Guía docente
820746 - BMR - Biomasa y Residuos

Última modificación: 08/04/2026

Unidad responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona
Unidad que imparte: 724 - MMT - Departamento de Máquinas y Motores Térmicos.

Titulación: **Curso:** 2026 **Créditos ECTS:** 2.5
Idiomas: Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: Velo Garcia, Enrique

Otros: César Alberto Valderrama
Frederic Horta Sellarés
Pol Arranz Piera

CAPACIDADES PREVIAS

- Estequiometría de las reacciones químicas.
- Fundamentos de termodinámica.
- Fundamentos de transferencia de calor.

REQUISITOS

- Equipos térmicos.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
CEMT-1. Entender, describir y analizar, de forma clara y amplia toda la cadena de conversión energética, desde su estado como fuente de energía hasta su uso como servicio energético. Identificar, describir y analizar la situación y características de los distintos recursos energéticos y de los usos finales de la energía, en sus dimensiones económica, social y ambiental; y formular juicios valorativos.
CEMT-4. Realizar de forma eficiente la obtención de datos de recursos renovables de energía y su tratamiento estadístico, así como aplicar conocimientos y criterios de valoración en el diseño y evaluación de soluciones tecnológicas para el aprovechamiento de recursos renovables de energía, tanto para sistemas aislados como conectados a red. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito del aprovechamiento de los recursos renovables de energía.
CEMT-5. Aplicar criterios técnicos y económicos en la selección del equipo térmico más adecuado para una determinada aplicación. Dimensionar equipos e instalaciones térmicas. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito de la producción, transporte, distribución, almacenaje y uso de la energía térmica.
CEMT-7. Analizar el comportamiento de equipos e instalaciones en operación a fin de elaborar un diagnóstico valorativo sobre su régimen de explotación y de establecer medidas dirigidas a mejorar la eficiencia energética de los mismos.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Metodologías docentes

Durante el desarrollo de la asignatura se utilizarán las siguientes metodologías docentes:

- Clase magistral o conferencia (EXP): exposición de conocimientos por parte del profesorado mediante clases magistrales o bien por personas externas mediante conferencias invitadas.
- Clases participativas (CP): resolución colectiva de ejercicios, realización de debates y dinámicas de grupo con el profesor y otros estudiantes en el aula; presentación en el aula de una actividad realizada de manera individual o en grupos reducidos.
- Trabajo teórico-práctico dirigido (TD): realización en el aula de una actividad o ejercicio de carácter teórico o práctico, individualmente o en grupos reducidos, con el asesoramiento del profesor.
- Proyecto, actividad o trabajo de alcance reducido (PR): aprendizaje basado en la realización, individual o en grupo, de un trabajo de reducida complejidad o extensión, aplicando conocimientos y presentando resultados.
- Proyecto o trabajo de amplio alcance (PA): aprendizaje basado en el diseño, la planificación y realización en grupo de un proyecto o trabajo de amplia complejidad o extensión, aplicando y ampliando conocimientos y redactando una memoria donde se vierte el planteamiento de este y los resultados y conclusiones.
- Actividades de Evaluación (EV).

Actividades formativas:

Durante el desarrollo de la asignatura se utilizarán las siguientes actividades formativas:

Presenciales
- Clases magistrales y conferencias (CM): conocer, comprender y sintetizar los conocimientos expuestos por el profesor mediante clases magistrales o bien por conferenciantes.
- Clases participativas (CP): participar en la resolución colectiva de ejercicios, así como en debates y dinámicas de grupo, con el profesor y otros estudiantes en el aula.
- Presentaciones (PS): presentar en el aula una actividad realizada de manera individual o en grupos reducidos.
- Trabajo teórico práctico dirigido (TD): realizar en el aula una actividad o ejercicio de carácter teórico o práctico, individualmente o en grupos reducidos, con el asesoramiento del profesor.

No Presenciales
- Proyecto, actividad o trabajo de alcance reducido (PR): llevar a cabo, individualmente o en grupo, un trabajo de reducida complejidad o extensión, aplicando conocimientos y presentando resultados.
- Proyecto o trabajo de amplio alcance (PA): diseñar, planificar y llevar a cabo individualmente o en grupo un proyecto o trabajo de amplia complejidad o extensión, aplicando y ampliando conocimientos y redactando una memoria donde se vierte el planteamiento de éste y los resultados y conclusiones.
- Estudio autónomo (EA): estudiar o ampliar los contenidos de la materia de forma individual o en grupo, comprendiendo, asimilando, analizando y sintetizando conocimientos.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El ámbito de la asignatura corresponde a las tecnologías de aprovechamiento energético de la biomasa y de los residuos. En este ámbito se pretende que los estudiantes adquieran los conocimientos y habilidades necesarios para la descripción y selección de equipos, así como para el cálculo de prestaciones de equipos e instalaciones preexistentes a nivel básico o de pre-proyecto. Se pretende dar una visión global de las tecnologías y métodos que permita al estudiante hacer valoraciones y estudios de alternativas en la realización de proyectos de ingeniería.

Resultados del aprendizaje
Al finalizar la asignatura, el / la estudiante:
- Entiende el papel de la biomasa en el contexto del sistema energético mundial y regional, sus connotaciones económicas, sociales y ambientales, así como el impacto de las tecnologías en un contexto local y global y es capaz de elaborar juicios valorativos sobre oportunidades, amenazas y barreras en su utilización.
- Conoce de las organizaciones relevantes, los principales proyectos en el ámbito internacional, las principales fuentes de información y las normativas relacionadas con las tecnologías de la biomasa.
- Dispone de los conocimientos, habilidades y elementos de análisis y juicio necesarios para llevar a cabo un proyecto, a escala de ingeniería básica, relacionado con la calidad y / o el abastecimiento de energía utilizando las tecnologías de la biomasa.
- Dispone de los conocimientos, habilidades y elementos de análisis y juicio necesarios para plantear un estudio de pre-viabilidad, relacionado con la utilización de sistemas de energía de la biomasa en diferentes sectores industriales y de servicios.
- Conoce las principales líneas de investigación en el ámbito de las tecnologías de la biomasa y los residuos y es capaz de aportar ideas innovadoras.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Actividades dirigidas	5,0	8.00
Aprendizaje autónomo	42,5	68.00
Grupo mediano/Prácticas	15,0	24.00

Dedicación total: 62.5 h

CONTENIDOS

1. Biomass as energy resource

Descripción:
Definition of biomass.
Nature and types of biomass according to their composition.
Sources of biomass.
Biomass utilization for energy purposes.
utilización de la biomasa a escala local y global.
Las políticas regionales y nacionales de promoción del uso de la biomasa.

Objetivos específicos:
- The student understands the role of biomass as a renewable source of energy in production and service sectors, as well as its importance in the energy chain: processing, transportation, distribution and end-use of energy; and is able to develop value judgments about the opportunities, threats and barriers on biomass utilization.
- The student knows and understands the relevant organizations, major projects at the international level, the main sources of information and regulations related to biomass technologies.

Competencias relacionadas:
CEMT-1. Entender, describir y analizar, de forma clara y amplia toda la cadena de conversión energética, desde su estado como fuente de energía hasta su uso como servicio energético. Identificar, describir y analizar la situación y características de los distintos recursos energéticos y de los usos finales de la energía, en sus dimensiones económica, social y ambiental; y formular juicios valorativos.

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 3h
Aprendizaje autónomo: 3h

2. Characterization and properties.

Descripción:
Characteristics of biomass as a fuel
- Solids, liquids and gases
- Types of analysis
- Heating value

Objetivos específicos:
- The student knows and understands the main characteristics of biofuels and methods for determining their properties.
- The student has the knowledge and skills necessary for the determination of the energy characteristics of biofuels.

Actividades vinculadas:
1. Exercise on characterization and properties of biofuels.

Competencias relacionadas:
CEMT-4. Realizar de forma eficiente la obtención de datos de recursos renovables de energía y su tratamiento estadístico, así como aplicar conocimientos y criterios de valoración en el diseño y evaluación de soluciones tecnológicas para el aprovechamiento de recursos renovables de energía, tanto para sistemas aislados como conectados a red. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito del aprovechamiento de los recursos renovables de energía.

Dedicación: 3h 30m
Grupo grande/Teoría: 0h 30m
Aprendizaje autónomo: 3h

3. Energy crops & forestry biomass

Descripción:
- Characteristics.
- Types of crops.
- Forest crops.
- Agricultural species.
- Strategic Projects.
- Policies for their development, and future prospects of energy crops.

Objetivos específicos:
- The student understands the role of energy crops in the context of the energy system at the global and regional scale, their economic, social and environmental connotations, and the impact of technologies on a local and global context and is able to develop value judgments about the opportunities, threats and barriers on their utilization.
- The student knows the main lines of research in the field of energy crops.

Competencias relacionadas:
CEMT-4. Realizar de forma eficiente la obtención de datos de recursos renovables de energía y su tratamiento estadístico, así como aplicar conocimientos y criterios de valoración en el diseño y evaluación de soluciones tecnológicas para el aprovechamiento de recursos renovables de energía, tanto para sistemas aislados como conectados a red. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito del aprovechamiento de los recursos renovables de energía.
CEMT-1. Entender, describir y analizar, de forma clara y amplia toda la cadena de conversión energética, desde su estado como fuente de energía hasta su uso como servicio energético. Identificar, describir y analizar la situación y características de los distintos recursos energéticos y de los usos finales de la energía, en sus dimensiones económica, social y ambiental; y formular juicios valorativos.

Dedicación: 8h
Grupo grande/Teoría: 2h
Aprendizaje autónomo: 6h

4. Supply chain

Descripción:
- Theory of supply chain, strategic planning and its components.
- Stages of the chain, example of sustainability indicators.
- Configurations: technologies & efficiencies.
- Comparisons between configurations markets.
- Leading companies.

Objetivos específicos:
- The student understands the components of a biomass supply chain and their main characteristics.
- The student is able to make a preliminary design and and anlysis of a supply chain

Actividades vinculadas:
2. Exercise on designing and planning a supply chain

Competencias relacionadas:
CEMT-1. Entender, describir y analizar, de forma clara y amplia toda la cadena de conversión energética, desde su estado como fuente de energía hasta su uso como servicio energético. Identificar, describir y analizar la situación y características de los distintos recursos energéticos y de los usos finales de la energía, en sus dimensiones económica, social y ambiental; y formular juicios valorativos.
CEMT-5. Aplicar criterios técnicos y económicos en la selección del equipo térmico más adecuado para una determinada aplicación. Dimensionar equipos e instalaciones térmicas. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito de la producción, transporte, distribución, almacenaje y uso de la energía térmica.

Dedicación: 11h
Grupo grande/Teoría: 1h
Aprendizaje autónomo: 10h

5. The combustion process with electricity and heat production

Descripción:
Fundamentals of combustion.
Heat and power using combustion technologies.
Burners and combustion equipment.
Heating and DHW
Power generation.
Other applications
Thermochemical Basis.
Energy analysis.

Objetivos específicos:
- The student is able to prepare a pre-feasibility study, related to the use of biomass combustion systems in different industrial and service sectors, by assessing the available resources.
- The student is able to carry out a basic engineering project related to energy supply using biomass combustion technologies.

Actividades vinculadas:
3. Exercises on biomass combustion with electric and thermal energy production.

Competencias relacionadas:
CEMT-5. Aplicar criterios técnicos y económicos en la selección del equipo térmico más adecuado para una determinada aplicación. Dimensionar equipos e instalaciones térmicas. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito de la producción, transporte, distribución, almacenaje y uso de la energía térmica.
CEMT-7. Analizar el comportamiento de equipos e instalaciones en operación a fin de elaborar un diagnóstico valorativo sobre su régimen de explotación y de establecer medidas dirigidas a mejorar la eficiencia energética de los mismos.

Dedicación: 20h
Grupo grande/Teoría: 2h
Aprendizaje autónomo: 18h

6. Pyrolysis and gasification processes

Descripción:
Introduction
Opportunities and Future Prospects
Thermochemical principles
Classification of technologies
Electricity production by gasification
Pyrolysis processes

Objetivos específicos:
- The student is able to prepare a pre-feasibility study, related to the use of biomass gasification systems in different industrial and service sectors, by assessing the available resources.
- The student is able to carry out a basic engineering project related to energy supply using biomass gasification technologies.

Actividades vinculadas:
4. Exercises about power generation by biomass gasification.

Competencias relacionadas:
CEMT-5. Aplicar criterios técnicos y económicos en la selección del equipo térmico más adecuado para una determinada aplicación. Dimensionar equipos e instalaciones térmicas. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito de la producción, transporte, distribución, almacenaje y uso de la energía térmica.
CEMT-7. Analizar el comportamiento de equipos e instalaciones en operación a fin de elaborar un diagnóstico valorativo sobre su régimen de explotación y de establecer medidas dirigidas a mejorar la eficiencia energética de los mismos.

Dedicación: 14h
Grupo grande/Teoría: 2h
Aprendizaje autónomo: 12h

7. Waste to energy

Descripción:
Environmental impacts of waste to energy (WTE) conversion plants
Types of feedstock for WTE systems and their characteristics
Waste to energy systems, engineering and technology
Pollution control systems for waste to energy technologies
WTE conversion plants in the framework of Circular Economy Policy

Objetivos específicos:
- The student is able to analyse and estimate the potential energy recovery from feedstock and the significant benefits that represent their valorisation in waste-to-energy systems.
- The student is able to evaluate a waste-to-energy conversion plant from a sustainable perspective.

Actividades vinculadas:
Exercises devoted to estimate: the calorific value of waste-feedstock; the energy production and the emissions generated in waste-to-energy facilities.

Competencias relacionadas:
CEMT-1. Entender, describir y analizar, de forma clara y amplia toda la cadena de conversión energética, desde su estado como fuente de energía hasta su uso como servicio energético. Identificar, describir y analizar la situación y características de los distintos recursos energéticos y de los usos finales de la energía, en sus dimensiones económica, social y ambiental; y formular juicios valorativos.

Dedicación: 7h
Grupo grande/Teoría: 2h
Aprendizaje autónomo: 5h

8. Legislation and regulatory frameworks

Descripción:
European regulations.
Spanish legislation.

Objetivos específicos:
- The student knows and understands the environmental connotations of the use of biomass and waste as energy sources and be able to make value judgments.
- The student knows the main regulatory frameworks for the use of biomass and waste as energy sources.

Competencias relacionadas:
CEMT-1. Entender, describir y analizar, de forma clara y amplia toda la cadena de conversión energética, desde su estado como fuente de energía hasta su uso como servicio energético. Identificar, describir y analizar la situación y características de los distintos recursos energéticos y de los usos finales de la energía, en sus dimensiones económica, social y ambiental; y formular juicios valorativos.

Dedicación: 3h
Grupo grande/Teoría: 1h
Aprendizaje autónomo: 2h

9. Socioeconomic aspects

Descripción:
Social and economic impact.
Value Chain
Business Case Studies

Objetivos específicos:
- The student knows and understands the role of biomass in the context of the energy system at the global and regional scale, its economic, social and environmental connotations, and the impact of technologies on a local and global context and is able to develop value judgments about the opportunities, threats and barriers on biomass utilization.
- The student knows the policies of promotion of biomass as an energy resource and is able to critically analyse them.

Actividades vinculadas:
5. Study visit

Competencias relacionadas:
CEMT-1. Entender, describir y analizar, de forma clara y amplia toda la cadena de conversión energética, desde su estado como fuente de energía hasta su uso como servicio energético. Identificar, describir y analizar la situación y características de los distintos recursos energéticos y de los usos finales de la energía, en sus dimensiones económica, social y ambiental; y formular juicios valorativos.

Dedicación: 9h
Grupo grande/Teoría: 1h
Grupo mediano/Prácticas: 2h
Aprendizaje autónomo: 6h

ACTIVIDADES

1. Exercises on characterization and properties of biofuels.

Descripción:
Autonomous resolution of exercises about characterization and properties of biofuels

Objetivos específicos:
To deepen in the theoretical knowledge and its application to solve practical exercises on characterization and properties of biofuels.

Material:
Exercise statement
Bibliographic references and data sources.

Entregable:
Results report

Competencias relacionadas:
CEMT-4. Realizar de forma eficiente la obtención de datos de recursos renovables de energía y su tratamiento estadístico, así como aplicar conocimientos y criterios de valoración en el diseño y evaluación de soluciones tecnológicas para el aprovechamiento de recursos renovables de energía, tanto para sistemas aislados como conectados a red. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito del aprovechamiento de los recursos renovables de energía.

Dedicación: 4h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 0h 30m
Actividades dirigidas: 2h
Aprendizaje autónomo: 2h

2. Exercise on designing and planning a supply chain

Descripción:
Group work on an exercise about designing and planning a supply chain (role game)

Objetivos específicos:
To deepen in the theoretical knowledge and its application to solve practical exercises on supply chains design and planning.

Material:
Exercise statement
Bibliographic references and data sources.

Entregable:
Results report

Competencias relacionadas:
CEMT-4. Realizar de forma eficiente la obtención de datos de recursos renovables de energía y su tratamiento estadístico, así como aplicar conocimientos y criterios de valoración en el diseño y evaluación de soluciones tecnológicas para el aprovechamiento de recursos renovables de energía, tanto para sistemas aislados como conectados a red. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito del aprovechamiento de los recursos renovables de energía.

Dedicación: 11h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Actividades dirigidas: 5h
Aprendizaje autónomo: 3h

3. Exercises on biomass combustion with electric and thermal energy production.

Descripción:
Autonomous resolution of an exercise about biomass combustion with electric and thermal energy production.

Objetivos específicos:
To deepen in the theoretical knowledge and its application to solve practical exercises on biomass combustion.

Material:
Exercise statement
Bibliographic references and data sources.
Solved examples

Entregable:
Results report

Competencias relacionadas:
CEMT-7. Analizar el comportamiento de equipos e instalaciones en operación a fin de elaborar un diagnóstico valorativo sobre su régimen de explotación y de establecer medidas dirigidas a mejorar la eficiencia energética de los mismos.
CEMT-5. Aplicar criterios técnicos y económicos en la selección del equipo térmico más adecuado para una determinada aplicación. Dimensionar equipos e instalaciones térmicas. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito de la producción, transporte, distribución, almacenaje y uso de la energía térmica.

Dedicación: 13h
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h
Actividades dirigidas: 4h
Aprendizaje autónomo: 5h

4. Exercises about power generation by biomass gasification.

Descripción:
Autonomous resolution of an exercise about power generation by biomass gasification.

Objetivos específicos:
To deepen in the theoretical knowledge and its application to solve practical exercises on biomass gasification.

Material:
Exercise statement
Bibliographic references and data sources.
Solved examples

Entregable:
Results report

Competencias relacionadas:
CEMT-5. Aplicar criterios técnicos y económicos en la selección del equipo térmico más adecuado para una determinada aplicación. Dimensionar equipos e instalaciones térmicas. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito de la producción, transporte, distribución, almacenaje y uso de la energía térmica.
CEMT-7. Analizar el comportamiento de equipos e instalaciones en operación a fin de elaborar un diagnóstico valorativo sobre su régimen de explotación y de establecer medidas dirigidas a mejorar la eficiencia energética de los mismos.

Dedicación: 11h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Actividades dirigidas: 4h
Aprendizaje autónomo: 5h

5. Study visit

Descripción:
Visit to a biomass related business activity

Objetivos específicos:
To deepen in the knowledge of biomass related business models.

Entregable:
Visit report. Main conclusions and takeaways.

Competencias relacionadas:
CEMT-1. Entender, describir y analizar, de forma clara y amplia toda la cadena de conversión energética, desde su estado como fuente de energía hasta su uso como servicio energético. Identificar, describir y analizar la situación y características de los distintos recursos energéticos y de los usos finales de la energía, en sus dimensiones económica, social y ambiental; y formular juicios valorativos.

Dedicación: 2h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Exam

Descripción:
Written exam

Objetivos específicos:
Assess the student attainment on the course learning outcomes, as a complement of the practical work done by the student during the semester.

Entregable:
The answers to the test questions, and the results of the exercises.

Dedicación: 2h
Grupo grande/Teoría: 2h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Cualquier acto de fraude académico, plagio o uso o mera tenencia al alcance de medios no autorizados en cualquier actividad de evaluación comportará la calificación de cero (0) en la prueba o entrega afectada. Además, de acuerdo con la normativa de la Universidad, la posible derivación de los hechos para la apertura de un expediente disciplinario implicará que la asignatura quede en el estado provisional de "pendiente de evaluación" hasta la resolución del expediente. La gestión de estas incidencias se lleva a cabo de acuerdo con el **Marco de actuación para la integridad académica en la evaluación de la UPC**.

35% Prueba escrita de control de conocimientos (PE):
15% Asistencia y participación en clases y laboratorios (AP)
50% Trabajos realizados en forma individual o en grupo a lo largo del curso (TR):

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Para la prueba escrita de control de conocimientos del estudiante podrá disponer sólo de un formulario y una calculadora programable.
Las normas específicas de los trabajos individuales y en grupo se publicarán en la intranet docente.

BIBLIOGRAFÍA

Complementaria:
- McGowan, Tom. Biomass and alternate fuel systems : an engineering and economic guide [en línea]. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, cop. 2009Disponible a: http://lib.myilibrary.com?id=277426. ISBN 9780470410288.
- BESEL, S.A. (Departamento de Energía). Biomasa: Cultivos energéticos [en línea]. Madrid: IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), 2007 [Consulta: 08/06/2014]. Disponible a: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10737_Biomasa_cultivos_energeticos_07_4bd9c8e7.pdf.
- Van Loo, Sjaak; Koppejan, Jaap. The handbook of biomass combustion and co-firing. London: Earthscan, cop. 2008. ISBN 9781844072491.
- Knoef, H.A.M. [ed]. Handbook biomass gasification. 2nd ed. Enschede, the Netherlands: BTG Biomass Technology Group, 2012. ISBN 9789081938501.
- Larson, Eric D. Sustainable bioenergy: a framework for decision makers [en línea]. New York: UN-Energy, 2007 [Consulta: 08/06/2014]. Disponible a: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1094e/a1094e00.pdf. ISBN 9789211261271.
- Hildegard Lyko, Görge Deerberg, Eckhard Weidner. "Coupled production in biorefineries - Combined use of biomass as a source of energy, fuels and materials". Journal of Biotechnology [en línea]. 142 (2009) 78-86 [Consulta: 08/02/2018]. Disponible a: https://www.sciencedirect.com/science/journal/01681656.

RECURSOS

Otros recursos:

International Energy Agency. Technology Roadmap: Bioenergy for Heat and Power. Release Date: 29 May 2012
http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2012_Bioenergy_Roadmap_2nd_Edition_WEB.pdf />
The European Technology Platform on Renewable Heating and Cooling (RHC-Platform). Biomass Technology Roadmap. Brussels, 2014
http://www.rhc-platform.org/fileadmin/Publications/Biomass_Technology_Roadmap.pdf />
World Energy Outlook
http://www.worldenergyoutlook.org/ />
REN21 RENEWABLES 2015. GLOBAL STATUS REPORT. Paris, 2015
http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015_Onlinebook_low1.pdfdmap_2nd_Edition_WEB.pdf