieved from <https://chinaenergyportal.org/2016-detailed-electricity-statistics/>*)

El sistema de energía de China incluye casi 1.000 GW de instalaciones de energía térmica convencional, que ejercen una gran presión en la transformación del sistema. Además, las centrales eléctricas de carbón son una fuente importante de calefacción en el norte del país y los gobiernos locales han invertido grandes cantidades de dinero en la infraestructura de calefacción de distrito. Por lo tanto, en el corto plazo, la industria energética seguirá dependiendo en gran medida del carbón.

En su 13º periodo del Plan de cinco años (2016-2020), China ha fijado los objetivos

siguientes para 2020 en cuanto a la capacidad no fósil instalada (NDRC, 2016):

- 340 GW de capacidad hidroeléctrica
- 200 GW de energía eólica
- 15 GW de biomasa
- 120 GW de energía solar
- 58 GW de capacidad nucleas

Otras energías renovables, como la fotovoltaica, y las tecnologías de baja emisión, como la energía nuclear o la generación a partir del gas natural, aún son muy litadas frente a la generación de energía a partir del carbón. (IEA, 2017).

Para hacer frente a los problemas energéticos que provoca el cambio climático, lograr una transformación real y una actualización de la estructura energética, y promover un desarrollo sostenible, China necesita aumentar su capacidad de innovación tecnológica y también la asistencia técnica de los países desarrollados.

4.2.4. Características en india

India es el país más vulnerable en respuesta al cambio climático, según la evaluación realizada por HSBC (2018) sobre la vulnerabilidad al impacto físico del cambio climático, la sensibilidad a los fenómenos meteorológicos extremos y la capacidad de explosión a riesgos de transformación de estructura energética,

En 2009, el informe *Monsoon Wager: Climate Change and the Indian Monsoon* (Greenpeace, 2009) afirma que el cambio climático tendrá un gran impacto en la intensidad, la distribución geográfica y la estacionalidad del monzón en la India. Lo cual provocará consecuencias sociales impredecibles. Y entre las ciudades más vulnerables a

las inundaciones, las tormentas y el aumento del nivel del mar en el sur de Asia, se encuentran Mumbai y su ciudad satélite Thane.

El gobierno indio ha puesto en marcha el Plan de Acción Nacional sobre Cambio Climático, identificando los siguientes campos de actividad esenciales:

1. Energía Solar. Tiene como objetivo promover el uso de la energía solar para la generación de energía y otros usos. El objetivo final es hacer que la energía solar sea comparable con las opciones basadas en combustibles fósiles. El Banco Mundial tiene un importante papel en esta actividad, aportando mil millones de \$ US en préstamos. Por ejemplo, el Banco Mundial ha participado en la financiación de la planta solar Rewa Ultra Mega Solar Ltd., una de las más grandes del mundo, que ha duplicado la capacidad solar del estado de Madhya Pradesh y se espera que ahorre la emisión de un millón de toneladas CO₂e al año, mediante el impulso del transporte ferroviario metropolitano en Nueva Delhi.
2. Mejora de la Eficiencia Energética. Con base en la Ley de Conservación de Energía de 2001, se trata de reducir el consumo energético de las industrias de alto consumo y establecer un sistema para que las empresas realicen transacciones de certificación de ahorro de energía. Para ello, el principal instrumento es el *Perform Achieve and Trade (PAT) Scheme*, que se asemeja a un esquema de comercio de emisiones (Gobierno indio, 2016).
3. Entorno de vida sostenible. Con el fin de promover la eficiencia energética como un componente central de la planificación urbana, es preciso revisar los códigos de construcción relativos a la mejora de la eficiencia energética, fortalecer la implementación de los estándares de combustible de los vehículos de motor y fomentar la compra de automóviles de bajo consumo energético. También aquí es muy significativa la actuación del Banco Mundial que, asociado con Energy Efficiency Services Limited, ha evitado la emisión de 29 millones de toneladas de CO₂e al año,

mediante la distribución de más de 275 millones de lámparas LED, 4,2 millones de tubos LED y 4 millones de lámpara para la iluminación urbana.

4. Aprovechamiento del agua. A medida que los efectos del cambio climático se hacen presentes con mayor severidad, la escasez de agua potable es mayor, por lo que aumentan los planes de precios y otras medidas de eficiencia en el uso de los recursos de agua dulce.
5. Mantenimiento del ecosistema del Himalaya. El objetivo es proteger la biodiversidad, la cubierta forestal y otros valores ecológicos en el Himalaya. Los glaciares del Himalaya son la principal fuente de recursos de agua dulce en la India, y se espera que estos glaciares disminuyan debido al calentamiento global.
6. India Verde. El objetivo es mejorar el ecosistema y aumentar su función de sumidero de carbono, incluyendo un plan de forestación de 6 millones de Ha de tierras forestales degradadas y un plan de aumento de la cobertura forestal de un 23% a un 33% de la superficie actual.
7. Agricultura sostenible. El objetivo es apoyar la adaptación agrícola al cambio climático mediante el desarrollo de cultivos resilientes, la mejora de los mecanismos de seguro meteorológico y las prácticas agrícolas.
8. Conocimiento estratégico para el cambio climático. Con el fin de entender mejor el impacto y los desafíos científicos del cambio climático, este plan prima la investigación científica sobre el clima y el cambio climático a fin de mejorar los modelos climáticos y fortalecer la cooperación internacional.

5. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS ACUERDOS INTERNACIONALES

5.1. APROXIMACIÓN HISTÓRICA

Desde que, en 1979, se celebró en Ginebra la 1ª Conferencia Mundial sobre el Clima (CMC), convocada por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), las reuniones y acuerdos sobre cambio climático se han sucedido ininterrumpidamente hasta la actualidad. Como se muestra en la Tabla 5.1, por sus repercusiones sobre el diseño y la puesta en práctica de las políticas mundiales y regionales sobre cambio climático, entre estas reuniones cabe destacar las desarrolladas por:

- El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas (IPCC). Creado en 1988, por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), estudia todos los aspectos del cambio climático, propone y promueve estrategias de lucha, adaptación y resiliencia frente al mismo.
- La Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP) en las que se acuerdan los instrumentos de economía política que llevan a la práctica las indicadas estrategias de lucha, adaptación y resiliencia frente al cambio climático.

5.2. LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (CMNUCC)

5.2.1. Aproximación histórica

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) es el primer paso para crear un sistema global de control de las emisiones de gases de efecto invernadero y de los cambios climáticos derivados de las actuaciones humanas. La

promulgación de la CMNUCC no es accidental, tiene unos antecedentes que podemos situar en la década de los años 70 del siglo XX.

La Conferencia sobre el Medio Ambiente Humano, celebrada en Estocolmo, en junio de 1972, centró la atención internacional en temas especialmente los relacionados con la degradación ambiental y la contaminación transfronteriza, reconociendo que la contaminación carece de límites políticos o geográficos, y afecta a los países, regiones y pueblos más allá de su punto de origen. Durante las décadas siguientes, el concepto de contaminación transfronteriza se amplió para abarcar temas ambientales de alcance transnacional y que requieren una acción conjunta de todos los países y regiones del mundo para enfrentarse a ellos de un modo efectivo. Entre estos problemas mundiales figuran las emisiones de gases de efecto invernadero y el cambio climático.

En la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992, se reconoció internacionalmente el hecho de que la protección del medio ambiente y la administración de los recursos naturales deben integrarse en las cuestiones socioeconómicas relativas a la lucha contra la pobreza y el subdesarrollo.

La Cumbre de la Tierra marcó un hito al centrar la atención mundial en la idea de que los problemas medio ambientales están íntimamente relacionados con las condiciones económicas y sociales, demostrando que las necesidades sociales, ambientales y económicas deben equilibrarse para obtener resultados sostenibles a largo plazo.

Tabla 5.1 Evolución de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC)

Año	Actividades del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas (IPCC)	Actividades de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP)
1.979	1ª Conferencia Mundial sobre el Clima	
1.988	Creación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)	
1.990	Publicación del Primer Informe de Evaluación. La Asamblea General de las Naciones Unidas toma nota de las conclusiones del informe y decide comenzar las negociaciones para establecer una convención marco sobre el cambio climático.	
1.992	La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) se abre a la firma en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro	
1.995	Publicación del Segundo Informe de Evaluación	COP 1. Berlín. Mandato de Berlín
1.996	Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996	COP 2. Ginebra. Declaración Ministerial de Ginebra
1.997		COP 3. Kioto. Adopción del Protocolo de Kioto, que entra en vigor en 2005.

Año	Actividades del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas (IPCC)	Actividades de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP)
1.998	Establecimiento del Equipo especial sobre los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero para supervisar el Programa de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero	COP 4. Buenos Aires. Adopción del Plan de acción de dos años para avanzar en los esfuerzos y diseñar mecanismos para implementar el protocolo de Kioto
1.999		COP 5. Bonn
2.000	Publicación del informe Orientación sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero	COP 6. La Haya y Bonn. La Unión Europea y Estados Unidos muestran sus discrepancias sobre la metodología de cálculo de la reducción de emisiones de GEI. Ante las discrepancias indicadas, Estados Unidos anuncia que no ratificará el Protocolo de Kioto y la Unión Europea apremia a ratificarlo
2.001	Publicación del Tercer Informe de Evaluación	COP 7. Marrakech. Creación del Fondo de adaptación y transferencia de tecnología
2.002		COP 8. Nueva Delhi. Avances en los aspectos técnicos del MDL
2.003	Publicación del informe Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	COP 9. Milán. Utilización del Fondo de adaptación y transferencia de tecnología. Periodo de prueba de cumplimiento del Protocolo de Kioto en la Unión Europea 1.1.2003 a 31.12.2004
2004		COP 10. Buenos Aires. Plan de acción en el primer periodo de cumplimiento del Protocolo de Kioto 1.1.2005 a 31.12.2012
2.005		COP 11 / MOP 1. Montreal. La primera reunión de las Partes del Protocolo de Kioto (MOP) marca la entrada en vigor de este Protocolo. Plan de acción de Montreal en el que se empieza a considerar los compromisos a adoptar una vez finalizado el Protocolo de Kioto

Año	Actividades del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas (IPCC)	Actividades de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP)
2.006	Publicación de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.	COP 12 / MOP 2. Nairobi. Acuerdos sobre los procedimientos y modalidades del Fondo de Adaptación y mejoras en los proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL / CDM)
2.007	Publicación del Cuarto Informe de Evaluación	COP 13 / MOP 3. Bali. Aprobación del Plan de Acción de Bali (PAB), con el mandato de centrarse en los elementos clave de una cooperación a largo plazo, a saber: mitigación; adaptación; financiamiento; y tecnología y creación de capacidades. Las Partes acordaron un proceso de negociación de dos años, la Hoja de Ruta de Bali, que incluye “vías” en el marco de la Convención y el Protocolo, y estableció que el plazo final para concluir la negociación sería la Conferencia de Copenhague.
2.008		COP 14 / MOP 4. Poznan
2.009		COP 15 /MOP 5. Copenhague. Entre otros, Estados Unidos, China, India, Brasil y Sudáfrica firman el Acuerdo de Copenhague sobre reducción de emisiones de GEI y transferencia de tecnología. Establece la arquitectura de abajo hacia arriba, en la que los países definen sus propios objetivos y acciones y luego los registran internacionalmente, que se adoptará a partir de este momento y que sirve de fundamento para el Acuerdo de París de 2015.
2.010		COP 16 / MOP 6. Cancún

Año	Actividades del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas (IPCC)	Actividades de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP)
2.011	Aprobación del Informe especial sobre fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático. Aprobación del Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático	COP 17 / MOP 7. Durban. Plataforma de Durban para una Acción Reforzada para lograr un equilibrio entre los países que, a partir de 2020, pretendían ampliar el Protocolo de Kioto y los que promovían un nuevo instrumento con fuerza jurídica. Los BRICS (Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica) se niegan a asumir buena parte de la responsabilidad en la lucha por frenar el cambio climático.
2.012		COP 18 / MOP 8. Doha
2.013	Aprobación del informe <i>Climate Change 2013: The Physical Science Basis</i> Aprobación de dos Informes metodológicos para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero dedicado a los humedales (Suplemento dedicado a los humedales) y para métodos complementarios y orientación sobre las buenas prácticas que emanan del Protocolo de Kioto (Suplemento dedicado al Protocolo de Kioto).	COP 19/ MOP 9. Varsovia. Sus trabajos fueron especialmente intensos y preparatorios de los acuerdos de París, a fin de avanzar en la Plataforma de Durban. Definición del concepto de Contribuciones Nacionalmente Determinadas, en virtud del cual cada país autodetermina su nivel de esfuerzo y sus posibilidades para reducir sus emisiones de GEI, su ambición de mejora en la mitigación y adaptación al cambio climático y sus alternativas de financiación 1.1.2013-31.12.2020. Segundo periodo del Protocolo de Kioto
2.014	Aprobación de los informes <i>Climate Change 2014: Impacts Adaptation and Vulnerability</i> y <i>Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change</i> Publicación del Quinto Informe de Evaluación	COP 20 / MOP 10. Lima

Año	Actividades del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas (IPCC)	Actividades de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP)
2.015		COP 21. MOP 11. París. Acuerdo de París, que establece acciones y objetivos específicos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático y financiar la mitigación y adaptación esfuerzos en los países en desarrollo. El acuerdo entró en vigor parcialmente casi un año después. Los países signatarios acordaron trabajar para limitar el aumento de la temperatura global a menos de 2° C y hacer grandes esfuerzos para mantener el aumento a 1,5 grados centígrados. El Acuerdo de París es especialmente significativo porque es un acuerdo legalmente vinculante.
2.016		COP 22. MOP 12. Marrakech

Año	Actividades del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas (IPCC)	Actividades de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP)
2.017		<p>COP 23. MOP 13. Talanoa (La conferencia se celebra en Bonn ante la imposibilidad de celebrarse en Fiji). El Acuerdo de París prevé evaluaciones de progreso (u inventarios) cada cinco años para garantizar que las Partes de la CMNUCC para los países conviertan el compromiso en acción y continúen aumentando regularmente su ambición. El primer inventario global completo ocurrirá en 2023 para prepararse para una nueva ronda de compromisos climáticos, conocidos como Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional, para 2025.</p> <p>Las Partes consideraron que era importante iniciar este ciclo antes de la entrada en vigor del acuerdo en 2020, por lo que se ha establecido, desde 2018, un proceso llamado Diálogo de Talanoa para servir como un ejercicio de inventario inicial. El Diálogo es un proceso obligatorio solicitado por las Partes para hacer un balance de los esfuerzos colectivos para reducir las emisiones y construir una mayor resiliencia, en línea con los objetivos a largo plazo del Acuerdo de París y para preparar inventarios y planes nacionales de actuación actualizados o nuevos para 2020. El objetivo es para ayudar a las Partes a alcanzar la ambición máxima en la implementación y mejora de sus actuaciones</p>
2.018		COP 24 / MOP 14. Katowice

Fuente: Elaboración propia

Entre los logros más importantes de Cumbre de la Tierra cabe destacar el Programa 21, La Declaración de Río, el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), la Declaración de Principios Forestales y la Convención Marco sobre el Cambio Climático que centra la atención en este momento.

La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UN, 1992), adoptada en 1992, entró en vigor en 1994 y ha sido ratificada por 195 países (o partes de la Convención). Se trata de un acuerdo, legalmente vinculante, que reconoce la existencia del problema del cambio climático y, en su artículo 2, señala:

El objetivo último de la presente Convención y de todo instrumento jurídico conexo que adopte la Conferencia de las Partes, es lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas (provocadas por las actividades humanas) peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

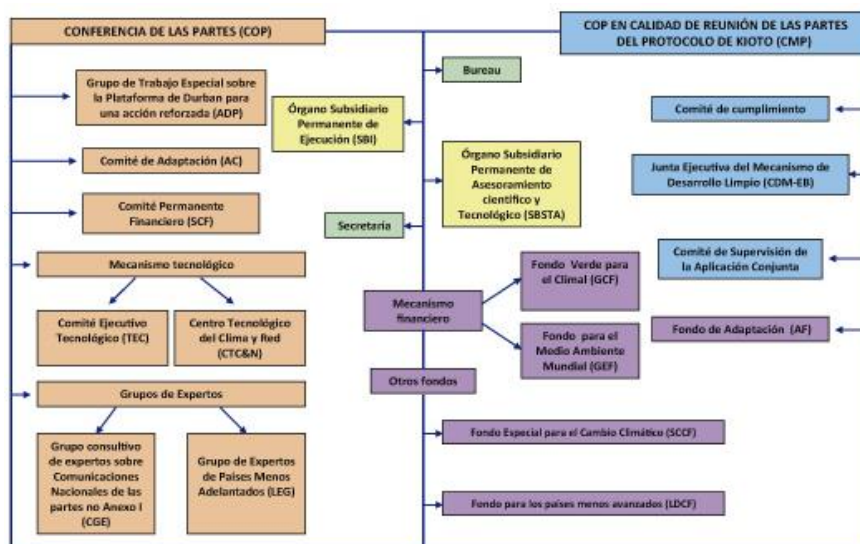
5.2.2. Estructura

Para que la aplicación de la Convención sea efectiva, se elaboran decisiones que han de ser aprobadas por todas las Partes por consenso y que desarrollan los diferentes artículos de dicha Convención. Estas decisiones se discuten y aprueban en las Conferencias de las Partes (COP) como órgano supremo en el que se reúnen los países que han ratificado la Convención para adoptar decisiones. La COP tiene el mandato de revisar la implementación de la Convención y puede negociar nuevos compromisos.

Un segundo órgano es Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kioto (COP-MOP), que está integrado por los países que han ratificado el Protocolo. Las sesiones de la COP y COP-MOP se celebran simultáneamente para reducir costes y mejorar la coordinación entre la Convención y el Protocolo. La COP-MOP se reunió por primera vez en Montreal en 2005, coincidiendo con la entrada en vigor del Protocolo de Kioto.

A los dos anteriores han de añadirse los Órganos Subsidiarios permanentes de la Convención y del Protocolo de Kioto, tanto el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (SBSTA) como el Órgano Subsidiario de Ejecución (SBI) que, como su nombre indica, asesora y supervisa la aplicación de los acuerdos respectivamente. El siguiente diagrama representa las principales instituciones que forman parte de la CMNUCC. Cada institución u organismo incluye su denominación seguida de las siglas en inglés, con el objeto de facilitar su identificación.

Figura 5.1 Principales instituciones de UNFCCC



(Fuente: Retrieved From: <http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/CMNUCC.aspx>)

5.2.3. ANÁLISIS DE LA CMNUCC

Con el fin de atraer al mayor número de países posible y en un corto período de tiempo, la CMNUCC utiliza el marco y los principios que los países parte están dispuestos a aceptar con mayor facilidad. Por ello, proporciona principios jurídicos básicos para evitar el cambio climático, sin obligaciones internacionales específicas ni medidas o políticas específicas a desarrollar. Tampoco tiene objetivos cuantitativos específicos o calendarios para las obligaciones fundamentales, como por ejemplo las emisiones de CO₂.

Por ejemplo, en su artículo 4, señala que los compromisos derivados de la Convención han de ser asumidos por *todas las Partes, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y el carácter específico de sus prioridades nacionales y regionales de desarrollo, de sus objetivos y de sus circunstancias*. Ello ha permitido clasificar a los países o *partes* que han ratificado la Convención en países desarrollados, países en transición a una economía de mercado (la antigua Europa del Este, hoy ya integrada entre los países desarrollados al menos aquellos que forman parte de la Unión Europea) y otros países.

Este principio básico del derecho internacional del medio ambiente *de responsabilidades comunes pero diferenciadas*, es la base teórica tanto del Protocolo de Kioto como de los Acuerdos de París, si bien la aplicación del mismo difiere sustancialmente de uno a otro.

Así, en el Protocolo de Kioto se opta por delimitar los compromisos de las partes de arriba hacia abajo, imponiendo una limitación cuantificada de emisiones de gases de efecto invernadero sólo a los países desarrollados.

Frente a ello, a partir de la COP 15/MOP 5, celebrada en Copenhague, en 1990, se acuerda

que todas las partes han de asumir el compromiso de reducir sus emisiones y luchar contra el cambio climático, actuando de abajo hacia arriba, es decir desde los compromisos nacionales voluntariamente asumidos hacia los compromisos mundiales. Dicho acuerdo se aplica en toda su extensión en el Acuerdo de París a la reducción de emisiones, la ambición de ir aumentando periódicamente esta reducción, la adaptación y la residencia al cambio climático y los instrumentos financieros requeridos.

5.3. EL PROTOCOLO DE KIOTO

5.3.1. ASPECTOS GENERALES

Como se ha señalado en la breve aproximación histórica anteriormente realizada, en marzo de 1995 se celebra la primera conferencia de las partes (COP1) en Berlín, Alemania, con la que se inician las negociaciones para implementar la Convención Marco sobre el Cambio Climático. La controversia surgida en esta reunión gira en torno a si los países en desarrollo y desarrollados reconocen el marco de *responsabilidades comunes pero diferenciadas*.

En la COP2 celebrada en Ginebra, en julio de 1996, se confirma el importante papel del Segundo Informe de Evaluación del IPCC, publicado un año antes, y sus directrices para elaborar los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, a fin de conocer la dimensión real en los diferentes países de las emisiones de estos gases.

El diciembre de 1997, se celebra la COP3, en Kioto, Japón. El objetivo de esta reunión de las partes es establecer objetivos y plazos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, a fin de que los países desarrollados puedan reducir sus emisiones de manera más efectiva, contribuir al desarrollo en los países en desarrollo sin que ello suponga un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero y frenar la tendencia del calentamiento global lo antes posible.

El Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UN, 1998) se adopta en esta reunión de las partes, si bien no entra en vigor hasta ocho años más tarde, en 2005, pues entre sus acuerdos se indica que este Protocolo entrará en vigor, es decir, los compromisos serán obligatorios, cuando lo hayan ratificado los países industrializados responsables de, al menos, un 55 % de las emisiones de CO₂. Ello supuso esperar a la ratificación de Rusia, en noviembre de 2004, después de conseguir que la Unión Europea financiase, a coste muy reducido y en algunos casos mediante subvenciones no reintegrables, la mayor parte de la reconversión industrial y la modernización de las instalaciones, en especial las petroleras, rusas.

El objetivo, según se indica en su artículo 2, es promover un desarrollo sostenible, para lo cual los países desarrollados y los países en transición a una economía de mercado han de cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero que han asumido y que el propio Protocolo consigna en el anexo B, con miras a reducir el total de sus emisiones a un nivel inferior al menos de un 5% al de 1990 en el periodo de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012.

Como se incaba en la Introducción de este trabajo de investigación, para facilitar el cumplimiento estos compromisos y promover el desarrollo sostenible en los países en desarrollo, el Protocolo de Kioto incorpora tres instrumentos de mercado: el comercio internacional de unidades de carbono, el mecanismo de acción conjunta y el mecanismo de desarrollo limpio.

5.3.2. MECANISMO DEL DESARROLLO LIMPIO

Dado el objeto de este estudio, el mecanismo de desarrollo limpio es el que centra la atención porque es el instrumento que facilita y promueve la transferencia de tecnología

desde un país desarrollado a un país en desarrollo, en un contexto de desarrollo sostenible.

Se puede considerar el MDL como un mecanismo win-win para promover intercambios amistosos entre países desarrollados y en desarrollo. La naturaleza global del efecto invernadero permite que, con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en cualquiera área geográfica de la Tierra, se pueda combatir el cambio climático.

Conforme al principio de economicidad, el menor costo marginal de reducción de emisiones en los países en desarrollo da lugar a que estos sean especialmente atractivos para combatir el cambio climático. De esta forma, cuando los países desarrollados llevan a cabo proyectos de reducción de emisiones en los países en desarrollo, no solo logran objetivos de reducción de emisiones con una mayor eficacia en función de los costos, sino que también llevan el potencial tecnológico y la financiación adecuada de los países desarrollados a los países en desarrollo.

Cada inversión realizada bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio debe proporcionar una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que no se habrían alcanzado de no aplicar este instrumento.

De acuerdo con un análisis DAFO, entre las debilidades de este instrumento cabe señalar la complejidad de sus reglas y tramitación, generando un alto riesgo de no lograr obtener las unidades de carbono inicialmente previstas y que representan el mayor atractivo de este tipo de inversiones internacionales. A ello ha de añadirse que si hay problemas en la tecnología del proyecto, el proyecto puede ser rechazado o ampliar considerablemente el plazo de aceptación por la Junta del MDL de Naciones Unidas, lo cual da lugar a que los inversores no consigan la unidades de carbono previstas en el plazo previsto y el anfitrión no reciba la inversión y tecnología inicialmente acordadas, pudiendo ocasionarle un grave quebranto (Fernández Cuesta & Fronti de García, 2010).

Este riesgo aumenta al tomar en consideración que este tipo de proyectos son a largo plazo y están fuertemente condicionados por las incertidumbres de las negociaciones internacionales sobre cambio climático, en particular las COP, que tienen lugar anualmente. Por lo tanto, este tipo de proyectos tienen una dificultad de desarrollo y un coste alto, lo que conduce a un posible riesgo financiero elevado.

Por otra parte, el MDL no siempre se ha entendido por los posibles anfitriones de los proyectos como un mecanismo de cooperación internacional por su elevado contenido técnico y la gran cantidad de normas internacionales que pone en juego. Así, aunque los procedimientos de gestión de los proyectos pequeños son más sencillos, generalmente las pequeñas y medianas empresas no pueden participar en este tipo de proyectos, incluso cuando el tamaño de la inversión a realizar no es muy elevado.

Siguiendo con el anterior análisis DAFO del Mecanismo de desarrollo limpio, es necesario considerar entre las amenazas que, para hacer frente del cambio climático, se necesita varios tipos de cooperación y varios mecanismos diferentes, ocupando el MDL sólo una parte del mercado internacional del carbono.

Como una de las mejores fortalezas del Mecanismo de desarrollo limpio cabe mencionar la estrategia win-win que promueve. El MDL es un proyecto mutuamente beneficioso para los inversores, que son países desarrollados, que utilizan sus propias ventajas financieras y tecnológicas para desarrollar proyectos de cooperación con los países en desarrollo, con el fin de reducir las emisiones de gas de efecto invernadero. Pero además, con el MDL los países en desarrollo pueden obtener una financiación, tecnología avanzada y equipo para promover su propio desarrollo sostenible, que, en ausencia de este instrumento sería muy difícil sino imposible de lograr en condiciones eficientes y aceptables para todas los intervinientes en el proyecto MDL.

Entre las oportunidades que supone el MDL está que proporciona un gran espacio para el crecimiento y un gran potencial comercial. MDL causó una gran controversia en todo el mundo al ser considerado las emisiones de gases de efecto invernadero como un producto más a comercializar en un mercado creado ad hoc, y, a la vez, ser un instrumento pionero en la lucha contra el cambio climático, que ha permitido crear un nuevo tipo de comercio transfronterizo y de mecanismo de inversión internacional.

Otra de las oportunidades del MDL es su condición de impulsor del proceso de industrialización y construcción de la infraestructura en los países en desarrollo, con un consumo energético, una capacidad tecnológica y económica limitada y, a la vez, sin incrementar sus emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con el aumento de dichas emisiones que provocarían otras actuaciones ajenas al MDL.

5.4. ACUERDO DE PARÍS

5.4.1. Aspectos generales

De noviembre a diciembre de 2015, se celebró en París la Vigésimo Primera Reunión de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21). Después de unas largas y muy intensas negociaciones, los países intervinientes adoptaron por unanimidad un *nuevo acuerdo global de reducción de emisiones que es jurídicamente vinculante y aplicable a todas las partes*, es decir, el Acuerdo de París.

El objetivo del acuerdo es limitar el aumento en la temperatura promedio global a 2 ° C por debajo del nivel preindustrial, y esforzarse por mantener el calentamiento dentro de los 1.5 ° C (UN, 2015).

Para alcanzar la meta lo antes posible, el Acuerdo establece que los países deben alcanzar

el máximo de emisiones de gases de efecto invernadero lo antes posible y esforzarse por lograr emisiones cero de gases de efecto invernadero en la segunda mitad de este siglo.

Por primera vez, el *Acuerdo de París* exige que todos los países publiquen su plan quinquenal para hacer frente al cambio climático, sus objetivos nacionales de reducción de emisiones, así como las políticas y medidas nacionales que permiten alcanzar estos objetivos. Cada parte participa en la respuesta global al cambio climático con un enfoque de “*contribución independiente*”.

5.4.2. Mecanismos de mercado

En su artículo 6, el Acuerdo de París señala:

- 1. Las Partes reconocen que algunas Partes podrán optar por cooperar voluntariamente en la aplicación de sus contribuciones determinadas a nivel nacional para lograr una mayor ambición en sus medidas de mitigación y adaptación y promover el desarrollo sostenible y la integridad ambiental.*
- 2. Cuando participen voluntariamente en enfoques cooperativos que entrañen el uso de resultados de mitigación de transferencia internacional para cumplir con las contribuciones determinadas a nivel nacional, las Partes deberán promover el desarrollo sostenible y garantizar la integridad ambiental y la transparencia, también en la gobernanza, y aplicar una contabilidad robusta que asegure, entre otras cosas, la ausencia de doble cómputo, de conformidad con las orientaciones que haya impartido la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Acuerdo de París.*
- 3. La utilización de resultados de mitigación de transferencia internacional para cumplir con las contribuciones determinadas a nivel nacional en virtud del presente Acuerdo será voluntaria y deberá ser autorizada por las Partes participantes.*
- 4. Por el presente se establece un mecanismo para contribuir a la mitigación de las*

emisiones de gases de efecto invernadero y apoyar el desarrollo sostenible, que funcionará bajo la autoridad y la orientación de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Acuerdo de París y podrá ser utilizado por las Partes a título voluntario. El mecanismo será supervisado por un órgano que designará la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Acuerdo de París, y tendrá por objeto:

- a) Promover la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando al mismo tiempo el desarrollo sostenible;*
 - b) Incentivar y facilitar la participación, en la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de las entidades públicas y privadas que cuenten con la autorización de las Partes;*
 - c) Contribuir a la reducción de los niveles de emisión en las Partes de acogida, que se beneficiarán de actividades de mitigación por las que se generarán reducciones de las emisiones que podrá utilizar también otra Parte para cumplir con su contribución determinada a nivel nacional; y*
 - d) Producir una mitigación global de las emisiones mundiales.*
- 5. Las reducciones de las emisiones que genere el mecanismo a que se refiere el párrafo 4 del presente artículo no deberán utilizarse para demostrar el cumplimiento de la contribución determinada a nivel nacional de la Parte de acogida, si otra Parte las utiliza para demostrar el cumplimiento de su propia contribución determinada a nivel nacional.*
 - 6. La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Acuerdo de París velará por que una parte de los fondos devengados de las actividades que se realicen en el marco del mecanismo a que se refiere el párrafo 4 del presente artículo se utilice para sufragar los gastos administrativos y para ayudar a las Partes que son países en desarrollo particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático a hacer frente a los costos de la adaptación.*
 - 7. La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Acuerdo de*

París aprobará las normas, las modalidades y los procedimientos del mecanismo a que se refiere el párrafo 4 del presente artículo en su primer período de sesiones.

8. *Las Partes reconocen la importancia de disponer de enfoques no relacionados con el mercado que sean integrados, holísticos y equilibrados y que les ayuden a cumplir con sus contribuciones determinadas a nivel nacional, en el contexto del desarrollo sostenible y de la erradicación de la pobreza y de manera coordinada y eficaz, entre otras cosas mediante la mitigación, la adaptación, la financiación, la transferencia de tecnología y el fomento de la capacidad, según proceda. Estos enfoques tendrán por objeto:
 - a) *Promover la ambición relativa a la mitigación y la adaptación;*
 - b) *Aumentar la participación pública y privada en la aplicación de las contribuciones determinadas a nivel nacional; y*
 - c) *Ofrecer oportunidades para la coordinación de los instrumentos y los arreglos institucionales pertinentes.**
9. *Por el presente se define un marco para los enfoques de desarrollo sostenible no relacionados con el mercado, a fin de promover los enfoques no relacionados con el mercado a que se refiere el párrafo 8 del presente artículo.*

Ello representa un cambio sustancial con respecto al Protocolo de Kioto en dos aspectos: el enfoque cooperativo y el diseño de un nuevo mecanismo de mitigación y desarrollo sostenible. La importancia del Acuerdo de París se refleja en el nuevo modelo de gobernanza climática global. El mecanismo representado por el primer y segundo períodos de compromiso del "Protocolo de Kioto" gradualmente ya no satisface las necesidades de los tiempos cambiantes.

China e India como representantes de las potencias emergentes han recibido mayores esperanzas y responsabilidad de reducción de emisiones. La comunidad internacional necesita urgentemente encontrar nuevas formas de coordinar las relaciones entre las

naciones.

Específicamente, el Acuerdo de París ha logrado los siguientes importantes avances en términos de objetivos a largo plazo, mecanismos de cumplimiento y enfoques evolutivos:

- El objetivo a largo plazo, es decir, *mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y de seguir esforzándose por limitar el aumento de la temperatura a 1,5° C*. Aunque el objetivo de 2°C había llegado a un consenso jurídicamente vinculante, se ha negociado insistentemente hasta la firma del *Acuerdo de París*. Según el Quinto Informe de Evaluación del IPCC (2015), la temperatura media de la superficie será más alta, entre unos 3,7° C y 4,8° C que el promedio de 1850-1900. Para mantener el objetivo, las emisiones de GEI en 2050 deberán reducirse entre un 40% y un 70% en comparación con 2010; y en el año 2100 los niveles de emisión deberán acercarse a cero o ser negativos como resultado de las inversiones en sumideros de carbono y absorción natural de los gases de efecto invernadero. La propuesta del objetivo más estricto ha proporcionado una mayor presión e impulso para la reducción de emisiones de carbono en varios países.
- El mecanismo de cumplimiento denominado *Contribución Nacional Independiente*, surge en la conferencia en Varsovia 2013, y no solo alivia las resistencias políticas nacionales, también asegura el principio de *responsabilidades comunes pero diferenciadas* en las que participan las partes. La *Contribución Nacional Independiente* es legalmente vinculante, basándose en el principio de participación autónoma formulado, comunicado y mantenido por cada parte. A través del ciclo quinquenal de actualización del incremento del esfuerzo de reducción de emisiones, los compromisos reflejados en la *Contribución Nacional Independiente* garantizan la realización de los objetivos a largo plazo del Acuerdo de París. Este modelo otorga a las partes un alto grado de libertad para que puedan comprometerse con la comunidad

internacional en una consideración integral de las condiciones económicas, responsabilidades históricas y tendencias de emisión. Hasta el diciembre de 2017, se han presentado a la secretaría de la Convención 165 *Contribuciones Nacionales Independientes*, en representación de 192 países, lo cual supone 96.4% de las emisiones mundiales. (World Resources Institute, 2017).

- La evaluación dinámica, esquematizada en la figura siguiente, se basa en el *inventario global* para promover la colaboración entre el objetivo nacional de contribución y los objetivos a largo plazo del Acuerdo de París. Según el artículo 14, cada cinco años, a partir de 2023, se realiza un inventario global para evaluar el progreso colectivo hacia el objetivo del acuerdo. El artículo 20 establece un diálogo promotor de progreso hacia el objetivo a largo plazo (UN, 2015). Las partes también acordaron realizar un inventario de las emisiones en 2019 (CIDSE, 2017).

Figura 5.2 Evaluación dinámica establecida en el Acuerdo de París



Fuente: Elaboración propia

6. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y DESARROLLO LIMPIO

6.1. CONCEPTO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

La tecnología se ha visto como un bien de capital y como información codificada en forma de patentes, manuales y hardware (World Bank, 2010). Y la transferencia de tecnología generalmente puede abarcar todas las actividades relacionadas con los flujos de conocimiento técnico, experiencia y equipo (IPCC, 2000).

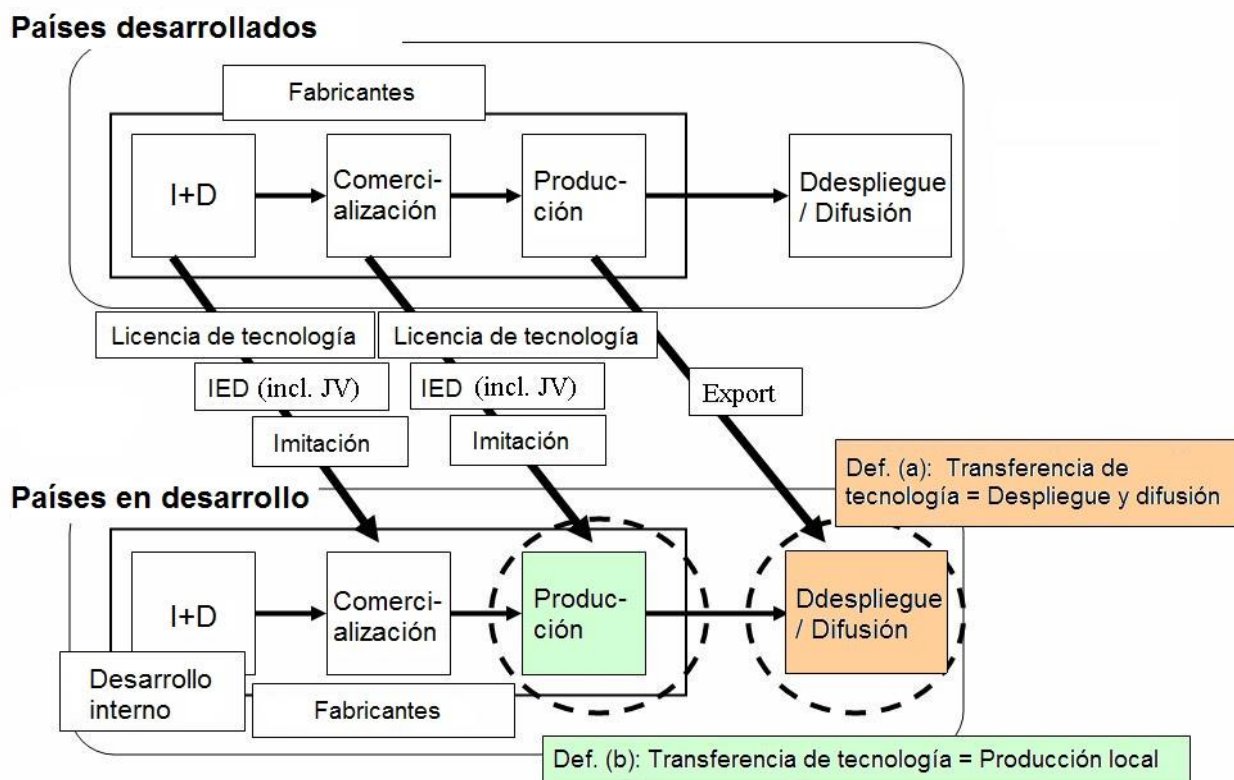
Según se indica en la figura siguiente, en el ámbito de estudio del cambio climático, objeto de esta investigación, se puede definir la transferencia de tecnología:

- a) Mediante flujos que terminan en el despliegue y la difusión de tecnologías de mitigación
- b) A través de los flujos que conducen a la producción local de tecnologías de mitigación en los países en desarrollo.

La figura esquematiza el proceso de desarrollo tecnológico tanto en países desarrollados como países en desarrollo. El conocimiento, la experiencia y el equipo tecnológicos se pueden transferir del nivel superior al nivel inferior a través de varios canales entre ellos, como la exportación, las inversiones extranjeras directas, incluidas empresas conjuntas (joint ventures), las licencias, o la imitación.

Mientras que todos los canales son relevantes para la primera definición, las exportaciones de los países desarrollados se excluyen en la segunda, pues prescinde de la producción local.

Figura 6.1 Definición de la transferencia de tecnología



(Fuente: *Technology Transfer to China to Address Climate Change Mitigation, 2009*)

Desde el punto de vista de la mitigación del cambio climático, la difusión de la tecnología es más crucial que la producción local, porque la instalación real de las tecnologías de mitigación puede reducir las emisiones, independientemente de su origen. No obstante, la producción local también debe ser un foco de análisis, pues facilita el despliegue y la difusión reduciendo los costos de fabricación.

6.2. MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO Y TRANSFERENCIA INTERNACIONAL DE TECNOLOGÍA

La transferencia internacional de tecnología MDL incluye principalmente 7 pasos:

- 1º. Evaluación de necesidades tecnológicas
- 2º. Detección de tecnología,
- 3º. Mecanismo de importación de tecnología,
- 4º. De acuerdo con las capacidades de diseño para regular las operaciones,
- 5º. Localización de tecnología,
- 6º. Actualizaciones de equipos,
- 7º. Actualizaciones tecnológicas.

El país emisor de tecnología realiza inicialmente una evaluación de transferencia según los recursos y requisitos tecnológicos del país receptor, seguidamente analiza la propia tecnología existente y luego transfiere a la tecnología a través de instrumentos tales como, inversión extranjera, licencias de patentes o ventas de equipos.

El país receptor (anfitrión en la terminología del MDL), según las capacidades técnicas de la tecnología, demanda un proceso de localización de tecnología. El grado de localización varía dependiendo de las capacidades tecnológicas y de I + D de cada receptor. Finalmente, el país receptor ha de desarrollar su proceso de actualización. El tiempo que requiere este proceso depende del tipo de tecnología en transferencia y del grado de localización.

La transferencia internacional de tecnología MDL se logra principalmente a través de cuatro mecanismos de transferencia:

- a. Importaciones de capital. Los países receptores de tecnología, a través del comercio exterior y las plataformas internacionales de transferencia de tecnología, absorben oportunamente las tecnologías exteriores.
- b. Inversión extranjera directa. La tecnología puede existir dentro del país receptor o no, pero en todo caso, el país receptor de la tecnología acoge un proyecto de

inversión, que conlleva una transferencia tecnológica que utilizará durante el proceso de inversión del proyecto.

- c. Negocios conjuntos. En este modelo de transferencia tecnológica, los negocios conjuntos destacan para el conjunto de los desarrolladores de tecnología en los países emisores y los fabricantes en los países receptores.
- d. Permiso de aprobación. En este caso, el énfasis se sitúa en el desarrollador de tecnología del país emisor que otorga el derecho de uso de la tecnología del fabricante en el país receptor.

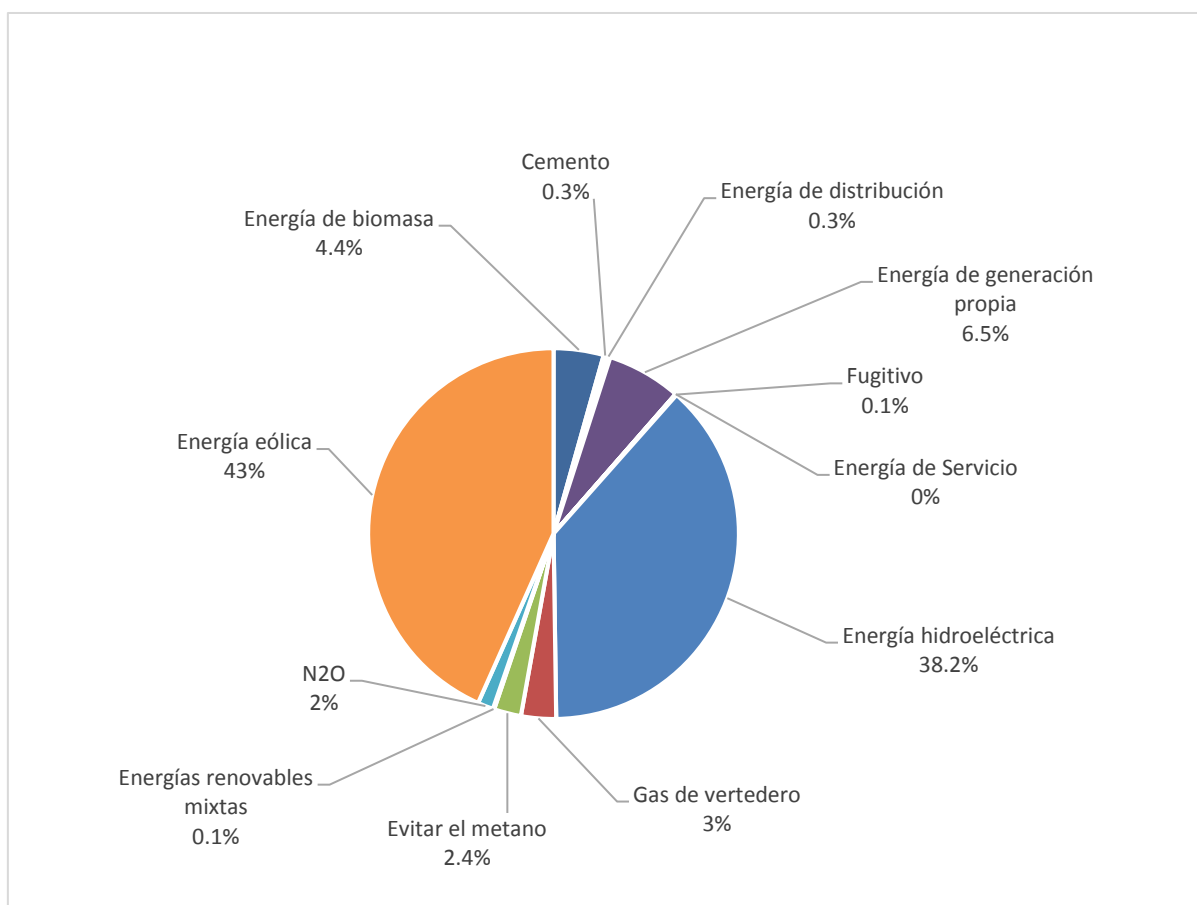
6.3. APLICACIÓN EN CHINA, A PARTIR DEL PROTOCOLO DE KIOTO

6.3.1. Tipología de los proyectos

Como se representa en el gráfico siguiente, los dos tipos de proyectos MDL más significativos en China son proyectos de inversión en energía eólica y energía hidroeléctrica. Como la estructura energética de China, según se indicó anteriormente, se basa principalmente en la energía térmica, el coeficiente de emisión de carbono originado por el consumo de carbón es enorme. Por ello, el gobierno chino lleva bastantes años promoviendo un cambio de la estructura energética para lograr un desarrollo sostenible. Ello se traduce a una mayor atención a energías renovables como la energía eólica y la energía hidroeléctrica.

China posee una vasta área de tierra y abundantes reservas de energía renovable. Según las estadísticas, los recursos hidroeléctricos de China son los más grandes del mundo. Teóricamente China tiene reservas de energía hidroeléctrica de $37,853 \times 10^8$ KW. Esto representa aproximadamente el 13.22% de las reservas mundiales, de forma que puede desarrollar más de 1.9233×10^{12} KWh. Además, China tiene una larga costa y abundantes recursos de energía eólica, que se distribuyen principalmente en la costa sudeste y las islas.

Gráfico 6.1 Porcentajes de los diferentes tipos de proyectos MDL en China



(Fuente: UNEP DTU CDM/JI Pipeline Analysis and Database, 2018)

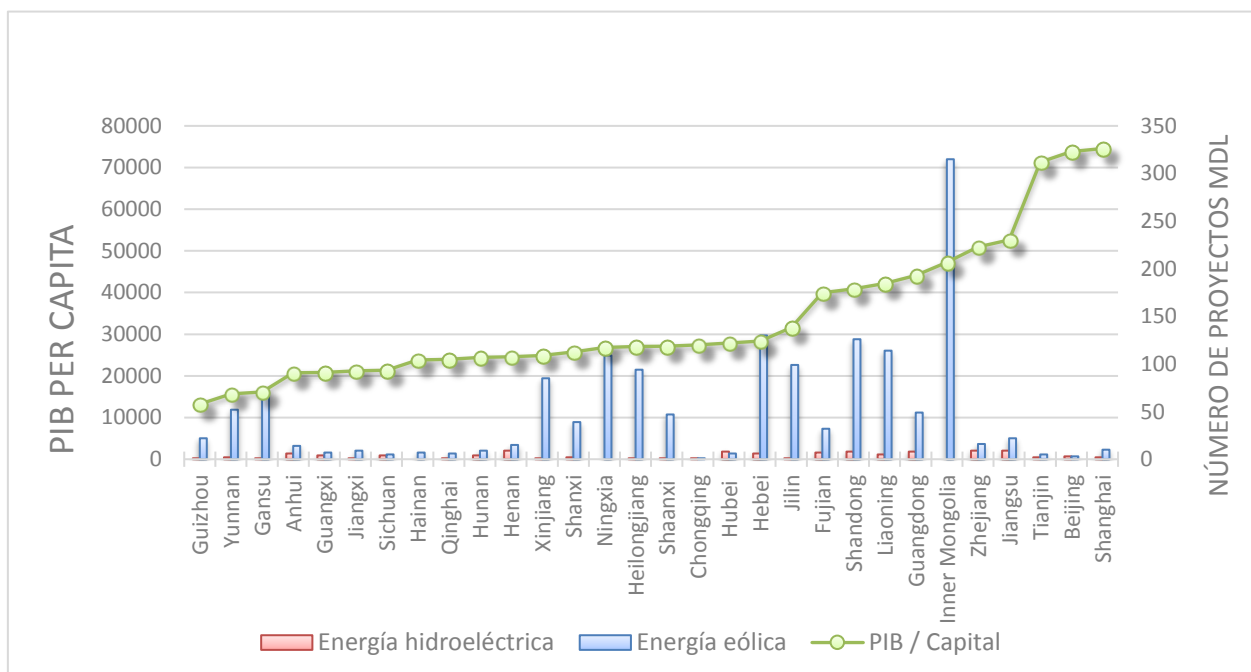
Por otra parte, la Ley de Energía Renovable define claramente las metas de desarrollo, implementa el sistema de cuotas de energía renovable y aclara las responsabilidades y obligaciones de la red eléctrica y las compañías eléctricas.

6.3.2. Características de los proyectos

Los proyectos MDL en China son mayoritariamente proyectos bilaterales, en los que el comprador asume el costo del desarrollo del proyecto y el propietario del proyecto no asume ninguna responsabilidad, a fin de lograr un bajo riesgo a costa de un bajo rendimiento.

Los propietarios de proyectos MDL en China no tienen ninguna ventaja en la negociación de las unidades de carbono. Tanto las unidades asignadas al inversor como al anfitrión y sus precios están determinadas por el estado, por lo que la gran mayoría del comercio de unidades carbono es realmente una negociación individualizada, proyecto a proyecto y fases a fase de cada proyecto. Ello da lugar a que, generalmente las partes sin experiencia pierdan su poder de negociación durante la negociación y se encuentran en una posición muy pasiva que resta considerablemente atractivo a la inversión amparada por el MDL.

Gráfico 6.2 Tipos de proyectos MDL más populares en China versus PIB per cápita en las provincias de China



(Fuente: UNEP DTU CDM/JI Pipeline Analysis and Database, 2018)

La provincia Inner Mongolia tiene la mayoría proyectos MDL de energía eólica. Además de sus ricos recursos, las características geográficas de esta zona geográfica son particularmente adecuadas para el desarrollo a gran escala de la energía eólica.

6.3.3. Estructura distributiva regional

La estructura distributiva de los proyectos MDL en las diferentes regiones de China puede caracterizarse combinando la contaminación existente y, por tanto, su necesidad de mejorar ambientalmente, con el nivel de desarrollo económico de la zona geográfica seleccionada. Así, cabe diferenciar cinco zonas:

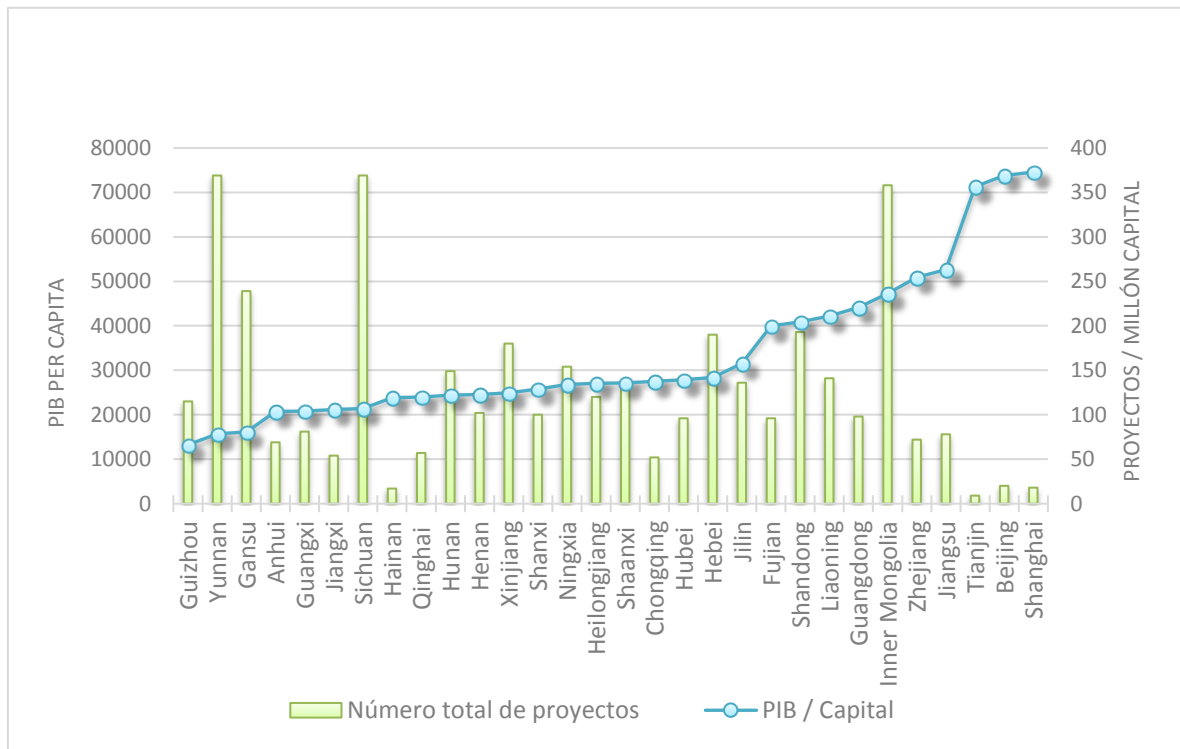
1. En esta zona geográfica la contaminación, en particular las emisiones de gases de efecto invernadero, es muy significativa desde hace años. El nivel de desarrollo tecnológico y económico es muy importante tanto nacional como internacionalmente. Es la zona en la que más proyectos MDL se han desarrollado, por ser la que presenta unos menores costes marginales, debido a las facilidades que supone la infraestructura existente y ser prioritaria para el gobierno chino. Se trata de Sichuan, Shandong, Henan, Hebei y Mongolia interior.
2. Se trata de una zona geográfica que ha tenido un nivel de desarrollo muy elevado al concentrar diversos centros políticos, económicos y culturales. Este desarrollo no ha conllevado una contaminación elevada, por lo que la necesidad de mejorar ambientalmente presenta un nivel que se puede calificar como bajo. Es una zona que el estado considera básica para la investigación y el desarrollo nacional e independiente, descartándola como destino de la transferencia de tecnología extranjera. En ella se sitúan Beijin, Shanghai y Tianjin.
3. Tanto el nivel tradicional de contaminación como la necesidad de recuperar ambientalmente el área geográfica y el nivel de desarrollo pueden considerarse intermedios. Presenta unas grandes posibilidades para el desarrollo de proyectos de

inversión bajos en carbono por agrupar a las áreas industriales emergentes, sobre todo en las zonas costeras orientales, en las que la inversión extranjera directa es elevada y la industria todavía está en desarrollo. En los últimos años, la contaminación y las emisiones de gases de efecto invernadero han crecido de manera muy apreciable, hasta convertirse en la segunda zona más contaminada. Incluye Cantón, Zhejiang, Jiangsu y Liaoning.

4. Tanto la contaminación como el desarrollo económico presentan un bajo nivel. Son lugares del noroeste y del interior, cuya competitividad es claramente insuficiente y pueden calificarse como económicamente atrasadas. Teniendo en cuenta estas condiciones, su potencial para el desarrollo de la cooperación extranjera es elevado. Abarca Chongqing, Hainan, Qinghai, Guangxi, Ningxia, Jilin, Gansu, Guizhou, y Jiangxi.

5. La contaminación y la necesidad de recuperarse ambientalmente es de nivel medio, aunque el desarrollo económico y tecnológico es bajo. Solo presenta ventajas para la inversión extranjera al compararla con la zona anterior, si bien también se trata de zonas atrasadas. Aunque la necesidad de desarrollar actuaciones de mejora ambiental es clara, no es demasiado urgente porque las industriales aquí localizadas están en el comienzo de la etapa de desarrollo. Es un zona especialmente atractiva para la inversión extranjera porque su desarrollo económico requiere una mayor intensidad industrial. Hubei, Hunan, Shanxi, Fujian, Heilongjiang, Yunna y Xinjiang presentan esta situación.

Gráfico 6.3 Número total de proyectos MDL versus PIB per cápita en las provincias de China



(Fuente: UNEP DTU CDM/JI Pipeline Analysis and Database, 2018)

Como se puede apreciar en el gráfico anterior, las zonas más avanzadas, como Tianjin, Beijing y Shanghai, no han sido anfitrionas de muchos proyectos MDL, mientras que las provincias Yunnan, Sichuan Gansu e Inner Mongolia, como provincias de segundo o tercer nivel en PIB per cápita acogen a la mayoría de los proyectos MDL

6.3.4. Ventajas e inconvenientes

China posee los recursos necesarios para que este tipo de proyectos de desarrollo limpio, una vez aprobados, se realicen y alcancen sus objetivos climáticos. Sin embargo, el rápido desarrollo económico y el continuo crecimiento de la población da lugar a que el consumo de energía de China y las emisiones de gases de efecto invernadero continúen aumentando.

Desde la entrada en vigor del Protocolo de Kioto, muchos países han utilizado proyectos de MDL para buscar mejores oportunidades de desarrollo. La falta de publicidad y promoción del gobierno chino ha ocasionado que muchas empresas no conozcan este instrumento de transferencia tecnológica y lucha contra el cambio climático y, por ello, no utilicen la tecnología avanzada y el importante apoyo financiero que proporcionan los inversores internacionales a través de los proyectos MDL.

A ello se suma que las agencias de consultoría de proyectos MDL son muy escasas y con una experiencia muy reducida por lo que la calidad de sus servicios está lejos de satisfacer las necesidades del creciente número de proyectos MDL que las empresas chinas acogen como anfitrionas. Ello puede obstaculizar la transferencia de tecnologías relacionadas con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el desarrollo limpio.

Por último, la gestión de la cadena diseño-aprobación-implantación-control a posteriori de proyectos de desarrollo limpio es de baja calidad, lo cual aumenta el riesgo de las inversiones en este tipo de proyectos y dificulta considerablemente la actuación de los inversores extranjeros.

En la actualidad, el enfoque adoptado por China como país anfitrión de proyectos MDL no es exclusivamente cultivar mercados y desarrollar con éxito los proyectos registrados en el Registro de MDL de Naciones Unidas. De ahí que sea necesario mejorar sustancialmente y de forma continuada las capacidades y métodos de supervisión e inspección de estos proyectos MDL y, de forma urgente, el sistema de información de gestión de los proyectos MDL, actualizando los datos de manera oportuna y facilitándolos al mundo exterior, garantizando la transparencia de la información y compartiendo la información en el mercado internacional conforme a la actuación de otros países anfitriones y a la demanda de los inversores.

6.3.5. Transferencia de tecnología

La implementación de proyectos MDL en China le ha permitido obtener equipos avanzados y una importante capacitación. La mayoría de los proyectos de desarrollo limpio en los que China es el país anfitrión han introducido equipos avanzados de reducción de emisiones, o han mejorado los equipos tecnológicos existentes, y todos han proporcionado una capacitación para los trabajadores locales por parte de expertos extranjeros en la operativa y el mantenimiento de estos equipos. Esto puede mejorar significativamente la eficiencia energética de las empresas y ayudarles a desarrollar nuevas fuentes energéticas.

Sin embargo, está lejos de alcanzarse el objetivo esperado con la implementación de proyectos de desarrollo limpio y que a la vez transfieran tecnología avanzada. Los proyectos MDL que pueden lograr una mayor eficiencia energética, un mejor desarrollo de fuentes de energía renovables, contribuyendo a una mejora ambiental más sustancial, con una menor emisión de gases de efecto invernadero, presentan unos requisitos técnicos que para algunos anfitriones resultan demasiado elevados, sobre todo al tomar en consideración los intereses comerciales de dichos anfitriones, lo cual permite comprender que su entusiasmo por este tipo de inversiones no sea reducido.

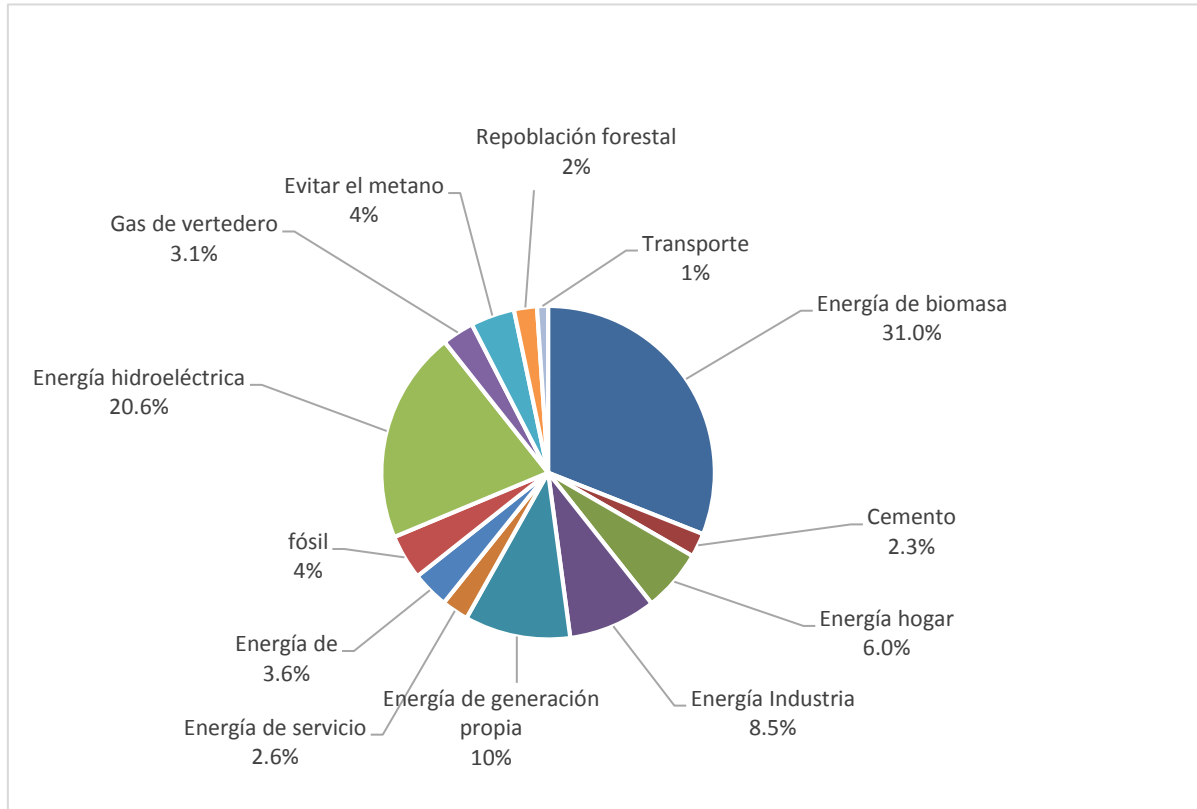
6.4. APLICACIÓN EN INDIA, A PARTIR DEL PROTOCOLO DE KIOTO

India es uno de los países que, más activamente y desde su inicio, ha participado en las negociaciones internacionales sobre el cambio climático, la promoción del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto y, en la actualidad, los mecanismos para desarrollar las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA) derivadas de los acuerdos de Bali (COP 13, celebrada en 2007) y posteriores. Así, en julio de 2018, el Registro MDL de Naciones Unidas presenta 1744 proyectos de MDL que tienen como anfitrión a India, el 21,3% del total de proyectos MDL registrados (UN,

2018).

6.4.1. Tipología de los proyectos

Gráfico 6.4 Porcentajes de los diferentes tipos de proyectos MDL en India



(Fuente: *UNEP DTU CDM/JI Pipeline Analysis and Database, 2018*)

Proyectos de biomasa. Representan casi un tercio de todos los proyectos MDL registrados en India. En India, los combustibles más utilizados como biomasa son madera, residuos agrícolas, tortas de estiércol y biogás. El objetivo principal de estos proyectos es el autoconsumo y la venta, a través de la red nacional, de la energía producida restante. Con estas inversiones, los agricultores pueden obtener ingresos adicionales a través de la venta de residuos de cultivos y otros recursos de la biomasa. También la construcción, equipamiento y mantenimiento de la planta y equipo proporcionan oportunidades de empleo a la población local.

Proyectos de energía eólica. La larga línea costera de India contiene un gran número de recursos eólicos. Los proyectos desarrollados son sólo un 4% de la capacidad que puede llegar a alcanzarse. La energía eólica de India ocupa el cuarto lugar en el mundo, después de Alemania, Estados Unidos y España. Los proyectos MDL de energía eólica con mayor capacidad se localizan en Tamil Nadu y Maharashtra. Además, Karnataka, Gujarat, Rajasthan y Madhya Pradesh cuentan con una gran cantidad de reservas energéticas.

Proyectos de energía hidroeléctrica. Los principales proyectos MDL de generación de energía hidroeléctrica de India se encuentran en Himachal Pradesh y en Karnataka, aunque hay otras muchas inversiones MDL más reducidas en otros estados, pues la mayoría de los proyectos desarrollados de energía hidroeléctrica son pequeños, y su objetivo principal es proporcionar empleo y reducir la pobreza de los residentes locales.

6.4.2. Características de los proyectos

Los proyectos MDL pueden implementarse de forma unilateral, bilateral o multilateral. La diferencia principal es que la primera generación de unidades de carbono, es decir de reducciones certificadas de emisiones (RCEs), de los proyectos bilaterales, generalmente se comprometen a entregar a los inversores extranjeros antes de la ejecución del proyecto. En los proyectos unilaterales, la entrega de las RCEs se produce durante o después del proceso de implementación del proyecto. Los proyectos unilaterales permiten satisfacer las necesidades domésticas. Los proyectos MDL en India son básicamente proyectos unilaterales. Los beneficiarios prefieren desarrollar un proyecto MDL y luego vender los RCEs en el periodo posterior para obtener mayor ingreso marginal. Pero los proyectos unilaterales también tienen deficiencias: el riesgo de pérdida y la posibilidad de reducir las transferencias de tecnología.

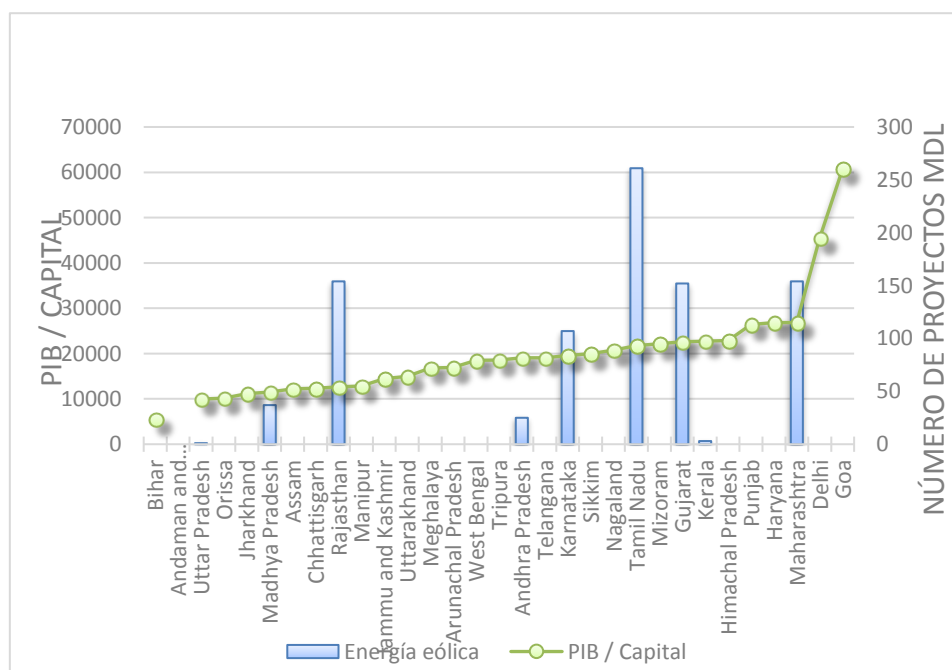
Los proyectos MDL son mayoritariamente de pequeño tamaño, dado que las PyMEs representan casi el 100% de la actividad empresarial. Dichos proyectos se distribuyen en

sectores como fabricación de cemento (cuyo consumo energético y contaminación es muy considerable), construcción y generación de energía renovable. Los proyectos MDL de generación energética a través de biomasa y de energía eólica son los dos principales tipos de proyectos que se desarrollan en India.

6.4.3. Estructura distributiva regional

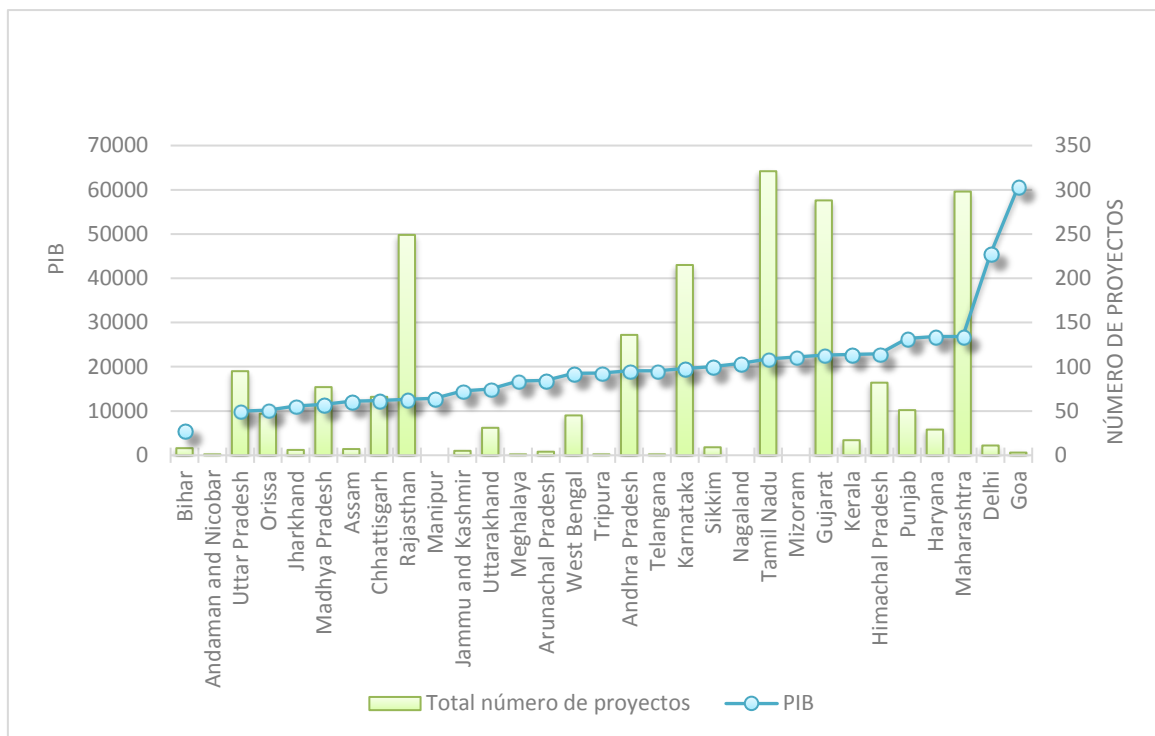
Los proyectos se distribuyen en casi todos los estados y varias ciudades importantes. Esta distribución y su relación con el PIB estatal no permite obtener una conclusión exacta por correlacionarse ambos indicadores. Los estados de Rajasthan, Tamil Nadu y Gujarat, en los que se localizan la mayoría de los proyectos MDL de energía eólica, son zonas con un nivel medio de desarrollo económico y contienen recursos muy ricos, por lo que presentan una situación muy favorable para el desarrollo de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Gráfico 6.5 Tipos de proyectos MDL más populares en India versus PIB per cápita en los estados de India



(Fuente: UNEP DTU CDM/JI Pipeline Analysis and Database, 2018)

Gráfico 6.6 Número total de proyectos MDL versus PIB per cápita en los estados de India



(Fuente: UNEP DTU CDM/JI Pipeline Analysis and Database, 2018)

Como muestra la tabla 6.1, en Tamil Nadu se localizan la mayoría de los proyectos registrados, Maharashtra tiene 256 proyectos, Gujarat tiene 229 proyectos y Rajasthan tiene 189 proyectos. Estos cuatro estados ocupan más de la mitad de todos los proyectos de MDL en India. Uttar Pradesh, Maharashtra y Karnataka tiene abundantes recursos de biomasa, y los proyectos de biomasa de estos tres estados representan la mayor parte del total de proyectos MDL.

Tabla 6.1 Distribución de los proyectos MDL por estados de India

Estados	Número de proyectos	Porcentaje
Tamil Nadu	276	15.48
Maharashtra	256	14.36
Gujarat	229	12.84
Rajasthan	189	10.6
Total	1783	100

(Fuente: CDM Registry. Retrieved from: <https://cdm.unfccc.int/Registry/>)

La tabla 6.1 refleja información sobre variables económicas significativas en la comparación entre los Estados, pudiendo observar unas grandes diferencias entre ellos, tanto en el nivel salarial como en el valor total de sus inputs y outputs.

Tabla 6.2 Características Principales por estados de India (2013-14)

Estados	Salarios	Total Input	Total Output
Maharashtra	44,722	1,842,925	2,345,967
Gujarat	26,613	2,366,061	2,708,371
Tamil Nadu	39,535	1,254,870	1,489,833
Karnataka	21,423	829,753	978,686
Uttar Pradesh	17,524	771,246	905,109
Uttarakhand	7,516	296,792	390,096
Haryana	13,045	554,137	652,318
Telangana	11,702	300,010	377,074
Rajasthan	9,219	400,414	472,489
Himachal Pradesh	3,453	161,030	219,082
West Bengal	14,160	547,003	608,250
Odisha	7,427	204,753	269,330
Chattisgarh	5,559	179,432	233,262
Madhya Pradesh	6,648	322,375	378,723
Punjab	10,318	348,291	400,776
Jharkhand	6,373	183,442	237,232

Andhra Pradesh	11, 487	518, 476	578, 109
Kerala	6, 718	254, 831	288, 422
Dadra & Nagar Haveli	2, 082	184, 251	211, 187
Assam	2, 931	106, 520	126, 803
Delhi	2, 080	111, 296	129, 877
Goa	1, 496	55, 892	74, 368
Daman & Diu	2, 050	74, 887	90, 465
Bihar	1, 318	108, 842	121, 695
Jammu & Kashmir	1, 037	41, 194	51, 436
Sikkim	206	6, 312	15, 632
Puducherry	922	34, 285	44, 176
Chandigarh (U. T.)	256	12, 783	14, 490
Meghalaya	289	6, 596	8, 393
Tripura	177	2, 125	2, 897
Nagaland	35	696	874
Manipur	60	692	831
Andaman & N. Island	11	371	405
Total India	278, 391	12, 082, 584	14, 426, 659

(Fuente: *India. Ministry of Statistics and Program Implementation, 2016*)

6.4.4. Ventajas e inconvenientes

El rápido desarrollo económico de India, a lo largo del siglo XX, ocasionó como efecto no deseado una escasez de energía doméstica muy significativa, y sus reservas de petróleo representan sólo el 0,5% de las reservas totales del mundo.

De acuerdo con la International Energy Agency (IEA, 2017), India es, desde 2014, el tercer mayor importador de petróleo del mundo, después de Estados Unidos y China. Además, la volatilidad de los precios internacionales de la energía aumenta la dependencia energética de India y representa una amenaza seria en la seguridad del suministro energético, limitando su desarrollo económico a largo plazo.

Por otra parte, India con 1.364 millones de habitantes es el segundo país más poblado del mundo, sólo después de China cuya población asciende a 1.391 millones. La precariedad en que vive una buena parte de esta población y la situación geográfica del país hace que sea especialmente vulnerable a los efectos negativos de los desastres naturales causados por el cambio climático. Así, el aumento del nivel del mar ya ha provocado un grave impacto sobre las personas y la producción nacional, en particular en el sector agrícola y afines que representan alrededor dos tercios de la fuerza laboral nacional y del 25% del PIB.

6.4.5. Transferencia de tecnología

En la actualidad, India utiliza dos métodos principales de transferencia internacional de tecnología: a) La inversión extranjera directa que supone la transferencia de tecnología y fondos mediante la inversión de los países desarrollados en proyectos de MDL, y b) la cooperación técnica mediante proyectos MDL de transferencia de tecnología orientada al desarrollo.

Desde 1992, las empresas indias han comenzado la cooperación técnica con las grandes compañías de energía en el mundo. Además, el proyecto solar fotovoltaico más grande del mundo se encuentra en India. Antes de comenzar su política de desarrollo limpio, su poder fotovoltaico solar ya venía respaldado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, en 1982. Sin embargo, la tasa de conversión de la tecnología solar fotovoltaica de India es más baja que el promedio mundial.

La localización de la tecnología llevada a cabo por los proyectos MDL en India no coincide con su tasa de uso técnico, dado que la tasa promedio de utilización de equipos de las empresas MDL suele ser muy inferior a su capacidad instalada debido a una baja demanda en el mercado interno, de acuerdo con una débil estructura del mercado.

Debido a un menor ingreso per cápita, India tiene un nivel más alto de tasa de descuento de ingresos ocultos, lo que conduce a una grave escasez de reinversión en el proyecto. Específicamente, los desarrolladores de proyectos de bajos ingresos tienden a elegir materias primas y equipos de bajo costo durante el proceso de construcción del proyecto, prestando menos atención a su ciclo de vida y calidad de operación.

Junto a ello, el subsidio de consumo más generalizado en la India hace que los consumidores ordinarios no estén dispuestos a comprar productos de alto precio y subsidios bajos. Por ejemplo, en India el precio las lámparas de bajo consumo energético es 37 veces mayor que el de las lámparas ordinarias y el deseo de los consumidores es comprar es muy bajo. En la actualidad, el consumidor indio considera las lámparas de bajo consumo un lujo costoso y no un dispositivo de iluminación diaria de bajo consumo.

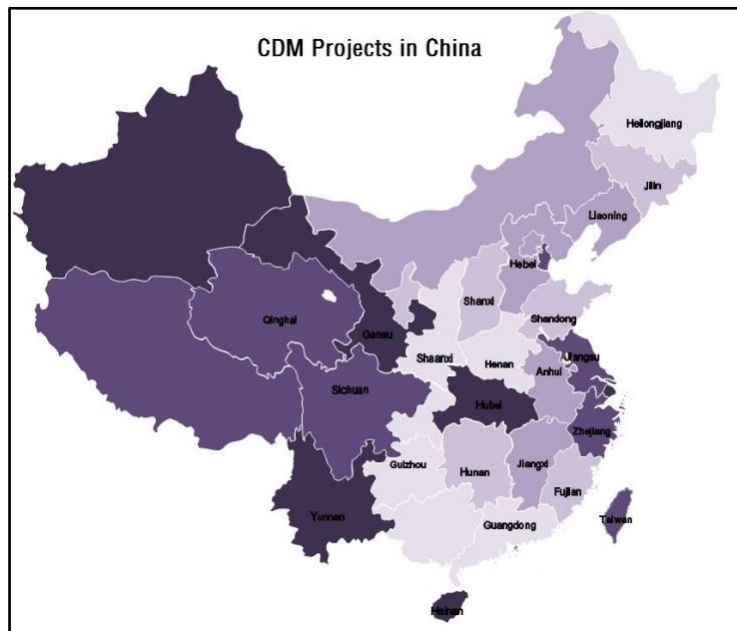
A diferencia de China, las empresas indias anfitrionas en proyectos MDL actúan conforme a un marco de cooperación energética previo a la existencia del proyecto, por lo que ya cuentan con un bagaje acumulado de experiencia y tecnología.

6.5. ANÁLISIS COMPARATIVO

6.5.1. Situaciones comunes y diferencias

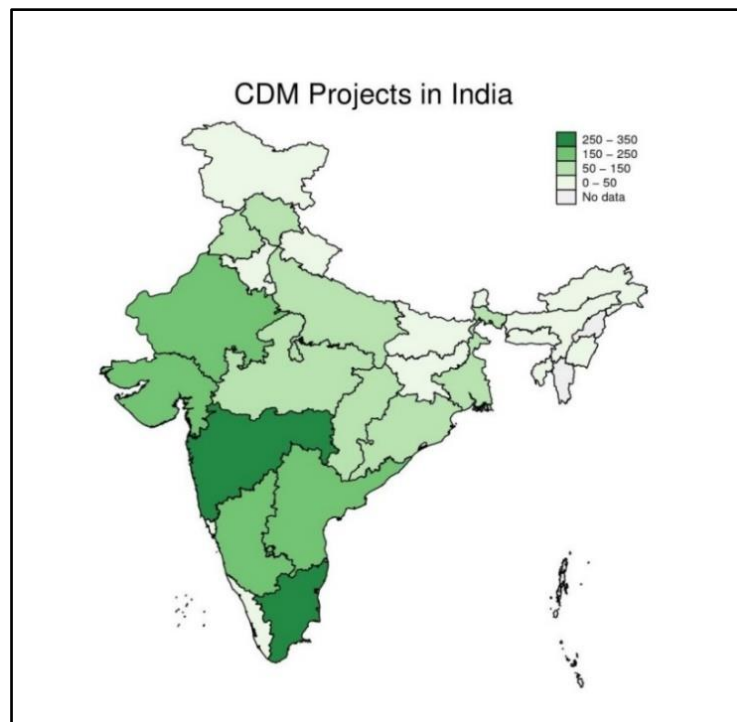
China e India presentan una estructura distributiva regional de los proyectos MDL que obedecen a un diseño estratégico similar. Los proyectos de MDL de China se concentran principalmente en las regiones occidentales y la inversión en tecnologías de energía relativamente baratas es la que brinda mayores oportunidades a los proyectos de MDL. En India, los proyectos MDL están en la zona suroeste y también se relaciona con el nivel del desarrollo energético regional.

Gráfico 6.7 Localización de los proyectos MDL en China



(Fuente: *CDM Registry Retrieved from: <https://cdm.unfccc.int/Registry>, 2018*)

Gráfico 6.8 Localización de los proyectos MDL en India



(Fuente: *Bayer, Urpelainen y Xu, 2014*)

Tanto China como India, como principales consumidores de combustibles fósiles han estado buscando activamente fuentes alternativas de energía renovable. Los ricos recursos de energía eólica de ambos países proporcionan condiciones para alcanzar un desarrollo sostenible, por lo que los proyectos de desarrollo limpio que promueven tecnologías relativas a las fuentes de energía renovable resultan especialmente atractivos.

Por otra parte, China posee unos grandes recursos forestales, por lo que desea ser anfitriona en proyectos forestales de desarrollo limpio que le permiten diversificar sus cooperaciones internacionales. Sin embargo, considerando el ciclo de retorno y su eficiencia, este tipo de proyectos por el momento no proporcionan resultados satisfactorios. India, un país con unos recursos agrícolas muy importantes, centra su interés en los proyectos de generación energética a partir de biomasa.

En cuanto a la comparación de proyectos unilaterales y bilaterales, India cuenta con un decidido apoyo gubernamental y una experiencia acumulada durante muchos años. Ello le ha permitido acudir a proyectos unilaterales de desarrollo limpio para satisfacer las necesidades domésticas. China se ha convertido en uno de los principales proveedores internacionales de unidades de carbono originadas por proyectos MDL, pero su poder de negociación de precios en este mercado es débil, lo cual se traduce en un daño significativo a sus intereses.

6.5.2. Particularidades de la transferencia tecnológica

En general, la transferencia internacional de tecnología hacia India mediante proyectos de desarrollo limpio es ligeramente anterior a China. Esto ha permitido que India haya acumulado una gran cantidad de experiencia en tecnología limpia a través del comercio, la inversión extranjera directa, las licencias y las operaciones conjuntas, logrando una transformación muy significativa de la tecnología local.

Tabla 6.3 Transferencia de tecnología por proyectos MDL en China e India

País	Mecanismos de transferencia	Primer uso del mecanismo de transferencia de tecnología fuera del MDL	Primer uso del mecanismo de transferencia de tecnología dentro del MDL	Primera aplicación del mecanismo de transferencia de tecnología a proyectos MDL
China	Importaciones de capital	1986	2003	1986
	Inversión extranjera directa	2005	2007	2005
	Negocios conjuntos	1996	2006	1996
	Permiso de aprobación	1997	2007	2006
	I+D local	2006	2007	2006
India	Importaciones de capital	1986	-	-
	Inversión extranjera directa	1997	2001	1997
	Negocios conjuntos	1994	-	-
	Permiso de aprobación	1987	2000	1995
	I+D local	2001	2001	2001

(Fuente: Lema, A., & Lema, R. (2012). *Technology transfer in the clean development mechanism: Insights from wind power*. Global Environmental Change)

En China, la transferencia de tecnologías limpias se realiza principalmente a través del comercio, las operaciones conjuntas y las licencias. La transferencia de tecnología basada en la inversión extranjera directa solo se ha desarrollado en los últimos ocho años después del desarrollo de las tres opciones anteriores.

Tabla 6.4 Instrumentos de transferencia de tecnología en proyectos de desarrollo limpio MDL

País	Importación de capital	Inversión extranjera directa	Negocios conjuntos	Permiso de aprobación
China	28.60%	15.30%	7.10%	45.90%
India	-	25.70%	30%	-
Otros	82%	18%	-	-
Total	24.20%	19.50%	14.70%	23.70%

(Fuente: Lema, A., & Lema, R. (2012). *Technology transfer in the clean development mechanism: Insights from wind power. Global Environmental Change*)

Del análisis de los datos sobre los instrumentos transferencia de tecnología en proyectos de desarrollo limpio MDL, se puede deducir que la transferencia tecnológica en India se centra en la inversión extranjera y las operaciones conjuntas, siendo prácticamente inexistente en importación de capital y permisos de aprobación. El modelo de transferencia de tecnología de India está fuertemente influenciado por el modelo MDL diseñado en el Protocolo de Kioto, formando India parte del grupo de países que, desde sus inicios, encabezaron y llevaron a cabo dicho diseño.

Antes de la implementación del mecanismo MDL, India también participó en la cooperación de tecnologías limpias con algunos países importantes. Al completar el mecanismo MDL, India sigue naturalmente el modelo de inversión extranjera y operaciones conjuntas que ya aplicaba antes de su uso, es decir, la inversión de equipos listos para usar para desarrollar nuevos mecanismos.

Otra razón por la que India prefiere invertir en el extranjero y operar conjuntamente es porque los dos métodos de transferencia de tecnología son más fáciles de obtener que los otros dos, y son más fáciles de auto aprender, de modo que pueden promover el MDL de la India tanto desde el capital como desde la tecnología.

Frente a esta situación, China se incorpora posteriormente a las negociaciones internacionales sobre cambio climático, lo que no le ha permitido participar en el diseño de los mecanismos de flexibilidad de Kioto. Por ello, la transferencia de tecnología se lleva a cabo, prioritariamente, con permisos de aprobación e importando capital.

7. LA EXPERIENCIA ADQUIRIDA CON EL MDL Y LOS COMPROMISOS DEL ACUERDO DE PARÍS

7.1. MDL Y NUEVOS INSTRUMENTOS: COMPROMISOS NACIONALES Y PLANES DE ACCIÓN

Aunque desde la aprobación del Protocolo de Kioto, que supuso el lanzamiento del mecanismo de desarrollo limpio (MDL), ha habido muchos cambios en la comunidad internacional, incluida la retirada de los Estados Unidos del Acuerdo de París, la tendencia mundial de desarrollo sostenible es irreversible, estimando que, desde 2000, la energía renovable ha crecido a un ritmo del 4% anual, hasta representar el 25% de la generación eléctrica mundial en 2016 (IEA, 2017).

En los documentos de *Programa de Actividades* (POA), presentados por los países parte del Acuerdo de París hasta julio de 2018, el 74.36% de los países incluyen entre sus objetivos una mayor generación energética a partir de energías renovables, y 109 países han establecido objetivos cuantitativos específicos (UN, 2018), lo cual permite estimar que, en 2030, la demanda de energía renovable será de 1.7 billones de USD (IRENA,

2017)

Las *Acciones de Mitigación Nacional Apropriadas* (NAMA) derivadas del Acuerdo de París y presentadas hasta el momento (UN, 2018), en comparación con el enfoque de proyectos MDL, tienen una mayor flexibilidad para desbloquear los efectos de mitigación en sectores enteros mediante el uso de una gama más amplia de medidas reguladoras o incentivos financieros (Upadhyaya, 2012).

De acuerdo con el Plan de Acción de Bali (COP 13, celebrada en 2007) y los posteriores acuerdos hasta llegar al último (Talanoa, COP 23, celebrada en Bonn en 2017) de los países parte de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC), las NAMA presentan las características siguientes:

- Su implementación se lleva a cabo por un país en desarrollo, es decir, no incluido en el Anexo I de la UNFCCC.
- Son medidas de mitigación que el país decide adoptar de forma totalmente voluntaria y que pueden abarcar cualquier sector económico.
- Estas actuaciones pueden financiarse por el país en desarrollo que decide llevarlas a cabo y también acudiendo a la financiación internacional.

Esta última forma de financiación, pendiente de desarrollo en la actualidad, podría conducir a un mercado internacional y específico para la financiación de NAMA, cuya similitud con el actual mercado de unidades de carbono es innegable.

Por otra parte, la experiencia adquirida con el MDL resulta de gran utilidad para el desarrollo de los NAMA. De ahí que, ambos compartan la infraestructura y los medios ad hoc creados a partir del Protocolo de Kioto en el seno de Naciones Unidas.

Por ejemplo, los registros de MDL y NAMA se gestionan mediante una plataforma online, de acceso público, operada por la Secretaría de la CMNUCC. El NAMA Registry permite a los países en desarrollo registrar información para todas las NAMA que buscan apoyo financiero para su desarrollo o implementación, ya sean proyectos individuales pequeños o iniciativas nacionales grandes por sector. Además, con esta información, se pretende facilitar el apoyo financiero, de fomento de la capacidad y de tecnología para las NAMA, proporcionando a los países desarrollados y sus organizaciones un instrumento con el que manifestar públicamente sus intenciones y sus recursos disponibles.

7.2. APLICACIÓN EN CHINA

La era posterior al Acuerdo de París es a la vez un desafío y una oportunidad para China, cuyo *Programa de Actividades* (POA) refleja los compromisos siguientes (Climate Action Tracker, 2018):

- Alcanzar el máximo nivel de emisiones de gases de efecto invernadero en 2030, a más tardar.
- Reducir la intensidad del carbono respecto al PIB nacional en un 60-65% por debajo de los niveles de 2005, en 2030
- Aumentar la participación de fuentes de energía fósil del suministro total de energía primaria alrededor del 20%, en 2030
- Aumentar sus existencias forestales en 4.5 billones de m³ respecto a 2005.

Bajo la promoción gubernamental, China creó siete mercados regionales de carbono, iniciando, en diciembre de 2017, una modificación sustancial de los mismos a fin de crear un mercado nacional de comercio de unidades de carbono, en un principio para el sector energético, ampliable posteriormente a otros sectores (Jotzo, y otros, 2018). Ello permite esperar que el mercado de carbono de China, a través de la financiación de NAMA, se

convierta en el mercado de carbono más grande del mundo.

Mediante el Plan de Acción de la Estrategia de Desarrollo Energético (2014-2020), China ha realizado inversiones muy cuantiosas para controlar el consumo de carbón y aumentar la participación de las energías renovables, limitando el consumo de carbón a un máximo del 58% del consumo primario total de energía en 2020 (Lin, 2017). A ello ha de añadirse el plan 2015-2020 sobre uso eficiente del carbón, la prohibición de apertura de nuevas centrales de carbón, el cierre de algunas térmicas, la modernización de otras y la sustitución en algunos casos de carbón por ciclo combinado o por gas natural (Enerdata, 2017; Xinhua, 2017).

Tras la aprobación de la Ley de Energía Renovable y las Directrices de Crédito Verde, la inversión en energía renovable alcanzó los 126,6 millones de USD en 2017, lo cual representa el 45% de la inversión mundial en energía renovables (Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF, 2018). En los próximos años, esta inversión necesariamente ha de aumentar a fin de integrar la red de distribución, cuya implantación está actualmente muy rezagada respecto a las instalaciones energéticas (Gordon & Hove, 2016).

La integración de la estrategia de cambio climático en la estrategia general de desarrollo pone de manifiesto que la acción climática está muy relacionada con la solución de los graves problemas de contaminación atmosférica que aún tiene el país. Reducir el consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero que no son Dióxido de Carbono (CO₂), en especial las emisiones de Hidrofluorcarburos (HFC), en la industria son prioritarias.

Aunque, por el momento, China no ha registrado en Naciones Unidas ningún NAMA, para alcanzar estos objetivos, la financiación nacional e internacional derivada del Acuerdo de París parece clave, por lo que, como se acaba de indicar, un escenario mundial

con China como primer mercado de carbono mundial es altamente probable.

7.3. APLICACIÓN EN INDIA

De acuerdo con el *Programa de Actividades* (POA) (Gobierno indio, 2015) que, en virtud del Acuerdo de París, ha presentado India, su plan de energía eléctrica puede lograr que el 40% de la capacidad energética nacional, en 2030, no se base en combustibles fósiles. Ello convertiría a India en el líder mundial en energías renovables.

El compromiso asumido por India incluye reducir la intensidad de sus emisiones, sobre el PIB y respecto a los niveles de 2005, en un 20-25% en 2020 y un 33-35%, en 2030, excluidas las actividades LULUCF (uso y cambio de uso de la tierra). Para ello ha diseñado diversas *Acciones de Mitigación Nacional Apropriadas* (NAMA) centradas principalmente en:

- La industria, con un ambicioso plan de ahorro energético, que, en la actualidad, cubre 621 instalaciones, de 11 sectores diferentes, incluyendo ferrocarriles, generación y distribución de energía y refinerías (Gobierno indio, 2016).
- El transporte, mediante el Plan Nacional de Movilidad (Gobierno indio, 2015).
- La silvicultura, cuya Política Forestal Nacional (diseñada en 2018, pendiente de aprobación y que extiende durante los próximos 25 años) requiere que un mínimo de un 1/3 del área geográfica total de la India esté cubierta por bosques o árboles, creando un sumidero de carbono adicional y acumulativo de 2.5-3 Gt CO₂e para 2030 (Gobierno indio, 2018).

La necesidad de financiación, tanto nacional como internacional, de estas actividades parece abrir un horizonte esperanzador para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la adaptación al cambio climático y el aumento de la resiliencia del país ante

los desastres naturales.

Si bien, por el momento India no ha registrado en Naciones Unidas ningún NAMA, a partir de la experiencia alcanzada con los instrumentos diseñados en el Protocolo de Kioto, en particular con el MDL, los nuevos instrumentos económicos que promueve el Acuerdo de París parecen decisivos en el logro de una mayor transferencia tecnológica combinada con un desarrollo económico sostenible.

8. CONCLUSIONES

El impacto económico que ocasionan las emisiones, generadas por las actividades humanas, de gases de efecto invernadero es tan significativo que el cambio climático que provocan puede considerarse uno de los fallos de mercado más importantes en la actualidad.

Para hacer frente a esta situación, se han diseñado diversos instrumentos económicos cuyo marco más amplio es la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, concretándose su implementación en el Protocolo firmado en Kioto, en 1998, que entró en vigor en 2005 y sus desarrollos posteriores, y en el Acuerdo firmado en París, en 2015, ya en vigor parcialmente y con desarrollo pleno a partir de 1 de enero de 2021, tras la conclusión del periodo de vigencia del Protocolo de Kioto.

La agrupación de países realizada en Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático ha dado lugar a una clara diferenciación entre países desarrollados y en desarrollo, reconociendo que todos ellos tienen unas responsabilidades comunes pero diferenciadas ante el cambio climático. Este principio de *responsabilidades comunes pero diferenciadas* es la base jurídica tanto del Protocolo de Kioto como del Acuerdo de París, si bien la aplicación del mismo difiere sustancialmente de uno a otro.

En el Protocolo de Kioto se opta por delimitar los compromisos de las partes de arriba hacia abajo, imponiendo una limitación cuantificada de emisiones de gases de efecto invernadero sólo a los países desarrollados. Para ayudar a cumplir con esta limitación y, a la vez, favorecer el desarrollo sostenible, el Protocolo de Kioto presenta como instrumentos económicos el comercio internacional de carbono y las inversiones internacionales en desarrollo limpio, diferenciando en este segundo caso entre inversiones en países en desarrollo: Mecanismo de desarrollo limpio, u otros países: Mecanismo de acción conjunta.

En el Acuerdo de París el compromiso de las partes se lleva a cabo de abajo hacia arriba, de manera que es cada país quien determina y se compromete a cumplir sus propios objetivos y compromisos, estableciendo su Programa de Actividades (POA), así como las Acciones de Mitigación Nacional Apropriadas (NAMA) que llevará a cabo para lograrlos.

Los proyectos de inversión desarrollados bajo el amparo de Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto son especialmente significativos en China e India porque representan el 48% de los proyectos registrados por Naciones Unidas, son los dos países mayores del mundo por número de habitantes y en ambos las emisiones de gases de efecto invernadero tienen un gran peso, con un 25,36% del total mundial para China y un 6,96% para India. Los Proyectos de Desarrollo Limpio más significativos, tanto en China como en India, son proyectos energéticos.

En China, estos proyectos tienen como objetivo prioritario reducir el consumo de carbón como combustible energético y aprovechar la enorme capacidad eólica e hidroeléctrica que posee. Para su localización se ha optado preferentemente por zonas geográficas con emisiones de gases de efecto invernadero muy elevadas desde antiguo y por áreas industriales emergentes en las que la contaminación se está volviendo significativa. Tras

estas inversiones, en la actualidad, el gobierno chino señala como zonas preferentes para la inversión extranjera lugares económicamente atrasados, localizados preferentemente en el noroeste y del interior del país. En todo caso, el gobierno chino ha excluido como zonas para la transferencia de tecnología extranjera Beijing, Shanghai y Tianjin, por considerarlas básicas para la investigación y el desarrollo nacional independiente.

Los proyectos de inversión en generación de electricidad a partir de biomasa representan casi un tercio de los proyectos de Desarrollo Limpio cuyo anfitrión es India, seguidos por los proyectos hidroeléctrico que suponen algo más del 20%. Los objetivos prioritarios de estos proyectos incluyen, además de la generación de energía limpia, proporcionar oportunidades de empleo a una población extremadamente empobrecida y resolver un grave problema de contaminación por residuos agrícolas. Más de la mitad de los proyectos se localizan en tan solo cuatro estados, que son los que cuentan con abundantes recursos de biomasa

La transferencia de tecnología, mediante proyectos de Desarrollo Limpio, en ambos países ha supuesto la introducción de equipos avanzados de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero o la mejora de los equipos existentes y, en todos los casos, la capacitación de los trabajadores locales por los expertos, generalmente extranjeros, en la construcción, operativa y mantenimiento de las plantas y los equipos, seleccionados por los inversores internacionales.

Todo ello permite concluir que los proyectos de Desarrollo Limpio han logrado sus objetivos, canalizando la inversión internacional hacia dos países anfitriones, China e India, que han sabido utilizarla para atender sus propios objetivos, económicos y ambientales, nacionales.

Los proyectos desarrollados bajo el amparo del Mecanismo de Desarrollo Limpio

también presentan deficiencias. Entre ellas cabe destacar la complejidad que supone su tramitación en la Secretaría de la CMNUCC, lo cual encarece su coste de aprobación y control, y aumenta el plazo desde que se presenta la propuesta hasta que es posible hacerla realidad, lo cual provoca un aumento del riesgo del proyecto ante futuros cambios regulatorios internacionales y nacionales.

A lo anterior ha de añadirse que, generalmente, los proyectos MDL desarrollados presentan una gran asimetría en la información y el poder negociador de los diferentes actores, en muchas ocasiones por su experiencia o falta de experiencia en este tipo de proyectos.

China ha sido un duro negociador en lo relativo a la propiedad de las unidades de carbono que generan los proyectos y que el inversor internacional habitualmente ha considerado como parte de la remuneración que se deriva de su inversión, así como en el resto de los beneficios financieros y comerciales (apertura y ampliación de mercados) que dicha inversión puede proporcionar. Por estas razones, la transferencia de tecnología en China se ha llevado a cabo prioritariamente mediante permisos de aprobación por el gobierno chino e importando capital.

La experiencia de India es más dilatada en el tiempo, pues antes de la entrada en vigor del Protocolo de Kioto ya contaba con inversiones internacionales en desarrollo limpio. Por ello, India ha seguido el modelo basado en operaciones conjuntas, con una inversión generalmente en equipos listos para su uso, que ya venía aplicando.

El Programa de Actividades (POA) que, hasta julio de 2018, han presentado los países parte del Acuerdo de París incluye entre sus objetivos, en un 74,36% de los casos, una mayor generación energética a partir de energías renovables, lo cual permite estimar un crecimiento muy considerable de la demanda de energía renovable.

Las Acciones de Mitigación Nacional Apropriadas (NAMA) que, al amparo del Plan de Acción de Bali (COP13, año 2007) y los posteriores acuerdos de la CMNUCC, los países en desarrollo han presentado hasta la fecha, son voluntarias, pueden abarcar cualquier sector económico y pueden financiarse por el propio país en desarrollo o mediante financiación internacional. Por tanto, resultan más flexibles que las opciones derivadas de los proyectos MDL y permiten una gama más amplia de medidas reguladoras y de instrumentos financieros nacionales e internacionales.

Se puede afirmar que el Mecanismo de Desarrollo Limpio es el viejo producto de la era del Protocolo de Kioto, cuya experiencia es de utilidad para el modelo de gobernanza global de la era del Acuerdo de París. De ahí que la infraestructura personal y material ad hoc, creada a partir del Protocolo de Kioto, en el seno de Naciones Unidas, siga utilizándose en toda su capacidad.

La integración de la estrategia de cambio climático en la estrategia general de desarrollo económico y de transferencia tecnológica que requiere parece un excelente y eficiente camino para resolver los problemas de contaminación atmosférica, en particular de emisiones de gases de efecto invernadero y cambio climático. Ello permite considerar en un futuro próximo un escenario altamente probable en el que China se conforme como primer mercado mundial de carbono e India como líder mundial en energías renovables.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Alcantara Grados, F. (2005). *El seguro de riesgos catastróficos : reaseguro tradicional y transferencia alternativa de riesgos*. MAPFRE.
- China Energy Portal. (2016). 2016 detailed electricity statistics. Obtenido por: China Energy Portal: <https://chinaenergyportal.org/en/2016-detailed-electricity-statistics/>
- CIDSE. (2017). CIDSE-UNFCCC-COP23-Policy-messages. Obtenido por: FOCSIV: http://www.focsiv.it/wp-content/uploads/2017/11/CIDSE-UNFCCC-COP23-Policy-messages_V1.pdf
- Climate Action Tracker. (2018). Climate Action Tracker China Report. Obtenido por: Climate Action Tracker: <https://climateactiontracker.org/countries/china/sources/>
- DasguptaPartha. (2006). Comments on the Stern Review's Economics of Climate Change. Obtenido por: Foundation for Science and Technology at the Royal Society. Cambridge University: <http://www.colby.edu/economics/faculty/thtieten/ec476/Dasgupta.pdf>
- Enerdata. (2017). China confirms ban on new coal-fired power plant construction until 2018. Obtenido por: <https://www.enerdata.net/publications/daily-energy-news/china-confirms-ban-new-coal-fired-power-plant-construction-until-2018.html>
- Fernández Cuesta, & Fronti de García. (2010). Control económico de proyectos para la sostenibilidad ambiental. AECA.
- Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF. (2018). Global Trends in Renewable Energy Investment 2018. Obtenido por: <https://drive.google.com/file/d/1SmhaI-WAcEMqR8R9oL5Fxn0cZ0kfY8Z/view>
- Gobierno indio. (2015). India' s intended nationally determined contribution: working towards climate justice. Obtenido por: <http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/India/1/IN>

DIA%20INDC%20TO%20UNFCCC.pdf

Gobierno indio. (2016). Perform Achieve and Trade (PAT) Scheme. Obtenido por:

Gobierno indio: <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/india/name-30373->

[en.php?s=dHlwZT1lZSZzdGF0dXM9T2s,&return=PG5hdiBpZD0iYnJlYWRjc nVtYiI-PGEgaHJlZj0iLyI-](https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/india/name-30373-en.php?s=dHlwZT1lZSZzdGF0dXM9T2s,&return=PG5hdiBpZD0iYnJlYWRjc nVtYiI-PGEgaHJlZj0iLyI-)

[SG9tZTwvYT4gJnJhcXVvOyA8YSBocmVmPSIvcG9saWNpZXNhbmRtZWZWFzdXJlcy8iPIBvbGljaWVzIGFuZCBNZWFzdXJlczwvYT4gJnJhcXVv](https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/india/name-30373-en.php?s=dHlwZT1lZSZzdGF0dXM9T2s,&return=PG5hdiBpZD0iYnJlYWRjc nVtYiI-PGEgaHJlZj0iLyI-SG9tZTwvYT4gJnJhcXVvOyA8YSBocmVmPSIvcG9saWNpZXNhbmRtZWZWFzdXJlcy8iPIBvbGljaWVzIGFuZCBNZWFzdXJlczwvYT4gJnJhcXVv)

Gobierno indio. (2018). Draft National Forest Policy, 2018. Obtenido por:

[http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/Draft National Forest Policy, 2018.pdf](http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/Draft%20National%20Forest%20Policy,%202018.pdf)

GordonKate, & HoveAnders. (2016). How China Wastes Its Renewable Energy. Obtenido

por: <https://blogs.wsj.com/experts/2016/09/13/how-china-wastes-its-renewable-energy/>

Greenpeace. (2009). Monsoon Wager: Climate Change and the Indian Monsoon.

Obtenido por: Greenpeace:

<http://www.greenpeace.org/china/zh/news/releases/climate-energy/2009/06/monsoon-india-threaten/>

IEA. (2017). WEO_2017_Executive_Summary_Spanish_version. Obtenido por:

International Energy Agency:

https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO_2017_ExecutiveSummary_Spanish_version.pdf

IEA. (2017). World Energy Outlook-2017. Obtenido por: IEA:

http://www.iea.org/media/weowebiste/2017/Chap1_WEO2017.pdf

IMF. (2010, 10). *World Economic Outlook*. Retrieved from International Monetary Fund:

<http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2010/02/weodata/WEOOct2010all.xls>

IPCC. (2000). Methodological and Technological Issues in Technology Transfer – A

Special Report of IPCC Working Group III. Obtenido por:

- <https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sr15-en.pdf>
- IRENA. (2017). *Untapped Potential for Climate Action: Renewable Energy in Nationally Determined Contributions*. Obtenido por: IRENA: https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/Nov/IRENA_Untapped_potential_NDCs_2017.pdf
- Jotzo Frank, Karplus Valerie, Grubb Michael, Löschel Andreas, Neuhoff Karsten, Wu Libo, & Teng Fei. (2018). China's emissions trading takes steps towards big ambitions. *Nature Climate Change*, 页 260-271.
- Lin Alvin. (2017). *Understanding China's New Mandatory 58% Coal Cap Target*. Obtenido por: <https://www.nrdc.org/experts/alvin-lin/understanding-chinas-new-mandatory-58-coal-cap-target>
- Nordhaus, W. (2006). *The Stern Review on the Economics of Climate Change*. Obtenido de <http://www.nber.org/papers/w12741>
- Puig Bastard Pere. (2007). *El informe Stern sobre la economía del cambio climático*. Obtenido por: <http://www.esadeknowledge.com/view/el-informe-stern-sobre-la-economia-del-cambio-climatico-151213>
- UN. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Obtenido de UNFCCC: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- UN. (1997). *Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Obtenido por: UNFCCC: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- UN. (2000). *Asamblea del Milenio de las Naciones Unidas*. Obtenido por: Naciones Unidas: <http://www.un.org/spanish/milenio/index.html>
- UN. (12 de 12 de 2015). *Acuerdo de París - unfccc*. Obtenido de UNFCCC: <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/109s.pdf>
- UN. (2015). *Transformar nuestro mundo: La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido por: UN: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general->

- adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/
- UN. (2018). CDM Can Inspire, Inform, Outfit Any New Mechanism under Paris Agreement. Obtenido por: UNFCCC: <https://unfccc.int/news/cdm-can-inspire-inform-outfit-any-new-mechanism-under-paris-agreement>
- UN. (2018). CDM Registry. Obtenido por: UNFCCC: <https://cdm.unfccc.int/Registry/index.html>
- UN. (2018). *INDCs as communicated by Parties*. Obtenido de UNFCCC: <http://www4.unfccc.int/submissions/indc/Submission%20Pages/submissions.aspx>
- Universidad Católica de Lovaina. (2012). Center for Research on the Epidemiology of Disaster. Obtenido por: Universidad Católica de Lovaina: <https://www.emdat.be/index.php>
- Upadhyaya, P. (2012). *Scaling up carbon markets in developinig countries post-2012: Are NAMAs the way forward?* Berlin: Ecologic Institute.
- World Bank. (2010). World Development Report 2010 : Development and Climate Change. Obtenido por: The World Bank: <https://siteresources.worldbank.org/INTWDR2010/Resources/5287678-1226014527953/WDR10-Full-Text.pdf>
- World Resources Institute. (2017). CAIT Paris Contributions Map – Explore Intended Nationally Determined Contributions (INDCs). Obtenido por: CAIT Climate Data Explorer: <http://cait.wri.org/indc/#/>
- WWF. (2016). Living Planet Report 2016. Obtenido por: WWF: http://awsassets.panda.org/downloads/lpr_living_planet_report_2016.pdf
- Xinhua. (2017). Beijing's last large coal-fired power plant suspends operations. Obtenido por: http://www.xinhuanet.com/english/2017-03/18/c_136139334.htm