Grupo de Investigación en Tecnologías Ambientales

ACTORES SOCIALES FRENTE AL DESAFÍO DE LA SUSTENTABILIDAD II

SANTIAGO MARÍA REYNA

Director del Programa

SANTIAGO MARÍA REYNA
MARTA JULIÁ

Editores

Ministerio de SERVICIOS PÚBLICOS

UNC

FCEFyN

ACTORES SOCIALES FRENTE AL DESAFíO DE LA SUSTENTABILIDAD II

PROYECTOS CONSOLIDAR 2018-2021

Santiago María Reyna
Marta Susana Juliá
Editores

FCEFyN
UNC
Universidad Nacional de Córdoba
Ministerio de SERVICIOS PÚBLICOS

PROYECTOS CONSOLIDAR 2018-2021

ACTORES SOCIALES FRENTE AL DESAFíO DE LA SUSTENTABILIDAD II

Editores de contenido

Santiago María Reyna

Marta Susana Juliá

Autores

Marta Susana Juliá - Santiago María Reyna - Mónica Buraschi – Teresa M. Reyna – Pablo Recabarren – Fabián López – Sergio Devalis – Francisco A. Delgadino - María Florencia Peretti - Celina N. Amato - Fabián Fulginiti – María Florencia Bianco - María Lábaque - Rocío Bianchi – Sofía Neyra – Manuel M. Reyna – Magalí Carro Pérez - Rocío Medina – Lourdes I. Marini – Agustina Regali – Federico José Strauss Bertolini - Marco Gauna – Salvador Degano – Cecilia Bertolino

Edición de portada y formato

María Florencia Bianco

Este libro fue realizado con el aporte económico de la Secretaría de Ciencia y Tecnología (SeCyT)y el apoyo a los becarios y sus directores por parte del Ministerio de Servicios Públicos de la Provincia de Córdoba.

Se autoriza la reproducción total o parcial de esta obra, para fines educativos u otros fines no comerciales, siempre que se cite la fuente.

Reyna, Santiago María
Actores Sociales Frente al Desafío de la Sustentabilidad II : Grupo de Investigación en Tecnologías Ambientales / Santiago María Reyna ; contribuciones de Marta Susana Juliá... [et al.] ; dirigido por Santiago María Reyna ; editado por María Florencia Bianco. - 1a ed. - Córdoba : Santiago María Reyna, 2021.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-88-0807-9

1. Energía Renovable. 2. Energía Eólica. 3. Energía Geotérmica. I. Juliá, Marta Susana, colab. II. Bianco, María Florencia, ed. III. Título.
CDD 621.042

© 1ª Edición Julio del 2021

Los artículos publicados en este libro han sido transcriptos literalmente de los originales enviados por sus autores, siendo de ellos la responsabilidad exclusiva de sus contenidos y redacción.

ISBN 978-987-88-0807-9

ÍNDICE

PRÓLOGO **15**

MAG. ING. PABLO RECABARREN 15

PRÓLOGO **19**

ING. FABIÁN LÓPEZ, PH.D. 19

ENSAYOS SOBRE LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y SUS ACTORES FRENTE A LA SUSTENTABILIDAD **21**

LAS NORMATIVAS Y LOS ASPECTOS TECNOLÓGICOS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES COMO CONTEXTO PARA SU DESARROLLO EN CÓRDOBA **23**

SANTIAGO M. REYNA 23

LAS ENERGÍAS RENOVABLES: POLÍTICAS, NORMAS, INSTITUCIONES E IMPLEMENTACIÓN EN ARGENTINA **33**

MARTA S. JULIÁ 33

DEMOCRACIA Y POLÍTICAS AMBIENTALES **43**

FRANCISCO A. DELGADINO 43

LA BIOENERGÍA Y LA SUSTENTABILIDAD DE SU CADENA DE VALOR **49**

MÓNICA BURASCHI, MARÍA FLORENCIA PERETTI, CELINA N. AMATO 49

ENERGÍAS RENOVABLES – HIDROELECTRICIDAD DE PEQUEÑA ESCALA **55**

TERESA M. REYNA 55

UN PANORAMA DEL SECTOR DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y SUS REFERENTES **61**

SERGIO DEVALIS 61

ASPECTOS ECONÓMICOS Y TÉCNICOS ASOCIADOS A LAS ENERGÍAS RENOVABLES **71**

CAPÍTULO 1: LA CADENA DE VALOR DEL BIODIÉSEL ARGENTINO **73**

MGTER. MÓNICA BURASCHI 73
INTRODUCCIÓN 74
1- ESTRUCTURA DE ENTRADAS Y SALIDAS DE LA CADENA DEL BIODIÉSEL 75
2- ALCANCE GEOGRÁFICO 81
3- GOBERNANZA DE LA CADENA DEL BIODIÉSEL 84
REFLEXIÓN FINAL 86

CAPÍTULO 2: POTENCIAL DE RECURSO EÓLICO EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA ... **91**

María Florencia Bianco, Santiago M. Reyna, María Lábaque 91
Introducción 92
1- Datos de recurso eólico en Córdoba 94
2- Otros aspectos que influyen en la localización 95
Áreas Naturales Protegidas 96
Red vial 97
Red eléctrica 98
Velocidades de viento a altura apropiada 98
Asentamientos humanos 103
Bosques cultivados y Reservas Forestales Intangibles 104
Cursos y cuerpos de agua 105
Área final disponible para uso del recurso eólico 106
3- Potencial teórico máximo para la provincia 107
Rosas de los vientos en Córdoba 107
Breves reflexiones sobre el capítulo 111

CAPÍTULO 3: ENERGÍA SOLAR EN ARGENTINA 113

María Agustina Regali, Santiago M. Reyna, Fabián Fulginiti 113
Introducción 113
1- Tecnologías para el aprovechamiento activo 114
Conversión a energía térmica 114
Conversión a energía eléctrica 115
2- Base de datos de recurso solar 116
3- Estado del arte 119
Energía solar térmica de baja temperatura: Situación actual 119
Energía fotovoltaica: situación Actual 121
Aprovechamiento de la energía solar en Argentina 123
Comentarios finales 124

CAPÍTULO 4: BIOGÁS EN ARGENTINA 127

Rocío Medina, Santiago M. Reyna, Fabián Fulginiti 127
Introducción 128
1- Planteamiento de la problemática 129
2- Biogás 130
Aplicación del biogás 131
Etapas de la digestión anaeróbica 133
Factores que influyen en la producción de biogás 135
Tipos de Biodigestores 135
Subproducto de la producción de biogás 137
3- Historia y Estado del Arte del biogás 138

Situación en Argentina *139*
Situación en Córdoba *146*
4- CONCLUSIONES 151

BIBLIOGRAFÍA 151

CAPÍTULO 5: ESTADO DEL ARTE DEL BIOETANOL GENERADO A PARTIR DE MAÍZ 153

ROCÍO BIANCHI, SANTIAGO M. REYNA, FABIÁN FULGINITI 153
INTRODUCCIÓN 154
BIOETANOL Y SU MATERIA PRIMA 155
PROCESO DE GENERACIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE MAÍZ 160
GENERACIÓN DE BIOETANOL EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA 163
BIOCOMBUSTIBLES EN ARGENTINA: MATRIZ ENERGÉTICA Y LEGISLACIÓN ASOCIADA 163
CONTEXTO INTERNACIONAL EN MATERIA DE BIOCOMBUSTIBLES 166
BREVES REFLEXIONES FINALES 169

CAPÍTULO 6: ESTADO DEL ARTE EN EL ÁREA DE LOS BIOCOMBUSTIBLES, PARTICULARMENTE EN EL BIODIESEL PRODUCIDO A PARTIR DE LA SOJA 171

SOFÍA NEYRA, SANGIAGO M. REYNA, FABIÁN FULGINITI 171
INTRODUCCIÓN 172
1- BIOENERGÍA 175
2- BIODIESEL Y SUS PROPIEDADES 176
HISTORIA Y SITUACIÓN ACTUAL DEL BIODIESEL EN ARGENTINA 180
1) Modificación ley 26.093 ..... *181*
Proyecto de Ley: *182*
PRECIO BIODIESEL 183
Resolución 1/2021 ..... *184*
SITUACIÓN ACTUAL 185
Situación actual en Estados Unidos *197*
REFLEXIONES FINALES 199

CAPÍTULO 7: ETIQUETADO AMBIENTAL EDILICIO, ESTADO ACTUAL 203

LOURDES MARINI, SANTIAGO M. REYNA, FABIÁN FULGINITI 203
INTRODUCCIÓN 203
CONCEPTOS TÉCNICOS 206
Uso y diseño eficiente de viviendas *206*
Sistemas de etiquetado *208*
AVANCES EN EL PAÍS 211
A nivel Nacional: *211*
PROVINCIA DE CÓRDOBA 213
CONCLUSIÓN 216

CAPÍTULO 8: MODELADO DE LA EFICIENCIA GEOTÉRMICA DE BAJA ENTALPÍA.....219

MANUEL M. REYNA, MAGALÍ E. CARRO PÉREZ, SANTIAGO M. REYNA..... 219
INTRODUCCIÓN 220
Geotermia de baja entalpía 220
Bombas de calor 221
Bombas geotérmicas con sonda vertical 224
Bombas geotérmicas con sonda horizontal 226
EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICAS 227
Comparación con la eficiencia de calefacción por gas natural 227
Comparación con la eficiencia de calefacción por gas licuado de petróleo..... 228
Evaluación del funcionamiento en verano..... 229
MODELO UTILIZADO 229
DISCUSIÓN 232
Comparación de los rendimientos típicos 232
Longitudes óptimas 233
Sensibilidad a la conductividad térmica del suelo 236
Efectos del clima del sitio..... 237
Separación entre sondas..... 237
CONCLUSIONES 238
Dependencia de las características del suelo, las condiciones climáticas y constructivas..... 239
Conclusiones del modelo 240
Recomendaciones generales 241

***NORMATIVAS ASOCIADAS A LAS ENERGÍAS RENOVABLES* 245**

CAPITULO 9: EL ANÁLISIS DE LAS POLÍTICAS SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES EN LAS LEYES NACIONALES VIGENTES (PANORAMA GENERAL).....247

DRA. MARTA JULIÁ 247
INTRODUCCIÓN 248
1- LAS POLÍTICAS Y LA COMPLEJIDAD 249
2- LA FORMULACIÓN NORMATIVA SOBRE EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN ARGENTINA Y EL DESARROLLO ALCANZADO 251
3- LOS ASPECTOS INSTITUCIONALES VINCULADOS A LAS ENERGÍAS RENOVABLES 255
LAS DIMENSIONES OBJETO DE ANÁLISIS EN LAS LEYES NACIONALES..... 260
LAS VARIABLES OBJETO DE ANÁLISIS EN LAS LEYES SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES..... 261
PRINCIPALES REFLEXIONES A PARTIR DEL ANÁLISIS REALIZADO..... 263

CAPÍTULO 10: ENERGÍA EÓLICA Y NORMATIVAS ASOCIADAS.....267

MARÍA FLORENCIA BIANCO, MARTA S. JULIÁ, SANTIAGO M. REYNA 267

INTRODUCCIÓN 268
1- LEGISLACIÓN NACIONAL 268
Ley 24.065: Régimen de la Energía Eléctrica 269
Ley 25.019: Régimen Nacional de Energía Eólica y Solar 270
Ley 26.190: Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica 272
Ley 27.191: Modificación del Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica (ley 26.190) 274
Ley 27.424: Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica 275
2- LEGISLACIÓN PROVINCIAL 276
Ley 8.810: Las energías renovables y el uso racional de la energía 277
Ley 9.229: Ampliación del Acuerdo de Participación en el Proyecto de Energías Renovables en Mercados Eléctricos Rurales - PERMER 277
Ley 10.397: Adhiere la Provincia de Córdoba a la Ley Nacional Nº 26.190 y su modificatoria Nº 27.191 -Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica 277
Ley 10.572: Declara de interés provincial el Uso Racional y Eficiente de la Energía 277
Ley 10.604: Adhiere Córdoba a la Ley Nacional Nº 27.424 "Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública 278
3- PROGRAMAS DE FOMENTO 278
RenovAr: Programa de abastecimiento de energía eléctrica a partir de fuentes renovables 278
MaTer: Mercado a Término de Energía Eléctrica de Fuente Renovable 279
PERMER: Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales 279
GENERACIÓN DISTRIBUIDA DE ENERGÍAS RENOVABLES: Régimen para su fomento 280
CERTIFICACIONES Y NORMAS 281
Normas Internacionales 281
Otras normas enfocadas a la certificación de pequeños aerogeneradores 282
Certificación en Argentina 282
Organismos certificadores 283
BREVES REFLEXIONES SOBRE EL CAPÍTULO 283

CAPÍTULO 11: BIOMASA Y NORMATIVAS ASOCIADAS 287

SOFÍA NEYRA, ROCÍO BIANCHI, ROCÍO MEDINA, MARTA S. JULIÁ, SANTIAGO M. REYNA 287
INTRODUCCIÓN 288

1- LEGISLACIÓN NACIONAL 289
Leyes Nacionales y decretos reglamentarios..... 289
Ley Nacional 26.190/06: Régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica..... 290
Ley Nacional 26.093/06: Régimen de Regulación y Promoción de la Producción y Uso de Biocombustibles..... 291
Ley Nacional 26.334/07: Régimen de Promoción de la Producción de Bioetanol 292
Ley Nacional 27.191/15: Modificación del Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica (ley 26.190) 292
Ley Nacional 27.424/17: Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública. 293
Decretos, resoluciones y normas nacionales 294
Decreto 1.738/92: Reglamentación de la Ley N° 24.076 que regula la actividad de transporte y distribución de gas natural como servicio público nacional... 294
Resolución 129/01: Definición del Biodiesel. Punto de inflamación. Contenido de azufre máximo, y otras especificaciones. 294
Decreto 1.396/01: Plan de Competitividad para el Combustible Biodiesel. Modificaciones al Impuesto sobre los Combustibles Líquidos y el Gas Natural. Normas Complementarias..... 295
Resolución 1.283/06: Impuesto sobre los combustibles líquidos y el gas natural. Especificaciones que deberán cumplir los combustibles que se comercialicen para su consumo en el territorio nacional..... 295
Resolución 1.293/08: Mecanismo de selección, aprobación y orden de prioridades de proyectos de producción. Beneficios promocionales del Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles..... 296
Resolución 1.295/08: Especificaciones de calidad que deberá cumplir el bioetanol..... 297
Resolución 1.296/08: Condiciones mínimas que deben cumplir las Plantas de Biocombustibles en relación a la seguridad contra incendio..... 297
Resolución 6/10: Especificaciones de calidad que deberá cumplir el biodiesel. 297
Resolución 108/11: Habilítase la realización de Contratos de Abastecimiento entre el Mercado Eléctrico Mayorista y las ofertas de disponibilidad de generación y energía asociada..... 297
Decreto 543/16: Porcentaje obligatorio de Bioetanol. Abastecimiento..... 298
Resolución 375/16: Convocatoria a Escuelas Rurales para la Instalación y Uso de Biodigestores. 298

Resolución 415/17. ..... *298*
Resolución 83/18: Regímenes de promoción. Biocombustibles. Ley 26.093. Determinación del precio de adquisición del biodiesel destinado a la mezcla en el mercado interno. *299*
Norma IRAM 6515-1. ..... *299*
2- LEGISLACIÓN PROVINCIAL 299
Regulación de los sistemas intensivos y concentrados de producción animal (SICPA) *299*
Ley Provincial 8.810/99: Las energías renovables y el uso racional de la energía. *300*
Ley Provincial 9.306/06: Regulación de los sistemas intensivos y concentrados de producción animal (SICPA). *300*
Ley Provincial 9.397/07: Promoción de la producción, procesamiento y uso sustentable de biocombustibles en el ámbito del territorio provincial. *301*
Ley Provincial 10.397/16: Adhesión de la Provincia de Córdoba a la Ley Nacional N° 26190 y su modificatoria N° 27191 -Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica-. *302*
Ley Provincial 10.572/18: Declara de interés provincial el Uso Racional y Eficiente de la Energía. *302*
Ley Provincial 10.604/19: Adhiere Córdoba a la Ley Nacional N° 27.424 "Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública. *303*
Ley Provincial 10.721: Ley de promoción y desarrollo para la producción y consumo de biocombustibles y bioenergía. *303*
3- PROGRAMAS DE FOMENTO 305
RenovAr: Programa de abastecimiento de energía eléctrica a partir de fuentes renovables. *305*
PROBIOMASA *306*
PROBiogas *306*
PROSAP *307*
BREVES REFLEXIONES SOBRE EL CAPÍTULO 307

CAPÍTULO 12: ENERGÍA SOLAR Y NORMATIVAS ASOCIADAS 311

AGUSTINA REGALI, MARTA S. JULIÁ, SANTIAGO M. REYNA 311
INTRODUCCIÓN 311
1- LEGISLACIÓN NACIONAL 312
Ley 25.019/1998: Régimen Nacional de Energía Eólica y Solar *312*
Ley 26.190/2006: Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica *314*

Ley 27.191/2015: Modificación del Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica (ley 26.190) *315*
Ley 27.424/2017: Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública *315*
2- LEGISLACIÓN PROVINCIAL 316
Ley 8.810/1999: Las energías renovables y el uso racional de la energía *316*
Ley 10.573/2018: Sistemas de Aprovechamiento de Energía Solar Térmica de Baja Temperatura para el abastecimiento de Agua Caliente *316*
Ley 10.572/2018: Declara de interés provincial el Uso Racional y Eficiente de la Energía *317*
Ley 10.604/2019: Adhesión a Ley Nacional 27.424/2017 ..... *317*
OBSERVACIONES 319

CAPÍTULO 13: EFICIENCIA ENERGÉTICA Y NORMATIVAS ASOCIADAS 321

LOURDES MARINI, MARTA S. JULIÁ, SANTIAGO M. REYNA 321
INTRODUCCIÓN 321
1- LEGISLACIÓN NACIONAL 322
Ley 25.675: Ley general de ambiente y presupuestos mínimos. *322*
Ley 27.424: Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública *326*
PROYECTO DE LEY: LEY DE EFICIENCIA ENERGÉTICA *326*
2- LEGISLACIÓN PROVINCIAL 330
Ley 10.208: Política Ambiental Provincial *330*
Ley 10.572: "Declaración de interés provincial del uso racional y eficiente de la energía" *330*
PROYECTO DE LEY: Etiquetado Ambiental Edilicio. *332*
OBSERVACIONES 333

CAPÍTULO 14: ENERGÍA GEOTÉRMICA DE BAJA ENTALPÍA Y NORMATIVAS ASOCIADAS 335

MANUEL M. REYNA, MARTA S. JULIÁ, SANTIAGO M. REYNA 335
INTRODUCCIÓN 336
LEGISLACIÓN NACIONAL 337
Constitución Nacional *337*
Tratados internacionales *337*
Leyes nacionales sobre ambiente y energía *338*
LEGISLACIÓN PROVINCIAL 338
NORMAS TÉCNICAS ARGENTINAS 339
NORMAS EXTRANJERAS DE ESTÁNDARES PARA SISTEMAS DE BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICAS . 340

NORMAS EXTRANJERAS DE EFICIENCIA DE SISTEMAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN 342
PROGRAMAS DE FOMENTO 344
Programas vigentes a nivel nacional 344
Programas vigentes a nivel provincial 345
Aplicación de los programas a la energía geotérmica de baja entalpía 345
BREVES REFLEXIONES SOBRE EL CAPÍTULO 346

CAPÍTULO 15: MAPA DE ACTORES EN MATERIA DE ENERGÍAS RENOVABLES 347

AUTORES: ALUMNOS DE LA MAESTRÍA EN GENERACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES FCEFYN- UNC 2020, MARTA S. JULIÁ 347
INTRODUCCIÓN 348
LA PROPUESTA DE IDENTIFICACIÓN DE ACTORES (DESCRIPCIÓN) 349
EL MARCO JURÍDICO, POLÍTICO E INSTITUCIONAL 350
LOS ACTORES DE ACUERDO A LOS PROYECTOS 352
1- Paneles fotovoltaicos de energía solar para abastecimiento de una pequeña población 352
2- Energía solar térmica 354
3- Energía geotérmica de baja entalpía 356
SECTOR 356
NACIONALES 356
PROVINCIALES/LOCALES 356
4- Biogás 358
5- Biomasa 362
6- Eficiencia Energética 363
7- Energía Solar Fotovoltaica 366
8- Energía eólica 370
REFLEXIONES FINALES SOBRE EL CAPÍTULO 374

CAPÍTULO 16: IMPLEMENTACIÓN DE LAS POLÍTICAS: EL CASO DEL PROGRAMA DE ENERGÍA RENOVABLE EN MERCADOS RURALES (PERMER) 377

FEDERICO JOSÉ STRAUSS BERTOLINI, MARTA S. JULIÁ 377
INTRODUCCIÓN 377
IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA 379
EVOLUCIÓN DEL PROGRAMA 381
GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DEL PROYECTO 384
REFLEXIONES FINALES 385

PRÓLOGO

Mag. Ing. Pablo Recabarren

Este segundo libro del Grupo de Investigación en Tecnologías Ambientales, dirigido por el Dr. Ing. Santiago Reyna, docente e investigador de nuestra Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba y del Consejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, avanza decididamente sobre las normativas relacionados con las problemáticas del ambiente. Lo hace, reconociendo al espacio gubernamental como a un actor destacado con obligada capacidad de generar las condiciones necesarias para el desarrollo de las soluciones para que el futuro de un planeta sano, como legado a las generaciones venideras, no sea una utopía o meros discursos de los gobiernos para seducir a potenciales votantes. La criticidad de la tragedia ambiental impone tomas de decisión y el desarrollo de políticas ambientales efectivas y de implementación a corto plazo.

Corresponde a las universidades, principalmente a las que se destacan por su volumen y por ser de gestión estatal, estudiar, investigar, desarrollar y generar vías de solución que, dentro del marco legal y de fomento necesarios, se constituyan en acciones y herramientas concretas para la morigeración del impacto de las actividades humanas en el medio en el que ellas se desenvuelven, diseñadas y construidas sobre los conceptos de sostenibilidad.

Estos criterios ya han sido decididos a nivel global, en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, como dogma mandatorio de toda actividad humana con fuerte demanda en las acciones de gobierno. A pesar de ser conocidos y adecuadamente difundidos, nunca está de más recordarlos: 1) Fin de la Pobreza, 2) Hambre Cero, 3) Salud y Bienestar, 4) Educación de Calidad, 5) Igualdad de Género, 6) Agua Limpia y Saneamiento, 7) Energía Asequible y No Contaminante, 8) Trabajo Decente y Crecimiento Económico, 9) Industria, Innovación e Infraestructura, 10) Reducción de las Desigualdades, 11) Ciudades y Comunidades Sostenibles, 12) Producción y Consumo Responsables, 13) Acción por el Clima, 14) Vida Submarina, 15) Vida de Ecosistemas Terrestres, 16) Paz, Justicia e Instituciones Sólidas y 17) Alianzas para Lograr los Objetivos.

De entre estos 17 objetivos del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, se identifican 12 de ellos, explícitamente vinculados a la cuestión ambiental, aunque la coherencia del esquema es tal, que la totalidad es consistente con un ambiente saludable, en diferentes aspectos y visiones. No es pensable el fin de la pobreza, del hambre, y el bienestar de las personas si no lo es en un entorno de salud ambiental.

Este segundo libro sobre "Actores Sociales Frente al Desafío de la Sustentabilidad" representa un decidido paso en la búsqueda de planteos de acción, que nos hacen preguntarnos acerca de lo que estamos haciendo en la materia y lo que hemos hecho, en tanto sirva para la búsqueda de soluciones, dejando en segundo lugar las culpas y responsabilidades, tanto en lo personal, en lo local, regional y global, en tanto que todos nos consideremos "actores sociales" comprometidos con un futuro digno de ser esperado y en lo que debe hacerse, con la premura que la contingencia demanda.

En una recorrida acerca de la normativa existente, podemos comenzar por lo que expresa nuestra Constitución Nacional. Encontramos en nuestra Ley fundamental una clara y explicita mención en el artículo 41º, el que me permito transcribir, dada la importancia que tiene en el tema que nos ocupa.

Artículo 41 de la Constitución de la Nación Argentina:

Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo…

Cada derecho establecido en la Constitución, establece la consiguiente obligación del Estado y de quienes ostentan la responsabilidad de su conducción, en su prosecución, a fin de que tal derecho sea una realidad y no solamente un acto de declamación. Lo antedicho establece un marco amplio, dentro del que las normas, a diferentes niveles, ya sean nacionales, provinciales o comunales, deben alinearse a fin de que el conjunto sea virtuoso en términos del cuidado del ambiente.

La tensión entre desarrollo ambiental y ambientalismo, encuentra en el desarrollo sostenible, las respuestas que amparan al crecimiento de las sociedades, garantizando un futuro venturoso en el marco de un ambiente sano, indispensable como base para el desenvolvimiento de comunidades con un buen estándar de vida.

Estos conceptos se edifican sobre normas que establecen las condiciones adecuadas para alcanzar el anhelado planeta mejor, para beneplácito de las sociedades humanas y en ello radica la importancia del contenido de este segundo volumen. Por lo que, desde la visión de un formador educativo, felicito y agradezco a los autores de estos artículos por el importante contenido expuesto en ellos, con esperanza en el impacto

que tengan como inspiradores de quienes construyen las comunidades en que vivimos.

Mag. Ing. Pablo Recabarren
Decano de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, UNC
pablo.recabarren@unc.edu.ar
Junio de 2021

PRÓLOGO

Ing. Fabián López, Ph.D.

El Ministerio de Servicios Públicos de la provincia de Córdoba lleva adelante un conjunto de iniciativas cuyo objetivo final es dar respuesta a los desafíos del crecimiento por medio del desarrollo sostenible en lo vinculado a los servicios y, en particular, a los temas energéticos. Tenemos la responsabilidad de resolver tanto aquellos problemas actuales como de plantear estrategias para anticiparnos a nuevas realidades. Quizás el mayor de los desafíos sea integrar inteligentemente nuestras políticas al conjunto de acciones de mitigación y adaptación al Cambio Climático y de Transición y Transformación Energética. En este sentido, es imprescindible la articulación y colaboración interdisciplinaria para la elaboración de políticas, planes, estudios y programas que evalúen la situación presente y sean proactivos en la planificación de la satisfacción de las necesidades energéticas, migrando de una economía energizada por combustibles fósiles a otra cuya base sea renovable, todo en un plan de transición que diversifique la matriz, optimice el aprovechamiento de nuestros recursos y trabajando sobre la eficiencia energética y el uso sustentable de la energía.

La cooperación a través de redes de gobiernos locales junto a los diversos actores sociales y productivos es fundamental para buscar la equidad, la dignidad y la sostenibilidad. Poder lograr todos estos objetivos que mencionamos representa un desafío y al mismo tiempo una oportunidad para transformar vidas y economías. Las políticas públicas que se implementen deben responder tanto a dar solución a las dificultades que se enfrentan, como a maximizar las oportunidades de desarrollo humano y cuidado ecosistémico de nuestras comunidades y territorios, prestando particular atención a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, así como a los compromisos emergentes de haber adherido nuestro país al Pacto de Paris (2015).

Desde el Gobierno de Córdoba, hacemos énfasis en la promoción de la producción y del uso de energías alternativas para suplantar el consumo de los recursos no renovables, disminuyendo de esta manera las emisiones de gases efecto invernadero y reduciendo la huella de carbono de nuestra economía, incluyendo acciones vinculadas al fomento del uso eficiente de la energía para el cuidado del ambiente. Algunas iniciativas llevadas a cabo para optimizar el consumo energético de las

empresas cordobesas y minimizar el impacto ambiental en la provincia son: el Programa Provincial de Energías Renovables en Zonas Aisladas para el Desarrollo Social y Productivo, el Programa de Repotenciación de Escuelas, el Programa de Acceso Universal a la Energía, el Programa +Sol +Energía, el Programa de Eficiencia Energética para pymes, el Laboratorio de Energía Córdoba 2020, actividades realizadas en el marco de bioenergías, las acciones de generación distribuida y generación distribuida comunitaria y los nuevos marcos normativos.

Para el logro de los objetivos de reducción de gases efecto invernadero, las energías renovables colaboran en varios aspectos. Primero, llegan a lugares aislados donde la promoción o la extensión de redes de servicios públicos es más difícil u oneroso. Además, hacer micro redes con sistemas renovables puede ser una alternativa viable para mejorar la eficiencia de los sistemas eléctricos tradicionales. La idea es lograr progresivamente una matriz energética más limpia con todo el sector residencial e industrial que tiene acceso a redes eléctricas, con la incorporación de herramientas potentes como es la eficiencia energética y la generación distribuida, en particular la comunitaria.

En este sentido, es importante continuar trabajando en forma conjunta desde distintos sectores y disciplinas para promover iniciativas transformadoras, innovadoras y disruptivas. Para ello, es necesario profundizar sobre el escenario actual donde nos encontramos, tanto desde el aspecto técnico de cada una de las energías, como respecto a los recursos disponibles en la provincia. También es importante el análisis de la situación actual en cuanto a políticas, normativas y programas de fomento existentes en el ámbito nacional y provincial. Solo conociendo la situación presente es como podremos actuar sobre ella y proyectar nuestro futuro de manera óptima y eficiente para lograr los objetivos de desarrollo sustentable, cuidado del ambiente y adaptación y mitigación al Cambio Climático. Por todo esto es que estamos felices con este nuevo libro que pretende ser un aporte en este sentido, así como un elemento de consulta, y propositivo, en este proceso.

Ing. Fabián López, Ph.D.
Ministro de Servicios Públicos
Provincia de Córdoba
Julio de 2021

ENSAYOS SOBRE LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y SUS ACTORES FRENTE A LA SUSTENTABILIDAD

LAS NORMATIVAS Y LOS ASPECTOS TECNOLÓGICOS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES COMO CONTEXTO PARA SU DESARROLLO EN CÓRDOBA

Santiago M. Reyna[1]

Resumen

Por medio de este ensayo buscamos invitar a reflexionar sobre el rol que juega cada uno de nosotros en el desarrollo sustentable de nuestro país, particularmente el vinculado al desarrollo de las energías renovables, y hacer una breve introducción a los contenidos que son tratados en los capítulos siguientes. Este libro es el resultado de los trabajos de investigación realizados por varios grupos dentro del programa de "Actores Sociales Frente al Desafío de la Sustentabilidad", financiado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología, y alumnos y docentes de la Maestría en Generación de Energías Renovables de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, de la Universidad Nacional de Córdoba. A lo largo de este ensayo en particular, se presenta un resumen del estado del desarrollo tecnológico y normativo de los distintos tipos de energías renovables en Argentina, y en la provincia de Córdoba específicamente; un panorama acerca de las motivaciones por las cuales ha sido creada la Maestría en Generación de Energías Renovables, y el alcance que abarca la formación de sus egresados.

En este artículo, también hacemos énfasis en el rol que juegan los consumidores y la sociedad civil en el cuidado del ambiente, impulsando a las empresas a cambiar sus paradigmas, y la importancia que esto representa para las energías renovables en particular. Por otro lado, se hace una breve descripción de la situación en la que se encuentran los distintos tipos de aprovechamientos renovables respecto a sus normativas y a su desarrollo tecnológico. Se destaca la importancia de analizar la posible transformación de las centrales hidroeléctricas existentes a turbinado y bombeo, y se estudia el estado de madurez del resto de las energías que pueden ser explotadas en la provincia de Córdoba (eólica, solar, biomasa).

[1] Ph.D. en Ingeniería de la Universidad de Purdue; Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Córdoba. santiago.reyna@unc.edu.ar

Palabras claves

Energías Renovables. Actores Sociales. Sustentabilidad. Maestría en Generación de Energías Renovables. Universidad Nacional de Córdoba. Consumidores y Sociedad Civil. Centrales hidroeléctricas reversibles. Biomasa. Eólica. Solar.

Abstract

Through this article we would like to invite you to reflect on the role that each one of us plays in the sustainable development of our country, particularly in relation to the development of renewable energies, and to make a brief introduction to the contents that are dealt within the following chapters. This book is the result of the research work carried out by several groups within the program "Social Actors Facing the Challenge of Sustainability", financed by the Secretary of Science and Technology, and students and teachers of the Master's Degree in Renewable Energy Generation of the Faculty of Exact, Physical and Natural Sciences, at the National University of Córdoba. Throughout this particular essay, we present a summary of the state of technological and regulatory development of the different types of renewable energies in Argentina, specifically in the province of Córdoba; an overview of the motivations for the creation of the Master's Degree in Renewable Energy Generation, as well as the extent of its graduates' formation.

In this article, we also emphasize the role played by consumers and civil society in environmental protection, driving companies to change their paradigms, and its importance for renewable energies in particular. On the other hand, we give a brief description of the current situation of the different types of renewable energies regarding their regulations and technological development. The importance of analyzing the possible transformation of existing hydroelectric power plants to turbine and pumping is highlighted, and the state of maturity of the rest of the energies that can be exploited in the province of Cordoba (wind, solar, biomass) is studied.

Introducción

Hace 72 años, la ONU instituyó el 14 de febrero como el Día Mundial de la Energía con el objetivo de promover el uso de fuentes alternativas, disminuir el uso de las energías no renovables, aumentar la eficiencia energética y concientizar a la sociedad de la importancia de garantizar el acceso energético global. Queremos entonces volver a remarcar la importancia de la utilización responsable y eficiente de los recursos energéticos y de la generación basada en las energías renovables e invitar a reflexionar sobre la función de cada persona de cara a un futuro energético sustentable.

Solo tenemos un planeta y, basados en un principio básico de la economía, sabemos que cualquier actividad que queramos realizar está restringida por los recursos disponibles, que son escasos. La energía renovable, por su parte, tal como su nombre lo indica, presentaría una solución a este problema. En nuestro planeta, en forma potencial hay una gigantesca cantidad de energía disponible a partir de fuentes renovables, de la cual actualmente se usa una minúscula parte.

Además, las energías renovables tienen importancia porque permiten disminuir la dependencia de los combustibles fósiles, en franco agotamiento, y por su capacidad de generar una matriz energética más diversa, por ende, menos vulnerable. La promoción de tecnologías de energías renovables ofrece entonces una doble ventaja: diversificación energética y la esperanza de desarrollo para comunidades pobres y aisladas que no están conectadas a las redes de transporte y distribución eléctrica.

El crecimiento de este tipo de generación es imparable y, a su vez, esencial, para poder combatir eficazmente el cambio climático que está sufriendo el planeta. El cambio climático es una evidencia palpable, manifestado en anomalías de inundaciones y sequías más devastadoras, incendios forestales más frecuentes, acidificación y aumento de nivel de los océanos, etc., con consecuencias sociales y económicas severas que generan una creciente preocupación mundial y nacional. La temperatura media de la superficie terrestre ha aumentado 1,1ºC desde el período preindustrial, con una variación importante en su distribución, tanto espacial como temporal. De ello dan cuenta las distintas conferencias mundiales a las que la Argentina ha adherido: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 1992, el Protocolo de Kyoto de 1997, Acuerdo de París de 2015. Por otro lado, desde el programa PNUD de la ONU se pusieron en marcha los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar la paz y prosperidad, alentando un espíritu de colaboración y pragmatismo entre los diversos actores sociales: estado, empresas, consumidores, sociedad civil, para elegir las mejores soluciones con el fin de mejorar la calidad de vida de las generaciones futuras. Claramente, el mayor uso y desarrollo de las energías renovables es una manera concreta de cumplir con estos objetivos.

Argentina debería eliminar paulatinamente el gas, el petróleo y el carbón en el mix de la generación eléctrica y acelerar el uso de renovables. Al presente, el país necesita mejorar sustancialmente las medidas para fortalecer su compromiso climático. El desafío es generar energías limpias, sin emisiones de gases de efecto invernadero. Para ello, es necesario que los desarrollos tecnológicos avancen, dando alternativas de generación que permitan no solo reducir las emisiones sino además desarrollar trabajos, empresas, profesionales, investigadores, que puedan insertarse en el nuevo mercado (esto es lo que es llamado “trabajo verde”). Hay formas diferentes de

afrontar este desafío en la mitigación y adaptación. En este paradigma, desde la Universidad, los investigadores del derecho, economía y tecnología ambiental, entre otros, deben trabajar en forma conjunta para que, desde sus puntos de vista, aporten a soluciones interdisciplinarias para el abordaje integral que permitan plantear nuevas opciones donde se obtenga valor agregado para nuestro país.

Rol de los Consumidores y de la Sociedad Civil

La promoción que se haga de nuevas formas de consumo, desde la mirada de los negocios sustentables y desde las áreas de Responsabilidad Social Empresaria (RSE) es crucial, dado que estamos ante una crisis no sólo económica y financiera sino también social, cultural y ambiental. Los consumidores, a partir de sus de hábitos, pueden ayudar a mitigar estos problemas, pues el consumo como fenómeno social, tiene consecuencias más allá de la esfera individual. Se observa una mayor conciencia, pues muchos argentinos se muestran interesados por el medio ambiente y cada vez hay más personas que consideran que el cambio climático los afectará personalmente, existiendo además señales positivas de acciones incipientes en este sentido. La Sociedad Civil, a su vez, como actor social, presenta un rol clave ya que es quien a través del movimiento ecológico y ambiental ha sido y es promotora de la conciencia y del cambio en pos de un respeto por el ambiente y mejoras en la calidad de vida, obligando e impulsando a las empresas a cambiar sus paradigmas. Es necesario que los actores que constituyen nuestra sociedad (consumidores, empresas, Estado, Sociedad Civil) reconozcan la necesidad del uso de las energías renovables como contribución a una reducción del calentamiento global y a un menor impacto medioambiental, ya que gran parte de la emisión de los gases que contribuyen al calentamiento global, como el CO_2, proviene de la generación de energía.

Maestría en Generación de Energías Renovables

Este escenario ha impulsado una creciente necesidad de empresas y del sector público de contar con recursos humanos de jerarquía que puedan aportar soluciones sobre estos temas. La Maestría en Generación de Energías Renovables de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba fue especialmente diseñada para completar la formación del egresado para dar solución a los problemas relacionados con esta temática, con nuevos enfoques técnicos, manejo adecuado y aplicación de herramientas para dar respuesta a las necesidades de desarrollo de esta área.

El egresado tendrá las calificaciones y competencias para analizar los aspectos económicos relacionadas con el sistema energético y con las energías renovables en particular, manejar aspectos legales y normativos vinculados con el sector, poder

realizar con solvencia la gestión ambiental de los proyectos de energías renovables y conocer los distintos modos de generación de energías renovables, para su aplicación. La maestría cuenta con alumnos provenientes de diversas disciplinas, muchos de los cuales ya se encuentran desarrollando sus trabajos finales, y antes de fin de año tendríamos los primeros egresados de esta casa de estudios.

Varios de los autores de este libro se encuentran en formación actualmente dentro del cursado de esta Maestría y otros son docentes de la misma. En conjunto, se han realizado los trabajos que se exponen más adelante en este volumen. Como parte del programa "Actores Sociales Frente al Desafío de la Sustentabilidad", también nos enorgullece contar con el apoyo de proyectos de investigación en otras disciplinas (como la administración, el derecho, la economía, las ingenierías, la sociología, etc.).

Trabajo realizado en el marco del proyecto y contenidos de este libro

Particularmente, hablando de nuestro grupo de proyecto, los trabajos fueron enfocados en analizar la legislación y normas internacionales y aspectos tecnológicos y de los actores relevantes para las energías renovables en Argentina, aplicadas en Córdoba en particular. Es decir, se trabajó con energías que puedan ser aplicables en esta provincia, dejando de lado aquellas que no lo serían, como la mareomotriz o la geotérmica de alta entalpía. El sector de las energías renovables es nuevo y dinámico, y su legislación se comporta de una manera análoga. Por ello es muy importante, tanto para las empresas como para los profesionales, que se informen acerca de la normativa aplicable para cada caso, para las energías renovables en general y para cada una de ellas específicamente. Este tema debe seguirse trabajando, y las leyes y normas deben irse adaptando junto con los nuevos desarrollos que vayan surgiendo. Algunas energías, como la eólica, son más maduras que otras cuyo desarrollo recién se está comenzando a explorar en la práctica. Sin embargo, para todas ellas es necesario contar con el apoyo de la normativa nacional y provincial, y seguir con las buenas prácticas establecidas por organismos internaciones o nacionales de certificación, tanto para los equipos como para su instalación. Conocer dónde nos encontramos ubicados nos permite tener una idea de las limitaciones que tenemos, y nos permite también dirigirnos hacia donde pueda existir un mayor aprovechamiento de las oportunidades que presentan cada una de estas energías.

Este libro busca desarrollar, entre otros aspectos, el marco normativo en el cual se encuadra, en la Provincia de Córdoba, la ejecución de proyectos de aprovechamientos de energías renovables. No todos los tipos de aprovechamientos se encuentran en la misma situación. Distintas energías renovables tienen distinto nivel de madurez sobre diversos aspectos. Algunas, como la energía eólica y solar fotovoltaica a gran escala son relativamente maduras desde el punto de vista tecnológico y normativo, puesto

que ya existen numerosos parques fotovoltaicos y eólicos en funcionamiento en el país. Sin embargo, ellas mismas carecen a menudo de madurez desde el punto de vista económico-financiero, puesto que, si bien pueden ser más rentables que las demás alternativas, esta rentabilidad depende de factores externos como las condiciones de importación o de incentivos fiscales. Otras energías, poseen madurez tecnológica a nivel internacional, pero por la escasa aplicación local no son maduras en el país, como son las diversas formas de energía geotérmica. Por último, existen aún muchas formas de energías renovables en desarrollo cuyas tecnologías son inmaduras a nivel global. Entre ellas se cuentan varias formas de energías experimentales como nuevas tecnologías fotovoltaicas o las diversas formas de energía provenientes del movimiento del mar.

Normativa

La legislación general respecto a energía y ambiente en la Argentina y en la Provincia de Córdoba se encuentra mayormente resuelta. Incluso, existe un buen número de leyes de regulación y fomento de las energías renovables en particular. Por otro lado, las cuestiones ambientales y del manejo de los recursos naturales se encuentran entretejidas en las bases legales del país: tanto la Constitución Nacional como las constituciones provinciales han integrado estos temas a sus textos. Existe, por ello, un marco jurídico sobre el cual desarrollar proyectos de energías renovables.

Sin embargo, las normas de carácter legal no son las únicas que regulan el desarrollo de nuevas tecnologías. Las normas tecnológicas juegan un papel muy importante al buscar la implementación de las energías renovables. A medida que se comienza a experimentar con ellas aparece la necesidad de generar mecanismos de certificación de calidad, de desarrollar estándares respecto a los cuales se llevan a cabo los proyectos y de proponer criterios de diseño relativamente uniformes. Allí surge un conjunto de instrumentos normativos de tipo tecnológicos, que pueden provenir tanto de organismos estatales como de organizaciones no gubernamentales, asociaciones de empresas, empresas o instituciones educativas y de investigación.

Las distintas Energías y su desarrollo tecnológico

Energía Hidroeléctrica

Analizando la energía hidroeléctrica teniendo en mente el paradigma de la madurez tecnológica, se observa en primera instancia un desarrollo tecnológico muy amplio, puesto que el aprovechamiento hidroeléctrico en la Provincia de Córdoba comenzó hace más de un siglo con las primeras centrales hidroeléctricas que tomaban agua del Dique San Roque. Hoy, en Córdoba, se encuentran en operación una decena de

centrales hidroeléctricas con capacidad instalada en la escala de centrales de media potencia, construidas a lo largo del siglo pasado.

Centrales de Turbinado y Bombeo

Debe destacarse el caso atípico y pionero del Complejo hidroeléctrico Río Grande (constituido por los embalses Cerro Pelado y Arroyo Corto) de turbinado y bombeo, que cuenta con una potencia instalada de 750 MW. Esta central, de tipo reversible, hoy se presenta como ejemplo y paradigma para compensar la matriz energética. Los tradicionales aprovechamientos de turbinado ya han sido realizados donde era factible en la provincia, sin embargo, sí es posible considerar al sistema cordobés como potencial reservorio de energía para el sistema provincial y nacional. Repitiendo el esquema del sistema del Río Grande, existe la posibilidad de actualizar los proyectos de turbinado existentes para transformarlos en turbinado-bombeo, aprovechando su infraestructura actual y los costos ambientales ya considerados como pasivos; de forma de transformar a provincia de Córdoba en una "batería" del sistema energético argentino. Esta refuncionalización podría realizarse para las centrales ubicadas sobre las cuencas de los ríos Segundo, Tercero y Los Sauces, adecuándolas (realizando las obras civiles y electromecánicas correspondientes) para agregarlas al sistema de centrales reversibles y mejorar el manejo de las demandas de pico en el sistema interconectado nacional, y servir de compensadoras de las energías renovables. Este tipo de sistemas mixtos, se están realizando al presente en España, Suiza y Austria, para compensar los importantes ingresos de la energía eólica. Cabe recordar que las centrales reversibles, tradicionalmente, producían energía en las horas punta (de máxima demanda) aprovechando la caída de agua desde el embalse superior, y en las horas valle (mínimo consumo), bombeaban el agua del lago inferior al superior, almacenando una energía potencial para los momentos de máxima demanda. Y ahora, para el caso de los sistemas con un alto porcentaje de energías renovables, también pueden producir energía eléctrica en los momentos de baja disponibilidad del recurso (sea eólico o solar fotovoltaico) y almacenar cuando hay excedentes.

Hidroeléctrica de pequeña escala

A la hora de llevar los aprovechamientos hidroeléctricos a una escala más pequeña, escala a la que se podrían construir con impactos menores y sin necesidad de grandes proyectos centralizados, la normativa se encuentra inmadura. Si bien las tecnologías (como turbinas, generadores y obras de desvío) están probadas desde hace varias décadas, no hay certificaciones, proveedores ni procedimientos administrativos desarrollados. Las normativas de recursos hídricos de la Provincia no fueron creadas teniendo en mente la posibilidad de pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, por

lo que el aprovechamiento de ese recurso público por parte de privados puede resultar más difícil.

Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica, por otra parte, se encuentra madura desde el punto de vista tecnológico y normativo, tanto a nivel local como global. De esta manera, el procedimiento para implementar un aprovechamiento fotovoltaico (sea a gran escala o a pequeña escala, formando parte del sistema interconectado o de forma aislada) es relativamente directo. Sin embargo, la energía solar fotovoltaica es una de las más sensibles a las limitaciones financieras, puesto que sus costos de instalación son elevados. Por ello, variaciones de las condiciones fiscales, de los precios de divisas extranjeras, de las tasas de interés, de las condiciones de riesgo de los inversionistas y de las condiciones de importaciones, pueden hacer fracasar un proyecto que desde el punto de vista económico y social podría parecer viable.

Energía solar térmica

La energía solar térmica es tal vez el mejor ejemplo de una forma de energía renovable que maduró rápidamente. Su aplicación es, en primera instancia, viable prácticamente en la totalidad de la provincia, puesto que requiere de insumos muy sencillos, bajo mantenimiento y tiene una escala muy apropiada para el uso domiciliario como fuente para el agua caliente sanitaria. Su sencillez tecnológica le ha permitido desarrollarse con una combinación de insumos locales y extranjeros. Al existir diversas alternativas tecnológicas (entre el uso de placas y tubos, por ejemplo) y de proveedores, se ha podido generar un mercado con un saludable nivel de competencia. Por todo eso, existen hoy sistemas de certificación y técnicos capacitados para su instalación y mantenimiento.

Energía eólica

La energía eólica, al igual que la energía solar fotovoltaica ha madurado significativamente en las últimas décadas en cuanto a tecnologías y al desarrollo de los primeros aprovechamientos locales a gran escala. Sin embargo, a diferencia de ella, existen para la energía eólica mayores posibilidades de desarrollos locales, puesto que en el país se aplican tecnologías afines o semejantes (como la construcción de estructuras verticales autoportantes o la industria aeronáutica y la industria electromecánica). La energía eólica tiene entonces un gran margen de maduración adicional.

Energía de la biomasa

La energía de la biomasa es una de las más maduras a nivel local. La producción agrícola se ha visto fuertemente impulsada en el país a lo largo de los años por los avances tecnológicos. Esto se observa especialmente en la gran cantidad de información meteorológica, edafológica y botánica que se aplica para maximizar la productividad de los campos y mitigar el riesgo de la variabilidad de las cosechas. El aprovechamiento de la biomasa para la producción de biocombustibles se encuentra muy desarrollado, de modo que el biodiesel de la soja y el bioetanol del maíz forman ya una parte sustancial del combustible utilizado en el mercado. Sin embargo, el hecho de que la energía de la biomasa se encuentra compitiendo en mercados sumamente regulados (cuotas de biocombustibles, control de precios de los hidrocarburos, subsidios al agro, etc.) hace que no sea fácilmente factible un desarrollo impulsado por la competencia.

Conclusión

Uno de los aspectos fundamentales en los que la madurez tecnológica es necesaria es en el desarrollo del conocimiento y la información de base. Gran parte del conocimiento que se tiene proviene de fuentes utilizadas originariamente para otros propósitos. Por ejemplo, si bien existen muchos datos de viento en la Provincia, la mayoría de ellos no son óptimos para desarrollar perfiles de viento, puesto que se han tomado cercanos a la superficie del terreno para ser utilizados para aplicaciones agrícolas. De manera semejante, existe mucha información hidrológica para la caracterización de eventos extremos, mientras que para la generación de energía hidroeléctrica se necesitan datos de la variación temporal del caudal. Caso similar ocurre con la energía de la biomasa, especialmente con los biocombustibles.

Todo lo anterior muestra que se está en un momento de crucial importancia para el desarrollo de las energías renovables en la provincia, aprovechando al mismo tiempo la normativa, el conocimiento y la tecnología ya existentes y en desarrollo y, como aspecto clave, buscando lograr la combinación adecuada entre los actores privados y públicos del sector. A su vez, también hay que remarcar la importancia de la participación de los consumidores y usuarios en la toma de conciencia respecto al cuidado del ambiente y al uso eficiente de la energía, de forma de impulsar a las empresas y a los organismos públicos a que implementen acciones que busquen cumplir con estos objetivos.

La legislación general respecto a energía y ambiente en la Argentina y en la Provincia de Córdoba se encuentra fuertemente desarrollada contando también con un buen número de leyes de regulación y fomento de las energías renovables. Para

complementar a las normas de carácter legal, también deben existir normativas tecnológicas que permitan generar mecanismos de certificación de calidad, desarrollar estándares respecto a los cuales se llevan a cabo los proyectos y proponer criterios de diseño relativamente uniformes. Para ello, pueden utilizarse como base los estándares de certificación ya existentes a nivel mundial para cada tipo de energía.

En cuanto al desarrollo tecnológico, es destacable la madurez tecnológica ya existente para la energía hidroeléctrica, la eólica, la solar y la energía de la biomasa. Sin embargo, a pesar de que ya existen aprovechamientos hidroeléctricos de gran escala en todos los lugares donde era factible instalarlos en la provincia, se debe pensar en la actualización de las centrales para hacerlas reversibles donde sea posible, para poder compensar los excesos y defectos que la introducción de renovables generará en la matriz energética. La generación hidroeléctrica a pequeña escala, por su parte, presenta dificultades para su aprovechamiento tanto en términos legales como por falta de información adecuada respecto a los caudales de pequeños ríos y arroyos. La energía solar fotovoltaica, por su parte, a pesar de contar con un gran potencial del recurso solar en la provincia, todavía necesita incentivos y mayores beneficios fiscales para poder competir con los demás tipos de generación. La energía eólica y la de la biomasa poseen gran potencial de aplicación local, ya que se cuenta con las tecnologías necesarias para su implementación, información para evaluar su potencial y recurso suficiente en una amplia porción de la provincia y del país. Sin embargo, el hecho de que la energía de la biomasa se encuentre compitiendo en mercados sumamente regulados hace que no sea fácilmente factible un desarrollo impulsado por la competencia.

Todo lo mencionado nos muestra que existe un amplio potencial para las energías renovables en el país y en la provincia de Córdoba, haciendo necesario su estudio para su implementación y la generación de incentivos y políticas de Estado que impulsen su desarrollo. Agradecemos a la Secretaría de Ciencia y Tecnología que financia este programa de “Actores Sociales Frente al Desafío de la Sustentabilidad” en su Segunda Etapa, y todos los proyectos involucrados; a la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba; y al Ministerio de Servicios Públicos, que permanentemente apoya el desarrollo de las Energías Renovables.

Dr. Ing. Santiago María Reyna
Director del programa
Director del proyecto: “Inserción de las Energías Renovables en Córdoba, Aspectos Ambientales y Tecnológicos para su Sostenibilidad: la Evaluación Ambiental Estratégica”
santiago.reyna@unc.edu.ar
Mayo de 2021

LAS ENERGÍAS RENOVABLES: POLÍTICAS, NORMAS, INSTITUCIONES E IMPLEMENTACIÓN EN ARGENTINA

Marta S. Juliá[2]

Resumen

El presente ensayo pretende aproximarse a un panorama general de las políticas sobre uso de energías renovables, su formulación en las leyes nacionales vigentes en Argentina y en las instituciones encargadas de implementarlas, para lo cual hacemos algunas precisiones conceptuales y metodológicas acerca del análisis necesario para comprender la problemática de su implementación en el territorio y las problemáticas asociadas.

En primer lugar, hacemos referencia a las políticas, normas e instituciones en la complejidad de la temática su análisis y profundización, los principales aspectos a tener en cuenta. En segundo lugar, indagamos sobre las particularidades de la formulación normativa sobre el uso de energías renovables en Argentina y el desarrollo alcanzado, tomando la expresión legislativa de las políticas a nivel nacional. En tercer lugar, y directamente relacionado, hacemos referencias a las modalidades y cambios operados en los aspectos institucionales vinculados a las energías renovables en Argentina. Por último, reflexionamos acerca de los problemas asociados al significado y alcance de la implementación de las normativas en el territorio de acuerdo al escenario descripto.

[2] Centro de Investigaciones Jurídicas y Sociales UNC-CONICET, dramartajulia@gmail.com

Palabras claves

Energías Renovables. Formulación de Políticas. Aspectos institucionales.

Abstract

This essay aims to provide an overview of the policies on the use of renewable energies, their formulation in the national laws currently in force in Argentina and in the institutions in charge of implementing them, for which we make some conceptual and methodological precisions about the necessary analysis to understand the problem of their implementation in the country and the associated problems.

In the first place, we refer to the policies, norms and institutions in the complexity of the subject, their analysis and deepening, and the main aspects to be considered. Secondly, we inquire about the particularities of the normative formulation on the use of renewable energies in Argentina and the achieved development, taking the legislative expression of the policies at a national level. Thirdly, and directly related, we refer to the modalities and changes that have occurred in the institutional aspects related to renewable energies in Argentina. Finally, we reflect on the problems associated with the meaning and scope of the implementation of regulations in the territory according to the described scenario.

1- Las energías renovables: políticas, normas e instituciones en la complejidad de la temática

La problemática de las energías renovables, como parte de las energías en general, requiere tomar como punto de partida las definiciones de energía, que entre las más simples y al alcance de todos, encontramos que una de sus acepciones refiere a: la capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor, etc.… Resaltamos que la energía que cobra relevancia a los fines jurídico-políticos es la energía que se utiliza por los diversos sectores de la sociedad, entre las que se destacan, las energías fósiles (petróleo, carbón y gas) y las energías renovables, en estas últimas nos interesa profundizar.

Para comprender el escenario actual de las políticas de promoción del uso de renovables, las normas que las regulan y las modalidades de aplicación que presentan en los territorios, ante una temática compleja, nos proponemos mostrar aspectos a destacar en las energías renovables.

Las normativas que promueven el uso de energías renovables hacen referencia a las distintas fuentes de energía y a la modalidad de desarrollarlas, la ejecución supone un importante trabajo de implementación en el territorio, donde, por una parte, se conjuga lo relativo a la generación, el transporte y la comercialización, se tiene en

cuenta tanto a los diferentes actores como las normativas que se exigen en los territorios donde se desarrollan. Todo esto debe ser objeto de análisis en cada una de las energías renovables que demandan también infraestructura para su desarrollo, aprobaciones para su instalación y diferentes aspectos económicos, laborales, jurídicos, etc. que hacen al funcionamiento de las mismas.

La complejidad de la temática subyace en los análisis parciales que se realizan sean de tipo jurídico, político o institucional, por lo que destacamos tomar en cuenta estas consideraciones al momento de profundizar en los estudios.

Cada energía renovable que se promueve (solar, eólica, biomasa, hidrógeno) se regula en normativas donde se establecen los requisitos para su uso, los beneficios, las promociones, por lo cual se puede ver en el tiempo que se ha avanzado hacia la promoción del uso de las energías renovables en todas las normativas dictadas.

En este marco, por una parte, nos encontramos con los requerimientos técnicos que demandan los diferentes tipos de energías renovables, los avances tecnológicos específicos, la determinación de los costos para su establecimiento, la infraestructura necesaria, distinguiendo su uso individual del uso industrial o de actividades. Por otra parte, los beneficios económicos que se proponen, sean fiscales, tributarios, etc. con programas y acciones específicas que el estado establece para cada tipo de energía y posibles usuarios.

En los territorios donde se van a desarrollar (ya sea construir, generar, transportar, comercializar, una o varias de estas actividades) aparecen otros requerimientos como los jurídicos y administrativos en tanto necesito permisos, trámites, aprobaciones previas a su construcción, tener en cuenta la infraestructura necesaria de acuerdo a la actividad a realizar.

Promover el uso de las energías renovables, como política formulada en normas e instituciones encargadas de implementarlas debe conjugarse con un conjunto de aspectos, técnicos, administrativos, jurídicos, económicos, tecnológicos, entre otros, que muchas veces no están previstos o regulados específicamente.

El tránsito desde la formulación de la política en normas hasta su implementación en el territorio supone una serie de momentos desde la reglamentación de las normas, los aspectos jurídicos y administrativos a exigir, la generación de los espacios donde se van a implementar los trámites, entre otros detalles que cada normativa exige y deben implementarse.

En el camino de la implementación o ejecución de las políticas es donde se observan las dificultades, los problemas de competencia normativa, política e institucional en

los territorios donde se realizan. Los programas y acciones diseñados deben sortear cuestiones jurídico administrativas que le permitan aplicarse en los diferentes lugares.

Así, en cada provincia, con sus propias competencias y atribuciones, se han generado políticas, normas y modalidades de aplicación para el uso de las energías renovables, observándose algunos conflictos entre las políticas nacionales y provinciales, en las normativas en cuanto a su alcance y también en las atribuciones de las autoridades que ejecutan las políticas.

Por todo ello, hablamos de la complejidad al abordar las energías renovables, la promoción de su uso requiere necesariamente una valoración de un conjunto de elementos técnicos, económicos, jurídicos, etc. para considerar la implementación en un territorio concreto.

2- La formulación normativa sobre el uso de energías renovables en Argentina y el desarrollo alcanzado

Una aproximación inicial para comprender el desarrollo normativo de las energías renovables supone conocer desde los inicios, no tan lejanos, de la regulación hasta la situación actual. La historia legislativa sobre el tema nos proporciona valiosa información a la hora del análisis y que integra la compresión. Las normativas vigentes y aplicables a las energías renovables se integran al sistema jurídico, político e institucional argentino con particularidades que nos parece importante observa y analizar.

En consonancia con los diagnósticos realizados, Argentina fue acompañando con sus políticas y formulando en normas distintos aspectos de las energías renovables. Es parte de ello, la breve historia legislativa en materia de uso de energías renovables se remonta a 1998, son las últimas dos décadas donde podemos observar las regulaciones establecidas. En este sentido uno puede mirar el interés por promover el uso de fuentes renovables y las formas a través de las cuales se ha tratado de realizarlo, de acuerdo a los diagnósticos y sugerencias generales.

Las formulaciones normativas realizadas nos dan una imagen de las políticas expresadas en las leyes mencionadas y su implementación. En ese marco, la promoción del uso de energías renovables ha seguido en el tiempo y se ha complementado con las distintas normativas dictadas, cuyo principal objeto ha sido el interés nacional por desarrollar estas energías y el uso de mecanismos económicos de promoción usando diferentes estrategias para su desarrollo.

La promoción de las energías renovables se manifiesta en las siguientes las leyes nacionales vigentes:

a) Generación de energía eléctrica de origen eólico y solar (ley 25.019)

b) Régimen de promoción, para la producción y uso sustentable de biocombustibles (ley 26.093)

c) Desarrollo de la tecnología, la producción, el uso y aplicaciones del hidrogeno como combustible y vector de energía (ley 26.123)

d) Generación de energía eléctrica a partir del uso de fuentes de energías renovables con destino a la prestación de servicio público (ley 26.190)

e) Régimen de promoción de la producción de bioetanol (ley 26.334)

f) Régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica (ley 27.191)

g) Fijar las políticas y establecer condiciones jurídicas y contractuales para la generación de energía eléctrica de origen renovable por parte de los usuarios a la red de distribución. (Ley 27.424)

Los objetos de las leyes nos dan un panorama general acerca de las regulaciones que se han establecido a través del tiempo y si la ubicamos en los diferentes contextos gubernamentales, también cuales han sido los temas prioritarios en la materia. El uso de ciertos términos y conceptos en los títulos de las leyes y en su objeto podemos observar que 3 hacen referencia a la generación, 2 a la promoción, 4 a producciones, 1 a fomento, 4 al uso como conceptos que se reiteran y hacen a la actividad y contenido de cada ley.

El análisis de las normativas nos muestra, en los propios textos de las diferentes leyes, que la prioridad de establecer mecanismos de tipo económico, fiscal o tributario es una herramienta utilizada prácticamente en todas las normas, no se utilizan otros mecanismos, salvo el caso en alguna ley del establecimiento de infracciones y sanciones.

Una particularidad es que en los textos normativos no hay argumentos de tipo ambiental, pero en todas las presentaciones de las normativas se hace referencia a los beneficios ambientales ya sea para el cambio climático, para el desarrollo sustentable, para la mejora de la calidad de vida, entre otros.

Las normativas dictadas forman parte de las políticas energéticas y no de las ambientales, si bien existen vinculaciones entre ambas temáticas y muchos aspectos del uso de las energías renovables se considera que producen beneficios en materia ambiental, no existen aún políticas coordinadas totalmente en ambas temáticas.

Las normativas ambientales nacionales y provinciales condicionan en forma previa la incorporación de energías renovables en los territorios ya que deben contar con las autorizaciones ambientales pertinentes, en sus instalaciones y en los distintos momentos de la actividad que desarrollen.

Podemos afirmar que contamos con un marco normativo nacional sobre energías renovables en Argentina, que promociona el uso de estas fuentes de energía, brinda beneficios y estímulos económicos para su desarrollo y establece los marcos generales dentro de los cuales deberán realizarse las actividades de cada tipo de energía regulado.

3- Los aspectos institucionales vinculados a las energías renovables

Las normativas no pueden observarse descontextualizadas de los gobiernos en que fueron dictadas, ni de los espacios institucionales que las implementan, los que a su vez van ejecutando las políticas definidas en las normas.

En cada gestión gubernamental hemos observado las áreas de la administración pública nacional encargadas de ejecutar la política en materia de energías renovables, cómo se modifican, de que áreas depende para tener un panorama general sobre los principales cambios operados completando el estado de situación.

La situación actual nos muestra el área de energía en general y el sector de renovables en el marco del Ministerio de Economía, la promoción de este tipo de energías ha sido una política constante de todos los gobiernos en los últimos veinte años, hoy en un área donde se toman las decisiones sobre la economía del país.

Si bien se han ensayado diferentes estrategias en las políticas de promoción del uso de las energías renovables, el aspecto institucional transitó en las áreas de economía, obras públicas, planificación federal y llegando a constituir un ministerio con la temática de minería, hoy vuelve al área del ministerio de economía.

Se evidencia el espacio que pueden ocupar las renovables dentro del esquema de la administración nacional, en áreas de energía, que a su vez se encuentran en una segunda línea de un ministerio. En las leyes dejan la atribución de determinarla por el poder ejecutivo nacional fijando en las secretarías de energías el espacio para las renovables.

Las diferentes normas establecen la autoridad de aplicación de las leyes nacionales, y cada administración a cargo de la gestión ha establecido una serie de programas y acciones para favorecer el uso de las renovables. Entre los principales programas diseñados y aplicados en distintos momentos se encuentran los siguientes:

• RENOVAR (Programa de abastecimiento de energía eléctrica a partir de fuentes renovables) en distintas presentaciones, instalado desde 2016.

• PERMER. Es el Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales brinda acceso a la energía con fuentes renovables a la población rural del país que no tiene luz por estar alejada de las redes de distribución. Incluye proyectos para hogares, escuelas rurales, uso agrícola y micro redes para pequeñas poblaciones

• MATER (Mercado a Término de Energía Eléctrica de Fuente Renovable) aplicado también en el marco de la ley 27.191, y está orientado a los grandes consumidores.

• PROBIOMASA promoción de la energía proveniente de la biomasa

• PROBiogas: El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible junto al Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) ejecutan el proyecto GEF – PROBiogas, Modelos de negocios sostenibles para la producción de biogás a partir de residuos sólidos urbanos orgánicos.

• Generación Distribuida de Energías Renovables, como para citar algunos programas que han sido desarrollados en distintos momentos.

Muchos programas tienen continuidad en las diferentes gestiones de gobierno y cobran mayor dinámica en distintos momentos. En cada gestión los programas y acciones evidencian la ejecución de las políticas establecidas en las leyes.

4- El significado y alcance de la implementación de las políticas en el territorio

Nos preguntamos ¿Cómo observar el estado de situación actual? Por una parte, hacemos referencia al significado y alcance de las normativas en materia de energía, las temáticas que han sido formuladas en las leyes nacionales nos muestran las variedades de fuentes reguladas (solar, eólica, biomasa, hidrógeno) y el objeto de las leyes destaca la promoción del uso de estas fuentes. El ejemplo de la elaboración de la ley nacional sobre generación distribuida tiene un importante impacto en la promoción del uso de energías renovables y su fundamentación es más energética que ambiental.

En las últimas décadas los países han avanzado en regular el uso y la promoción de las energías renovables, generando estímulos económicos, fiscales y beneficios de distinta naturaleza para aumentar la participación de las renovables en la matriz energética de los países.

Las leyes nacionales sobre renovables son de tipo especial a las que las provincias pueden adherir, por lo cual en las cláusulas complementarias se invita a realizar dicha adhesión. Son regímenes nacionales en cuanto a diferentes aspectos económicos donde las provincias pueden otorgar beneficios una vez adoptado el sistema establecido en la ley.

Las atribuciones en materia de energías, a nivel nacional y provincial, nos plantean una serie de interrogantes en materia de competencias en las diferentes temáticas asociadas a las energías renovables y su interacción con las energías tradicionales o con las regulaciones propias de la energía eléctrica y las nuevas normativas que se han implementado.

El tema ingresa a la agenda ambiental en tanto se destaca un fuerte contenido y referencia a la temática ambiental en la política energética y en particular en la promoción y uso de energías renovables. Nos preguntamos en nuestro trabajo de investigación ¿Cómo se promueven las energías renovables en la política energética y ambiental? Y en particular en el presente ensayo resaltamos las preguntas sobre ¿Cómo se articulan e integran las políticas de promoción del uso de energías renovables en la relación nación provincias? ¿Qué formulaciones normativas expresan articulación e integración y a través de qué mecanismos?

Entre los mecanismos institucionales la conformación de consejos federales ha sido una instancia en las diferentes temáticas que permite realizar las tareas de consenso entre nación, las provincias y la ciudad autónoma, sentarse en una misma mesa en igualdad de condiciones para discutir las políticas entre áreas que deben ejecutarla en el territorio.

En temáticas complejas como la que abordamos con múltiples sectores que van desde la generación de la energía, las distintas fuentes, el transporte, la distribución y la comercialización hasta la llegada a los usuarios, que también son diversos, se debe recurrir a diferentes instrumentos y mecanismos para poder ejecutar las políticas formuladas.

El Consejo Federal de energía eléctrica creado en 1960, es la primera expresión de esta instancia en el tema, luego en el marco de un mayor desarrollo de las políticas del sector se firma el acuerdo federal energético firmado en 2017, se crea en el mismo año el Consejo Federal de la energía.

El Acuerdo Federal firmado por 20 jurisdicciones y la nación, donde se acuerda sobre diferentes temáticas: en primer lugar, establece la competencia, organización y conformación del Consejo Federal de la Energía, luego hace referencia en cada cláusula a diferentes temáticas: entes reguladores, empresas de servicios públicos,

planeamiento energético, matriz energética, cambio climático, hidrocarburos, tarifas y precios de la energía, ahorro y eficiencia energética y aspectos tributarios.

Las políticas nacionales, los programas y acciones diseñados llegan a los territorios como una forma de promover el uso de las energías, pero en cada territorio deben respetarse las exigencias ambientales, administrativas, técnicas y específicas que cada jurisdicción considere por lo cual se debe tener en cuenta en los análisis de cada situación.

Las leyes nacionales hemos dicho que han centrado la promoción en aspectos económicos con beneficios fiscales y tributarios, cuyas atribuciones son nacionales y es allí donde las leyes nacionales hacen hincapié.

A lo anteriormente mencionado se debe agregar la variedad y diversidad de actores, gubernamentales o no gubernamentales, públicos, privados que intervienen en los distintos momentos de desarrollo de las actividades energéticas, generación, transporte, comercialización y uso de cada tipo de energía y los aportes al sistema energético general.

Las provincias definen sus políticas en materia de renovables teniendo en cuanta las particularidades de su territorio que posibiliten el uso de diversas fuentes, en cada caso definirán sus prioridades, programas, acciones a realizar en su territorio.

En la gestión de gobierno actual, la pandemia obligó a rediseñar sus diferentes áreas y establecer distintos objetivos en sus políticas vinculados a la problemática de salud, de igual manera esta realidad se observa en los cambios y también en las demoras en las definiciones de espacios para atender el tema de renovables.

Al mismo tiempo, en el congreso se encuentra el tratamiento de los biocombustibles y la prórroga de la ley, donde aparecen nuevas tensiones entre los diferentes actores, las políticas de los combustibles fósiles y los biocombustibles, las modalidades en que están regulados y diferentes aspectos de su implementación.

En síntesis, podemos afirmar que contamos con un marco normativo importante en materia de energías renovables en Argentina, con la organización de la administración nacional ordenándose en las definiciones de sus políticas, con importantes programas y acciones en curso. A su vez cada provincia determina sus políticas a partir del marco existente con las tensiones, conflictos y definiciones que se generan en la variedad de actividades y actores que intervienen en la temática.

Por todo ello, es importante realizar pormenorizados análisis técnicos, jurídicos, políticos, administrativos, en cada tipo de fuente (eólica, solar, biomasa, etc.), en cada actividad a desarrollar (generación, transporte, distribución, uso) y de los

requerimientos de las áreas territoriales donde se establezcan, para contar con un panorama adecuado de la situación a enfrentar y beneficios, fomentos a recibir en la promoción del uso en cada actividad.

Dra. Marta Susana Juliá
Directora del proyecto: Disputas y debates ambientales en Argentina: la construcción de la política sobre uso de energías renovables y su impacto normativo y político
dramartajulia@gmail.com
Marzo-2021

DEMOCRACIA Y POLÍTICAS AMBIENTALES

Francisco A. Delgadino[3]

Resumen

En este ensayo reflexionamos sobre el rol que juega el Estado frente al desarrollo de las energías renovables y el cuidado del ambiente, y cómo estos problemas deben ser considerados problemas públicos. No todos los problemas se pueden convertir en problemas públicos y no todos los problemas públicos alcanzan una definición precisa**,** que se traduzca o que pueda terminar en decisiones de una Política Pública acertada ya que no son objetivos, pues dependen de la definición y comprensión del problema que tenga el decisor. Es por ello que la definición de las políticas ambientales y políticas de energías renovables es compleja en un Estado democrático y los diferentes Estados con gobiernos democráticos, tienen diferentes agendas públicas y priorizan las políticas ambientales de manera distinta.

Palabras clave

Democracia. Políticas ambientales. Agenda Pública. Energías Renovables.

Abstract

In this article we reflect on the State's role in the renewable energy development and environmental care, and how these problems should be considered public problems. Not all problems can become public problems and not all public problems reach a precise definition, which can be translated or can end up in decisions of a successful Public Policy since they are not objective, as they depend on the decision-maker's definition and understanding of the problem. That is why the definition of environmental policies and renewable energy policies is complex in a democratic State

[3] Magister en Dirección y Administración Pública Local (Universidad Carlos III de Madrid), Ingeniero Civil y Director de la Maestría en Administración de la FCEFyN (UNC), francisco.delgadino@unc.edu.ar

and the different States with democratic governments have different public agendas and prioritize environmental policies in different ways.

Introducción

Actualmente, obtenemos la energía principalmente de combustibles fósiles no renovables y transitando un proceso de cambios que comienza en la década del 70, con un incremento desproporcionado y sostenido del precio del petróleo, que obligó a pensar en nuevas alternativas energéticas. Si bien en la década del 80, con una caída de los precios del petróleo, decae el impulso de estos cambios, debemos tener en cuenta que surge con mucha fuerza la toma de conciencia ambiental y la necesidad del aprovechamiento de fuentes renovables de energía. Desde la década del 90, el impulso del desarrollo de las tecnologías hizo que el empleo de las fuentes de energía alternativas, que no eran competitivas económicamente, hoy ya lo son, y con una tendencia fuerte y sostenida a la mejora en el mediano y largo plazo.

En setiembre de 2015, en Nueva York, en la Sede de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se aprueban en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, "Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)", iniciativa internacional para "Transformar el mundo: con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible" (A/RES/69-315). Los ODS son una estrategia de largo plazo enfocados principalmente en terminar con la pobreza, reconociendo explícitamente que ese objetivo debe ir conjuntamente con estrategias que favorezcan el crecimiento económico, y aborden una serie de necesidades sociales, entre las que se señalan la educación, salud, protección social y las oportunidades de empleo además de luchar contra el "cambio climático y promover la protección del medio ambiente".

Es clave que cada Estado con su sistema de Gobierno democrático adopte la decisión política y la sostenga en su gestión para avanzar y alcanzar los ODS. Ahora bien, cada estado miembro de la ONU se comprometió y aceptó los ODS, pero vemos que en estos primeros años lo alcanzado por los distintos Estados es disímil.

Entonces cabe preguntarnos: ¿Cómo se definen la Política ambiental y la utilización de energías renovables?, ¿Cómo son priorizadas estas políticas?, ¿La gestión es coherente para impulsar energías renovables y transformar la matriz energética?, ¿Las estrategias de largo plazo pueden ser abordadas en democracia?

Democracia

Para evaluar la concreción de una Política ambiental y de energías renovables es necesario tener en cuenta la definición política y el proceso de gestión. Para la

primera, existen consideraciones implícitas de los gobernantes, y para el proceso de gestión, la decisión política.

Las políticas ambientales y energías renovables necesariamente (así lo considera la ONU al fijar los ODS) deben tener estrategias de diseño a largo plazo, y su gestión debe ser sostenida y coherente con el diseño. En este punto, es importante destacar algunos elementos en la democracia como, por ejemplo, qué son los "problemas públicos" en una democracia y cuándo son considerados como tales, es decir, un Estado democrático ¿considera al ambiente y el desarrollo de energías renovables como un problema público? Los diferentes actores que participan en un Estado democrático frente a un "problema público" tienen argumentos que pueden definir diferentes prioridades en las políticas públicas.

Entendemos a "La democracia" como el gobierno del pueblo. Es una forma de gobierno del Estado donde el poder es ejercido por el pueblo mediante mecanismos legítimos de participación en la toma de decisiones políticas. El primer mecanismo de participación de la ciudadanía es el sufragio universal, libre y secreto, a través del cual se eligen a los dirigentes o representantes para un período determinado. Las elecciones se llevan a cabo por los sistemas de mayoría, representación proporcional o la combinación de ambos.

Es importante destacar que la existencia de elecciones no es indicador suficiente para afirmar que un gobierno o régimen es democrático, debiendo reunir, además, otras características imprescindibles, como:

- Respeto por los derechos humanos consagrados por la Organización de las Naciones Unidas;
- Libertad individual;
- Libertad para la asociación;
- Existencia de múltiples partidos políticos;
- Distribución del poder en diferentes actores sociales;
- Sufragio universal, libre y secreto;
- Representatividad;
- Alternancia en el poder;
- Libertad de prensa y opinión;
- Igualdad ante la ley;
- Limitación del poder de los gobernantes;
- Apego al Estado de derecho consagrado en una Constitución, Carta Magna o Ley Suprema.

En definitiva, las sociedades modernas conciben a las democracias como una forma de vida fundamentada en valores de libertad, igualdad, justicia, respeto, participación,

pluralismo y tolerancia. Es interesante incluir acá el concepto negativo de libertad y democracia (como plantean algunos autores): *Nadie puede actualmente defender un concepto antiliberal de democracia.*

Problemas públicos (ambiente, energías renovables)

¿En qué consiste la definición de un problema público[4] en las Políticas Públicas? En las Políticas Públicas surge el concepto de "Agenda Pública" donde se ubican los problemas públicos (ambiente y energías renovables). Desde esta perspectiva analítica los problemas públicos no existen por sí mismos, ni son objetivos, pues dependen de la definición y comprensión del problema que tenga el decisor[5]. Con esto podemos señalar que "no todos los problemas se pueden convertir en problemas públicos y no todos los problemas públicos alcanzan una definición precisa**,** que se traduzca o que pueda terminar en decisiones de una Política Pública acertada".

La posibilidad de atender un problema público depende de la inclusión en la agenda pública[6] y podemos distinguir dos elementos[7]; primero "La construcción del problema como problema social" y segundo "Su inscripción en la Agenda". Pasar del reconocimiento de una realidad (ambiente y energías renovables) a una realidad problematizada depende de la representación social y política de los problemas.

En definitiva "no existen los problemas objetivos", la construcción social de los problemas y la falta de objetividad, dependen de la percepción que se tenga de una misma realidad. Es una construcción que resulta del conjunto de luchas que los actores sociales y políticos libran para imponer una lectura[8]. Los problemas son elaboraciones, siempre existen concepciones múltiples y no hay problemas definidos de manera única[9]; es necesario reconocer la complejidad a la hora de definir un problema público y éste responde a la interdependencia de factores económicos, políticos, sociales y culturales, además de las interpretaciones que dan los actores al problema basados en subjetividades y en la necesidad que tienen de satisfacer necesidades propias.

---

[4] https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/criteriojuridico/article/view/1635/4922

[5] (Montecinos, 2007, p.327)

[6] En realidad, se puede diferenciar entre agenda pública, agenda institucional y agenda de gobierno. La primera es más abstracta y presenta los asuntos de manera genérica, la segunda presenta los asuntos aceptados para consideración del decisor, y la tercera debe ser más acotada y específica.

[7] Noël-Roth (2002)

[8] (Noël-Roth, 2002, p.58)

[9] Wildavsky, 1979, p.79; en Cobb &Elder, 1993

En definitiva, la definición de las políticas ambientales y políticas de energías renovables es compleja en un Estado democrático, y si, además, (incluso en democracias consolidadas) cuando los "líderes democráticos[10]" intentan conquistar parte de la ciudadanía para consolidar poder, ser reelegidos, obtener beneficios económicos etc., entonces la definición de prioridades para la conformación de la agenda pública es totalmente sesgada. Las democracias en las que su líder se transforma en un gobierno "populista", se basan en tergiversar los argumentos de los problemas públicos acomodando las prioridades sociales a sus beneficios de corto plazo. Todo esto es directamente proporcional a la pobreza, algunos autores mencionan "miseria controlada", e inversamente proporcional a la educación.

Las políticas ambientales y las políticas de energías renovables requieren, como bien lo desarrolla la ONU con los ODS, políticas y gestión estratégica de largo plazo.

En una Democracia plena, la definición tanto de las políticas ambientales y de energías renovables como de Políticas de Estado con Estrategias de gestión de largo plazo, es compleja. Pero es imposible en un estado "pseudo democrático" con un gobierno cuyo objetivo inmediato sea consolidar poder y buscar la reelección o conseguir beneficios económicos favoreciendo estructuras de estado corruptas.

Consideraciones

Las políticas ambientales en general y las políticas que incentiven la utilización de energías limpias, no contaminantes en particular, requieren de decisión política y gestión estratégica sostenida. Son políticas de Estado, expresando con esto que deben tener un consenso social amplio, además de mantenerse en el tiempo, aún con los cambios de gobierno.

Los Estados con gobiernos democráticos plenos tienen una gran ventaja para la fijación de políticas de Estado, porque en su esencia está el consenso y la sociedad y sus actores incluyendo el gobierno, que interactúan y definen sus prioridades en el mediano y largo plazo. No todos los problemas se pueden convertir en problemas públicos y no todos los problemas públicos alcanzan una definición precisa que se traduzca o que pueda terminar en una Política Pública. Se señaló lo complejo que es definir un problema público que responde a la interdependencia de factores económicos, políticos, sociales y culturales. Además de tener en cuenta las

[10] Las comillas son propias y quieren señalar líderes que subieron al gobierno por mecanismos democráticos y que, estando en el poder, quieren perpetuarse con modificaciones en la constitución y/o poderes judiciales cooptados. Se puede ver en extenso en "Cómo mueren las democracias" Steven Levitsky y Daniel Ziblatt. (Ariel 2018).

interpretaciones que dan los actores al problema, basados en subjetividades y en la satisfacción de necesidades propias.

Diferentes Estados con gobiernos democráticos, tienen diferentes agendas públicas y priorizan las políticas ambientales de manera distinta. Esto ocurre por muchas razones propias de la interacción de sus actores. En el caso de Estados con gobiernos pseudo democráticos de corte populista, estos acomodan los argumentos de los problemas públicos y las prioridades sociales a sus beneficios de corto plazo.

Todo esto contrasta con la esencia de los problemas ambientales que necesitan tener consenso social claro y planteos de gestión de largo plazo.

Mag. Ing. Francisco A. Delgadino
Profesor Titular de Economía
Profesor de la Maestría en Generación de Energías Renovables
FCEFyN, UNC
francisco.delgadino@unc.edu.ar
Marzo 2021

LA BIOENERGÍA Y LA SUSTENTABILIDAD DE SU CADENA DE VALOR

Mónica Buraschi[11], *María Florencia Peretti*[12], *Celina N. Amato*[13]

Resumen

En este ensayo analizamos la sustentabilidad del biodiesel, recurriendo al concepto de cadena de valor. Hasta el momento, la única fuente de bioenergía producida en nuestro país que tiene un mercado de envergadura nacional e internacional es la de los biocombustibles líquidos obtenidos a partir de cultivos extensivos. Sin embargo, de las diversas fuentes de energía renovable, los biocombustibles son una de las más controvertidas, tanto por el cuestionamiento ideológico derivado de usar alimentos como combustible, como por los riesgos del monocultivo y la expansión de la frontera agrícola. La relevancia alcanzada por esta industria en nuestro país lleva a interrogarnos acerca de su impacto social y ambiental, además del económico, es decir, la sustentabilidad de esta actividad.

También reflexionamos acerca de la necesidad de continuar explorando las posibilidades de aprovechamiento de residuos de la agroindustria, sin pensar en sustituir la gran industria de los biocombustibles, sino en complementarla, tanto para desarrollar alternativas de bioenergía en otras regiones del territorio nacional como para incorporar energía renovable al propio proceso de producción del biodiésel.

Palabras claves

Bioenergías. Biodiesel. Sustentabilidad. Cadena de valor. Agroindustria.

Abstract

In this article we discuss the sustainability of biodiesel, based on the concept of the value chain. So far, the only source of bioenergy produced in our country that has a

[11] UNC, Facultad de Ciencias Económicas. Instituto de Administración. monica.buraschi@eco.uncor.edu

[12] UNC, Facultad de Ciencias Económicas. florencia.peretti@unc.edu.ar

[13] CONICET. UNC. Facultad de Ciencias Económicas. Centro de Investigaciones en Ciencias Económicas (Grupo vinculado al CIECS-CONICET). amatocelina@eco.uncor.edu

significant national and international market is liquid biofuels obtained from extensive crops. However, of the various renewable energy sources, biofuels are one of the most controversial, due to the ideological questioning derived from using food as fuel, and the risks of monocropping and the expansion of the agricultural frontier. The relevance achieved by this industry in our country leads us to wonder about its social and environmental impact, as well as its economic impact, that is, the sustainability of this activity.

We also reflect on the need to continue exploring the possibilities of using agro-industrial residues, not thinking of replacing the large biofuels industry, but complementing it, both to develop bioenergy alternatives in other regions of the national territory and to incorporate renewable energy to the biodiesel production process itself.

Ensayo

La instalación de los problemas de la seguridad energética y el cambio climático en las agendas gubernamentales crearon el entorno propicio para dar impulso a un nuevo paradigma energético mundial orientado hacia una menor dependencia de los hidrocarburos y una mayor diversificación de fuentes energéticas. Entre las distintas fuentes de energía renovable, la bioenergía -es decir, la energía obtenida a partir de biomasa, ya sea en estado sólido como la leña y el carbón, líquido como los biocombustibles o gaseoso como el biogás- aparece como una alternativa de gran relevancia para un país como Argentina, que posee un sector agrícola con una enorme capacidad de producción y una elevada competitividad a nivel mundial. El aprovechamiento de los residuos agrícolas para la generación de bioenergía proporciona tres grandes beneficios: permite agregar valor a los productos del sector, generar desarrollo regional y aportar a la circularidad de la economía al convertir un residuo en un recurso.

Hasta el momento, la única fuente de bioenergía producida en nuestro país que tiene un mercado de envergadura nacional e internacional es la de los biocombustibles líquidos obtenidos a partir de cultivos extensivos: el etanol a partir de la caña de azúcar o maíz y el biodiésel a partir del aceite de soja. En particular, el biodiésel de soja ha alcanzado una importancia inusitada, llegando Argentina a estar entre los cinco primeros productores y ser el principal exportador de biodiésel a nivel mundial.

Sin embargo, de las diversas fuentes de energía renovable, los biocombustibles son una de las más controvertidas, solamente superada en detractores por la energía nuclear. El discurso ambientalista a su favor por la contribución a la reducción del calentamiento global es contrarrestado por un cuestionamiento ideológico derivado de usar alimentos como combustible, lo que se asocia a la problemática global de la

seguridad alimentaria, y otras críticas derivadas de los cultivos extensivos que se utilizan como insumo, como los riesgos del monocultivo y la expansión de la frontera agrícola. La relevancia alcanzada por esta industria en nuestro país lleva a interrogarnos acerca de su impacto social y ambiental, además del económico, es decir, la sustentabilidad de esta actividad en el sentido tridimensional que adopta este concepto.

Para analizar la sustentabilidad del biodiésel, es de utilidad recurrir al concepto de cadena de valor, que busca explicar el modo en que se vinculan los distintos nodos de agregación de valor de una actividad productiva, la forma en que coordinan sus acciones y las relaciones de poder que se establecen entre los actores intervinientes. Con esta perspectiva, encontramos que el biodiésel presenta cuatro etapas bien diferenciadas: una etapa agrícola en la que se produce la materia prima, una etapa de transporte hasta la planta procesadora, una etapa industrial en la que se elabora el biocombustible y una etapa de consumo o uso final. A continuación, analizamos brevemente aspectos de sustentabilidad de cada una de estas etapas.

La etapa agrícola es la que más cuestionamientos ha sufrido en materia de sustentabilidad por la amenaza que representa la expansión de la frontera agrícola sobre la deforestación y la pérdida de biodiversidad. No obstante, la proporción de poroto de soja que se destina a la producción de biodiésel en nuestro país no llega al 3% del total, por lo que su impacto sobre la expansión de la frontera agrícola es prácticamente irrelevante con los niveles actuales de producción. La cuestión ética de utilizar alimentos como combustible también aparece como superada en diversos informes técnicos, que muestran la gran cantidad de alimentos que se desperdician a nivel mundial, restándole importancia a los biocombustibles como causa de la deficiente seguridad alimentaria de ciertos países.

Con respecto al transporte, la industria ha adoptado prácticas que reducen el impacto negativo en materia de emisiones contaminantes, ya que la producción del biodiésel se realiza en su mayoría en la Zona Núcleo -un área de 400km alrededor del puerto de Rosario- donde también se produce la mayor parte del poroto y del aceite de soja que se utiliza como insumo. Las plantas están integradas verticalmente -producen aceite y biodiésel en el mismo establecimiento- y muy cerca del puerto donde parten hacia el exterior.

La etapa industrial es también muy eficiente y se encuentra en una continua búsqueda de ahorros en materia de emisiones e insumos, por lo que el impacto ambiental no es sustancialmente diferente al que tiene la producción de aceite, aunque tampoco tiene un impacto notorio en la generación de empleo, como se promocionó en el discurso de los gobiernos al momento de fomentar la actividad. El mayor impacto es de tipo

económico, ya que se trata de una etapa que agrega valor a la cadena de la soja y a las exportaciones argentinas.

Finalmente, en la etapa de consumo es donde se notan los mayores impactos en materia ambiental, ya que se trata de un combustible con menores emisiones contaminantes que los derivados del petróleo. Los cuestionamientos de tipo tecnológico relacionados al mayor desgaste de los motores que se esgrimían inicialmente fueron ya superados mediante la realización de diversas pruebas piloto con biodiésel al 100% en vehículos de transporte de pasajeros, todas ellas exitosas.

Volviendo a los tres beneficios que mencionábamos al inicio de este ensayo, podemos asegurar que el biodiésel permite lograr el primero de ellos, que es agregar valor a los productos del complejo sojero. Sin embargo, en cuanto a desarrollo regional los beneficios son relativos, ya que toda la cadena se localiza en una región altamente desarrollada en materia de agroindustria. De manera similar, en lo que respecta a la circularidad de la economía, la cadena del biodiésel tal como está planteada en la actualidad no realiza ningún aporte, con la excepción de un nicho de mercado muy marginal que se generó en materia de aprovechamiento de residuos de la propia industria (borra y oleína), los cuales son exportados como insumo sustentable para la generación de biodiésel en Europa.

Diversos estudios destacan la necesidad de generar fuentes alternativas de bioenergía usando como materia prima los residuos de la agroindustria, buscando en particular producir dicha energía de manera distribuida, es decir, más cerca de su lugar de utilización. Esto representaría una ventaja para aquellas regiones del país que actualmente no disponen de energía eléctrica o gas natural, lo que ayudaría al desarrollo de dichas regiones. Por otra parte, se aportaría a la economía circular al transformar un pasivo ambiental (el residuo agrícola) en un activo económico.

A ello se le agrega otro beneficio: la utilización de energías renovables en el proceso productivo es altamente valorado en aquellas cadenas que tienen alguna certificación de sustentabilidad. El propio biodiésel, por ejemplo, para ser exportado a la Unión Europea, debe cumplir con los requerimientos que impone la normativa en materia de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo de la cadena, y la utilización de energías renovables en la etapa industrial se contabiliza muy favorablemente en dicho cálculo.

A nivel nacional, existen avances en materia de estudios de aprovechamiento de biomasa con fines energéticos, como por ejemplo el proyecto PROBIOMASA del año 2012 -una iniciativa que llevan adelante por el Ministerio de Producción y Trabajo y la Secretaría de Gobierno de Energía del Ministerio de Hacienda, con la asistencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Otro

antecedente es el trabajo de Menéndez y Hilbert (2013), donde plantean la factibilidad del uso de residuos de cosecha de maíz y/o sorgo como potenciales fuentes de materia prima para la generación de biocombustibles, centrándose en Zona Núcleo Norte y Sur de Córdoba y la región Centro Sur de la provincia de Buenos Aires. Otro caso es el de Mathier et al. (2019), en donde describen la situación del país respecto a la bioenergía, tanto en términos de desarrollo e implementación de tecnologías, como en la importancia de ésta para el desarrollo agroindustrial. Recientemente, se publicó un estudio por Bocchetto et al. (2020), en el cual participaron entes como el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Universidad Nacional de Nordeste, Universidad Nacional de Salta, Universidad Nacional de Santiago del Estero, en diciembre de 2020, cuyo principal objetivo fue evaluar los potenciales de bioeconomía en Argentina, en el que se realiza un estudio sobre el estado de la biomasa disponible, pero enfocado en el norte del país, identificando tendencias dentro de una estrategia de bioindustrialización, como un instrumento central para el desarrollo regional del país.

Por todo lo anterior, creemos necesario continuar explorando las posibilidades de aprovechamiento de residuos de la agroindustria, sin pensar en sustituir la gran industria de los biocombustibles, sino en complementarla, tanto para desarrollar alternativas de bioenergía en otras regiones del territorio nacional como para incorporar energía renovable al propio proceso de producción del biodiésel. Para ello se vuelve imperioso profundizar la investigación empírica en materia de cadenas de valor agroindustriales y de aprovechamiento de residuos, áreas en las que las diversas disciplinas que conforman este Programa tienen mucho para aportar. Argentina cuenta con recursos naturales y geográficos muy variados, un sector agrícola y agroindustrial sumamente eficiente y capacidades científico-tecnológicas de avanzada, que con la adecuada coordinación a través de la política pública permitirán dar un paso sustancial para lograr una economía más circular.

Mgter. Mónica Buraschi
Directora del proyecto: Contexto institucional y conflictos de intereses como condicionantes del upgrading sustentable en cadenas globales de valor argentinas
monica.buraschi@unc.edu.ar
Esp. María Florencia Peretti
florencia.peretti@unc.edu.ar
Dra. Celina N. Amato
amatocelina@eco.uncor.edu
Marzo de 2021

ENERGÍAS RENOVABLES – HIDROELECTRICIDAD DE PEQUEÑA ESCALA

Teresa M. Reyna[14]

Resumen

En este ensayo hacemos un recorrido por el panorama que presenta la generación hidráulica a pequeña escala en el mundo y, específicamente, en nuestro país. Referido especialmente a las motivaciones que deberían impulsar su desarrollo y a las limitaciones con las que se encuentra. Dentro de las energías renovables disponibles; las minicentrales hidráulicas son instalaciones sencillas, respetuosas del entorno y útiles para aplicaciones cercanas a la instalación y que no precisen valores importantes de energía. Sin embargo, la hidroelectricidad de pequeña escala en nuestro país, como en varios países de la región, se encuentra enraizada en una problemática compleja donde las aprobaciones gubernamentales para este tipo de instalaciones son complejas.

Palabras claves

Hidroelectricidad a pequeña escala. Desarrollo sustentable. Energías Renovables.

Abstract

In this article we make an overview of small-scale hydroelectric generation in the world and, specifically, in our country. We refer particularly to the motivations that should encourage its development and the limitations it faces. Among the available renewable energies, mini-hydroelectric plants are simple installations, respectful of the environment and useful for applications close to their installation site and which do not require significant amounts of energy. However, small-scale hydroelectricity in our country, as in several countries in the region, is deeply rooted in a complex problem where governmental approvals for this type of installations are complicated.

[14] Dra. Ingeniera Civil, Universidad Nacional de Córdoba. teresamaria.reyna@gmail.com

Ensayo

Para entender el contexto de la importancia del desarrollo de las energías renovables, en particular de la generación hidroeléctrica de pequeña escala, es bueno dar una mirada general de la situación. Si recordamos, en 1969 El Río Cuyahoga en Ohio, EEUU se prende en llamas por la densidad de contaminantes y esta situación llevó a que un año después se crea la Agencia de Protección Ambiental (EPA). El Cuyahoga en Cleveland, Ohio, en el corazón del polo que desarrollaba la industria automotriz más deseada del planeta, era uno de los más contaminados del país y ardió en llamas. No era la primera vez, pero el evento fue decisivo. "Los periodistas llenaron vasos con agua del río, mientras los políticos mojaban la tela en las olas que salían empapadas de aceite. El incendio del río duró aproximadamente 20 minutos, pero provocó indignación pública que en parte llevó a la creación de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, la oficina federal encargada de asegurar que "los estadounidenses tengan aire, tierra y agua limpios".

Como otro ejemplo, en la década del 70, después de más de 30 años de vertimiento de aguas residuales sin tratamiento (+27 toneladas de metil-mercurio vertidos) y la muerte de miles de personas por intoxicación de mercurio, Japón emite normas ambientales rigurosas. Podemos seguir nombrando hechos complejos que pusieron en alerta al mundo entero y generaron cambios importantes en la mirada ambiental.

Según la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo (establecida por las Naciones Unidas en 1983), desarrollo sustentable es aquel que “satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”. Esto es, el proceso por el cual se atienden los requerimientos de la sociedad actual no debe incidir negativamente en la calidad de vida de la sociedad futura. Los cambios generados a partir de la definición de los Objetivos De Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, nos ponen en el desafío de hacer factible los mismos en el entorno de las posibilidades reales de la Argentina, con su infraestructura, cultura y posibilidades de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Entre los objetivos, uno de gran trascendencia es el de “Garantizar una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos”. Entre 2000 y 2016, la cantidad de personas con acceso a energía eléctrica aumentó de 78 a 87 por ciento, y el número de personas sin energía bajó a poco menos de mil millones. A la par con el crecimiento de la población mundial, también lo hará la demanda de energía accesible, y una economía global dependiente de los combustibles fósiles está generando cambios drásticos en nuestro clima.

Para alcanzar el ODS7 para 2030, es necesario invertir en fuentes de energía limpia, como la solar, eólica y termal y mejorar la productividad energética. Expandir la infraestructura y mejorar la tecnología para contar con energía limpia en todos los países en desarrollo, es un objetivo crucial que puede estimular el crecimiento y a la vez ayudar al medio ambiente. Dentro de este objetivo, los programas de energías RENOVAR, han dado prioridad a la generación eólica, principalmente, la solar, la de biomasa, pero hay muy pocos aprovechamientos hidroeléctricos.

Por otra parte, como sabemos, el cambio climático y el consumo energético mundial son dos caras de la misma moneda: buena parte de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provienen del sector energético en sus diversas formas (incluyendo transporte). La solución al problema pasa por un cambio fundamental en el sistema energético, que en gran medida solo será posible con una mayor participación de las renovables en el mix de energías

Mientras tanto, en el mundo los especialistas se reúnen para desarrollar y aprobar normas para los aprovechamientos hidroeléctricos de pequeña escala como ocurrió en el año 2020 donde las reuniones se desarrollaron en forma virtual por la situación mundial de COVID. El Taller Internacional IWA 33-3 fue aprobado por la Administración de Normalización de China (SAC) y Austrian Standards International (ASI), en asociación con el Centro Internacional de Pequeñas Hidroeléctricas (ICSHP). En ese taller se invitaron a representantes de Latinoamérica, Brasil, Argentina. Aproximadamente 80 expertos internacionales y 40 agencias internacionales participaron en la preparación y revisión de las normas que se publicaron este año.

Los servicios energéticos permiten el desarrollo económico y mejora en el nivel de vida de la población, con efectos positivos sobre el desarrollo. Sin embargo, existen diversas áreas no urbanas y rurales marginales que presentan inconvenientes en el suministro eléctrico por medio de líneas convencionales de distribución. Lo que conduce a que estos habitantes no gocen de los beneficios que provee la electricidad. El desarrollo necesita de un ambiente social y físicamente equilibrado, pero las consecuencias surgidas del cambio climático no lo están haciendo posible. Así, las consecuencias del cambio climático en las economías, en la población y en los ecosistemas son indicadoras de que si se sigue sosteniendo la trayectoria actual probablemente se incrementarán las consecuencias negativas.

En Córdoba, hace ya unos años, la potencia disponible en el mercado eléctrico es menor a la demanda eléctrica pico. A su vez, la población rural es el 11,3 % de la población de la Provincia y el 6% se encuentra en zonas aisladas. El 30% de la población rural se considera que no se encuentra conectado al sistema de distribución eléctrica. La promoción de las tecnologías de energías renovables ofrece una doble ventaja:

diversificación energética y la esperanza de desarrollo para muchas comunidades pobres y aisladas que no están conectadas a las grillas de transporte y distribución eléctrica. El suministro de energía a las comunidades aisladas se concibe como soporte a las actividades productivas, domésticas y comerciales de éstas. En consecuencia, es considerado como un componente estratégico dentro de un marco de trabajo para el desarrollo.

Dentro de las energías renovables disponibles; las minicentrales hidráulicas son instalaciones sencillas, respetuosas del entorno y útiles para aplicaciones cercanas a la instalación y que no precisen valores importantes de energía. Requieren de pocos componentes: Grupo turbina – generador –y un Sistema regulador y pueden ser operadas y mantenidas por mano de obra local y organizaciones pequeñas. Por otro lado, existe en Argentina un alto potencial de fuentes energéticas renovables sin embargo no es una fuente muy utilizada. La pregunta es por qué tenemos tantas dificultades para utilizar el agua como fuente generadora de energía, además de otros usos en nuestro país. La hidroelectricidad de pequeña escala en nuestro país como en varios países de la región se encuentra enraizada en una problemática compleja donde las aprobaciones gubernamentales para este tipo de instalaciones son complejas.

Cuando hablamos de energía para comunidades significa energía que permita su desarrollo como tal, no sólo poder encender la luz del hogar. Cuando pensamos de esta manera entendemos que, si queremos el desarrollo de cuestiones tan interesantes para nuestra provincia como el turismo sustentable implica que es necesario tener agua, servicios de tratamientos de efluentes, energía, manejo de residuos entre otros en los establecimientos dedicados a esta actividad para que la misma sea sustentable.

Estratégicamente se podrían plantear 6 líneas de trabajo, para desarrollar los mismos:

1. Modernización de pequeñas centrales hidroeléctricas existentes.
2. Implementación en todos los reservorios de agua existentes de pequeñas centrales hidroeléctricas.
3. Propiciar el aprovechamiento hidroeléctrico de pequeña escala en las localidades que tienen arroyos o pequeños cursos permanentes, para generar electricidad que complemente las fuentes de utilización existentes.
4. Fomentar la utilización de particulares en la generación local de sus necesidades energéticas.
5. Aprovechar los sistemas de agua existentes que poseen energía remanente para generar.
6. Propiciar el desarrollo de sistemas plurienergéticos para complementar energías renovables de diversas fuentes.

Desde su inicio en el 2015, los ODS causaron tanto euforia como recelo, ya que se presentaron como la nueva bandera del progreso humano: era la primera vez que 193 países se comprometían a cumplir 17 objetivos con 169 metas. Hoy, más de dos tercios continúan midiendo sus avances, lo que demuestra la existencia de la pieza clave: voluntad política para su efectivo cumplimiento.

¿Dónde está Argentina en este contexto?, ¿cómo avanza?, ¿qué podemos hacer desde los diferentes actores de la sociedad para propiciar el cambio? Y Córdoba, ¿qué responsabilidades nos cabe a toda la sociedad, para poder generar y mantener en el tiempo los cambios que buscamos?

Una cuestión es clara, lo que no se conoce es difícil de cuidar, por eso es fundamental el desarrollo de espacios pluridisciplinares que permitan el abordaje de soluciones para resolver los problemas de la sociedad que requiere de un desarrollo sostenible.

Respecto a las energías renovables, y en particular a la hidrogeneración de pequeña escala, existe un nicho significativo de este potencial hidroeléctrico "durmiente". Incluso las infraestructuras de agua extremadamente pequeñas pueden generar energía hidroeléctrica, incluidos los sistemas que suministran agua a los hogares o, posteriormente, la eliminan de contaminantes.

Dra. Teresa M. Reyna
Directora del proyecto: Adaptaciones al Cambio Climático - Diseño de Microturbinas para Uso en Ríos de Córdoba: Turbinas Francis y Pelton
teresa.reyna@unc.edu.ar
Mayo de 2021

UN PANORAMA DEL SECTOR DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y SUS REFERENTES

Sergio Devalis[15]

Resumen

A lo largo de este ensayo hacemos un breve recorrido por el panorama del sector de energías renovables en Argentina, remarcando comentarios de algunos de sus referentes. También hacemos un breve repaso por el marco legal y los programas disponibles para el fomento de estas energías, tanto a nivel provincial como nacional.

El reconocimiento del sector, de sus principales referentes, la detección de los intangibles, las vinculaciones provinciales, nacionales e internacionales y el poder seleccionar las herramientas adecuadas serían los factores más destacados a tener en cuenta para lograr la inserción y el desarrollo profesional en materia de transición energética.

Palabras claves

Energías renovables. Panorama del sector. Referentes.

Abstract

Throughout this article we make a brief overview of the renewable energy sector in Argentina, highlighting comments from some of its referents. We also make a brief review of the legal framework and the available programs for the promotion of these energies, both at provincial and national level.

The recognition of the sector, of its main referents, the detection of intangibles, provincial, national and international links and the ability to select the appropriate tools would be the most important factors to take into account in order to achieve insertion and professional development in the matter of energy transition.

[15] Referente del Departamento de Empresas y Energía, miembro activo del CIECS-CONICET, UNC y CEC y docente de la Maestría en Generación de Energías Renovables, FCEFyN – UNC, sergiodevalis@gmail.com

Ensayo

Cuando el Dr. Santiago Reyna me convocó a participar como docente invitado de la Maestría en Generación de Energías Renovables de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba[16], consideré de gran valor la creación de esta instancia de formación para el sector de la energía.

Cómo bajar a tierra en forma práctica y efectiva todos los conocimientos adquiridos en la maestría sería el punto central del módulo. El conocimiento del sector, de sus principales referentes, la detección de los intangibles, las vinculaciones nacionales e internacionales y poder seleccionar las herramientas adecuadas, serían los factores más destacados a tener en cuenta**.**

Siguiendo este lineamiento iniciamos el módulo con expertos pertenecientes a organismos invitados -referentes afines a la temática-, que nos acompañaron compartiendo sus conocimientos y experiencias. Nuestro agradecimiento a Guillermo Martín, Director Nacional de la Secretaría de Energía de la Nación. Omar Jancovich, Responsable del Área de Eficiencia Energética de la Dirección General de Energías Renovables y Comunicación del Ministerio de Servicios Públicos, Gobierno de la Provincia de Córdoba. Carlos Ferrari Vélez y Rodrigo Stein, miembros del Comité de Energía Córdoba (CEC) CIECS (CONICET y UNC) y Gerentes de Electroingeniería I.C.S.S.A. Francisco Guzmán Navarro, Director del Instituto de Domótica y Eficiencia Energética de la Universidad de Málaga. Pamela Valdivia, Directora de la Representación del Estado Bávaro en Latinoamérica. Marcelo Álvarez, Secretario del Global Solar Council (GSC) y Ex Presidente de la Cámara Argentina de Energías Renovables (CADER). Agustín Lago y Pablo Bahamonde, Gerentes de la Agencia de Protección Ambiental (Apra) de la Secretaría de Ambiente, Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA). Gastón Fenés, Director de la Revista Energía Estratégica. Horacio Pinasco y Guillermo Almagro, Directivos de TECNORED Argentina. José Luís Larrégola, Alfredo Caprile e Ignacio Ibáñez, Directivos del Proyecto de Eficiencia Energética en Argentina impulsado por la Secretaría de Energía de la Nación y financiado por la Unión Europea. Celeste Ceballos, Directiva del CIECS (CONICET y UNC). Carla Devalis, integrante del Comité de Energía Córdoba (CEC) CIECS (CONICET y UNC) y miembro de la Dirección General de Energías Renovables y Comunicación del Ministerio de Servicios Públicos, Gobierno de la Provincia de Córdoba. Marcia González y Ezequiel Coronel, Expertos del Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM).

[16] http://fcefyn.unc.edu.ar/facultad/secretarias/investigacion-y-posgrado/-posgrado/maestrias-en-generacion-de-energias-renovables/

Luego de un recorrido sobre conceptos relativos a la eficiencia energética y las energías renovables, comenzamos a desarrollar nuestro tema en cuestión: encontrar las herramientas adecuadas para agilizar las gestiones que nos lleven a los objetivos buscados. Destacamos la importancia de las vinculaciones con organismos del sector público, universidades, cámaras empresariales, agencias de energía provinciales, nacionales e internacionales y demás instituciones afines a la energía del sector privado.

De lo expuesto, resulta fundamental contar con las herramientas necesarias para insertarse y poder desarrollar la experiencia profesional dentro de un contexto de realidad, conociendo perfectamente a los intangibles que son los principales obstáculos que debemos sortear.

Algunos conceptos de nuestros invitados

Omar Jancovich

Responsable de Eficiencia Energética de la Dirección General de Energías Renovables y Comunicación, Ministerio de Servicios Públicos, Gobierno de la Provincia de Córdoba.

La eficiencia energética debe tomarse como modelo de aplicación complementaria de otras acciones integrales que procuren llegar a la independencia energética, el desarrollo social, la igualdad de oportunidades para toda la población (salud, educación y prosperidad).

Sin energía (en todas sus formas) no es posible la vida.

El Estado debe revisar la forma en que utiliza la energía, pero también el sector privado y la ciudadanía en general.

La cooperación entre las entidades de gobierno y las instituciones científicas como el INTI o las Universidades, más la integración de la perspectiva empresarial, la capacitación y la conciencia de que se trata de un largo camino de cambio cultural, pero que implica acciones concretas a corto, largo y mediano plazo, son la ecuación que permitirá arrojar los mejores resultados.

Lo que vale resaltar es que la eficiencia energética no es solo una cuestión técnica, sino también cultural.

Carlos Ferrari Vélez y Rodrigo Stein

Integrantes del CEC CIECS. Directivos de Electroingeniería ICSSA.

En primer lugar, queremos felicitar a quienes tuvieron la iniciativa de implementar la Maestría en Energías Renovables, dando la posibilidad a muchos profesionales del ámbito de la energía a capacitarse en un tema fundamental para el cuidado del medio ambiente. Y un especial agradecimiento por la invitación a compartir con los alumnos una presentación explicando los resultados de la experiencia en generación distribuida realizada por Electroingeniería ICSSA en la primera prueba piloto con la Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC).

Francisco Guzmán Navarro

Director del Instituto de Domótica y Eficiencia Energética-IDEE- de la Universidad de Málaga, España. Asesor en eficiencia energética de la Unión Europea.

Hoy en día, la Domótica se ha convertido, por necesidad y por voluntad de sus usuarios, en una cultura. Su utilización en los entornos de la eficiencia energética, gestión de la energía, gestión técnica de edificios consigue tanto un ahorro económico para sus usuarios como una reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero.

El uso de estas tecnologías permite, además, mejorar la calidad de vida de las personas y posibilitar la vigilancia automática de los parámetros vitales de los habitantes de la casa emitiendo alarmas cuando se altere, significativamente y de manera particularizada, alguno de ellos.

José Luís Larrégola

Ingeniero de Telecomunicación, Experto Principal Programas Piloto de Redes de Aprendizaje en el Sector Industrial del Proyecto de Eficiencia Energética en Argentina financiado por la Unión Europea.

Fomento de las Redes de Aprendizaje en Eficiencia Energética (RdAEE) y Sistemas de Gestión de Energía (RdASGEn) en la industria argentina, basados en ISO 50001. Su objetivo es implementar SGEn para las empresas participantes y prepararlos para la certificación de la Norma ISO 50001, de modo que se puedan alcanzar ahorros energéticos consolidados.

Las Redes de Aprendizaje son una metodología colaborativa entre diferentes actores industriales que persiguen un objetivo común, utilizando el intercambio de experiencias y recibiendo el apoyo técnico ofrecido por expertos técnicos. Desde el inicio del Proyecto en Argentina, este concepto se ha aplicado a unas 70 empresas industriales distribuidas en cinco Redes Provinciales y una Red Sectorial Vitivinícola. Las Redes favorecen la creación de un entorno propicio para la eficiencia energética y la facilitación de tecnologías y transferencia de conocimiento en las industrias participantes.

Marcelo Álvarez

Secretario del Global Solar Council (GSC), Ex Presidente de la Cámara Argentina de Energías Renovables (CADER)

Tenemos la oportunidad de encarar la recuperación económica post COVID19, dando impulso a la generación de energía renovable, promoviendo con ello, la creación de empleo pyme local y catalizando la activación de las economías regionales. El cumplimiento de las leyes 27.191 y 27.424, posibilitaría bajar la carga fiscal de subsidios del sector. Para entender este concepto es necesario analizar en detalle los costos y subsidios de las centrales desplazadas y las externalidades positivas y negativas de cada proyecto. La comparación limitada a precio coyuntural de mercado en tiempo de stocks altos de fósiles por la pandemia podría llevarnos al error de apartarnos de la senda iniciada. La transformación de la matriz no es un mero hecho económico o tecnológico, es un cambio de paradigma que involucra a toda la sociedad, empoderándola, y que además correctamente implementada y calculada, la hace más barata.

Celeste Ceballos

Directiva del CIECS-CONICET y UNC

"Una de nuestras metas desde el CEC CIECS es producir conocimiento técnico para el sector energético, que incluya una mirada social y con potencial de incidir en políticas públicas".

Carla Devalis

Abogada. Comisión Regulación CEC. Dirección General de Energías Renovables y Comunicación del Ministerio de Servicios Públicos, Gobierno de la Provincia de Córdoba.

Quienes habitamos este mundo y sin excepción, nos encontramos ante los desafíos de lograr un desarrollo sostenible que integre el crecimiento económico, la equidad social y el cuidado del medio ambiente, y de contribuir en la lucha contra el cambio climático.

Advirtiendo que el energético es uno de los sectores más contaminantes, resulta primordial el desarrollo de políticas públicas destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando el uso responsable de la energía y la generación descentralizada de energía renovable.

¿Qué tenemos en la Provincia de Córdoba?

El Gobierno de la Provincia de Córdoba, a través de la Dirección General de Energías Renovables y Comunicación de la Secretaría de Biocombustibles y Energías Renovables, dentro del ámbito del Ministerio de Servicios Públicos[17], viene desarrollando su política energética con una fuerte apuesta en las energías renovables y la eficiencia energética desde hace ya 20 años[18]. Priorizar el acceso a la energía a partir de la instalación de equipos solares fotovoltaicos en las escuelas rurales más alejadas, fomentar la eficiencia energética y promover la generación de energías renovables a partir de medianos y grandes parques, así como la instalación de pequeños sistemas de generación con destino al autoconsumo, sumado al desarrollo de los biocombustibles, entre otros puntos, son tomados como Políticas de Estado.

A continuación, se hace un breve repaso del marco legal, programas y temas en agenda relativos a la promoción de la eficiencia energética, la regulación de la generación y el uso de energías renovables y biocombustibles en la Provincia de Córdoba:

Marco Legal

- Ley Provincial 8810 “Declaración de Interés Provincial a la Generación de Energías Renovables”.
- Ley Provincial 10397 de adhesión a la Ley Nacional 26190 modificada por Ley Nacional 27191 "Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica".
- Ley Provincial 10604 de adhesión a la Ley Nacional 27424 “Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública”.
- Ley Provincial 10573 “Declara de Interés Provincial a los Sistemas de Aprovechamiento de Energía Solar Térmica de Baja Temperatura para Abastecimiento de Agua Sanitaria”.
- Ley Provincial 10572 “Declara de Interés Provincial al Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE)”.

[17] https://ministeriodeserviciospublicos.cba.gov.ar/biocombustiblesyenergiasrenovables/direccion/

[18] http://cec-ciecs.com.ar/wp-content/uploads/2021/05/RenovablesCordoba-2020.pdf

- Ley Provincial 10721 “Promoción y Desarrollo para la Producción y Consumo de Biocombustibles Y Bioenergía”.

Programas

- Programa de Eficiencia Energética y Generación Distribuida.
- Programa de Energías Renovables para Zonas Aisladas a través del Programa Nacional PERMER.
- Programa de Energías Renovables y Comunicación para el Desarrollo Social y Productivo de la Provincia de Córdoba (+Sol+Energía).
- Programa de Desarrollo de las Bioenergías.

Temas en agenda

- Generación Distribuida Comunitaria.
- Movilidad Sostenible.
- Etiquetado Ambiental Edilicio.

Por su parte, el Consejo Asesor de Políticas Energéticas de Córdoba (CAPEC), creado en el ámbito del Ministerio de Servicios Públicos y conformado por universidades, centros de investigaciones, cámaras empresariales, distribuidoras eléctricas, entes públicos y organizaciones de la sociedad civil, se destaca por la importante labor que viene realizando hasta el momento como órgano consultivo en la materia del Poder Ejecutivo Provincial.

El Comité de Energía Córdoba (CEC)[19], programa de investigación creado en el ámbito del Centro de Investigación y Estudios sobre Cultura y Sociedad (CIECS), unidad que depende del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), colabora en las diversas comisiones de trabajo del CAPEC.

Sin dudas, la Provincia de Córdoba brinda condiciones favorables para el desarrollo de energías renovables y eficiencia energética, por contar con marcos legales y normativos apropiados, universidades con una vasta trayectoria, expertos altamente calificados y empresas referentes en el sector.

[19] https://www.ciecs-conicet.gob.ar/cec

Panorama a Nivel Nacional

Con respecto a la Secretaría de Energía de la Nación, podemos observar la voluntad política en favor del desarrollo de las energías renovables[20], la eficiencia energética[21] y la generación distribuida[22].

Las Redes de Aprendizaje en Sistemas de Gestión de la Energía (SGEn)[23] son parte del Proyecto de Eficiencia Energética en Argentina impulsado por la Secretaría de Energía de la Nación y el Fondo de Cooperación de la Unión Europea, con el objeto de optimizar el desempeño energético de las organizaciones que las integran, a través del intercambio de experiencias y el acompañamiento técnico ofrecido por expertos en la temática. En Argentina se implementaron hasta el momento seis redes, dejando como resultado el aprendizaje necesario para optimizar el desempeño energético no solo de las empresas beneficiarias del Proyecto, sino también de sus filiales y empresas proveedoras a partir del traspaso de conocimientos y experiencias adquiridas en los últimos tres años.

Otro de los estudios desarrollados por la Secretaría de Energía de la Nación junto al Fondo de Cooperación de la Unión Europea es el Balance Nacional de Energía Útil (BNEU), a los fines de conocer qué fuentes de energía consumen los distintos sectores (Industrial, Residencial y Transporte), para que se la consume (usos y equipos) y cómo se la consume (modalidades de consumo y eficiencia energética) aportando información fundamental para que el Estado Nacional y los distintos Estados Provinciales puedan elaborar políticas públicas que contribuyan a mejorar la eficiencia en cada uno de los sectores consumidores de energía.

Córdoba, a través del CEC CIECS, participó como socio local del BNEU y de la 3ª Red de Aprendizaje sobre Sistemas de Gestión de la Energía (SGEn). La 3ª Red de Aprendizaje fue integrada por empresas como Renault de Argentina, Fiat Chrysler Automóbiles (FCA), Volkswagen Centro Industrial Córdoba, FAdeA de Argentina, Pauny, Arcor con sus dos plantas de Arroyito y Colonia Caroya, Manfrey, Tiberina de Argentina y Sturam SA. Con respecto al Balance Nacional de Energía Útil (BNEU), podemos destacar los trabajos en empresas como Petroquímica Río Tercero, Atanor Río Tercero, Holcim de Argentina, Volkswagen CI Córdoba, Palmar y Pritty entre las principales industrias.

---

[20] https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia/energia-electrica/renovables

[21] https://www.eficienciaenergetica.net.ar

[22] https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia/generacion-distribuida

[23] https://www.eficienciaenergetica.net.ar/industria_redes_de_aprendizaje.php

Conclusión

Luego de desarrollar conceptos vinculados a energías renovables y eficiencia energética y de observar un panorama a nivel provincial, nacional e internacional junto a expertos y funcionarios que nos transmitieron sus experiencias vividas, a lo largo del módulo asignado pudimos arribar a algunas conclusiones respecto a aquellos pasos a seguir para lograr la inserción y el desarrollo profesional en materia de transición energética. El reconocimiento del sector, de sus principales referentes, la detección de los intangibles, las vinculaciones provinciales, nacionales e internacionales y el poder seleccionar las herramientas adecuadas, serían los factores más destacados a tener en cuenta**.**

Para ello deberíamos profundizar en la búsqueda de programas e incentivos financieros ofrecidos por organismos de gobierno y bancos con políticas que acompañen la mitigación y adaptación al cambio climático, nuevas carreras y formaciones, el intercambio de experiencias con grupos de trabajo especializados y especialmente la selección de proveedores confiables que permitan desarrollar con éxito futuros proyectos que pudieran ser solicitados por distintos actores, entre ellos municipios, organismos públicos y privados, sectores residencial, comercial e industrial. De esta manera estaríamos dando cumplimiento a uno de los objetivos de la Maestría como es “la formación de los egresados en las energías renovables y en el uso racional de la energía, con especial conciencia en el cuidado del medio ambiente y los aspectos de gestión, económicos y legales involucrados en su generación desde la óptica de la sustentabilidad”.

Sergio Devalis

Referente del Departamento de Empresas y Energía, miembro activo del CIECS-CONICET, UNC y CEC y docente de la Maestría en Generación de Energías Renovables, FCEFyN – UNC

sergiodevalis@gmail.com

Junio de 2021

ASPECTOS ECONÓMICOS Y TÉCNICOS ASOCIADOS A LAS ENERGÍAS RENOVABLES

CAPÍTULO 1: LA CADENA DE VALOR DEL BIODIÉSEL ARGENTINO

Mgter. Mónica Buraschi[24]

Resumen

El biodiésel, junto con el etanol, constituyen las dos clases de biocombustibles que dominan el mercado global. Argentina se encuentra entre los principales productores mundiales de biodiésel y es también el principal exportador, siendo la Unión Europea el principal destino de las ventas externas.

La cadena de valor del biodiésel comprende fundamentalmente dos etapas: una agrícola, en la cual se produce la soja que se usa como materia prima, y una industrial, que incluye la transformación en aceite y posteriormente en biodiésel.

En este capítulo se describe la cadena de valor del biodiésel argentino siguiendo las dimensiones propuestas en Fernández-Stark y Gereffi (2019): estructura de la cadena en cuanto a entradas y salidas, alcance geográfico y gobernanza de la cadena.

Se concluye que se trata de una cadena con una gran capacidad de producción y competitividad a nivel mundial, pero vulnerable por la gran concentración de las ventas externas. El marco regulatorio, por su parte, presenta algunas falencias para la promoción del crecimiento del mercado doméstico.

Palabras clave

Biocombustible - Bioenergía - Cadena de la soja - Gobernanza - Regulación

Abstract

Biodiesel, along with ethanol, constitute the two classes of biofuels that dominate the global market. Argentina is among the main world producers of biodiesel and is also the main exporter, with the European Union being the main destination for its foreign

[24] Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Económicas. Instituto de Administración. monica.buraschi@eco.uncor.edu

sales.

The biodiesel value chain basically comprises two stages: an agricultural stage, in which the soy used as raw material is produced, and an industrial stage, which includes soybean transformation into oil and later into biodiesel.

This chapter describes the Argentine biodiesel value chain following the dimensions proposed in Fernández-Stark and Gereffi (2019): chain structure in terms of inputs and outputs, geographic scope, and chain governance.

It is concluded that it is a chain with a great production capacity and worldwide competitiveness, but vulnerable due to the great concentration of external sales. The regulatory framework, on the other hand, has some shortcomings for promoting the growth of the domestic market.

Introducción

El biodiésel, junto con el etanol, constituyen las dos clases de biocombustibles que dominan el mercado global. Se trata de combustibles líquidos de origen biológico no fósil que pueden utilizarse fácilmente en el sector del transporte. Los biocombustibles llamados de primera generación, cuya tecnología es de amplia difusión en la actualidad, se producen a partir de cultivos extensivos. El etanol, también conocido como alcohol etílico o bioetanol, se obtiene a partir de tres tipos de materia prima: los productos ricos en sacarosa, como la caña de azúcar, la melaza y el sorgo dulce; las fuentes ricas en almidón como cereales (maíz, trigo, cebada, etc.) o tubérculos (mandioca, batata, papa); y los materiales ricos en celulosa como la madera y los residuos agrícolas. Posee un alto octanaje y una gran solubilidad en la nafta (Bravo, 2007). A nivel mundial se produce principalmente a partir del maíz (Estados Unidos), el trigo (Canadá y Unión Europea), la remolacha azucarera (Unión Europea) o la caña de azúcar (Brasil y Argentina). El biodiésel, por su parte, se produce a partir de aceites vegetales o grasas animales. En Estados Unidos, Brasil y Argentina se usa como insumo la soja, mientras que en los países de la Unión Europea se elabora en base a colza, girasol y aceite de palma, este último importado de países en desarrollo como Indonesia y Malasia (Staricco y Buraschi, 2017).

El desarrollo de la industria del biodiésel en Argentina se dio en un contexto de gran expansión del agronegocio de la soja, insumo en el cual dicho país posee una alta competitividad gracias a la implementación de tecnología de punta, como es el caso de la siembra directa. El complejo sojero (poroto, aceite, harinas y *pellets*, biodiésel) representa el 25% del total de exportaciones argentinas (INDEC, 2020a). Actualmente, la capacidad instalada de la industria argentina de biodiésel es de 4,5 millones de

toneladas, aunque la ocupación es del 60% a raíz de los vaivenes en los mercados del exterior.

En este capítulo se describe la cadena de valor del biodiésel argentino siguiendo las dimensiones propuestas en Fernández-Stark y Gereffi (2019): estructura de la cadena en cuanto a entradas y salidas, alcance geográfico y gobernanza de la cadena. La estructura de entradas y salidas se refiere a la descripción del producto y su proceso de obtención, identificando las actividades y los actores de la cadena. El alcance geográfico presenta los diferentes países que participan de la industria y/o constituyen el mercado para el biodiésel argentino. La gobernanza incluye los aspectos del marco regulatorio local y global, e implica analizar cómo ciertos actores definen, miden y hacen cumplir los parámetros bajo los cuales operan los otros eslabones de la cadena (Humphrey & Schmitz, 2002).

1- Estructura de entradas y salidas de la cadena del biodiésel

La cadena de valor del biodiésel comprende fundamentalmente dos etapas: una agrícola y una industrial. La etapa agrícola, a su vez, incluye las actividades de producción de la materia prima, transporte y acopio. En Argentina existen 57.780 establecimientos que producen soja, totalizando 17 millones de hectáreas, lo cual representa la mitad del área sembrada del país (Ministerio de Hacienda de la Nación, 2019). El 76% de esta superficie está localizada en las provincias de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba (INDEC, 2020b), tal como se aprecia en la figura a continuación. De esta manera, se conforma un importante *cluster* productivo de soja que dista no más de 300 km de la hidrovía Paraná-Río de la Plata (Tomei & Upham, 2011). En particular, se destaca un reducido grupo de productores de gran tamaño que explica cerca del 50% de la producción agrícola; es representativo de la agricultura a gran escala y se ha consolidado como un actor de relevancia en las últimas décadas, ocupando el rol de gerenciador de los medios de producción de terceros a través de un modelo de organización de la producción basado en una red de contratos y uso masivo de nuevas tecnologías de proceso como la siembra directa y el doble cultivo anual, y nuevos paquetes de insumos en base a semillas genéticamente modificadas, herbicidas asociados y fertilizantes (Ministerio de Hacienda de la Nación, 2019). A su vez, es notoria la participación de la Asociación de Cooperativas Argentinas (www.acacoop.com.ar) y de Agricultores Federados Argentinos (http://afascl.coop/), que nuclean a numerosos productores y cooperativas de todo el país, prestando apoyo en cuestiones logísticas y comerciales.

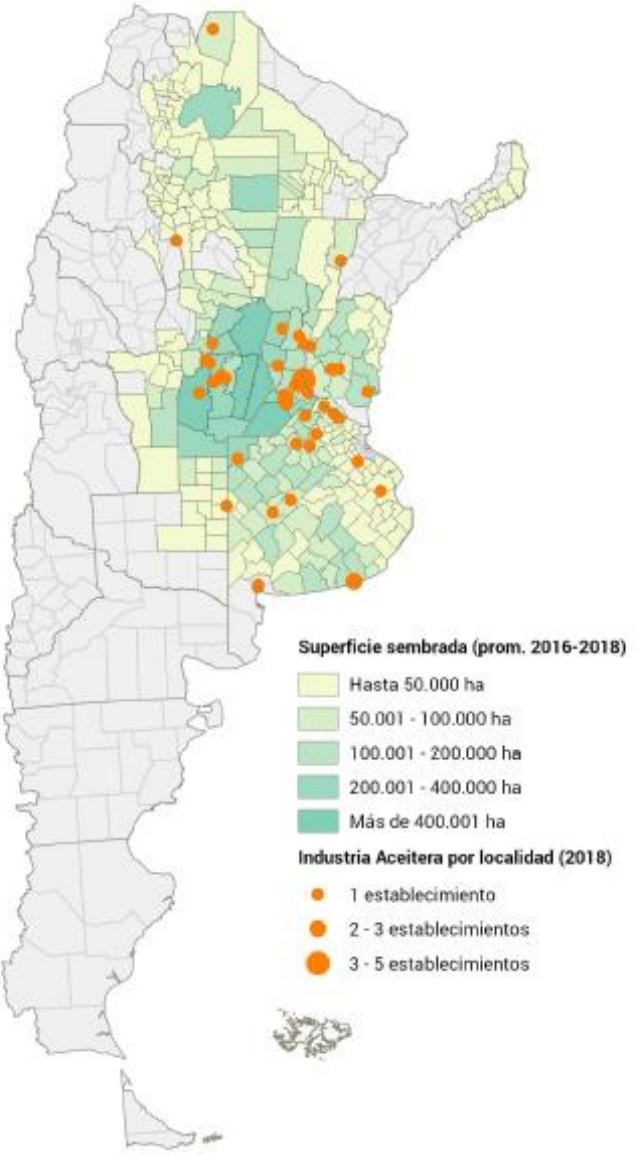


Figura 1: Distribución geográfica de la producción de soja en Argentina
Extraído de Ministerio de Hacienda de la Nación (2019, p. 5)

El transporte de la materia prima hasta los centros de acopio y desde los acopios a las plantas aceiteras se realiza por camión. Se trata de un medio de transporte costoso, por lo que la cercanía al puerto es una ventaja competitiva. La actividad de acopio es llevada a cabo tanto por los mismos establecimientos productivos como por entidades

especializadas. Los sistemas que se utilizan son las silobolsas y los silos metálicos (Figura 2). Existen 2.785 establecimientos registrados como centros de acopio de granos en todo el país[25], que están nucleados en 19 entidades gremiales[26]. El 80% de estos establecimientos tiene una capacidad de más de 2.000 toneladas (Ministerio de Hacienda de la Nación, 2019). Aproximadamente un 25% del volumen de soja del país se exporta directamente, mientras que el 75% restante se destina a la industria (Haro Sly, 2017).

Figura 2: Sistemas de acopio: silobolsas y silos metálicos
Extraído de Silos Córdoba (http://www.siloscordoba.com)

La etapa industrial de la cadena se compone de dos actividades: la producción de aceite y la producción de biodiésel. La producción de aceite se lleva a cabo mediante el proceso de molienda o *crushing*, que consiste en aplicar presión sobre los porotos para separar sus componentes. Mediante este proceso, el 18% del peso en kg se aprovecha en forma de aceite y el 82% como materia seca. Esta última se procesa en forma de harina y *pellets* como alimento para la ganadería local y del exterior. Del aceite, un 67% se exporta como aceite crudo; un 5% se destina a producir aceite refinado y un 27% a la producción de biodiésel, por lo que el biodiésel explica un 3% del total de poroto cultivado (Haro Sly, 2017). En la Figura 3 se representan gráficamente los distintos destinos de la producción de soja.

[25] www.ruca.agroindustria.gob.ar
[26] www.acopiadores.com

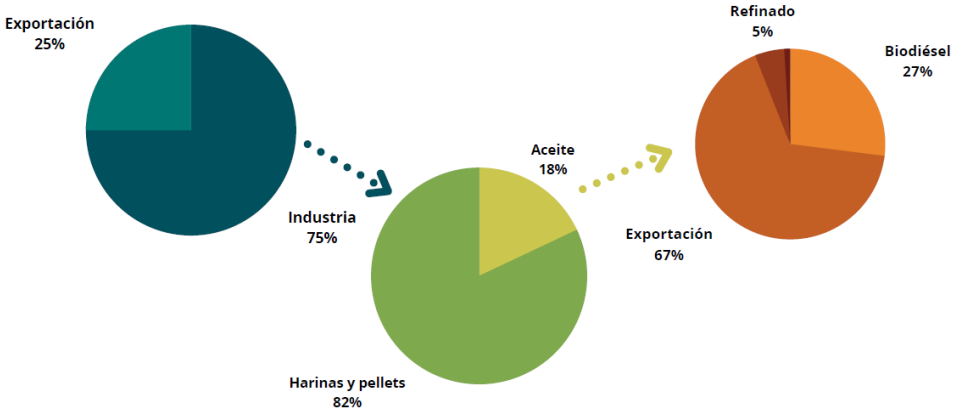


Figura 3: Destino de la producción de soja en Argentina

Elaboración propia con datos de Haro Sly (2017)

La industria aceitera está altamente concentrada: si bien hay 360 empresas registradas en este rubro, un grupo de 9 empresas registran el 84% de la capacidad instalada (Ministerio de Hacienda de la Nación, 2019). La escala de las plantas procesadoras, la cercanía al abastecimiento de los granos y a los puertos de salida de la producción permiten lograr una industria eficiente y con bajos costos. No existe otra región en el mundo que iguale la capacidad de la industria aceitera argentina (Tomei & Upham, 2011).

Los aceites vegetales sin modificar pueden utilizarse como combustible, pero causan diversos problemas que obligan a adaptar los motores. Para evitar esto, se recurre a transformarlos químicamente mediante un proceso denominado *transesterificación*, que mejora sustancialmente sus propiedades. Este proceso se basa en la reacción con metanol o etanol de las moléculas de triglicéridos para producir ésteres. De esta manera se consigue que las moléculas grandes y ramificadas iniciales, de elevada viscosidad y alta proporción de carbono, se transformen en otras de cadena lineal, pequeñas, con menor viscosidad y porcentaje de carbono, de características energéticas más similares al diésel de petróleo. De este proceso se obtiene como subproducto la glicerina. El biodiésel funciona en cualquier motor diésel y puede mezclarse con gasoil obtenido a partir de petróleo (Ballesteros Perdices, 2001).

En Argentina hay 36 empresas autorizadas a producir biodiésel (Ministerio de Energía y Minería de la Nación Argentina, 2018). Existen seis empresas que realizan las dos actividades (producción de aceite y de biodiésel) a las que se conoce como grandes integradas. Estas empresas concentran alrededor del 60% de la producción argentina

de biodiésel y el 100% de las exportaciones, y se encuentran nucleadas en la Cámara Argentina de Biocombustibles (CARBIO). El resto de las empresas productoras de biodiésel adquieren la materia prima a las aceiteras y en general destinan su producción al mercado interno. Se encuentran nucleadas en la Cámara de Empresas PyME Regionales Elaboradoras de Biocombustible (CEPREB). En la Figura 4 se muestra un esquema de la cadena de valor del biodiésel argentino.

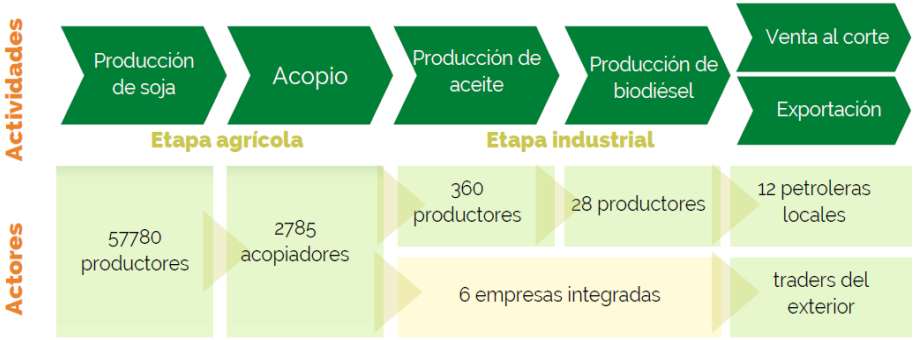


Figura 4: Cadena de valor del biodiésel argentino
Elaboración propia con datos de Ministerio de Hacienda de la Nación (2019).

Las empresas grandes integradas son las siguientes:

Louis Dreyfus Company Argentina (LDC) pertenece al grupo multinacional del mismo nombre con base en Países Bajos dedicado a la agroindustria. En Argentina se aboca en particular las oleaginosas integrando toda la cadena de valor de la soja. Es la empresa líder en producción de biodiésel, la cual se realiza en su planta de General Lagos, en las afueras de Rosario.

Renova es propiedad de Oleaginosa Moreno, Vicentín y Molinos Agro en partes iguales, y produce biodiésel en la planta de San Lorenzo, Provincia de Santa Fe. Los mismos socios operan además a *façon* en la planta de Patagonia Bioenergía de la misma localidad. Oleaginosa Moreno pertenece a la multinacional Glencore Grain, de capitales suizos, mientras que Vicentín y Molinos Agro son grupos empresarios de capital argentino. Si bien las tres empresas comparten las plantas productivas, operativamente se manejan por separado.

T6 Industrial está ubicada en Puerto General San Martín, Provincia de Santa Fe. Pertenece a Bunge Argentina y Aceitera General Deheza (AGD) por partes iguales y está abocada a la producción de aceite de soja y biodiésel. Bunge Argentina es subsidiaria de Bunge Limited, una multinacional de agronegocios con sede en Estados

Unidos. AGD, en cambio, es un complejo agroindustrial argentino cuya planta principal se encuentra en la localidad de General Deheza en la Provincia de Córdoba.

Cargill pertenece a la corporación multinacional de su mismo nombre, con base en Estados Unidos. En Argentina integra las etapas de molienda, producción de aceite y de biodiésel, esto último en su planta de Gobernador Gálvez, Provincia de Santa Fe.

COFCO International Argentina pertenece al grupo chino del mismo nombre, dedicado a la producción y comercialización de granos, oleaginosas y subproductos. En Argentina integra toda la cadena de la soja y produce biodiésel en su planta de Timbúes.

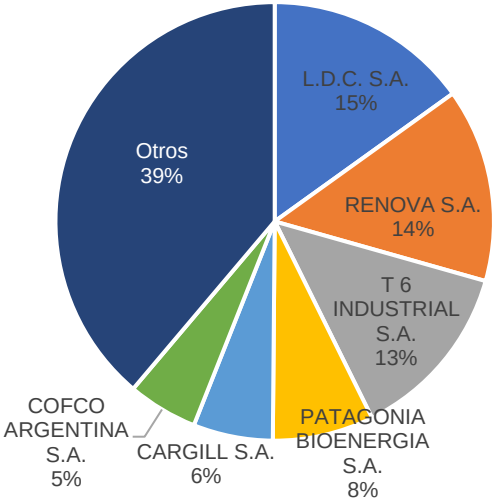


Figura 5: Principales actores de la cadena del biodiésel en Argentina
Elaboración propia con datos del Ministerio de Energía y Minería de la Nación Argentina (2018)

Entre las empresas que comercializan biodiésel en el mercado interno se destacan Explora y Unitec Bio por su capacidad de producción. Ambas empresas son argentinas y no están integradas verticalmente, sino que adquieren en el mercado el aceite de soja que utilizan como insumo para el biodiésel.

En la Figura 6 se muestra la evolución de la producción argentina de biodiésel, donde se aprecia que mientras el mercado interno crece hasta estabilizarse, el mercado

externo fluctúa de acuerdo a la demanda, aunque sigue representando el principal destino de la industria.

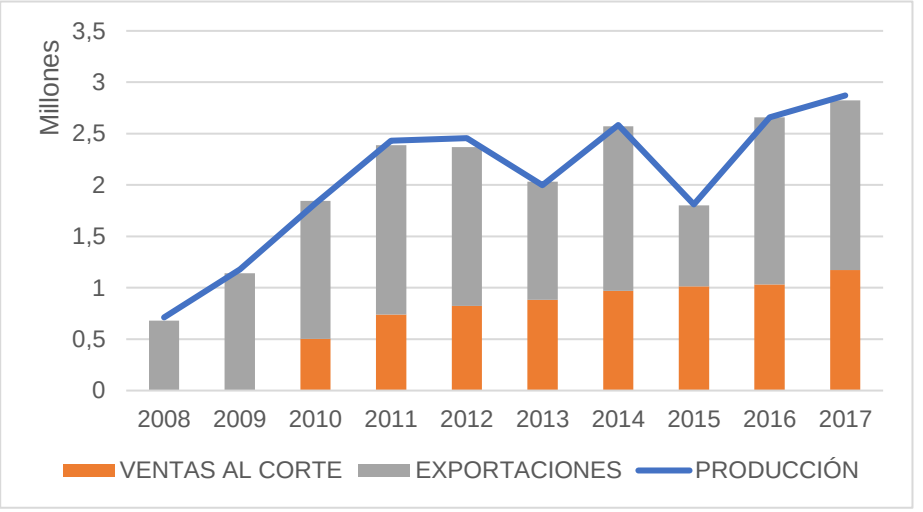


Figura 6: Evolución de la producción de biodiésel en Argentina según destino
Elaboración propia con datos del Ministerio de Energía y Minería de la Nación Argentina (2018)

2- Alcance geográfico

En la industria global del biodiésel se destacan seis productores: Estados Unidos, Brasil, Alemania, Argentina, Indonesia y Francia, los cuales en conjunto representan el 71% de la producción mundial (REN21, 2019). En la Figura 7 se visualiza la participación de cada uno de ellos en el mercado.

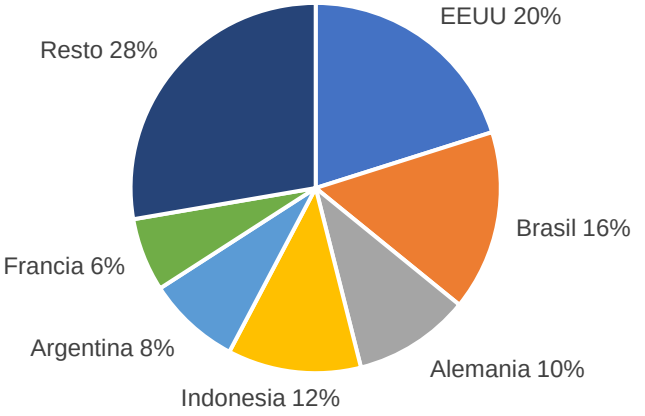


Figura 7: Participación de países destacados en la producción mundial de biodiésel
Elaboración propia con datos de REN21 (2019).

A pesar de estar entre los principales productores de biocombustibles, los países desarrollados son también los principales importadores, como se aprecia en la Figura 8. Esto se debe a diversos factores. En primer lugar, la demanda excede ampliamente a su producción, impulsada por diversas regulaciones nacionales, tales como las metas de energía eléctrica que debe ser producida mediante fuentes renovables, los mandatos de biocombustibles (porcentaje que se debe adicionar a cada litro de combustible fósil) y las obligaciones de biocombustibles (requerimiento de alcanzar una determinada proporción dentro del total vendido por cada empresa en un período). Paralelamente, las posibilidades de expansión de la industria de los biocombustibles en los países europeos están limitadas por la escasa superficie agrícola disponible para materia prima (Buraschi, 2014). Por último, existen cuestiones de competitividad que favorecen al biodiésel de soja y al de aceite de palma con relación a otros insumos (Milazzo et al., 2013).

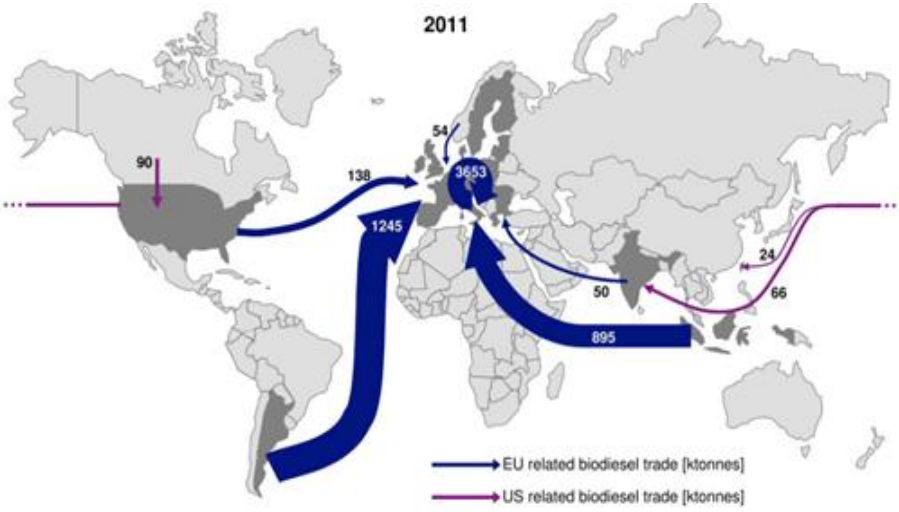


Figura 8: Flujos de comercio internacional de biodiésel
Extraído de Ecofys Germany (2011)

El rápido crecimiento de las exportaciones argentinas de biodiésel desde el inicio de la industria en el año 2006 hizo que Argentina se convirtiera en un importante jugador en el comercio mundial, lo que generó una serie de conflictos de intereses con los países desarrollados, que intentaron proteger su industria local en diversas ocasiones esgrimiendo argumentos comerciales, políticos y de sustentabilidad (Buraschi, 2015).

Los principales mercados para la industria argentina del biodiésel han sido Estados Unidos y los países de la Unión Europea, aunque con vaivenes en la importancia relativa de cada uno. En el año 2016, Estados Unidos representaba el 90% de las exportaciones argentinas de biodiésel[27]. Al año siguiente, dicho mercado se cerró totalmente a través de los mecanismos arancelarios que explico en la próxima sección, desviándose el comercio exterior hacia la Unión Europea.

En particular, el 83% de las ventas externas en 2019 tuvo como destino los Países Bajos, aunque esto se explica porque en Rotterdam se ubica el principal *trader* que importa el biodiésel y luego lo distribuye al resto de la Unión Europea. Lo mismo ocurre con Malta, otro importante centro de entrada y distribución, que representó el 12% de las exportaciones. Bélgica significó el 2,5%, con lo cual la Unión Europea

[27] http://www.carbio.com.ar

concentró el 97,5% de las exportaciones de biodiésel argentino. El 2,5% restante tuvo como destino Canadá (Ministerio de Energía y Minería de la Nación Argentina, 2020). En este último caso, se trata de una pequeña ventana que se abre un par de meses al año, ya que por las condiciones climáticas de frío extremo no es posible utilizar el biodiésel el resto del año dado el punto de congelamiento que presenta. En el pasado se exportó también a Perú, pero en la actualidad este mercado se encuentra cerrado (CARBIO, Comunicación personal, junio 11 de 2019).

3- Gobernanza de la cadena del biodiésel

Los biocombustibles presentan algunas características particulares que inciden en la gobernanza de la cadena. Por una parte, dado que el suministro de combustible es esencial para todo país, su provisión está ligada al concepto de seguridad energética, por lo que la participación del Estado es de crucial importancia. Por otra parte, en su cadena intervienen actores pertenecientes a diferentes sectores de actividad económica, ya que se trata de un insumo agrícola transformado por la agroindustria, comercializado por el sector petrolero para su uso final en el transporte. Esto genera una serie de tensiones que requieren a su vez la intermediación estatal (Bailis & Baka, 2011).

El Estado Nacional ejerce su poder a través de diferentes mecanismos. Por Resolución 419 (1998) de la Secretaría de Energía de la Nación, las empresas que se dediquen a la elaboración, mezcla y/o comercialización de biodiésel deben inscribirse en un registro oficial. La Ley Nacional N° 26093 (2006) constituye el marco jurídico para la industria de los biocombustibles, tanto para el mercado interno como para la exportación, que fue luego complementado por diversas disposiciones.

Con relación al mercado interno, la ley generó un mercado cautivo a través del establecimiento de un corte obligatorio, es decir, un porcentaje de mezcla de biocombustible en el combustible fósil, que inicialmente se fijó en el 5% para el caso del biodiésel (Resolución 7, 2010), y luego se fue incrementando paulatinamente (Resolución 554, 2010; Resolución 450, 2013) hasta llegar al 10% (Resolución 1125, 2013; Resolución 660, 2015). Recientemente, los productores de biodiésel han solicitado sin éxito el aumento de dicho corte (Origlia, 2019).

La cantidad de biocombustible necesaria para abastecer este corte se asigna anualmente a través de un sistema de cupos que privilegia a las PyMEs, otorgándoles diversas eximiciones impositivas (Buraschi, 2014). El precio de venta del biodiésel es fijado por el Estado, lo cual es fuente de conflictos cada vez que dicho precio queda desfasado en relación al precio del combustible fósil (Galindez, 2019).

Con respecto a la exportación, se establecieron retenciones diferenciales para promover la actividad, es decir, menores aranceles a la exportación para el biodiésel que para el aceite y/o el poroto de soja. Estos aranceles han sufrido variaciones desde entonces (Figura 9), pero siempre a favor del biodiésel, lo cual en la práctica tiene el mismo efecto que un subsidio (Buraschi, 2014).

Fecha	**Poroto de soja NCM 1201.90.00**	**Aceite de soja 1507.10.00**	**Biodiésel NCM 3826.00.00**
Al 31/12/2014	35%	32%	Alícuota móvil
Al 31/12/2015	30%	27%	Alícuota móvil
Al 31/12/2017	30%	27%	0%
Al 31/01/2018	Reducción del 0,5% mensual por año	Reducción del 0,5% mensual por año	8%
Al 31/07/2018			15%
Al 31/08/2018	26%	23%	15%
Al 04/09/2018	12%+18% Con tope de $4 por U$s	12%+18% Con tope de $4 por U$s	12%+15% Con tope de $4 por U$s
Al 14/12/2019	Ídem, sin tope	Ídem, sin tope	Ídem, sin tope
Al 31/03/2020	33%	33%	30%

Figura 9: Evolución de los derechos de exportación en la cadena del biodiésel
Elaboración propia con datos de Ministerio de Hacienda de la Nación (2019), Decreto N° 1025 (2017), Decreto N° 1126 (2017), Decreto 486 (2018), Decreto 793 (2018), Decreto 230 (2020), http://www.afip.gov.ar

El argumento del subsidio mediante retenciones diferenciales fue utilizado por los países desarrollados para el establecimiento de derechos compensatorios, por entender que el subsidio a la industria argentina del biodiésel perjudicaba a las industrias de sus países, al mismo tiempo que se generaba una situación de *dumping,* dado que la industria argentina del biodiésel accedía a la materia prima a un costo inferior a los precios internacionales (Doporto y Lottici, 2015).

Así, por ejemplo, en 2013 la Unión Europea estableció derechos *antidumping* contra la importación de biodiésel argentino, cerrando un mercado que en ese momento significaba el 90% de las exportaciones argentinas de biodiésel (Doporto y Lottici,

2015) hasta que cuatro años más tarde una resolución de la Organización Mundial de Comercio (OMC, 2017) obligó a dejar sin efecto dicha medida. En agosto del mismo año, fue Estados Unidos quien aplicó derechos compensatorios y *antidumping* contra el biodiésel argentino (Departamento de Comercio de EEUU, 2017). En la actualidad la brecha de los derechos de exportación es mínima, no obstante lo cual el mercado de Estados Unidos permanece cerrado, con aranceles *antidumping* del 74% (Aranceles al biodiesel: EEUU los mantiene, 2019). La Unión Europea, por su parte, estableció en 2019 derechos compensatorios en el orden del 25% al 33% para el biodiésel proveniente de Argentina, pero exime de dicho arancel a ocho empresas: AGD, Bunge, LDC, Molinos Agro, Oleaginosa Moreno, Vicentín, Cargill y COFCO, por una cuota máxima de alrededor de mil millones de dólares por año, lo que equivale a 1,2 millones de toneladas de biodiésel (López, 2019).

Los gobiernos de las provincias productoras de biocombustibles, asociados en la Liga Bioenergética, han elaborado una propuesta para la Nueva Ley de Biocombustibles para 2021, año en que la Ley 26093 deja de estar en vigencia. En dicho proyecto se propone segmentar al mercado interno en un mercado regulado y otro de libre juego de oferta y demanda. Para ello se propone elevar el porcentaje de corte de biodiésel al 15%, cubriendo el 10% con el mercado regulado y el 5% restante con el mercado voluntario. Además, se propone la creación del Instituto Nacional de Biocombustibles (INBIOs) donde participarían los gobiernos provinciales, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial y el sector privado con el fin de asistir a la Secretaría de Energía de la Nación con estudios, relevamientos y estadísticas sectoriales (Bellato, 2020). Al momento de escribir este capítulo el proyecto se encuentra en discusión, y en caso de no aprobarse se prorrogaría el marco regulatorio vigente (Rollán, 2021).

Reflexión final

El análisis de la estructura de entradas y salidas de la cadena del biodiésel argentino pone en evidencia el gran potencial que presenta el sector para su expansión. Existen insumos en cantidad y calidad suficientes, así como capacidad de procesamiento y comercialización en los mercados internacionales. La etapa del transporte puede optimizarse mediante la sustitución de medios de transporte, por ejemplo, aprovechando la hidrovía del Río Paraná, dada la localización geográfica de los campos y las plantas productivas.

El estudio del alcance geográfico de la cadena denota una excesiva concentración de las exportaciones en el mercado de la Unión Europea, en un contexto de cierre del mercado de Estados Unidos y habiendo fracasado las negociaciones para su reapertura. Esto vuelve al sector muy vulnerable ante las disposiciones comerciales

que pudiera tomar la Unión Europea para proteger su industria local. La búsqueda de mercados alternativos para el biodiésel de exportación sería una salida estratégica para el sector.

Con respecto al marco regulatorio, sus 15 años de vigencia evidenciaron algunas falencias con respecto a los objetivos de fomento de la actividad. La segmentación del sector en mercado interno y de exportación generó una situación en la cual las PyMEs productoras de biodiésel no tienen incentivos para crecer, ya que de hacerlo perderían sus privilegios fiscales, pero por otro lado están sujetas a las disposiciones del gobierno en materia de precios. Dado que por el corte obligatorio el precio del biodiésel incide en el precio del combustible, que es a su vez un insumo de la cadena, se vuelve muy compleja la adecuada y continua intervención del Estado para garantizar una rentabilidad mínima, lo cual tiene a las PyMEs en una situación económica muy frágil. La propuesta del proyecto de ley de generar un tercer mercado de libre comercialización aparece como una solución a esta falencia, tanto para aquellas PyMEs que puedan lograr acuerdos particulares como para las empresas exportadoras que enfrenten un excedente de producción momentáneo que no pueda ser canalizado en el mercado externo. Los compradores de este tercer segmento, como las empresas de transporte, se beneficiarían del acceso a un biodiésel al 100% (sin mezclar con diésel de origen fósil), lo cual podría formar parte de su estrategia de Responsabilidad Social Empresaria.

BIBLIOGRAFÍA

Aranceles al biodiesel: EEUU los mantiene. (2019, julio 10). *Página 12*. Disponible en: http://www.pagina12.com.ar

Bailis, R. & Baka, J. (2011). Constructing sustainable biofuels: Governance of the emerging biofuel economy. *Annals of the Association of American Geographers, 101*(4), 827-838.

Ballesteros Perdices, M. (2001). Biocombustibles para el Transporte. En P. García Ybarra (2001) *Tecnologías energéticas e impacto ambiental.* Madrid: Mc. Graw-Hill.

Bellato, R. (2020, febrero 9). El proyecto de ley de biocombustibles que le presentarán al gobierno. *EconoJournal*. Disponible en: http://www.econojournal.com.ar

Bravo, E. (2007). *Encendiendo el debate sobre biocombustibles. Cultivos energéticos y soberanía alimentaria en América Latina.* Buenos Aires, Argentina: Capital Intelectual.

Buraschi, M. (2014). *Biocombustibles argentinos: ¿oportunidad o amenaza? La exportación de biocombustibles y sus implicancias políticas, económicas y sociales.El*

caso argentino. Centro de Estudios Avanzados, Universidad Nacional de Córdoba, Tesis de Maestría en Relaciones Internacionales, Córdoba, Argentina.

Buraschi, M. (2015). Los biocombustibles y la Política Económica en Argentina. *Letras Verdes Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales, 17*, 131-156.

Decreto Nº 230. (2020). Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 4 de marzo de 2020.

Decreto Nº 486. (2018). Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 28 de mayo de 2018.

Decreto Nº 793. (2018). Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 3 de setiembre de 2018.

Decreto N° 1025. (2017). Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 13 de diciembre de 2017.

Decreto N° 1126. (2017). Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 3 de enero de 2018.

Departamento de Comercio de EEUU. (2017, diciembre 27). Biodiesel from the Republic of Argentina and the Republic of Indonesia: Countervailing duty orders. C-357-821 and C-560-831. Disponible en http://www.federalregister.gov

Doporto, I. y Lottici, M. V. (2015). ¿Qué hay detrás de las medidas europeas contra el biodiésel argentino? *CEI Revista Argentina de Economía Internacional , 4*, 54-86.

Ecofys Germany. (2011). *International biodiesel markets.* Berlin: German Union for the Promotion of Oils and Protein Plants (UFOP).

Fernández-Stark, K. & Gereffi, G. (2019). Global value chain analysis: a primer (second edition). In S. Ponte, G. Gereffi, & G. Raj-Reichert, *Handbook on global value chains* (pp. 54-76). Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.

Galindez, M. (2019, abril 23). Reclamo conjunto de los gobernadores en defensa de la industria del biodiésel. *Punto Biz.* Disponible en: http://www.puntobiz.com.ar

Haro Sly, M. (2017). The Argentine portion of the soybean commodity chain. *Palgrave Communications, 3*(17095).

Humphrey, J. & Schmitz, H. (2002). How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? *Regional Studies, 36*(9), 1017-1027.

INDEC. (2020a). *Intercambio Comercial Argentino.* Disponible en: http://www.indec.gob.ar

INDEC. (2020b). *Censo Nacional Agropecuario 2018.* Buenos Aires: INDEC.

Ley Nacional N° 26093. (2006). *Biocombustibles. Régimen para la regulación y uso sustentables.* Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 15 de mayo de 2006.

López, P. (2019, febrero 12). Europa oficializa el acuerdo para el ingreso del biodiesel argentino. *El Cronista*. Disponible en: http://www.cronista.com

Milazzo, M., Spina, F., Cavallaro, S. & Bart, J. (2013). Sustainable soy biodiesel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 27*, 806-852.

Ministerio de Energía y Minería de la Nación Argentina. (2018-2020). *Estadísticas de biocombustibles.* Disponible en: datos.minem.gob.ar/dataset/estadisticas-de-biodiesel-y-bioetanol

Ministerio de Hacienda de la Nación. (2019). *Informes de Cadenas de Valor. Oleaginosas: soja - septiembre 2019.* Disponible en: http://www.argentina.gob.ar

OMC. (2017). *European Union – Anti-dumping measures on biodiesel from Argentina. Apellate Body Report and Panel Report. Action by the Dispute Settlement Body.* Disponible en: https://www.wto.org/english/tratop_e/dispu_e/cases_e/ds473_e.htm

Origlia, G. (2019, febrero 14). El Gobierno no subirá el corte con biocombustibles como pedían los productores. *La Nación*. Disponible en: http://www.lanacion.com.ar

REN21. (2019). *Renewables 2019 Global Status Report.* Disponible en: http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/28496/

Resolución 660. (2015). *Acuerdo de Abastecimiento de Biodiesel para su Mezcla con Combustibles Fósiles en el Territorio Nacional.* Secretaría de Energía de la Nación. Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 20 de agosto de 2015.

Resolución 1125. (2013). *Empresas encargadas de realizar mezclas de combustibles fósiles con biodiésel.* Secretaría de Energía de la Nación. Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 9 de enero de 2014.

Resolución 450. (2013). Secretaría de Energía de la Nación. Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 12 de agosto de 2013.

Resolución 554. (2010). Secretaría de Energía de la Nación. Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 12 de julio de 2010.

Resolución 7. (2010). Secretaría de Energía de la Nación. Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 4 de febrero de 2010.

Resolución 419. (1998). *Hidrocarburos. Empresas elaboradoras y/o comercializadoras.* Secretaría de Energía de la Nación. Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 27 de agosto de 1998.

Rollán, A. (2021, marzo 24). Basterra sobre los biocombustibles: "Si no se encuentra una mejor ley, iremos a la prórroga". La Voz del Interior. Disponible en: http://lavoz.com.ar

Staricco, J. I. y Buraschi, M. (2017). Gobernanza y cadenas de valor globales: el caso de los biocombustibles. *1° Congreso de Ciencia Política Universidad Nacional de Villa María.* Villa María, Argentina.

Tomei, J. & Upham, P. (2011). Argentine clustering of soy biodiesel production: The role of international networks and the global soy oil and meal markets. *The Open Geography Journal, 4*, 45-54

CAPÍTULO 2: POTENCIAL DE RECURSO EÓLICO EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA

María Florencia Bianco[28], *Santiago M. Reyna*[29], *María Lábaque*[30]

Resumen

En este capítulo se trabaja sobre el recurso eólico en la provincia de Córdoba para intentar arribar a un valor teórico de potencia máxima que se podría instalar a la red si se ubicaran aerogeneradores de media o baja potencia en todas las zonas disponibles. Se utilizaron distintas capas de sistemas de información geográfico para la elaboración de un mapa final, y se obtuvo el valor mencionado que, a pesar de ser un valor meramente teórico, sigue reforzando la idea de que la provincia de Córdoba presenta un gran potencial para la explotación eólica y a su vez, el mapa sirve para reflejar las distintas zonas donde la aptitud es mayor o menor.

Palabras clave

Energía eólica. Córdoba. Potencial eólico. Velocidades de viento.

Abstract

In this chapter we focus on the wind resource in the province of Córdoba to try to arrive at a theoretical value of the maximum power that could be installed on grid if medium or low power wind turbines were located in all available areas. Different layers of geographic information systems were used for the elaboration of a final map, and the mentioned value was obtained which, in spite of being merely theoretical, still reinforces the idea that the province of Córdoba has a great potential for wind energy exploitation and at the same time, the map serves to indicate the different regions where the aptitude is greater or smaller.

[28] Ingeniera industrial, FCEFyN – UNC florencia.bianco@mi.unc.edu.ar

[29] Ph.D. en Ingeniería de la Universidad de Purdue; Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Córdoba. santiago.reyna@unc.edu.ar

[30] Magíster en Ciencias de la Ingeniería Mención en Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba. maria.labaque@unc.edu.ar

Introducción

Argentina, presenta un PBI de 477.743 millones de dólares al 2019 (según el FMI) y un consumo de 125 TWh que representa el 0,5% del total de energía eléctrica consumida en el mundo. Si analizamos por regiones, se puede ver en el informe anual de CAMMESA para el año 2019 que la zona centro (Córdoba y San Luis) consumieron el 8,7% del total de la demanda eléctrica anual, como se puede apreciar en el siguiente gráfico. Observando también que más del 60% del consumo se encuentra concentrado en Gran Buenos Aires, Buenos Aires y el Litoral.

	Unidades	ENE-DIC 2019	% PARTICIPACIÓN
DEMANDA TOTAL	GWh	128,905	100.0%
GRAN BS.AS.	GWh	48,553	37.7%
LITORAL	GWh	15,638	12.1%
BUENOS AIRES	GWh	14,903	11.6%
CENTRO	GWh	11,240	8.7%
NOROESTE	GWh	10,206	7.9%
NORESTE	GWh	9,294	7.2%
CUYO	GWh	8,050	6.2%
PATAGONICA	GWh	6,078	4.7%
COMAHUE	GWh	4,943	3.8%

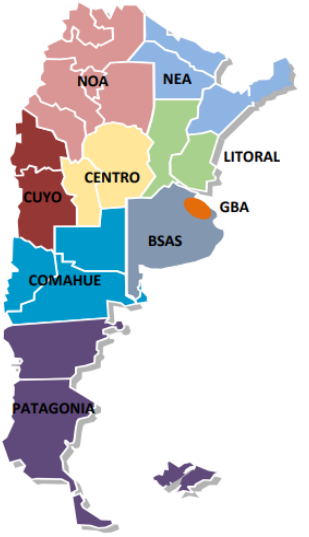


Figura 10: Demanda eléctrica Anual – CAMMESA (2019)

La potencia instalada total en el país es de 42.057 MW a enero de 2021, según CAMMESA. El 60% son fuentes de origen no renovable y que consumen combustibles fósiles, en su mayoría centrales de ciclos combinados, junto con centrales de turbinas a gas, centrales de turbinas a vapor y motores diésel. La hidráulica a gran escala ocupa el segundo lugar en la potencia instalada de Argentina, pero no es considerada una fuente renovable ya que las presas introducen grandes cambios en los ríos, con efectos importantes especialmente en la población, que debe ser desplazada para su construcción, y en la vida de los peces. Las energías renovables, por su parte, representan un 9,8% de la potencia instalada del país.

Hasta principios de 2020 sólo existía en la provincia de Córdoba un parque eólico, Achiras, que fue inaugurado en 2018 con 15 aerogeneradores y una potencia de 48 MW. Sumado a este parque, en febrero y marzo de 2020 fueron habilitados comercialmente los parques eólicos de Los Olivos y Manque en esta misma provincia, ambos dentro del programa MATER. Dichos parques se encuentran ubicados también

en la población de Achiras, en el departamento de Río Cuarto, cuentan con 22,8 MW y 57 MW respectivamente, y forman parte de la segunda etapa de “ampliación” del parque original. Mientras que en Achiras, el 11,87% de los componentes adquiridos son nacionales, en Manque y Los Olivos es el 92%.

En el siguiente mapa se puede apreciar la ubicación de las centrales existentes en la provincia de córdoba.

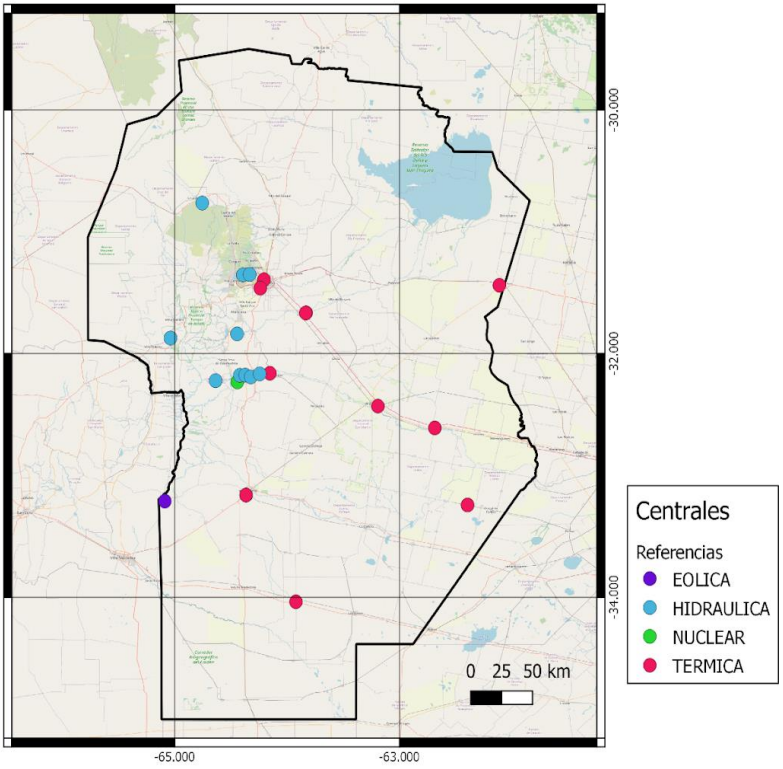


Figura 11: Ubicación de centrales de generación eléctrica en Córdoba. Elaboración propia en base a datos de EPEC y otros.

1- Datos de recurso eólico en Córdoba

El gobierno de Córdoba cuenta con un mapa eólico provincial disponible en su página web. En él se ha dividido a la provincia en 5 zonas que presentan una velocidad media del viento similar, tal como puede observarse en la siguiente figura. Este mapa, sin embargo, no cuenta con información de referencia respecto a altitud de velocidad del viento, estaciones de obtención de datos, métodos utilizados, etc.

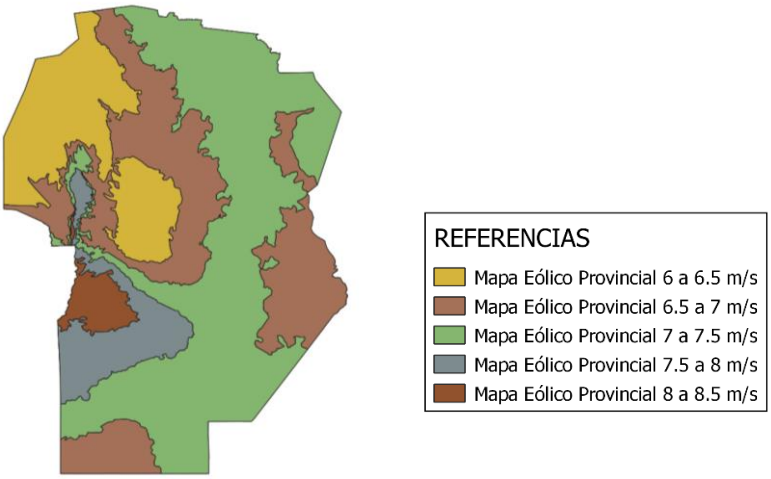


Figura 12: Mapa eólico de la provincia de Córdoba (Fuente: https://www.cba.gov.ar/)

En un informe realizado con anterioridad por el grupo con el que estamos trabajando de Ordenamiento Ambiental del Territorio y Energías Renovables, cuyo objetivo era obtener un mapa más actualizado de vientos para la provincia, se trabajó con datos de mediciones realizadas por estaciones meteorológicas pertenecientes al Ministerio de Agricultura y Ganadería y al Instituto Nacional Técnico Agropecuario. Los datos de viento obtenidos fueron tratados estadísticamente, con el fin de determinar su distribución a distintas alturas, es decir, describir su perfil de velocidades, ya que las mediciones eran registradas a 2 metros de altura, y para evaluar el recurso eólico se requiere determinar la velocidad a altura de la torre. Luego fueron comparados con datos de mediciones de vientos obtenidos de empresas que evalúan el recurso eólico y se pudo observar que los datos de las estaciones meteorológicas utilizadas por el Ministerio de Agricultura presentan una desviación importante, dando resultados menores con relación a los obtenidos por medios satelitales. Esto puede deberse a que la altura de medición de datos no es la apropiada para evaluar el recurso; ya que, a 2 metros de distancia del suelo, el viento se encuentra muy condicionado por el rozamiento del suelo y de pequeños obstáculos de alrededor.

Es por ese motivo que, para este trabajo, se utilizaron los datos de velocidad media anual provistos por la el Banco Mundial[31] para una altura de 50 metros sobre el nivel del suelo. A su vez, este trabajo fue pensado para aplicaciones de media o baja potencia por lo que se utilizarían alturas de torre de menos de 50 metros. Para alturas más elevadas, la densidad de potencia es bastante mayor en todo el territorio, pero no sería aplicable a los modelos de aerogeneradores que estamos estudiando.

Se muestra a continuación el mapa de velocidades del viento a 50 metros de altura, obtenido de Wind Global Atlas. Se puede apreciar que la mayor parte de la provincia presenta vientos medios mayores a los 3 m/s (la velocidad mínima a la que empiezan a girar las turbinas), y que el mayor recurso se presenta al sur de Córdoba con vientos que superan los 5 y 6 m/s la mayor parte del tiempo.

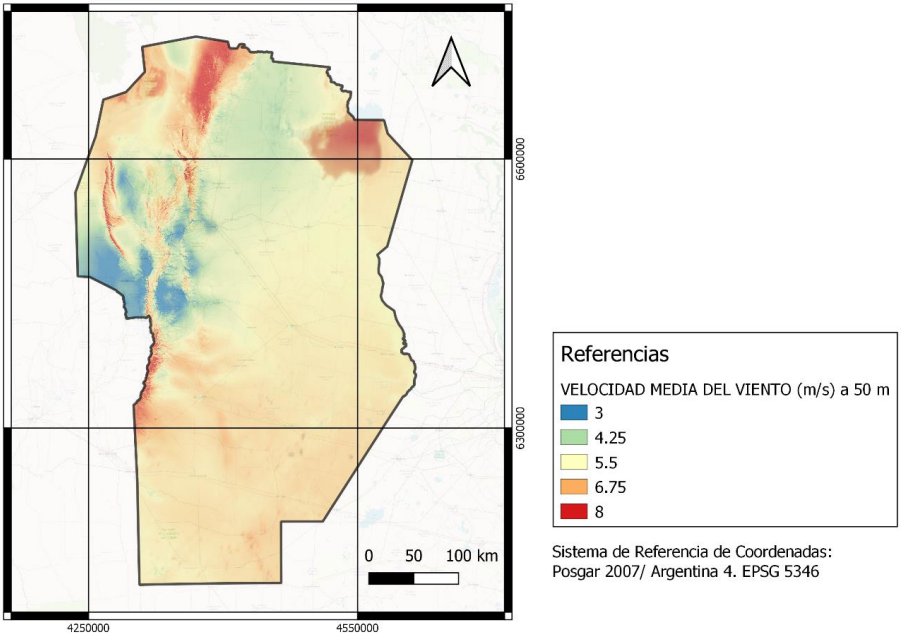


Figura 13: Velocidades de viento medias para la provincia de Córdoba a 50 metros de altura. Fuente: Wind Global Atlas

2- Otros aspectos que influyen en la localización

Además de la velocidad del viento, y de las características propias del aerogenerador a instalar, hay otros factores que influyen a la hora de elegir la localización de estas

[31] https://globalwindatlas.info/

máquinas. Algunos de estos factores son restricciones como que no pueden colocarse en Áreas Naturales Protegidas, que no pueden encontrarse lejos de caminos o vías de acceso (que harían imposible el traslado de los materiales para su instalación), que no pueden encontrarse lejos de las redes eléctricas (si queremos tenerlo conectado a la red, de lo contrario será una instalación aislada, off-grid, ya que los costos de extender la línea eléctrica no justificarían la colocación si la ubicación es muy alejada), entre otros. Por este motivo, se tomaron capas SIG (Sistema de Información Geográfico) de diversas fuentes para combinarlas y determinar las zonas aptas para instalaciones eólicas dentro de la provincia.

Áreas Naturales Protegidas

La primera capa analizada, fue obtenida de la página del equipo de Ordenamiento Ambiental del Territorio de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales[32], y corresponde a la de Áreas Naturales Protegidas, que claramente sería una zona restricta para la colocación. Se combinaron todas las zonas protegidas para obtener una única capa.

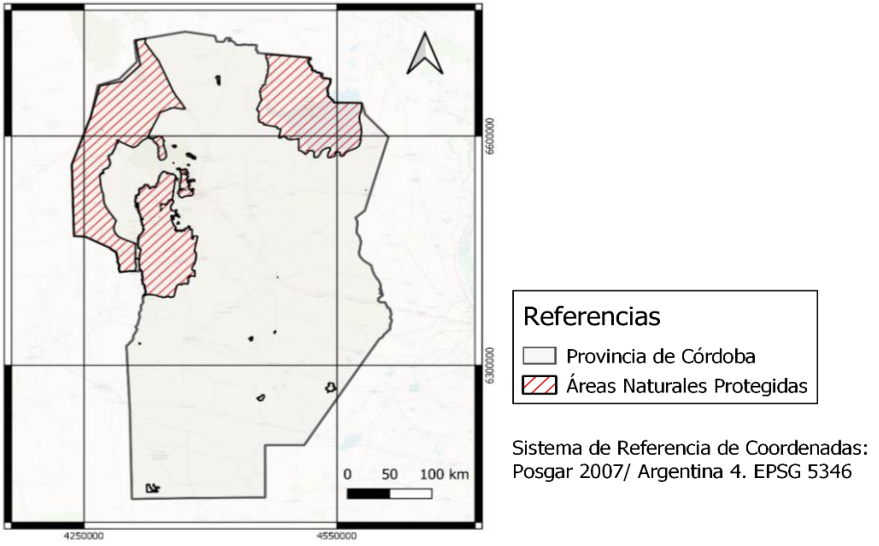


Figura 14: Áreas Naturales protegidas de Córdoba. Fuente: OAT, FCEFyN

[32] http://www.ciisa.inv.efn.uncor.edu/?page_id=77

Red vial

De acuerdo a la ley 24.065, resolución 304/99, los aerogeneradores deben colocarse a no menos de 200 m de las rutas de jurisdicción nacional o provincial. Es por ello que se tomaron las capas de redes viales del portal de geoservicios de IDECOR[33] y se creó un área buffer respecto a toda la red vial, de 400 m (tomando una distancia extra de seguridad de 200 m adicionales). En el caso de parques eólicos e instalaciones de alta potencia, se realiza la apertura de caminos y su costo se justifica con la venta de la energía generada en la operación. Para instalaciones de media o baja potencia, como son las que se están analizando en este trabajo, los costos y obras necesarias para la apertura de caminos no se justifican. Es por ello, que se creó otra área buffer desde las rutas hasta 3.000 m para cada lado (distancia máxima considerada para el traslado de piezas fuera de ruta). La localización de aerogeneradores podrá realizarse en el espacio entre ambos, es decir, en la diferencia entre el buffer de 3000 m y el de 400 m. Se muestra la capa con las zonas aptas para colocación de acuerdo a este criterio de caminos.

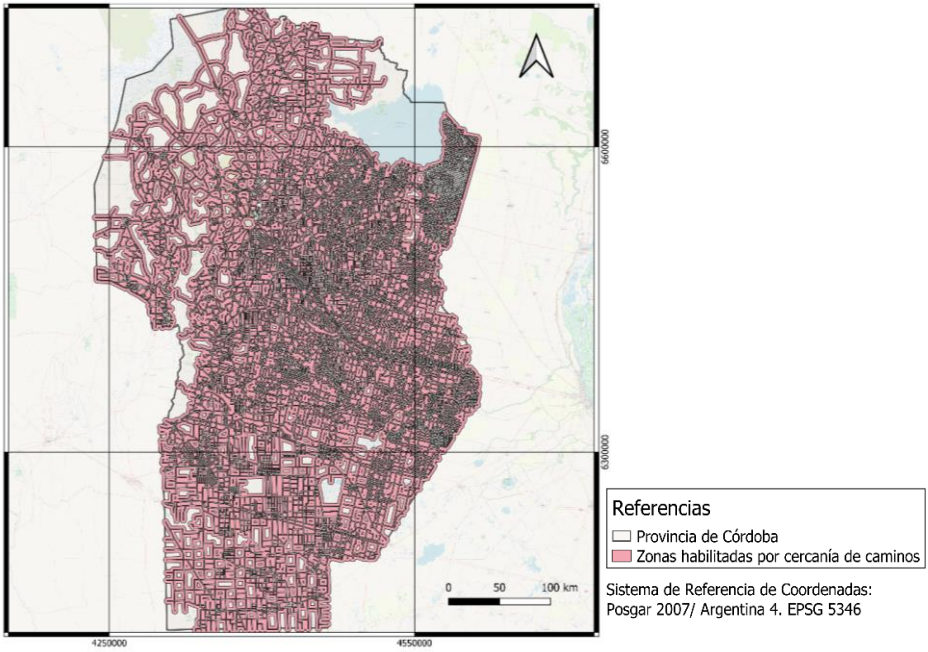


Figura 15: Mapa de zonas habilitadas por cercanía de caminos

[33] https://www.mapascordoba.gob.ar/#/descargas

Red eléctrica

La restricción de estar cerca de la red eléctrica aplicaría en sí simplemente para definir si la instalación puede ser on-grid o si será aislada (off-grid). Este factor tiene mucho peso, ya que los costos de extender la línea eléctrica son elevados. 1 km de distancia de la línea de 13,2 kV puede salir más de 50.000 USD, de acuerdo a costos orientativos de obras de EPEC (2019). Es por ello que se determinó un área buffer de hasta 1000 metros de distancia como la aplicable a aerogeneradores on-grid y fuera de ella se tomó al resto de la provincia como apta para colocación de aerogeneradores aislados.

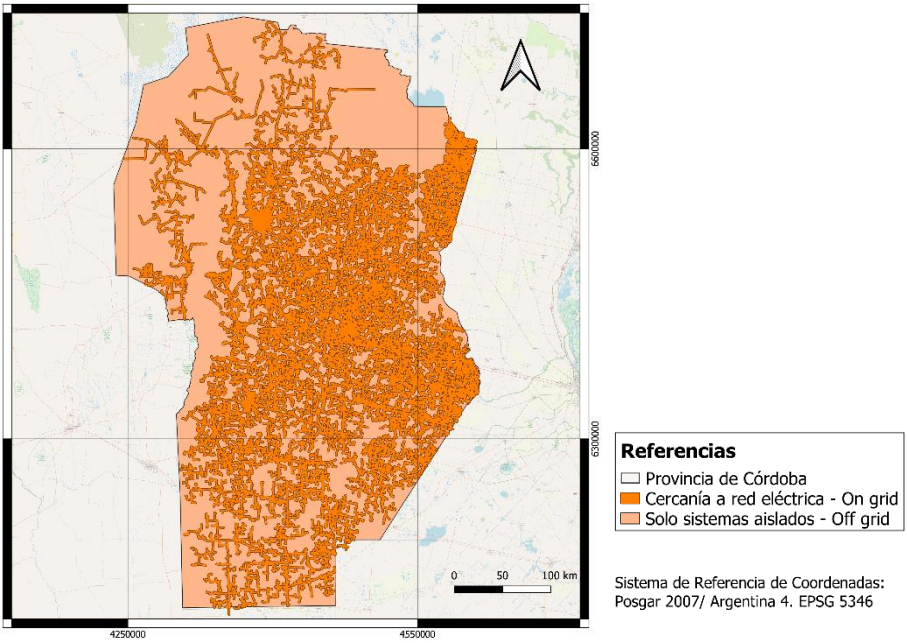


Figura 16: Área disponible por cercanía a la red eléctrica (1000 metros – on grid)

Velocidades de viento a altura apropiada

Para media o baja potencia, los aerogeneradores habituales vienen de torres de entre 25 a 35 metros. Los datos de velocidades del viento los hemos conseguido para alturas de 10 o 50 metros, por lo que se ha decidido utilizar la ecuación del perfil de velocidades de viento para transformar estos datos a la altura apropiada (alrededor de 30 m). A su vez, para hacer esta transformación necesitamos los datos de rugosidad del terreno para toda la provincia. Como no existen mapas descargables de este parámetro, se han descargado mapas de usos de suelo obtenidos del repositorio digital de mapas de IDECOR, como el que se muestra a continuación.

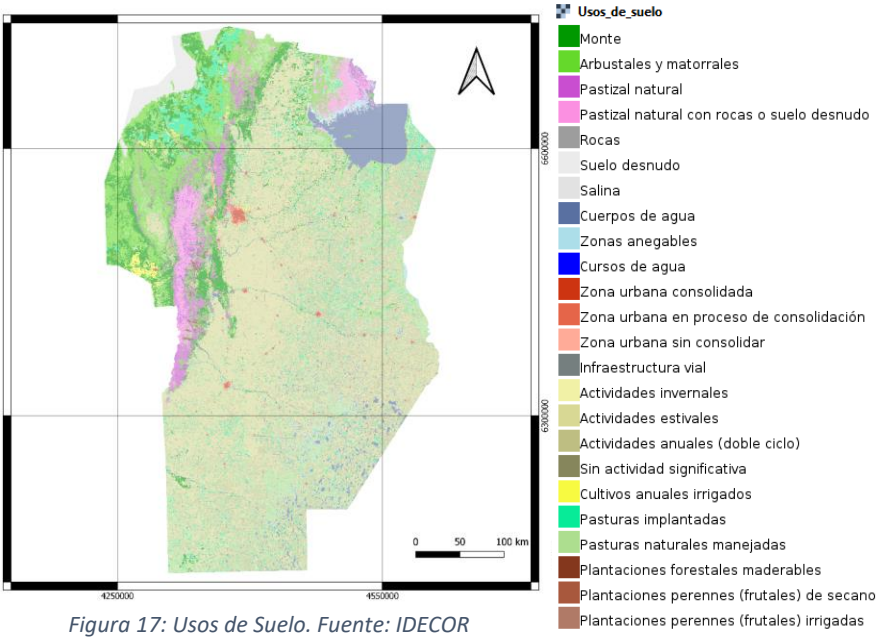


Figura 17: Usos de Suelo. Fuente: IDECOR

Con esta clasificación, se le asignó un valor de longitud de rugosidad en metros a cada categoría, siguiendo las pautas establecidas por el Atlas Eólico Europeo, WAsP (se muestran en una tabla más adelante), con el siguiente criterio:

Uso de suelo	**Longitud de rugosidad (m)**
Monte	0,03
Arbustales y matorrales	0,03
Pastizal natural	0,005
Pastizal natural con roca o suelo desnudo	0,0024
Rocas	0,03
Suelo desnudo	0,0024
Salina	0,005
Cuerpos de agua	0,0002
Zonas anegables	0,0002
Cursos de agua	0,03
Zona urbana consolidada	1,6
Zona urbana en proceso de consolidación	0,8

Uso de suelo	Longitud de rugosidad (m)
Zona urbana sin consolidar	0,4
Infraestructura vial	0,5
Actividades invernales	0,3
Actividades estivales	0,3
Actividades anuales (doble ciclo)	0,4
Sin actividad significativa	0,03
Cultivos anuales irrigados	0,055
Pasturas implantadas	0,03
Pasturas naturales manejadas	0,03
Plantaciones forestales maderables	0,4
Plantaciones perennes (frutales) de secano	0,4
Plantaciones perennes (frutales) irrigadas	0,4

Este proceso fue realizado por medio de la calculadora de vectores del programa QGIS, y luego la capa fue transformada a raster para poder generar una nueva capa de velocidades del viento (utilizando la capa raster ya existente de velocidades a 50 metros y esta capa de longitud de rugosidad). Las ecuaciones utilizadas corresponden a la ecuación exponencial del perfil vertical del viento, que se muestran a continuación. Luego se coloca el resultado de la capa de rugosidades generada.

En las capas muy próximas al suelo el gradiente de velocidad está muy influenciado por la rugosidad del terreno. Como regla general, cuanto mayor sea la rugosidad mayor será la ralentización que experimente el viento cerca de la superficie. Los bosques y las grandes ciudades ralentizan mucho el viento, mientras que otros lugares como pistas de hormigón de aeropuertos o grandes lagos sólo lo ralentizan ligeramente.

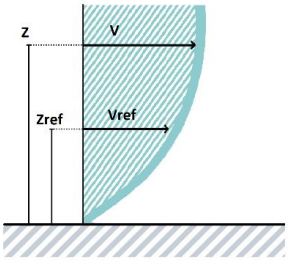
En la industria eólica, la gente suele referirse a la clase de rugosidad o a la longitud de rugosidad (Z_o) cuando se trata de evaluar las condiciones eólicas de un paisaje. La rugosidad del terreno se caracteriza por el parámetro Z_O, denominado longitud de rugosidad, que cuantifica en metros la significancia de los obstáculos, y se determina en función del tipo de paisaje tal como se presenta en la siguiente tabla.

Clase de rugosidad	**Longitud de rugosidad z_0 (m)**	**Índice de energía (%)**	**Tipo de paisaje**
0	0,0002	100	Superficie del agua
0,5	0,0024	73	Terreno completamente abierto con una superficie lisa, p.ej., pistas de hormigón en los aeropuertos, césped cortado, etc.
1	0,03	52	Área agrícola abierta sin cercados ni setos y con edificios muy dispersos. Sólo colinas suavemente redondeadas
1,5	0,055	45	Terreno agrícola con algunas casas y setos resguardantes de 8 metros de altura con una distancia aproximada de 1250 m.
2	0,1	39	Terreno agrícola con algunas casas y setos resguardantes de 8 metros de altura con una distancia aproximada de 500 m.
2,5	0,2	31	Terreno agrícola con muchas casas, arbustos y plantas, o setos resguardantes de 8 metros de altura con una distancia aproximada de 250 m.
3	0,4	24	Pueblos, ciudades pequeñas, terreno agrícola, con muchos o altos setos resguardantes, bosques y terreno accidentado y muy desigual
3,5	0,8	18	Ciudades más grandes con edificios altos
4	1,6	13	Ciudades muy grandes con edificios altos y rascacielos
Definiciones de acuerdo con el **Atlas Eólico Europeo, WAsP**.			

Así es como puede utilizarse la siguiente ecuación para aproximar la velocidad del viento a una cierta altura sobre el nivel del suelo (**perfil vertical del viento**):

$$V = V_{ref}\left(\frac{Z}{Z_{ref}}\right)^{\alpha}$$

$$\alpha = \frac{1}{Ln\sqrt{\left(\frac{Z_{ref}\,Z}{Z_o}\right)}}$$



Donde:

- V es la velocidad del viento a una altura z sobre el nivel del suelo (altura del buje).
- V_{ref} es la velocidad de referencia, es decir, una velocidad de viento medida a una altura determinada (z_{ref}).
- z_{ref} es la altura de la medición (generalmente, 10 m).
- z es la altura sobre el nivel del suelo para la velocidad deseada, V.
- α es un coeficiente de rugosidad que es función de la longitud de rugosidad y de la altura.
- Z_o es la longitud de rugosidad en la dirección de viento actual (que se obtiene de tablas en función del tipo de paisaje).

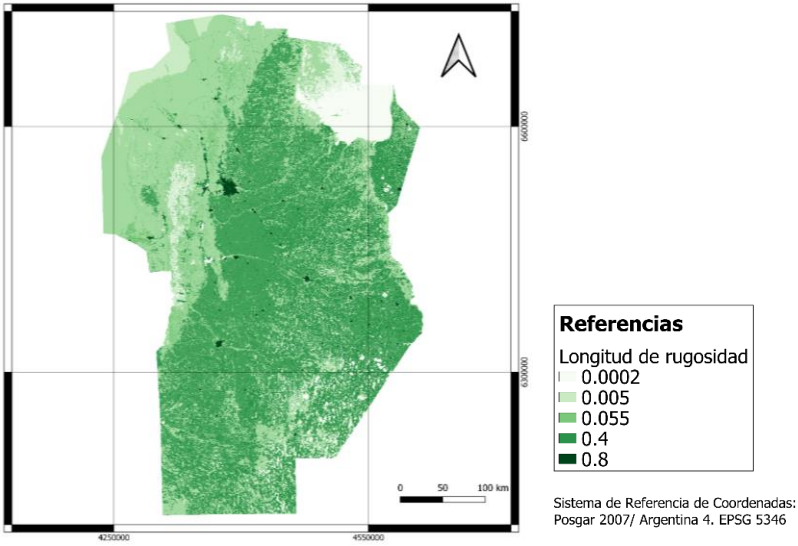


Figura 18: Mapa de longitud de rugosidad del terreno (en metros). Elaboración propia.

Con el resultado de la ecuación exponencial de perfil del viento, tomando los datos de longitud de rugosidad calculados, se obtuvo como resultado el mapa de velocidades de viento a una altura de 30 metros que se muestra a continuación.

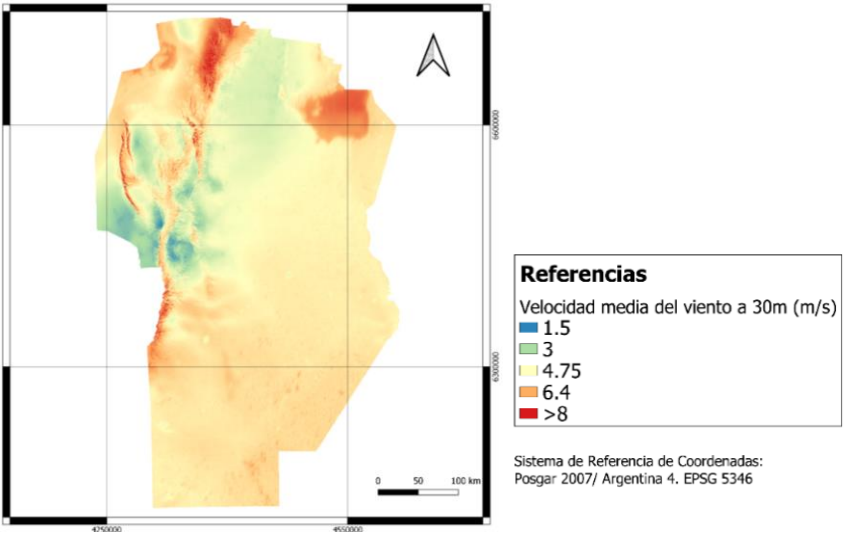


Figura 19: Mapa de velocidad del viento media a 30 m de altura. Elaboración propia.

Asentamientos humanos

Por cuestiones ambientales y legales, para evitar molestias a vecinos en términos de impactos acústicos y visuales, no podemos instalar los equipos dentro de zonas pobladas. Es por ello que, como parte de las restricciones de su colocación, debemos analizar también una capa de asentamientos humanos. Estas áreas serán consideradas restringidas para la colocación y se las elimina del mapa para la estimación final. La capa de fragmentación urbana fue obtenida de IDECOR a través de su sitio web de descargas[34].

[34] https://www.mapascordoba.gob.ar/#/descargas

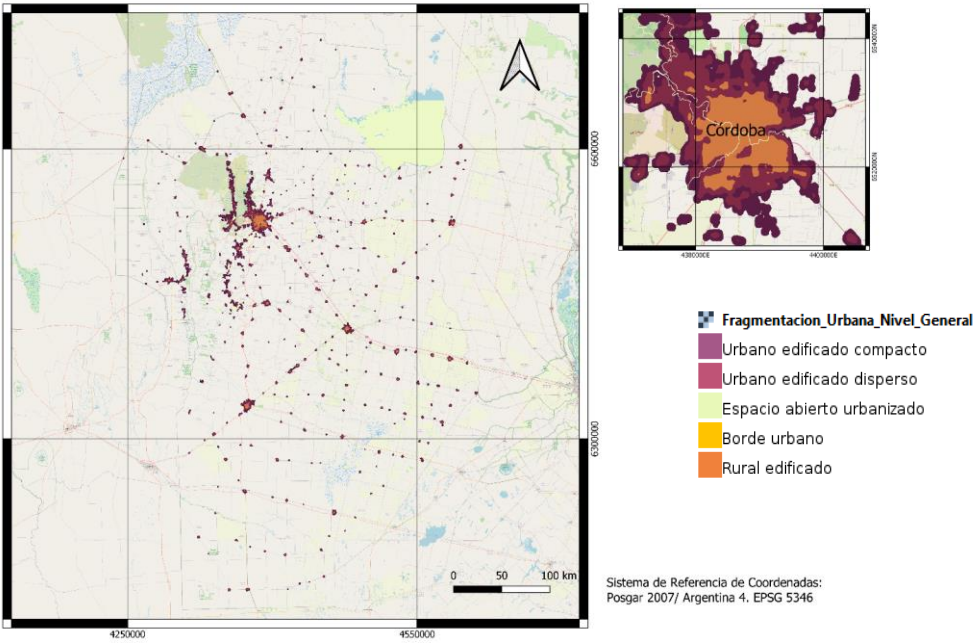


Figura 20: Zonas urbanas en la provincia de Córdoba. Fuente: IDECOR

Bosques cultivados y Reservas Forestales Intangibles

Además de todas las capas ya mencionadas, se tuvieron en cuenta las capas obtenidas del OAT de Bosques cultivados y Reservas forestales intangibles. La capa de Bosques cultivados representa mediante polígonos las parcelas de bosques cultivados con especies arbóreas, Pinus taeda, elliottii y caribea; Bosque nativo, capuera, pajonal, pastizal u otro; Eucaliptos; amparados por la Ley 25.080. La capa de Reservas Forestales Intangibles corresponde a los campos enmarcados dentro de la Resolución 10/2005 dictada por la Agencia Córdoba Ambiente (actual Secretaría de Ambiente), para la intervención del bosque nativo, y a los campos con Planes de Conservación. También serán consideradas zonas restrictas de colocación para aerogeneradores, y se muestran a continuación.

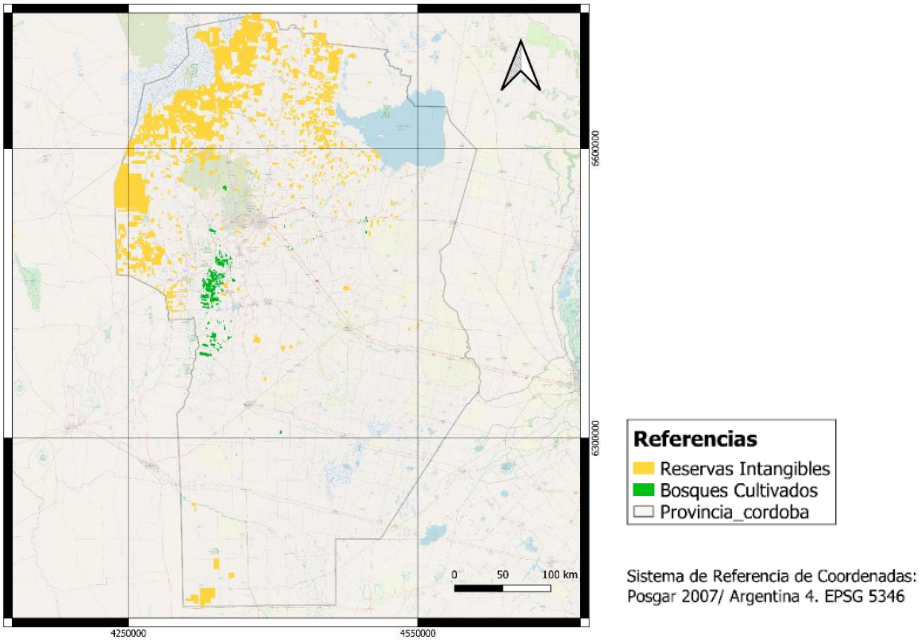


Figura 21: Reservas intangibles y Bosques Cultivados. Fuente: OAT, FCEFyN

Cursos y cuerpos de agua

Se tomaron también capas de cursos y cuerpos de agua de la Administración Provincial de Recursos Hídricos (APRHi), y se restaron del área final disponible para colocación de aerogeneradores, junto con un área buffer de 50 metros para considerar la línea de ribera y la distancia a los límites de los predios. Se muestran las capas consideradas a continuación.

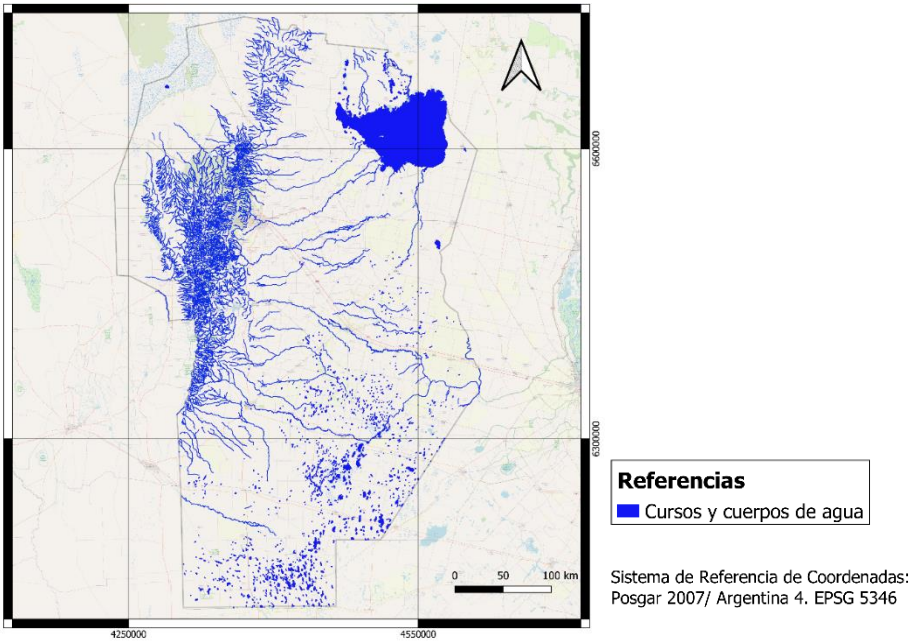


Figura 22: Cursos y cuerpos de agua. Fuente: APRHi

Área final disponible para uso del recurso eólico

Con todas las capas generadas, se arribó a un mapa final que representa las zonas donde no existirían restricciones para la colocación de aerogeneradores conectados a la red. Específicamente, a toda la provincia de Córdoba se le restaron las zonas de áreas naturales protegidas, cursos y cuerpos de agua, y se descartaron las que estuvieran a más de 1000 metros de la red eléctrica (solo vamos a considerar el caso de aerogeneradores conectados a la red porque los sistemas aislados son muy específicos de la necesidad local que exista). También se descartaron las zonas alejadas más de 3000 m de caminos y las áreas urbanas, ya que por motivos de impactos acústicos estos equipos deben estar alejados de las viviendas. Y, por último, se restaron las áreas protegidas por ley de reservas intangibles y bosques cultivados. Con todo ello, se llegó al mapa que se muestra a continuación. Las zonas marcadas en color son los lugares donde no existirían restricciones y se podrían colocar estos equipos.

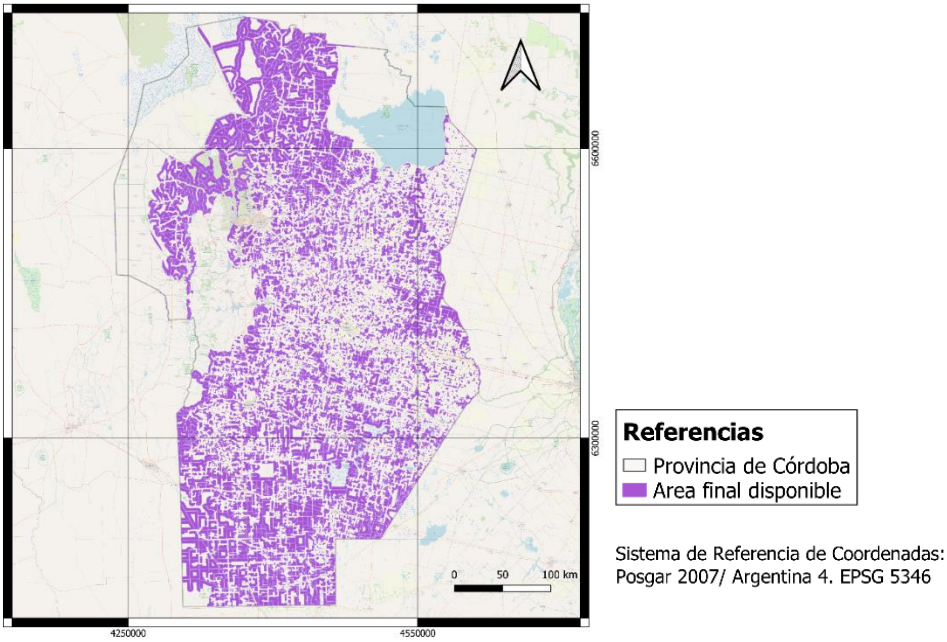


Figura 23: Área sin restricciones para la colocación de aerogeneradores conectados a red en la Provincia de Córdoba. Elaboración propia

3- Potencial teórico máximo para la provincia

Para calcular un potencial teórico máximo en toda la provincia, se tomó como base un aerogenerador de 22 m de ancho de pala (ya que estamos estudiando equipos de media potencia, alrededor de 100 kW). Sabemos que los aerogeneradores deben ubicarse a una distancia adecuada entre ellos para evitar interferencias aerodinámicas y, con ellas, sus dos consecuencias más graves: el aumento de las turbulencias y la pérdida de potencia. El Cuaderno de aplicaciones técnicas Nº 12: “Plantas eólicas” de la empresa ABB indica que la separación óptima se sitúa entre 8 y 12 veces el diámetro del rotor en la dirección del viento, y entre 2 y 4 veces en la dirección perpendicular al viento. Tomando una separación de 10 veces el diámetro para la dirección del viento (220 m) y 3 en la dirección perpendicular (66 m), armamos una grilla y la colocamos sobre las áreas disponibles.

Rosas de los vientos en Córdoba

Para poder colocar la grilla de puntos en la orientación correcta, es decir, con la separación mayor enfrentada a la dirección predominante del viento, necesitamos

conocer cuál es dicha dirección en nuestra provincia. Para ello, se utilizaron los datos obtenidos en trabajos anteriores realizados por este grupo[35]. Estos datos consisten en una lista de estaciones del ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca que poseen mediciones del viento a 2 metros de altura. Si bien estos datos no nos sirven para evaluar la velocidad del viento en términos de recurso eólico, ya que a esta altura el viento es muy frenado y la extrapolación para arriba es errónea en la mayoría de los casos, sí podemos utilizar los datos de dirección predominante para cada región. Se cargó la capa de puntos de las estaciones y se les asignó una "zona de influencia" a su alrededor donde se asumió que el viento tenía la misma dirección predominante, para simplificar el análisis. Esta "zona de influencia" alrededor de cada estación fue creada por medio de polígonos de Thiessen. Estos polígonos son uno de los métodos de interpolación más simples, basados en la distancia euclidiana, especialmente apropiada cuando los datos son cualitativos. Se crean al unir los puntos entre sí, trazando las mediatrices de los segmentos de unión. Las intersecciones de estas mediatrices determinan una serie de polígonos en un espacio bidimensional alrededor de un conjunto de puntos de control, de manera que el perímetro de los polígonos generados sea equidistante a los puntos vecinos y designan su área de influencia. En la siguiente figura pueden observarse la ubicación de las estaciones consideradas con los polígonos de Thiessen para cada una de ellas, que se encuentran clasificados por color según la dirección predominante del viento en la estación que les corresponde.

[35] Fiora, Eugenia (2019). Evaluación Ambiental Estratégica – GIS – Herramientas para la factibilidad de generación de energía eólica en Córdoba – Práctica Supervisada para recibirse de Ingeniera Ambiental. UNC.

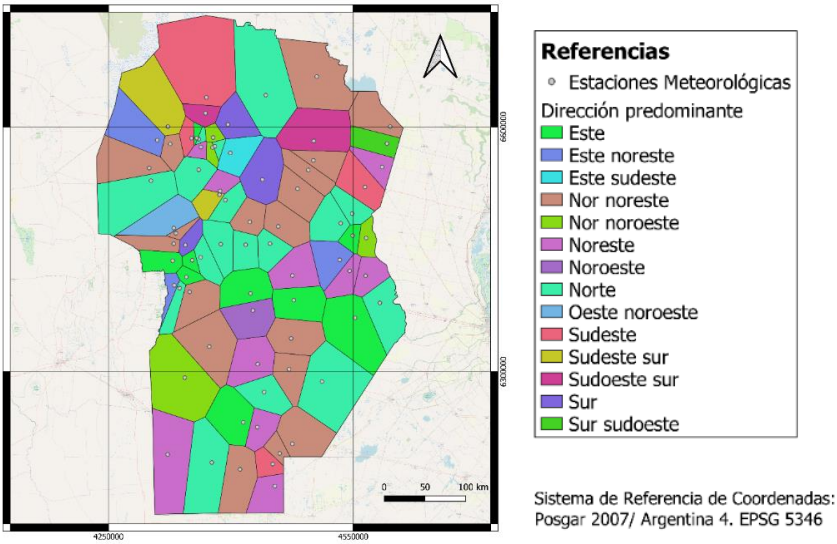


Figura 24: Dirección predominante del viento. Elaboración propia

Así, se armó la mencionada grilla de puntos, que representan la ubicación de los aerogeneradores, orientados según la dirección predominante de cada zona; y se extrajo el dato de la velocidad del viento en cada uno de ellos, de la capa que teníamos a 30 metros de altura, para calcular la potencia. La potencia eólica puede calcularse como:

$$Potencia\ eólica = \frac{1}{2}\rho\ A\ v^3\ [W]$$

Donde:

- ρ es la densidad del aire (tomamos 1,29 kg/m^3)
- A es el área barrida por las palas (si tomamos un largo de pala de 22 m, el área es 1520,5 m^2)
- v es la velocidad del viento a la altura del buje.

Así, sumando todos los aerogeneradores, se obtiene a un valor teórico máximo de potencia eólica al que se podría llegar si se instalaran equipos conectados a la red en todas las áreas disponibles. Hay que tener en cuenta que se tomaron aerogeneradores de media potencia, de un determinado diámetro y altura. Si ese diámetro fuera mayor, se podría obtener mayor potencia, aunque deberían estar colocados más separados. Además, no estamos teniendo en cuenta otros usos que puede tener el terreno en las zonas consideradas como aptas, por lo que este número sería un máximo teórico ideal.

El valor obtenido fue de 254,2 MW/m^2. Es decir, multiplicado por el área considerada, se llega a un valor de 386.637,13 MW totales para la provincia, o lo que es lo mismo, 386 GW. Este valor comparado a los 0,127 GW instalados hasta hoy implica que existe un potencial enorme para ampliar el suministro de energía con este tipo de fuente. Obviamente este valor de 386 GW es puramente teórico ya que no se podría instalar efectivamente la cantidad de aerogeneradores considerada en todas las zonas disponibles, por lo que el potencial real técnicamente instalable sería bastante menor. Sin embargo, estos resultados nos permiten apreciar que todavía queda mucho camino por recorrer en este sector.

A continuación, se muestra el potencial eólico por región en función de la densidad de potencia acumulada para la altura considerada en las distintas zonas de la provincia, en MW/m^2.

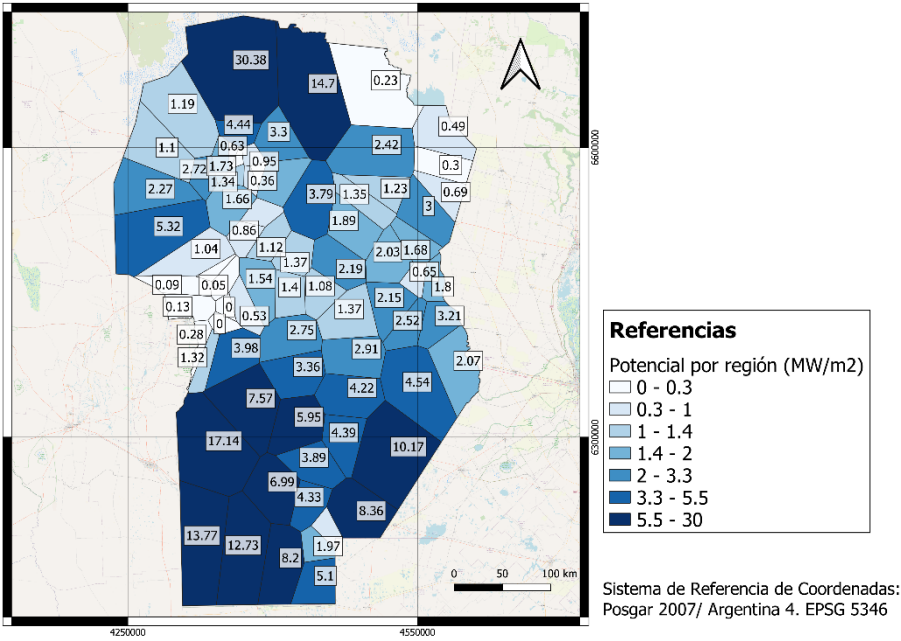


Figura 25: Potencial eólico por regiones (MW/m^2). Elaboración propia

Se puede apreciar cómo se concentra la mayor parte al norte y suroeste de nuestra provincia, en mucho mayor proporción que el resto. Sin embargo, si consideramos aplicaciones de media o baja potencia (100 – 600 kW), casi la totalidad de la provincia presenta valores altos.

Breves reflexiones sobre el capítulo

La provincia de Córdoba presenta un gran potencial para el desarrollo de una gran variedad de energías renovables, la eólica en particular. Su recurso eólico no es el mejor del país, pero presenta velocidades medias del viento mayores a la mínima para que comiencen a funcionar los equipos en toda la provincia, y zonas (especialmente al suroeste y norte) donde las velocidades medias son mayores a 6 m/s lo cual es considerado un valor muy apreciable para la explotación de este recurso.

Este trabajo se enfocó específicamente en buscar el valor máximo de potencia que podría instalarse en toda la provincia, si los equipos fueran conectados a la red. Pero también hay que tener en cuenta que este tipo de energía es muy recomendable para instalar en lugares aislados donde no llega la red eléctrica comercial, y puede ser combinada en sistemas híbridos junto con energía solar, baterías o generadores a base de combustibles tradicionales. El acceso a energía limpia, segura y sustentable, no solo es importante por cuestiones ambientales, sino porque también permite que las comunidades puedan desarrollarse económicamente y toda la región termina beneficiándose por ello.

Los valores finales obtenidos nos muestran que existe un gran potencial que todavía no ha sido explotado en nuestra provincia, sobre todo pensando en equipos de media o baja potencia para conectar a la red, tanto para particulares como industrias. Faltaría evaluar si los beneficios impositivos y ahorro energético son rentables para la colocación, teniendo en cuenta que la inversión inicial en el equipo puede ser alta.

Esta metodología ha demostrado ser muy útil para evaluar el potencial eólico de la provincia, y se espera que pueda ser extrapolable a otras provincias que posean características similares a Córdoba, como San Luis o La Pampa, y al resto del país siguiendo los mismos pasos que hemos tomado en este trabajo. Tal como se puede observar en mapas de viento de Argentina, el potencial para la industria eólica es muy grande, no sólo en esta provincia sino en todo el país, especialmente al Sur, por lo que las industrias que se dediquen a la fabricación de estos equipos pueden proyectar un área muy extensa de potenciales consumidores.

BIBLIOGRAFÍA

ABB (2012) - Cuaderno de aplicaciones técnicas n.o 12 - Plantas eólicas. Barcelona. Asea Brown Boveri S.A.

APRHi (2019) - Cursos y Cuerpos de agua – SIG de descarga disponibles en: https://portal-aprhi.opendata.arcgis.com/ actualizado a noviembre de 2019

CAMMESA (2020). Informe Anual 2019. Recuperado de https://portalweb.cammesa.com/

CAMMESA (2021). Informe Mensual – Principales variables del mes. Enero 2021. Recuperado de https://portalweb.cammesa.com/

CP Renovables (2021) – Parque eólico Achiras. Disponible en: https://www.cprenovables.com.ar/

Fiora, Eugenia (2019). Evaluación Ambiental Estratégica – GIS – Herramientas para la factibilidad de generación de energía eólica en Córdoba – Práctica Supervisada para recibirse de Ingeniera Ambiental. UNC.

Gobierno de la Provincia de Córdoba (2018). Mapa eólico provincial. Recuperado de: https://www.cba.gov.ar/mapa-eolico-provincial/

Guevara Díaz, José Manuel (2013). Cuantificación del perfil del viento hasta 100 m de altura desde la superficie y su incidencia en la climatología eólica. Terra. Nueva Etapa, XXIX(46),81-101. ISSN: 1012-7089. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72130181006

IDECOR (2021). Geoservicios. Descargas de capas SIG. Disponible en: https://www.mapascordoba.gob.ar/#/descargas

Ministerio de Agricultura y Ganadería (2019). PROGRAMA RED METEOROLÓGICA PROVINCIAL. Datos de estaciones meteorológicas. Disponible en: https://magya.omixom.com/

Ordenamiento Ambiental del Territorio (2018). Descargas de capas SIG. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Disponible en: http://www.ciisa.inv.efn.uncor.edu/?page_id=77

Polígonos de Thissen. Wikipedia (2021) – Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Pol%C3%ADgonos_de_Thiessen

World Bank Group (2019). Global Wind Atlas. Disponible en: https://globalwindatlas.info/

CAPÍTULO 3: ENERGÍA SOLAR EN ARGENTINA

María Agustina Regali[36], Santiago M. Reyna[37], Fabián Fulginiti[38]

Resumen

El siguiente capítulo tiene como fin informar acerca de la disponibilidad del recurso solar en Córdoba. También se describe el estado en que se encuentra el desarrollo y uso de las diferentes tecnologías utilizadas para el aprovechamiento de este recurso tan abundante y cuáles son las barreras que se interponen.

Palabras clave

Energía solar. Energía fotovoltaica. Energía fototérmica.

Abstract

The next chapter is intended to provide information about the availability of the solar resource in Cordoba. It also describes the state of development and use of the different technologies used to take advantage of this abundant resource and the barriers that interfere.

Introducción

La energía que el Sol emite al espacio se produce de forma espontánea e ininterrumpida por fusión nuclear, que se disipa con una potencia de $3{,}86 \times 10^{26}$ W (Bachiller, 2009). La potencia por unidad de superficie que llega a la atmosfera de la Tierra es de 1360 W/m^2, también llamada constante solar. Sin embargo, los valores de radiación que llegan a la superficie de la Tierra se ven modificados tanto en cantidad como en calidad. Debido a la esfericidad de la Tierra, la densidad de potencia recibida disminuye hasta una cuarta parte del valor de la constante solar, es decir, a no más de 342 W/m^2. Luego, debido al albedo planetario medio, se reduce este flujo un 30%,

[36] Ingeniera ambiental, FCEFyN – UNC, agustinaregali@gmail.com
[37] Ph.D. en Ingeniería de la Universidad de Purdue; Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Córdoba. santiagoreyna@unc.edu.ar
[38] Mag. Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Córdoba. fabianfulginiti@unc.edu.ar

llegando a valores de 235 W/m^2. Este valor corresponde al valor medio anual de radiación solar que llega al suelo en zonas desérticas subtropicales con aire limpio y mínima nubosidad. Sin embargo, la inclinación axial genera diferencias latitudinales en la cantidad de radiación recibida. El ángulo de incidencia cambiante transporta la radiación solar a través de diferentes espesores de la atmósfera, donde es dispersada y también es absorbida por los gases y los aerosoles. En consecuencia, la radiación solar que llega a la superficie de la Tierra presenta complejos patrones espaciales y temporales. El valor medio anual es ligeramente menor a 170 W/m^2 en la superficie de los océanos y 180 W/m^2 en la de los continentes. Estos valores proporcionan un aporte anual total de energía solar de 2,7x10^{24} J (Smil, 1998). Si comparamos este valor con el consumo anual mundial de energía del año 2019, cuyo valor es de 13975 Mtep o 5,87x10^{20} J (Enerdata), el valor de energía solar incidente en la superficie de la tierra en un año es 4088 veces mayor.

1- Tecnologías para el aprovechamiento activo

El aprovechamiento de la energía solar es el que se vale de la radiación proveniente del Sol para un aprovechamiento pasivo de la luz y las condiciones climatológicas o para un aprovechamiento activo transformando esta radiación en calor o electricidad, como queda representado en la siguiente figura. Este último tipo de aprovechamiento requiere de dispositivos que realicen esta transformación de energías para satisfacer la demanda a la que está dirigida (energía térmica o energía eléctrica).

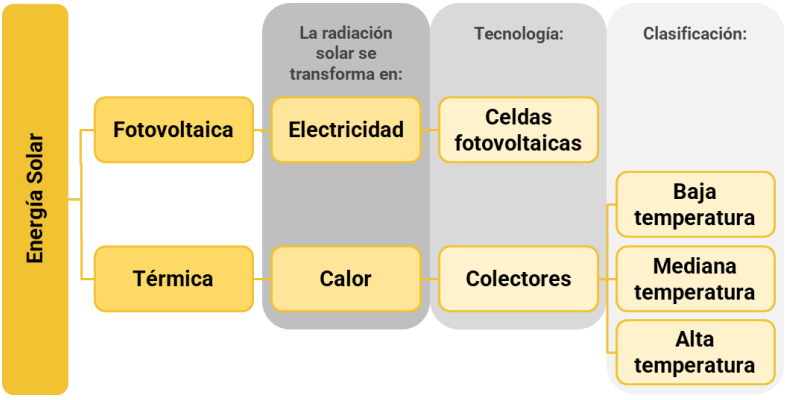


Figura 26 Esquema de los aprovechamientos activos de la energía solar.

Conversión a energía térmica

Las tecnologías encargadas de la conversión de energía solar a energía térmica se clasifican de acuerdo al rango de temperatura de trabajo y su principal componente

es el colector por el cual circula un fluido que absorbe la energía radiada del Sol. A continuación, se describen brevemente este tipo de aprovechamientos de acuerdo a la clasificación nombrada.

- **Sistemas de baja temperatura**: El rango de térmico no supera los 100 °C. Estos se emplean en el calentamiento de agua sanitaria, calefacción de viviendas y secado de productos agrícolas. Los equipos utilizados son con colectores de placa plana o colectores de tubo de vacío.
- **Sistemas de media temperatura:** El rango térmico es de los 100 °C a los 300 °C. Estos son utilizados para uso tanto residencial como industrial. Los equipos utilizados son colectores de placa plana, colectores de tubo de vacío y colectores parabólicos que concentran la radiación solar sobre un tubo colector.
- **Sistemas de alta temperatura:** El rango térmico es superior a los 300 °C. Concentran la luz solar usando espejos o lentes. Generalmente son usados en centrales térmicas para la producción de energía eléctrica.

Conversión a energía eléctrica

Este tipo de aprovechamiento está basado en el efecto fotoeléctrico. El componente principal de estos aprovechamientos se denomina celda fotovoltaica. Estas celdas son semiconductores sensibles a la luz solar, de manera que cuando se exponen a ella, se produce en la celda una circulación de corriente eléctrica entre sus dos caras. Estas celdas se agrupan para formar un módulo fotovoltaico y proporcionan energía eléctrica en forma de corriente continua. Los tipos de módulos fotovoltaicos se clasifican según el proceso de fabricación de las celdas, estos se describen a continuación:

- **De capa fina:** El fundamento de estos paneles es depositar varias capas de material fotovoltaico en una base. Son económicos, pero de bajo rendimiento y con una degradación rápida de las capas de material fotovoltaico por su espesor pequeño.
- **Monocristalinos de celdas de silicio:** Se fabrican con bloques de silicio o ingots. Tienen una tasa de eficiencia del 15% al 21%, su vida útil es alta y son menos económicos.
- **Policristalino de silicio:** El silicio en bruto se funde y se vierte en un molde cuadrado, este se enfría y se corta en láminas. Por su proceso de producción más simple, estos son más económicos, tienen menos resistencia al calor que los monocristalinos y su eficiencia se sitúa entre 13% y 16%. (Energias renovables, 2014)

Por otro lado, si hablamos de la clasificación de las instalaciones, estas pueden ser:

- **Off-grid:** Donde la energía generada es almacenada en baterías para poder abastecer el consumo nocturno o en días de baja insolación.
- **On-grid:** Cuando están conectados a la red, es decir, inyectan energía a ella.

La generación eléctrica desde las tecnologías fotoeléctricas puede adaptarse desde los requerimientos de instalaciones de grandes usuarios generadores hasta los pequeños requerimientos residenciales, permitiendo el abastecimiento de comunidades aisladas o la generación distribuida.

En el diseño de los sistemas para el aprovechamiento de la energía solar, tanto térmica como fotovoltaica, es imprescindible conocer la cantidad de luz solar disponible en un lugar determinado en un momento dado (Subsecretaría de Energía Eléctrica, 2008).

2- Base de datos de recurso solar

En esta sección se comunica acerca de las fuentes de información que caracterizan al recurso solar. Dentro de las posibles fuentes de información, se cuenta con los datos publicados en el "Atlas de Energía Solar de la República Argentina" de cartas de irradiación global diaria recibida sobre un plano horizontal y heliofanía efectiva para todo el territorio del país. Estas caracterizan a la provincia de Córdoba con valores de 2,0 a 6,5 kWh/m² de irradiación (Figura 27 y Figura 28) (Grossi Gallegos & Righini, 2007).

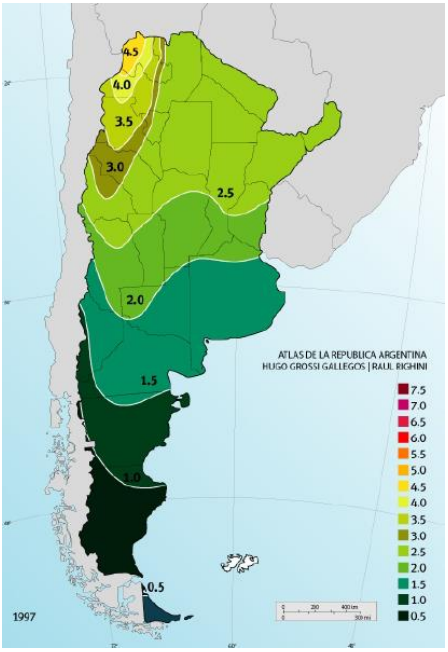


Figura 27. Distribución espacial del promedio de la irradiación solar global diaria (kWh/m^2) correspondiente al mes de junio. Adaptado de "Atlas de energía solar de la República Argentina", por Grossi Gallegos, H., & Righini, R., 2007.

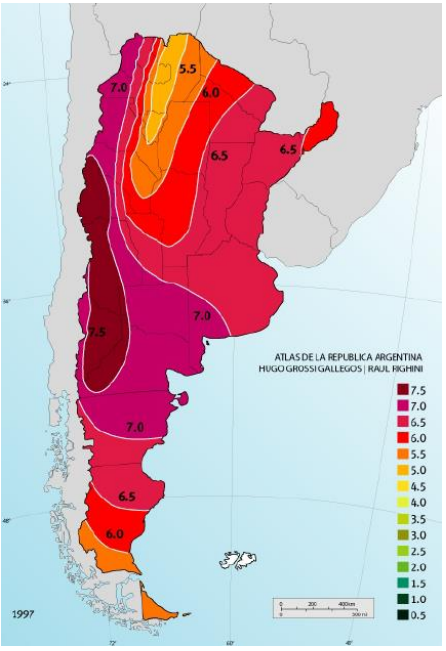


Figura 28. Distribución espacial del promedio de la irradiación solar global diaria (kWh/m^2) correspondiente al mes de diciembre. Adaptado de "Atlas de energía solar de la República Argentina", por Grossi Gallegos, H., & Righini, R., 2007.

Otra fuente de información es el "Global Solar Atlas". El Banco Mundial y la Corporación Financiera Internacional, colectivamente llamado Grupo del Banco Mundial, han proporcionado esta herramienta, además de una serie de capas de datos SIG mundiales, regionales y nacionales para apoyar la ampliación de la energía solar. Se provee de valores de irradiación global horizontal, irradiación difusa horizontal, irradiación global para la superficie inclinada en ángulo óptimo, y ángulo óptimo para maximizar el rendimiento anual e irradiación normal directa. A continuación, en la Figura 29 y Figura 30, se representa la irradiación global diaria con el ángulo óptimo en kWh/m^2 y el ángulo de inclinación óptimo, respectivamente para la provincia de Córdoba.

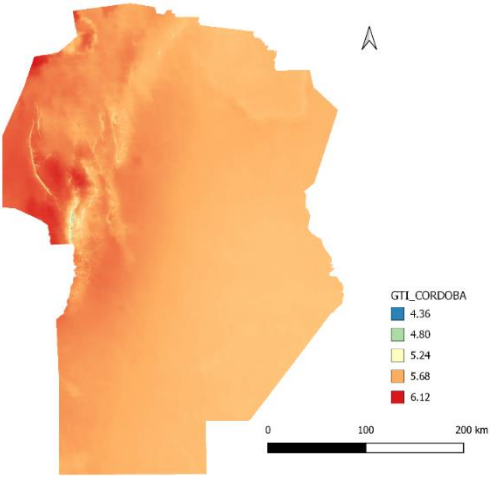


Figura 29. Irradiación global diaria con el ángulo optimo en kWh/m^2. Adaptado de "Global Solar Atlas", por World Bank Group.

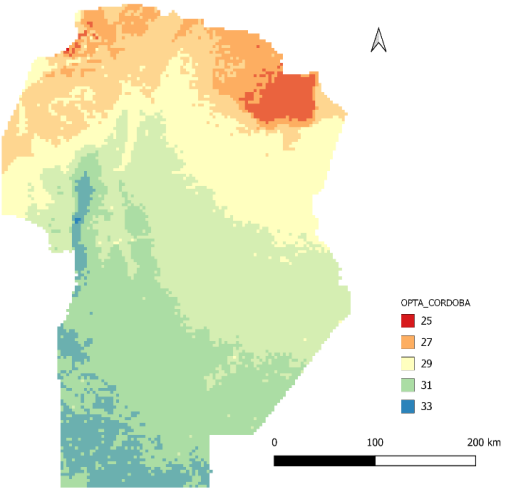


Figura 30. Angulo de inclinación óptimo. Adaptado de "Global Solar Atlas", por World Bank Group.

Caracterizar la disponibilidad energética del entorno para los que están destinados los sistemas de aprovechamiento es la base de las consideraciones técnicas para el buen diseño de los equipos y de las instalaciones.

3- Estado del arte

Energía solar térmica de baja temperatura: Situación actual

En los últimos años se produjo un aumento notable de instalaciones de energía solar térmica en el mundo; los avances tecnológicos permitieron la fabricación de sistemas de mejor calidad y a menor costo y la sociedad está entendiendo la necesidad de sustituir los combustibles fósiles (Placco, Saravia, & Cadena, 2006). Según un informe del IEA del panorama global de los aprovechamientos de energía solar térmica, se prevé que el consumo mundial de energía solar térmica aumente más del 45%, sobre todo en edificios, de los que se espera que cubran el 2,2% de la demanda de calor en año 2024. También se espera que China siga representando el 40% del crecimiento, seguida de Estados Unidos y la Unión Europea. Y, además se espera una aceleración significativa en Oriente Medio y el Norte de África, así como en India, Brasil y México.

Aunque la cuota actual en la demanda mundial de calor industrial sigue siendo insignificante (menos del 0,02%), el calor solar para procesos industriales sigue siendo un nicho de mercado en expansión. En 2018, se pusieron en marcha al menos 108 sistemas nuevos (aproximadamente 37,6 MWt), con lo que la capacidad instalada a nivel mundial ascendió a 567 MWt (+7%) a finales de ese año (IEA, 2019).

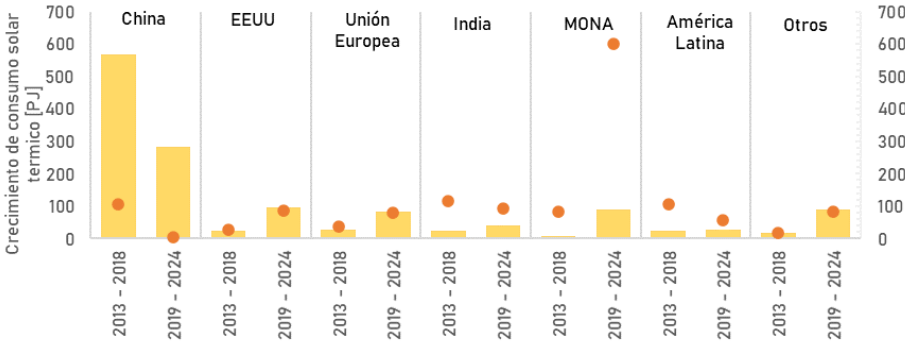


Figura 31. Crecimiento del consumo de energía solar térmica por regiones, 2013-2024. Adaptado de "Growth in solar thermal consumption in selected regions, 2013-2024", 2019, IEA.

Situación en Argentina

En Argentina en el año 2017 se comercializaron 35141 m² de colectores solares térmicos para agua caliente sanitaria además de 9318 m² de colectores plásticos sin

cubierta. Solo con los equipos instalados en ese año, para agua caliente sanitaria, se redujeron 5520 t en emisiones de dióxido de carbono y se evitó el consumo equivalente a más de 4 millones m³ de gas natural. Del total de equipos comercializados, solo un 26% corresponde a equipos de fabricación nacional y el resto corresponde a equipos importados (INTI, 2019).

En el Censo Nacional Térmico del año 2018 se registraron 225 empresas de energía solar térmica, de las cuales 20 son empresas fabricantes y a su vez, 4 de ellas se encuentran emplazadas en la Provincia de Córdoba. A nivel nacional, la capacidad productiva de estas empresas, en el año 2017, fue de 33680 m² de equipos solares térmicos para agua caliente sanitaria, mientras que la capacidad fabricada fue de 9163 m². A partir de la diferencia entre estas dos cifras se observa una capacidad ociosa significativa, que muestra el potencial de la industria local para responder a una mayor demanda.

Por otro lado, respecto a la evaluación de la calidad y seguridad de los productos, solamente un 33% de las empresas fabricantes e importadoras realizaron las evaluaciones correspondientes en esta temática. Esta tendencia intenta revertirse a través del cumplimiento obligatorio de la resolución 520/18 que define el reglamento técnico para equipos solares térmicos.

El portal de noticias “Energía estratégica” caracteriza las barreras para el desarrollo de la energía solar térmica para el calentamiento de agua en Argentina, estas son descriptas a continuación:

- Carencia de un marco institucional y legal, y falta de un ente nacional de promoción y regulación de la energía solar.
- Carencia de normativas a nivel nacional que determine los requerimientos de eficiencia, integridad física y calidad de los productos.
- Poco desarrollo del mercado, en comparación con el gran potencial existente. El costo inicial de inversión de los sistemas solares térmicos es relativamente alto en comparación con los sistemas de calentamiento de agua convencionales.
- Falta de incentivos económicos y financieros.
- Falta de incentivos a la capacitación de personal y poco incentivo a la investigación e innovación a nivel regional. Todo esto contribuye a que los colectores solares no alcancen niveles de calidad óptimos tanto en su fabricación como instalación.
- Existencia de incentivos dirigidos hacia los combustibles fósiles, principalmente subsidios al gas. (Energía Estratégica).

Para mitigar estas barreras, en el informe del proyecto TECH4CDM del año 2009 se propone tomar como ejemplo a aquellos países donde el sector ha alcanzado cierta madurez. Si bien estos factores deben ser resueltos, también es cierto que las partes involucradas a este tipo de actividades, como ser las empresas fabricante y las empresas de servicios, deben estar preparadas para satisfacer la demanda creciente con equipos confiables, esto se logra mediante ensayos normalizados. Un estudio realizado por el Grupo de Energía Solar de la Universidad Nacional de Río Cuarto analiza el estado en que se encuentra la utilización de normativas y estándares para ensayar sistemas de calentamiento de agua mediante energía solar de origen nacional y extranjero y un componente principal de los mismos: el colector solar plano. Para estos ensayos sigue la norma ISO 9459-2 y la norma ANSI/ASHRAE 9-2003, respectivamente, por ser las más recomendables para cada situación y concluye, entre otras cosas, que, por vínculos comerciales de Argentina con otros países, ésta debería adoptar estándares que sean compatibles y también seguir actualizando y completando la norma IRAM (Garnica, Lucchini, Stoll, & Barral, 2010).

Siguiendo en esta línea, una encuesta realizada en el 2010 para caracterizar el mercado entre empresas que trabajan en energía solar térmica en el territorio argentino, indicó que, de los treinta y cinco cuestionarios recibidos, seis compañías expresan que comercializa productos no certificados, diez no dan ninguna respuesta concreta y varios nombraron certificaciones que no son específicas para el equipamiento solar térmico, indicando que el tema es ampliamente subvalorado (Nienborg & Nadal, 2010).

Energía fotovoltaica: situación Actual

En un informe realizado por la Agencia Internacional de Energía (IEA por si siglas en inglés) se indica que el rápido aumento de la capacidad de los consumidores, como son los hogares, los edificios comerciales y las instalaciones industriales, para generar su propia electricidad presenta nuevas oportunidades y retos para los proveedores de electricidad y los responsables políticos de todo el mundo. La capacidad total de la energía fotovoltaica distribuida se duplica con creces, superando los 500 GW en la predicción principal y los 600 GW en el caso acelerado, casi la mitad del crecimiento total de la energía solar fotovoltaica y una expansión similar a la de la eólica terrestre (IEA, 2019).

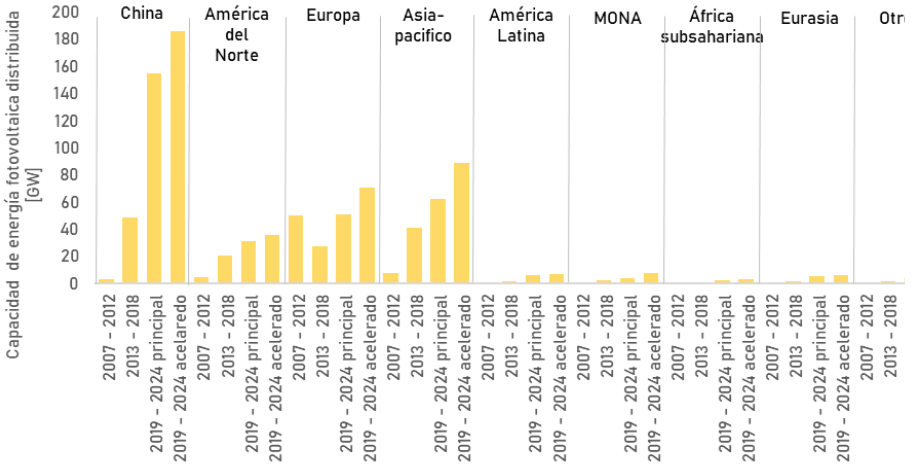


Figura 32. Crecimiento de la capacidad de energía solar fotovoltaica distribuida por país / región. Adaptado de "Distributed solar PV capacity growth by country/region", 2019, IEA.

Situación en Argentina

El empleo masivo de generación fotovoltaica distribuida en áreas urbanas y periurbanas, contribuye al uso eficiente de la energía por reducción de las pérdidas por transporte, además de la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero. Para lograr este propósito se requieren tanto políticas de promoción como un marco regulatorio eficiente que abarque los aspectos técnicos, comerciales, económicos, fiscales y administrativos. En el año 2019, en Argentina, se logró realizar la primera conexión a la red de un usuario-generador del régimen nacional de Generación Distribuida de fuentes de energía renovable. Este primer usuario-generador instaló un equipo de generación solar fotovoltaica compuesto por 12 paneles solares por una potencia total de 3,8 kW (Sánchez Molina, 2019). Los costos de instalación de sistemas fotovoltaicos dependen fuertemente de la escala. Mientras los de las plantas de más de 10MW, montadas sobre el suelo, están por debajo de los 2 dólares por watt de potencia instalada, los de sistemas de menos de 5kW conectados a la red eléctrica de baja tensión ascienden a prácticamente el doble, un costo que solo se reducirá con la constitución de un mercado consolidado.

Con respecto a la producción de paneles fotovoltaicos, hasta principios de 2014 se encontraba en operación solamente una planta de ensamblado de módulos de baja potencia (hasta 100W) a partir de celdas solares importadas, en la provincia de La Rioja. Mas adelante, en ese mismo año, se puso en funcionamiento en San Luis la primera fábrica de ensamblado de módulos de las potencias típicas en sistemas de

conexión a red (240W) y se crean iniciativas similares en el resto del territorio. Por su parte, San Juan pone en marcha un proyecto de instalación de una planta integrada, que incluye las etapas de fabricación de lingotes de silicio cristalino, celdas solares y módulos fotovoltaicos, con una capacidad de producción anual de 70MW (Durán, Pla, Álvares, & Pedace, 2016).

Aprovechamiento de la energía solar en Argentina

En las centrales de aprovechamiento de la energía solar instaladas en Argentina solo se utilizan tecnologías de tipo fotovoltaica para realizar la transformación a energía eléctrica. En la siguiente tabla se especifica la potencia por provincias de las plantas de energía solar fotovoltaica en operación comercial en el territorio argentino.

Provincia	Potencia adjudicada [MW]
San Juan	191,90
San Luis	52,20
La Rioja	49,00
Catamarca	55,46
Salta	80,00
Mendoza	1,15

Tabla 1.Potencia por provincias de plantas de energía solar fotovoltaica en operación comercial. Adaptado de "Plantas de energía renovable en operación comercial", por argentina.gob.ar.

En total, en Argentina, se encuentran activos 24 parques solares. Las centrales fotovoltaicas con mayor potencia instalada son el Parque Solar Iglesia en San Juan y el Parque Solar Cafayate en Salta con 80 MW de potencia instalada cada uno (argentina.gob.ar).

Sin embargo, no se debe dejar de lado el posible uso de las diferentes adaptaciones sobre los sistemas de aprovechamiento de las energías renovables. La utilización de estas en el sector residencial o industrial se puede dar por sistemas de aprovechamiento adaptados y los que son específicos para este tipo de utilidad. En

Argentina todavía no se logra incentivar adecuadamente la utilización de este tipo de equipos.

Comentarios finales

Las tecnologías para el aprovechamiento de la energía solar ya se encuentran en un estado de madurez avanzado en algunos países. Sin embargo, Argentina todavía no logra impulsar con éxito el uso de estas tecnologías para fomentar la disminución del consumo de combustibles fósiles. Estudiar y adaptar las acciones y experiencias que hicieron posible la madurez de este tipo de aprovechamiento en otros países a la situación energética de Argentina, es una buena manera de poder eliminar las barreras que ralentizan el desarrollo en esta temática. Se debe tener en cuenta que las partes involucradas a este tipo de actividades, como ser las empresas fabricantes y las empresas de servicios, deben estar preparadas para satisfacer la demanda creciente con equipos y servicios confiables. Y, con respecto al recurso, caracterizar la disponibilidad energética del entorno para los que están destinados los sistemas de aprovechamiento es la base de las consideraciones técnicas para el buen diseño de los equipos y diseño de las instalaciones.

BIBLIOGRAFÍA

argentina.gob.ar. (n.d.). *Plantas de energía renovable en operación comercial*. Retrieved 2021, from https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/energia-electrica/renovables/plantas-de-energia-renovable

Bachiller, R. (2009). *El sol: nuestra estrella, nuestra energía.*

Enerdata. (n.d.). *Consumo energético total*. Retrieved 2021, from https://datos.enerdata.net/energia-total/datos-consumo-internacional.html

Energía Estratégica. (n.d.). Desarrollo de la Energía Solar Térmica en la Argentina – Amortización de los equipos solares híbridos. Retrieved 2021, from https://www.energiaestrategica.com/informe/desarrollo-de-la-energia-solar-termica-en-la-argentina-amortizacion-de-los-equipos-solares-hibridos/

Energias renovables. (2014). *Tipos de paneles fotovoltaicos*. Retrieved 2021, from http://www.energiasrenovablesinfo.com/solar/tipos-paneles-fotovoltaicos/

Garnica, J. H., Lucchini, J. M., Stoll, R. G., & Barral, J. R. (2010). *Ensayos normalizados de colectores solares y sistemas de calentamiento de agua en argentina: análisis de la situación, avances y dificultades.*

Grossi Gallegos, H., & Righini, R. (2007). *Atlas de energía solar de la República Argentina.*

IEA. (2019). *Distributed solar PV capacity growth by country/region*. Retrieved 2021, from https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/distributed-solar-pv-capacity-growth-by-country-region

IEA. (2019). *Growth in solar thermal consumption in selected regions, 2013-2024*. Retrieved 2021, from https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/growth-in-solar-thermal-consumption-in-selected-regiones-2013-2024

IEA. (2019). *Renewables 2019*. Retrieved 2021, from https://www.iea.org/reports/renewables-2019

INTI. (2019). *Censo Nacional Solar Térmico 2018: informe período 2017.*

Nienborg, B., & Nadal, G. (2010). *Caracterización del mercado argentino para calentadores solares de agua mediante una encuesta entre empresas.*

Placco, C., Saravia, L., & Cadena, C. (2006). *Colectores solares para agua caliente.* CONICET.

Smil, V. (1998). *Energies: An Illustrated Guide to the Biosphere and Civilization.* The MIT Press.

Subsecretaría de Energía Eléctrica. (2008). *Energías Renovables 2008 - Energía Solar.*

World Bank Group. (n.d.). *Global Solar Atlas*. Retrieved 2021, from https://globalsolaratlas.info/

CAPÍTULO 4: BIOGÁS EN ARGENTINA

Rocío Medina[39], Santiago M. Reyna[40], Fabián Fulginiti[41]

Resumen

La matriz energética de Argentina está basada principalmente en combustibles fósiles generando inconvenientes como la limitación del recurso no renovable, que implica la volatilidad de los precios y riesgos en la seguridad del suministro. Dentro de este contexto, se plantea como una posible solución a este problema la diversificación de la matriz energética nacional a partir de la producción de biogás utilizando distintos residuos agroindustriales. Se desarrolla el estado del arte del biogás en Argentina y las diferentes tecnologías que implica la producción de biogás.

Palabras claves

Bioenergía, biogás, residuos.

Abstract

Argentina's energy matrix is mainly based on fossil fuels, resulting in disadvantages such as the limitation of the non-renewable resource, which implies price volatility and risks in supply security. Within this context, a possible solution to this problem is the diversification of the national energy matrix through the production of biogas using different agro-industrial wastes. This paper develops the state of the art of biogas in Argentina and the different technologies involved in biogas production.

[39] Ingeniera Ambiental, FCEFyN – UNC, rocio.medinafe@gmail.com
[40] Ph.D. en Ingeniería de la Universidad de Purdue; Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Córdoba. santiagoreyna@unc.edu.ar
[41] Mag. Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Córdoba. fabianfulginiti@unc.edu.ar

Introducción

Matriz energética de Argentina

El sistema energético nacional está basado principalmente en combustibles fósiles, que superan el 85% de la matriz energética nacional. Durante las últimas décadas, esta matriz ha evidenciado limitaciones tanto desde el punto de vista prospectivo como ambiental. En este sentido, su diversificación es clave para evitar o minimizar los efectos de una crisis energética local e internacional.

La composición de la matriz energética en la República Argentina presenta un fuerte predominio de los combustibles de origen fósil. Según las cifras del Balance Energético Nacional (BEN), en 2018, esos combustibles (petróleo, gas y carbón) generaron el 85,8% de la oferta de energía primaria del país. En tanto, las fuentes bioenergéticas aportaron el 6,7% del total, sumando el 3,0% de los aceites vegetales, el 1,4% del bagazo, el 1,0% de la leña, el 0,8% de los alcoholes vegetales y el 0,5% de otros subproductos primarios, como cáscara de girasol, licor negro, marlo de maíz, cáscara de arroz y residuos pecuarios. Por otra parte, las otras energías renovables, como la hidráulica, la nuclear, la eólica y la solar, representaron en conjunto el 7,4% del consumo total de energía primaria.

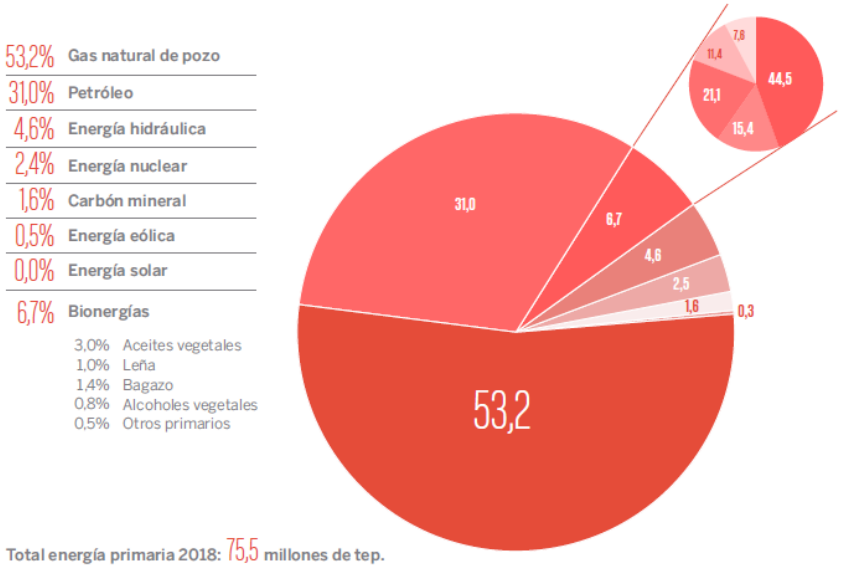


Figura 33: Composición de la oferta interna de energía primaria en la Argentina (FAO, 2020)

La transformación del sector energético argentino requiere de grandes inversiones de capital, el acondicionamiento del sistema eléctrico nacional y la identificación y cuantificación de los recursos renovables. Es por ello que resulta indispensable la generación de información cuantitativa y cualitativa que permita proyectar diferentes escenarios. Dentro de este contexto, las energías renovables generadas a partir de la biomasa, disponible en todo el territorio nacional, se presentan como una alternativa posible y eficaz, al mismo tiempo que se convierten en importantes fuentes de generación empleo (FAO, 2017).

Bioenergía

El término bioenergía hace referencia a la energía generada a partir de combustibles biomásicos. Se considera biomasa a toda la materia orgánica de origen biológico, no fósil, incluyendo los materiales procedentes de su transformación natural o artificial. La bioenergía es versátil, engloba gran diversidad de materiales a partir de los cuales pueden obtenerse combustibles sólidos, líquidos y gaseosos, utilizando procesos más o menos sofisticados, y para diversas aplicaciones. Sin embargo, esta misma diversidad genera un panorama complejo, que adquiere matices propios en función del contexto sociocultural, económico, político-institucional y ambiental, de un sitio dado, en un momento histórico determinado (Manrique, Franco, Núñez, & Seghezzo, 2011). Los combustibles derivados de la biomasa se denominan biocombustibles, algunos ejemplos pueden ser: etanol, aceites, biogás, biodiesel, entre otros.

1- Planteamiento de la problemática

El sector energético es muy relevante dentro de la política estratégica de cualquier país. En este sentido, la crisis energética que atraviesa el país genera repercusiones en múltiples sectores económicos, incluyendo la matriz de producción, y trae aparejadas grandes consecuencias sociales al afectar la calidad de vida de los habitantes. A nivel internacional, este posicionamiento respecto de los recursos energéticos también tiene consecuencias como la dependencia de importaciones.

La situación descripta anteriormente implica la necesidad de buscar fuentes energéticas alternativas que apunten a la diversificación de la matriz energética, intensificando el uso de recursos renovables. Frente a esto, en este informe se requiere analizar el potencial y el uso del biogás como uno de los recursos renovables que tienen un bajo nivel de explotación en el país.

2- Biogás

Como se mencionó anteriormente, el biogás constituye una fuente de energía renovable viable que puede ser adoptada en las diversas unidades productivas del sector agropecuario, y de esta forma, puede contribuir a disminuir la presión sobre los recursos no renovables y a diversificar la matriz energética actual de Argentina.

El biogás es una mezcla de gases que se obtiene a partir de la degradación natural de la materia orgánica realizada por una gran variedad de microorganismos en ausencia de oxígeno, a este proceso se lo denomina como digestión anaeróbica. Se puede dar en forma natural o en ambientes controlados como los biodigestores, donde las condiciones son controladas para maximizar la eficiencia y obtener subproductos de valor agregado como los biofertilizantes (Escartín, y otros, 2017). La digestión anaeróbica industrial puede procesar una amplia gama de variedades de biomasa, como lodos de depuradora, subproductos animales y vegetales, residuos biológicos domésticos y cultivos primarios o secundarios. Los principales productos del proceso de digestión anaeróbica, en sistemas de alta carga orgánica y en mezcla completa, son el biogás y un biofertilizante que consiste en un efluente estabilizado (Association, 2009). La descomposición de la materia orgánica, como se desarrolla más adelante, se da en tres etapas: hidrólisis, acidogénica y acetogénica y, por último, metanogénica (Cuesta Santianes, Sánchez, Crespo, & Villar Fernández). En cada una de las etapas actúan bacterias que transforman la materia orgánica en diferentes compuestos como azúcares, ácidos grasos, ácido acético, hasta llegar al producto final. El tipo y el acondicionamiento de los residuos que, serán los insumos de entrada en el biodigestor, van a determinar la tasa de producción y la composición del biogás generado.

El proceso de digestión anaerobia produce de 400 a 700 litros de biogás por cada kilogramo de materia orgánica degradada, según las características del sustrato. El gas se compone fundamentalmente de metano y dióxido de carbono. El contenido en metano del biogás de un biodigestor que funcione adecuadamente variará del 65% al 70% en volumen, con una oscilación en dióxido de carbono del 30% al 35%. Uno o dos por ciento del gas del biodigestor se compone de otros gases como el sulfuro. Debido a la presencia de metano (60%), el biogás del biodigestor posee un poder calorífico aproximado de 500 a 600 kilocalorías por litro (Varnero Moreno, 2011).

Aplicación del biogás

Una planta de biogás típica convierte el biogás en una unidad de cogeneración para producir la generación de calor, electricidad y también combustible de vehículos. A continuación, se detallan los diferentes usos del biogás:

Producción de calor o vapor

El uso más simple del biogás es para la obtención de energía térmica. En aquellos lugares donde los combustibles son escasos, los sistemas pequeños de biogás pueden proporcionar la energía calórica para actividades básicas como cocinar y calentar agua. Los sistemas de pequeña escala también se pueden utilizar para iluminación.

Los quemadores de gas convencionales se pueden adaptar fácilmente para operar con biogás, simplemente cambiando la relación aire-gas. El requerimiento de calidad del biogás para quemadores es bajo. Se necesita alcanzar una presión de gas de 8 a 25 mbar y mantener niveles de H_2S inferiores a 100 ppm para conseguir un punto de rocío de 150°C (Varnero Moreno, 2011).

Generación de electricidad o combinación de calor y electricidad

Los sistemas combinados de calor y electricidad utilizan la electricidad generada por el combustible y el calor residual que se genera. Algunos sistemas combinados producen principalmente calor y la electricidad es secundaria. Otros sistemas producen principalmente electricidad y el calor residual se utiliza para calentar el agua del proceso. En ambos casos, se aumenta la eficiencia del proceso en contraste si se utilizara el biogás sólo para producir electricidad o calor. Las turbinas de gas (microturbinas, desde 25 hasta 100 kW y turbinas grandes, de más de 100 kW) se pueden utilizar para la producción de calor y energía, con una eficiencia comparable a los motores de encendido por chispa y con un bajo mantenimiento. Sin embargo, los motores de combustión interna son los usados más comúnmente en este tipo de aplicaciones. El uso de biogás en estos sistemas requiere la remoción de H_2S, bajo 100 ppm, y vapor de agua (Varnero Moreno, 2011).

Las celdas de combustible se consideran las plantas de energía a pequeña escala del futuro para la producción de electricidad y calor con una eficiencia superior al 60% y bajas emisiones.

La mayor parte de la producción actual de biogás en Europa se utiliza en una unidad de cogeneración para la generación de electricidad. La electricidad europea

procedente de la producción de biogás ascendió a más de 65 TWh en 2017, el equivalente al consumo anual de electricidad en Austria. Una vez producida, la electricidad procedente del biogás se inyecta directamente en la red eléctrica local (Association, 2009).

Combustible para vehículos

El uso vehicular del biogás es posible y en la realidad se ha empleado desde hace bastante tiempo. Para esto, el biogás debe tener una calidad similar a la del gas natural, para usarse en vehículos que se han acondicionado para el funcionamiento con gas natural. La mayoría de vehículos de esta categoría han sido equipados con un tanque de gas y un sistema de suministro de gas, además del sistema de gasolina normal de combustible.

El biogás puede ser utilizado en motores de combustión interna tanto a gasolina como diésel. El gas obtenido por fermentación tiene un octanaje que oscila entre 100 y 110 lo cual lo hace muy adecuado para su uso en motores de alta relación volumétrica de compresión, por otro lado, una desventaja es su baja velocidad de encendido (Varnero Moreno, 2011).

Sin embargo, su difusión está limitada por una serie de problemas:

- A fin de permitir una autonomía razonable, el gas, por su volumen, debe ser almacenado en contenedores cilíndricos de alta presión (200 a 300 bar); este tipo de almacenamiento implica que el mismo deba ser purificado antes de su compresión.
- La conversión de los motores es costosa (instalación similar a la del gas natural) y el peso de los cilindros disminuye la capacidad de carga de los vehículos.
- Por último, la falta de una adecuada red de abastecimiento y la energía involucrada en la compresión a gran escala de este tipo de uso.

En la siguiente tabla se muestra el poder calorífico y las características de los vectores energéticos del biogás, gas natural, gas propano, gas metano e Hidrógeno.

Valores	Biogás*	Gas Natural	Gas Propano	Gas Metano	Hidrog.
Valor Calorífico (Kwh/ m³)	7.0	10	26	10	3
Densidad (t/m³)	1.08	0.7	2.01	0.72	0.09
Densidad con respecto al aire	0.81	0.54	1.51	0.55	0.07
Limite de explosión (% de gas en el aire)	6-12	5-15	2-10	5-15	4-80
Temperatura de encendido	687	650	470	650	585
Máxima velocidad de encendido en el aire (m/s)	0.31	0.39	0.42	0.47	0.43
Requerimiento teórico de aire (m³/m³)	6.6	9.5	23.9	9.5	2.4

* Composición promedio del biogás: CH_4 (65%) – CO_2 (35%)

Tabla 2: Energía equivalente Biogás Vs. otras fuentes (Varnero Moreno, 2011)

Etapas de la digestión anaeróbica

Como se mencionó anteriormente, la descomposición de la materia orgánica se desarrolla a partir de una serie de etapas donde interviene la acción de múltiples bacterias especializadas. Como resultado, se obtiene el biogás que se encuentra compuesto principalmente por dióxido de carbono, metano y en menor medida por otros tipos de gases como sulfuro de hidrógeno. A continuación, se detallan las tres etapas de la digestión anaeróbica, aunque en los biodigestores las reacciones pueden darse de forma simultánea (Cuesta Santianes, Sánchez, Crespo, & Villar Fernández):

Hidrólisis: La materia orgánica compleja (hidratos de carbono, proteínas, lípidos, entro otros) es degradada por la acción de microorganismos en materia orgánica soluble (azúcares, aminoácidos, ácidos grasos), lo que genera los sustratos para la siguiente etapa.

Acidogénesis y acetogénesis: Distintos grupos de microorganismos, denominados acidogénicos y acetogénicos, procesan esa materia orgánica soluble y liberan principalmente hidrógeno molecular (H_2), CO_2 y acetato (CH_3COO^-). Dado que la acidogénesis es considerada la etapa más rápida del proceso global, resulta fundamental controlarla para evitar que el descenso de pH (acidificación) del medio interfiera con la acción del consorcio microbiano.

Metanogénesis: Finalmente, los microorganismos metanogénicos tienen dos vías metabólicas diferentes: la vía acetoclástica, que transforma el ácido acético en CH_4 y CO_2, y la vía hidrogenotrófica, que a partir del H_2 y el CO_2 genera CH_4.

El proceso se ve esquematizado en la siguiente figura:

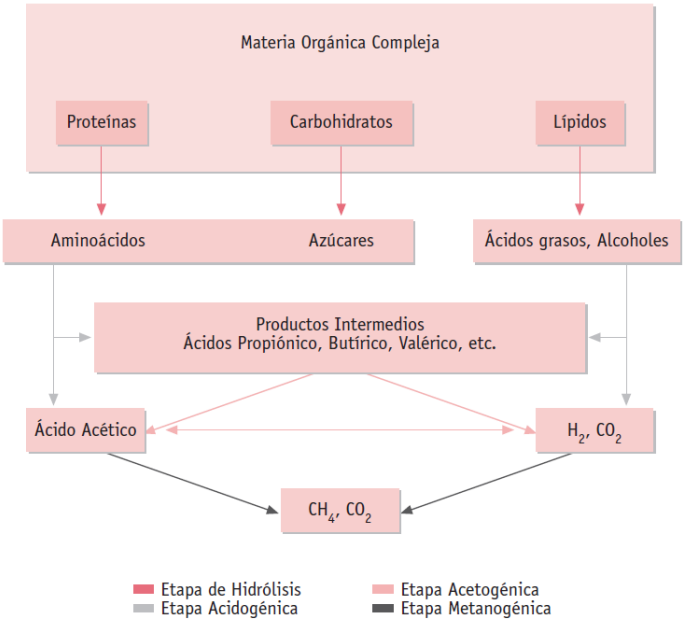


Figura 34: Etapas de la digestión anaeróbica (Cuesta Santianes, Sánchez, Crespo, & Villar Fernández)

Las bacterias metanogénicas se encuentran en el último eslabón de la cadena de microorganismos encargados de digerir la materia orgánica y devolver al medio los elementos básicos para reiniciar el ciclo. El proceso microbiológico que se encarga de la formación de metano es la metanogénesis (principal proceso para la producción de biogás). Las bacterias productoras de biogás son estrictamente anaeróbicas, por lo tanto, no pueden sobrevivir con la presencia de oxígeno en el medio en que se desarrollan. También otra de las características importantes que las identifica es la sensibilidad a los cambios ambientales, por este motivo es necesario un mantenimiento constante de los parámetros básicos como la temperatura, el pH, entre otros (FAO, 2019).

Factores que influyen en la producción de biogás

Las etapas de la digestión anaeróbica se ven condicionadas por varios parámetros físicos-químicos que se detallan a continuación. Es importante conocer estos parámetros debido a que se puede estimar los rendimientos potenciales del biodigestor. Se debe controlar el pH del sustrato de entrada y de salida, siendo el rango óptimo entre 7 a 7,8; el potencial redox que influye en los microorganismos metanogénicos; el tiempo de retención hidráulica que determina el volumen del reactor y tiene una relación directa con la temperatura (para altas temperaturas el tiempo de retención hidráulica puede ser de 15 días y para bajas temperaturas de hasta 120 días); la velocidad de carga orgánica que depende del tipo de sustrato utilizado en el biodigestor, su correcta determinación sirve para optimizar la economía del biodigestor y las operaciones técnicas; la materia seca y el grado de mezclado; los sólidos volátiles que relacionan la eficiencia en la recolección del sustrato; la presencia de inhibidores que pueden ser enzimas o sustancias tóxicas para los microorganismos; la relación carbono/nitrógeno (C/N) fundamental para los procesos biológicos con rangos óptimos dentro del biodigestor de 20:1 a 30:1 y, por último, la temperatura que depende del tipo de tecnología utilizada, los materiales empleados, el clima de la región donde se instale el biodigestor y la temperatura de entrada del sustrato. Según el rango de temperatura de trabajo los biodigestores se clasifican en psicrófilos, mesófilos y termófilos. Esta variable no es fácil de controlar y se debe considerar que los biodigestores que trabajan en rangos termófilos son más inestables frente a variaciones en el sustrato (FAO, 2019; Cuesta Santianes, Sánchez, Crespo, & Villar Fernández). Otro parámetro importante es la co-digestión que hace referencia a la digestión anaeróbica simultánea de múltiples desechos orgánicos en un digestor. Este principio aumenta el rendimiento de metano debido a los sinergismos positivos establecidos en el medio de digestión, las diversidades bacterianas en los diferentes desechos y el suministro de nutrientes faltante por los co-sustratos (Manyi-Loh, y otros, 2013).

Tipos de Biodigestores

La digestión anaerobia es un proceso que se puede dar de forma natural o en ambientes controlados como los biodigestores. Este último permite controlar los parámetros de la reacción y estimar la producción de metano que se genera. Los biodigestores se pueden clasificar según distintos criterios, uno de ellos es por la forma en que se cargan, como biodigestores por lote o continuos. En el primero, los

residuos orgánicos se añaden al sistema en una sola acción al comienzo del proceso y no se añaden más hasta que el proceso de digestión ha finalizado. Mientras que, en el segundo se añaden los residuos orgánicos continuamente a lo largo del proceso. También se pueden clasificar según el número de reactores utilizados, en una etapa o en varias etapas. En el proceso de una sola etapa, las fases de hidrólisis, acidogénica, acetogénica y metanogénica se dan en un mismo reactor mientras que en un proceso de varias etapas se utilizan dos reactores en serie lo que permite que en el primer biodigestor se desarrollen las tres primeras fases con elevado tiempo de retención. Luego, en el segundo biodigestor se desarrolla la fase metanogénica con bajo tiempo de retención. De esta de esta manera se pueden controlar mayores condiciones de la reacción en cada etapa y se obtienen productos más deseables. Otro criterio de clasificación se basa en las características del insumo según el porcentaje de material sólido, se tienen biodigestores de bajo contenido sólido o de alto contenido sólido. Los digestores de bajo contenido sólido tienen como insumo residuos orgánicos con contenidos de sólidos entre el 3% al 10 % y los digestores de alto contenido sólido tienen porcentajes mayores al 15% (Vavrin & McNamara, 2014).

Para residuos provenientes de la industria ganadera, los biodigestores más utilizados son los de mezcla completa, como un reactor de tanque de agitación continua (CSTR) y los reactores de flujo pistón (Castelao, Preuss, & Piccoletti, 2018). Generalmente a los residuos de la industria bovina se les realiza un pretratamiento para obtener dos fracciones separadas de líquido y lodo. El líquido suele tratarse en biodigestores de lagunas cubiertas con membranas que generalmente son de grandes dimensiones y con poco o nulo sistema de agitación. Estos sistemas no presentan sistemas de calefacción por lo cual la temperatura de la región es un factor condicionante para su implementación. También se debe tener en cuenta la altura del nivel freático ya que pueden ocurrir infiltraciones del líquido desde el fondo de la laguna a la freática (Manyi-Loh, y otros, 2013).

Los reactores de agitación continua (CSTR) permiten la mezcla completa del contenido en el digestor y requiere que los residuos orgánicos tengan un contenido de sólidos en un rango entre 5 al 14 % de sólidos totales. Para que tengan un funcionamiento estable se debe establecer un tiempo de retención hidráulica de 15 a 30 días. Si se reduce el tiempo de retención en estos biodigestores puede causar el lavado de la biomasa activa que genera inconvenientes en el proceso de generación de biogás, esto se debe a las lentas tasas de crecimiento de las bacterias psicrófilas y metanogénicas. Una solución es mantener la población microbiana dentro del biodigestor independientemente del flujo de residuos.

También se suele utilizar el reactor anaeróbico de película fija que inmoviliza las bacterias en un material inerte dentro del reactor, evitando el lavado de la biomasa microbiana. Este reactor se basa en la tendencia de las bacterias involucradas de adherirse a las superficies, formando biopelículas y proporcionando una mejor estabilidad y control del proceso. Esto permite la reducción de los tiempos de retención hidráulicos y reducir los costos de construcción por la disminución del tamaño del reactor (Vavrin & McNamara, 2014).

El biodigestor de flujo a pistón es un sistema sin mezclar en donde los residuos orgánicos fluyen de forma semicontinua como un tapón a través de un reactor horizontal. Las propiedades químicas y bacteriológicas del flujo cambian a medida que avanza dentro del biodigestor, por lo tanto, la producción de biogás es distinta en cada sección del sistema. El reactor puede ser de forma tubular enterrado o una zanja cubierta y revestida de hormigón. Su tiempo de retención hidráulica es relativamente largo de 30 días (Pascual, Ruiz, Gómez, Flotats, & Fernández, 2011).

Subproducto de la producción de biogás

Luego de la descomposición de la materia orgánica en los biodigestores queda un residuo que se lo conoce como digerido. El contenido de humedad del mismo depende del tipo biodigestor utilizado, la calidad de los nutrientes y el tipo de materia prima empleada. Al digerido se lo puede separar en fracciones líquidas y sólidas utilizando tecnologías como lechos de secado, separadores rotativos, helicoidales, gravimétricos y centrífugas. La fracción seca se la conoce como biosol y tiene un contenido de materia seca mayor al 19%. Su aplicación como biofertilizante en los suelos agrícolas tiene algunos beneficios como mejorar la estructura del suelo y la capacidad de retención de la humedad de los mismo, favoreciendo la actividad biológica en el suelo. Mejora la porosidad, lo que implica una mejora en la permeabilidad y la aireación (FAO, 2019). Además de aportarle nutrientes al suelo como nitrógeno, fosforo, potasio, hierro y azufre, inhibe el crecimiento de hongos y bacterias permitiendo una mejora en la producción de los cultivos. La fracción líquida se la conoce como biol y tiene un contenido de materia seca inferior al 8%. Se lo puede aplicar como fertilizante líquido a través del sistema de irrigación y tiene beneficios como ampliar la disponibilidad de nutrientes en el suelo, mejora el intercambio catiónico, ayudar a mantener la humedad en el suelo y la creación de un microclima adecuado para los cultivos (Pordomingo., 2013). Además, es una fuente orgánica de fitorreguladores que, con la dosis adecuada, es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular

el desarrollo de las plantas mejorando el enraizamiento, la floración y el poder germinativo de las semillas. Utilizar el digerido como biofertilizante, además de generar beneficios por el incremento en la cadena de valor del producto, genera ahorro de los costos al disminuir la necesidad de comprar fertilizantes químicos. Se debe tener en cuenta que, al usarlo con fines agronómicos, se tiene que garantizar que en el proceso anaeróbico no se empleen sustratos con concentraciones elevadas de metales pesados y otras sustancias tóxicas que pueden permanecer en el producto final del digerido (Hilbert, 2009).

3- Historia y Estado del Arte del biogás

Las primeras menciones sobre biogás se remontan al año 1600, identificado por varios científicos como un gas proveniente de la descomposición de la materia orgánica. En el año 1890 se construye el primer biodigestor a escala real en la India y ya en 1896, en Inglaterra, las lámparas de alumbrado público eran alimentadas por el gas recolectado de los digestores que fermentaban los lodos cloacales de la ciudad.

Tras las guerras mundiales comienzan a difundirse en Europa las llamadas fábricas productoras de biogás cuyo producto se empleaba en tractores y automóviles de la época. En todo el mundo se difunden los denominados tanques Imhoff para el tratamiento de aguas cloacales colectivas. El gas producido se utilizó para el funcionamiento de las propias plantas, en vehículos municipales y en algunas ciudades se lo llegó a inyectar en la red de gas comunal.

Durante los años de la segunda guerra mundial comienza la difusión de los biodigestores a nivel rural tanto en Europa como en China e India, que se transforman en líderes en la materia. Esta difusión se ve interrumpida por el fácil acceso a los combustibles fósiles y, recién en la crisis energética de la década de los 70, se reinicia con gran ímpetu la investigación y extensión en todo el mundo incluyendo la mayoría de los países latinoamericanos.

Los últimos 20 años han sido fructíferos en cuanto a descubrimientos sobre el funcionamiento del proceso microbiológico y bioquímico gracias al nuevo material de laboratorio que permitió el estudio de los microorganismos que actúan en condiciones anaeróbicas (ausencia de oxígeno). Estos progresos en la comprensión del proceso microbiológico han estado acompañados por importantes logros de la investigación aplicada obteniéndose grandes avances en el campo tecnológico (Abbasi, 2012).

Los países generadores de tecnología más importantes en la actualidad son: China, India, Holanda, Francia, Gran Bretaña, Suiza, Italia, EE.UU., Filipinas y Alemania. A nivel

latinoamericano, se ha desarrollado tecnología propia en la Argentina para el tratamiento de vinazas, residuo de la industrialización de la caña de azúcar. En Brasil y Colombia se encuentran utilizando sistemas europeos bajo licencia. El avance de esta técnica ha permitido que importantes ciudades del mundo, como es el caso de Santiago de Chile en América Latina, incluyan un importante porcentaje de gas procedente de esta fuente en la red de distribución urbana de gas natural (Paneque, 2011).

Situación en Argentina

Argentina cuenta con un gran potencial de biomasa, tanto húmeda como seca, que puede ser utilizada para la generación de energía. El aprovechamiento de la energía a partir de la biomasa ayudaría a diversificar la matriz energética, generaría energía en lugares que se encuentran aislados y podrían generar el autoabastecimiento de sectores productivos como industrias lácteas. Además, al producir biogás a partir de residuos del sector agroindustrial se genera un aumento en la cadena de valor y los residuos son tratados de forma correcta.

En el informe presentado por la Secretaría de Energía en conjunto con la FAO estiman el potencial de energía a partir de la biomasa húmeda y seca en la Argentina, utilizando la metodología WISDOM creada por la FAO que está basada en sistemas de información geográfica (SIG) que permiten integrar y analizar datos estadísticos y espaciales sobre la producción y consumo de combustibles biomásicos.

Para el informe anteriormente mencionado se tuvo en cuenta la biomasa húmeda producida por residuos porcino y ganaderos bovinos (feedlots y tambos). Para esta última se consideró únicamente la forma de producción intensiva, debido a que simplifica las tareas de recolección del estiércol, purines y efluentes, lo que garantiza el abastecimiento continuo del sustrato a los biodigestores. Para las estimaciones de las producciones ganaderas se llevaron a cabo a partir de información del SENASA con la localización de cada establecimiento y el número de cabezas.

Para los feedlots bovinos se estimó un residuo potencial de 23,9 kg de estiércol fresco por animal por día, que, al multiplicarlo por la cantidad de días del año, resultó en 8.708 kg por animal por año. Para los establecimientos porcinos se calculó un residuo potencial de 3,4 kg de estiércol fresco diarios por animal, que al año resulta en 1.241 kg por animal por año.

Por último, para los establecimientos tamberos se consideraron 3 kg de residuo por animal diarios, incluyendo solo la cantidad que puede ser recolectada cuando la vaca se encuentra en el proceso de ordeñe. El valor estimado fue de 1.095 kg de estiércol fresco por animal por año.

En la tabla siguiente, se pueden observar los coeficientes utilizados para cada tipo de producción animal. Se adoptó como poder calorífico del biogás 5.500 kcal/m3, y como factor de conversión a tonelada equivalente de petróleo (tep) se aplicó 107 kcal por cada tep.

	Feedlot bovino	Establecimiento porcino	Tambo
Biogás ($m^3/kg_{estiércol\ fresco}$)	0,0315	0,0495	0,0315
Biogás (m^3/animal.año)	274,30	61,45	34,49
Energía (kcal/animal.año)	1508 627	337962	189 709
Energía (tep/animal.año)	0,1509	0,0338	0,0190

Tabla 3: Potencial de generación de biogás por tipo de producción animal (FAO, 2020)

Feedlots

En la Argentina, el engorde a corral (feedlots) se ha establecido como complemento para la terminación del ganado vacuno para carne y ha alcanzado una inserción significativa en la cadena. Actualmente, en el país hay más de 2.700 feedlots de tamaños diversos con un potencial para la generación de biogás de 184.420 tep/año. Las provincias con mayor cantidad son Buenos Aires, con un potencial de 65.626 tep/año; Córdoba con 37.830 tep/año y Santa Fe 36.419 tep/año. En la figura que sigue a continuación, se representan los potenciales de biogás. Entre las tres provincias suman el 76% del total de biogás estimado para todo el país.

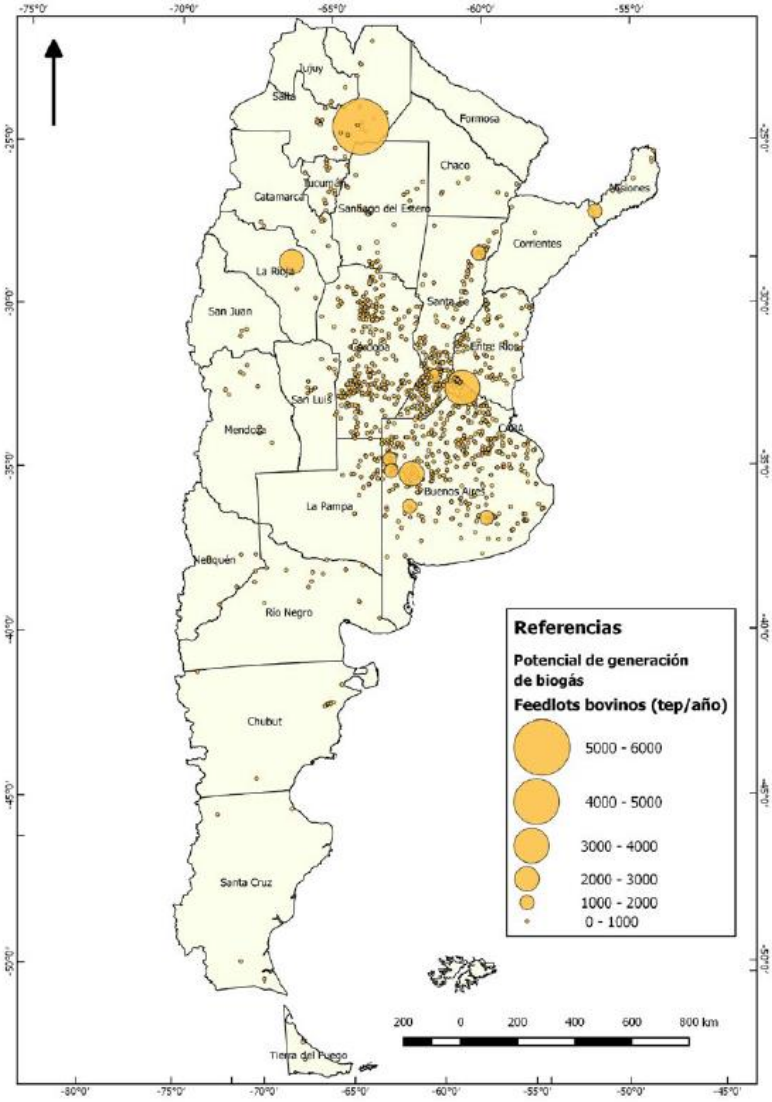


Figura 35: Potencial de biogás de feedlots a nivel nacional (FAO, 2020)

<u>Tambo</u>

Los efluentes en las explotaciones lecheras se generan en las salas de ordeño, y están formados por agua de lavado de las instalaciones, agua del equipamiento (máquina de ordeñar y equipo de frío), estiércol, orina y restos de alimento y tierra. Desde la

década de 1990 se viene produciendo una fuerte concentración e intensificación de la producción de leche, con una disminución en el número de explotaciones, acompañada de un marcado crecimiento del tamaño de rodeos. En la figura que sigue, puede observarse la distribución de estos establecimientos. El potencial de generación de biogás de los tambos en el país es de 61.625 tep/año, y se concentra en las provincias de Córdoba (33%), Santa Fe (33%) y Buenos Aires (24%).

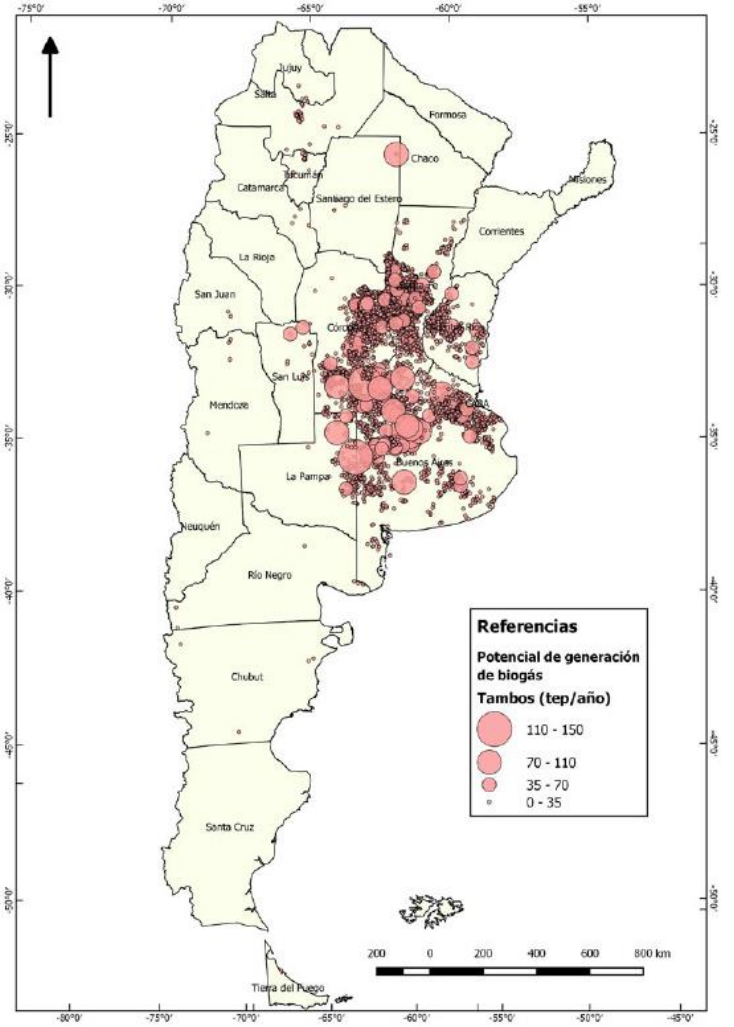


Figura 36: Potencial de biogás de tambos a nivel nacional (FAO, 2020)

Porcinos

La producción de porcinos se distribuye por todo el territorio argentino, aunque la mayor cantidad se encuentra en las provincias de la Pampa Húmeda, coincidiendo con la disponibilidad de granos y los centros de faena y consumo: el norte de la provincia de Buenos Aires, el centro de Córdoba y el sur de Santa Fe, que albergan aproximadamente el 65% de las existencias. En tanto Entre Ríos, Chaco, Salta, Formosa, San Luis, La Pampa y Santiago del Estero reúnen el 29% de los porcinos del país. El potencial de biogás estimado, que se muestra en la siguiente figura, para esta actividad en la Argentina es de 110.928 tep/año. Buenos Aires (con 27%), Córdoba (26%) y Santa Fe (20%) representan el 73% de ese potencial.

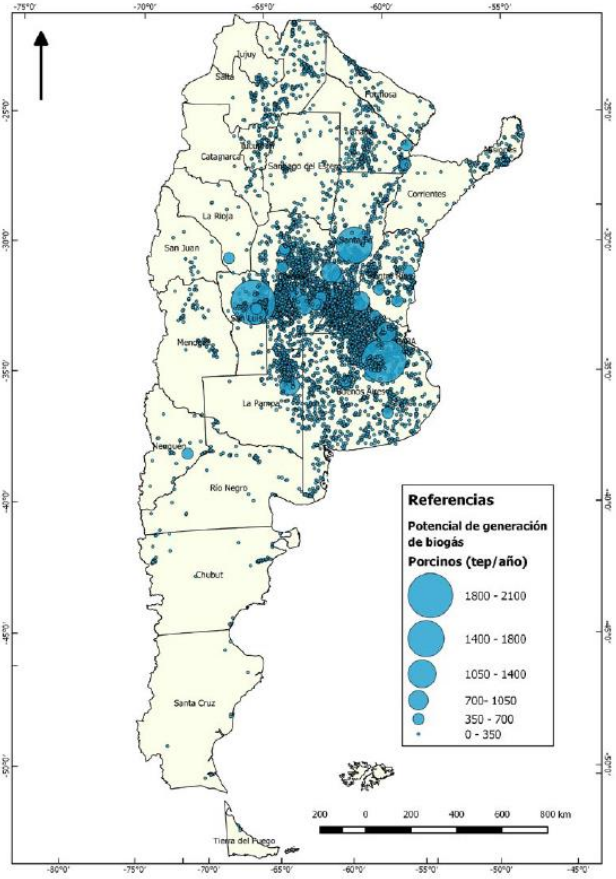


Figura 37: Potencial de biogás de establecimientos porcinos a nivel nacional (FAO, 2020)

En el informe, se encontró que las estimaciones para las actividades ganaderas analizadas dieron como resultado un potencial de generación de biogás de 356.973 tep/año en todo el país. Los engordes bovinos en confinamiento o feedlots concentraron el 52% de ese total, mientras que los establecimientos porcinos comprendieron el 31%, y los tambos, el 17%, como se ve representado en la figura que sigue. Así, la República Argentina muestra un gran potencial de generación de biogás con los tres tipos de producciones ganaderas analizadas. En la tabla de la página siguiente se encuentran las estimaciones de potencial de generación de biogás en las distintas provincias, que se localiza principalmente en la región pampeana de las provincias de Córdoba, Buenos Aires y Santa Fe.

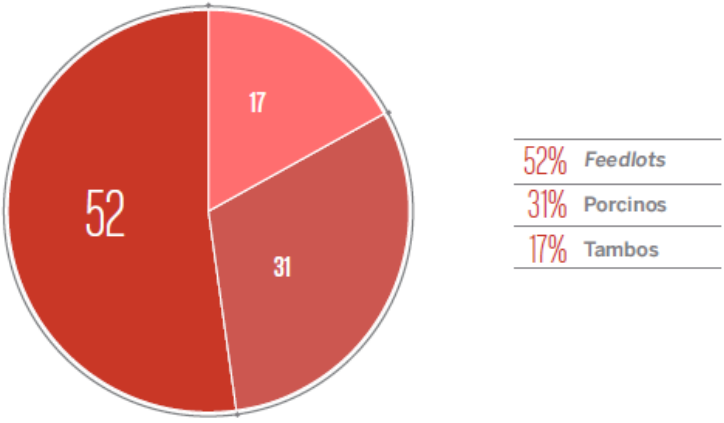


Figura 38: Aporte relativo de feedlots, tambos y establecimientos porcinos al potencial de biogás

Potencial de generación de biogás (tep/año)				
Provincia	*Feedlots*	Tambos	Porcinos	Total
Buenos Aires	65626	15252	30065	110943
Catamarca	591	64	181	836
Chaco	978	0	2433	3412
Chubut	923	6	605	1533
Córdoba	37830	20559	28857	87246
Corrientes	233	2	789	1025
Entre Ríos	8659	2	7529	16191
Formosa	0	0	1576	1576
Jujuy	550	2531	656	3737
La Pampa	2470	12	3823	6305
La Rioja	2264	0	984	3248
Mendoza	1056	1028	715	2799
Misiones	1997	0	859	2856
Neuquén	503	0	577	1080
Río Negro	1165	12	511	1688
Salta	8061	66	2377	10505
San Juan	217	210	649	1076
San Luis	4174	9	4518	8700
Santa Cruz	424	171	62	657
Santa Fe	36419	20511	21727	78657
Santiago del Estero	7242	1033	749	9024
Tierra del Fuego	85	2	10	97
Tucumán	2953	152	675	3780
Total	184420	61625	110928	356973

Tabla 4: Potencial de biogás por provincia para feedlots, tambos y establecimientos porcinos (FAO, 2020)

Se puede concluir de los expuesto anteriormente que Argentina tiene un gran potencial bioenergético en materia de biomasa húmeda. El análisis de potencial de generación de biogás a partir de distintos efluentes de establecimientos de porcinos y bovinos (feedlots y tambos) refleja que existe un gran potencial energético en este

tipo de efluentes, sobre todo, en las provincias del centro del país como Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe. Dichas provincias tienen un potencial de generación de biogás de residuos ganaderos de 276.847 tep anuales, de un total nacional de 356.973 tep anuales.

Situación en Córdoba

La Provincia de Córdoba es una fuerte promotora de la producción de energía a partir de fuentes renovables, sustituyendo los combustibles fósiles por biomasa, hidroelectricidad y energía solar. El Plan Estratégico de Desarrollo Energético, impulsado y gestionado por el Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos provincial, tiene como objetivo la instalación de 900 MW para la generación de energía renovable en Córdoba. Además, se suman acciones complementarias, como los programas de provisión de energía en sistemas aislados o el Programa Provincial Energía Eficiente (ProPEE). Este último tiene el propósito de promover el uso eficiente de la energía, como una medida efectiva para el cuidado del ambiente, ya sea por la reducción en los costos de producción como por la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (FAO, 2020).

La generación de biogás a partir de residuos agroindustriales es una alternativa altamente viable para ser implementada en la provincia de Córdoba. Debido a esto, se realizaron análisis de la estimación del potencial de generación de biogás a partir de residuos agroindustrial. Se consideraron los mismos valores de estimaciones de residuo potencial de los establecimientos porcinos y ganaderos que se mencionaron anteriormente para la situación de Argentina. Además, se estimó el potencial de generación de biogás utilizando la metodología WISDOM creada por la FAO, que fue desarrollada anteriormente.

Feedlots

El potencial de biogás a partir de actividades ganaderas intensivas bovinas (feedlots) es de 35.474 tep/año, siendo los departamentos de Río Cuarto, Río Primero, Colón y Juárez Celman los de mayor oferta debido a coincidencia con la presencia de centros urbanos altamente poblados. Luego le siguen los departamentos de Calamuchita, Totoral y Unión. En la figura que sigue se muestra el potencial de biogás a partir de establecimientos de feedlots en la provincia de Córdoba.

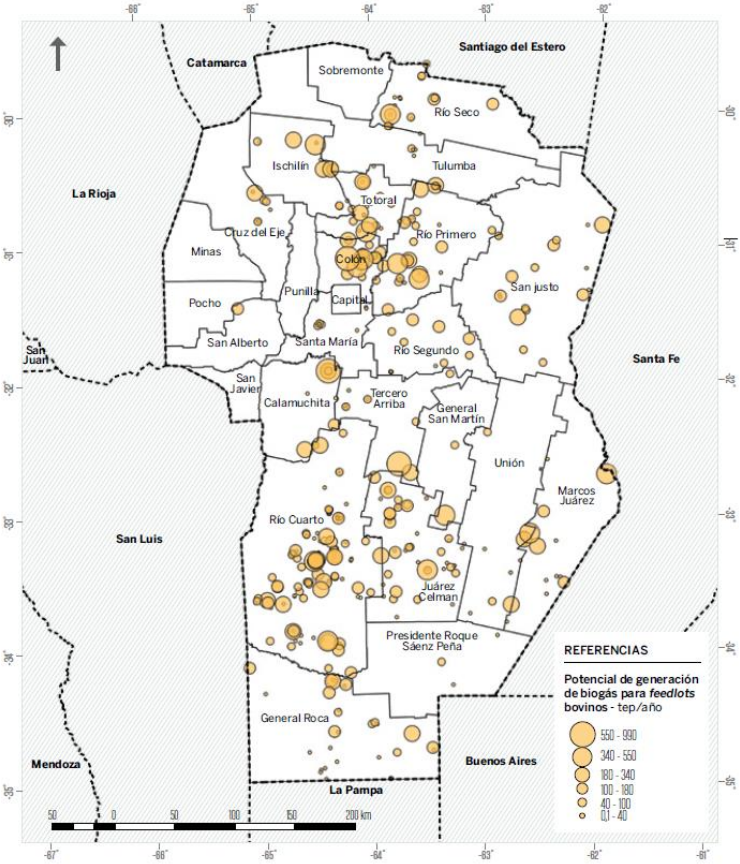


Figura 39: Potencial de generación de biogás para feedlots bovinos (FAO, 2017)

<u>Tambo</u>

Los tambos bovinos tienen un potencial de generación de biogás de 20.504 tep/año, siendo los de mayor oferta los departamentos de San Justo y General San Martín, al noreste y centro de la provincia respectivamente, con un potencial bioenergético relativamente menor que el de los establecimientos porcinos y bovinos en confinamiento.

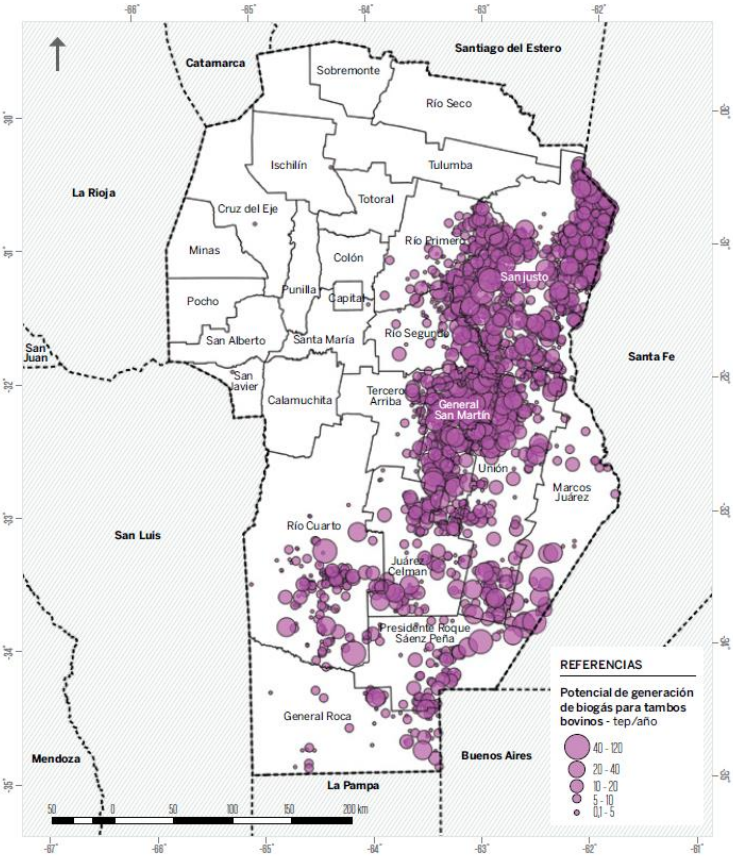


Figura 40: Potencial de generación de biogás para tambos bovinos (FAO, 2020)

Porcinos

En cuanto a los establecimientos porcinos, se tiene un potencial de generación de biogás de 28.590 tep/año. La mayor oferta potencial se encuentra en el departamento de Río Cuarto, seguido por los departamentos de Unión, Juárez Celman y Marcos Juárez. Esta actividad se encuentra presente en toda la Provincia, aunque los valores de biogás estimados son muy variables por departamento.

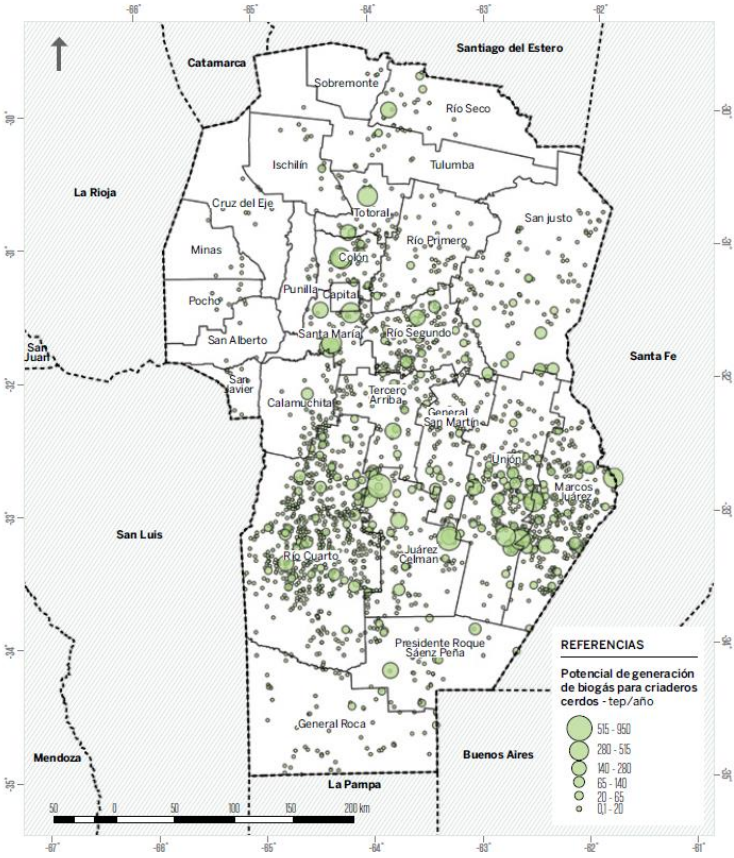


Figura 41: Potencial de generación de biogás para criaderos cerdos (FAO, 2020)

En la tabla siguiente se muestran los valores en tep por año y por departamento para cada actividad. La oferta del potencial provincial es de 85.993 tep por año, donde el mayor potencial de generación de biogás podría ser generado a partir de la producción bovina en confinamiento (feedlot), en segundo lugar, se ubica la actividad porcina y por último la tambera.

Departamento	Biogás (tep/año)				Total por departamento (tep/año)
	Feedlots	Tambos	Porcinos	Residuos frutihortícola	
Calamuchita	2377,7		339,2		2716,9
Capital			77,1	996,9	1073,9
Colón	3416,3		1163,1		4579,4
Cruz del Eje	433,3	3,7	53,6		490,7
General Roca	1726,0	343,8	326,0		2395,8
General San Martín	607,1	3397,0	599,9	106,2	4710,0
Ischilín	1086,0	1,3	98,7		1185,0
Juárez Celman	3137,8	1070,2	4169,6		8377,7
Marcos Juárez	1086,4	510,9	3575,9		5173,1
Minas	42,4		20,0		62,4
Pocho			26,2		26,2
Presidente Roque Sáenz Peña	83,1	675,0	859,7		1617,8
Punilla			27,1		27,1
Río Cuarto	8473,8	1112,6	5680,4	153,4	15420,1
Río Primero	3661,1	798,0	404,9		4804,1
Río Seco	1508,9	14,6	346,5		1855,4
Río Segundo	775,7	1004,1	1640,4		3420,3
San Alberto	175,5		13,8		189,2
San Javier		0,8	61,0		61,8
San Justo	1597,0	8388,6	1005,2		10990,9
Santa María	251,6	3,6	1488,7	168,7	1912,7
Sobremonte			6,5		6,5
Tercero Arriba	1537,1	679,4	964,8		3181,4
Totoral	1664,0		771,7		2435,7
Tulumba	441,1		102,0		543,1
Unión	1393,2	2575,4	4768,0		8736,6
Totales	**35474,3**	**20504,3**	**28589,9**	**1425,2**	**85993,7**
Aporte relativo (%)	**41,25**	**23,84**	**33,25**	**1,66**	**100,0**

Tabla 5: Oferta potencial de biogás por fuente y departamento (FAO, 2020)

Como conclusión, se destaca que Córdoba posee un gran potencial bioenergético debido al volumen y a la amplia variedad de fuentes de biomasa húmeda existentes, que son susceptibles de producir energía renovable. La estimación del potencial de biogás derivado de residuos agroindustriales podría incidir sosteniblemente en las prácticas productivas de los establecimientos agroindustriales, ya que, por un lado, se podría favorecer el desplazamiento de energía derivada de fuentes fósiles por una de

fuentes renovable y, por el otro, a través de una gestión adecuada de los residuos, evitar un pasivo ambiental y producir biofertilizantes.

4- Conclusiones

A nivel mundial se están implementando cada vez más las energías renovables, mientras que, en Argentina, solo representan el 7,4% de la matriz energética. A partir de los datos expuestos anteriormente, se puede concluir que el biogás tiene mucho potencial en el país y puede constituir en una fuente de energía renovable que ayude al país a transformar, de a poco, la economía basada mayoritariamente en combustibles fósiles a otra basada en la diversificación energética.

Además, con la producción de biogás a partir de residuos provenientes de establecimientos porcinos y ganaderos bovinos se realiza una gestión adecuada de los residuos, obteniéndose beneficios como la disminución de la contaminación de los suelos y cuerpos de agua, disminución de los gases de efecto invernadero, generación de empleo y el autoabastecimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Abbasi, T. B. (2012). *Biogas Energy.* SpringerBriefs in Environmental Science 2.

Association, E. B. (2009). *Basic biogas.* Brussels, Belgium: Reu d'Arlon.

Castelao, C. M., Preuss, S., & Piccoletti, A. (2018). *Economía y organización de proyectos de generación de bioenergía en feedlots en Argentina.* Centro de Estudios Urbanos y Regionales – CEUR.

Cuesta Santianes, M. J., Sánchez, F. M., Crespo, G. V., & Villar Fernández, S. (s.f.). *Informe de Vigilancia Tecnológica madri+d "Situación actual de la producción de biogás y de su aprovechamiento".* Madrid: Fundación madri+d para el Conocimiento.

Escartín, C., Denaday, F., Parodi, G., Paracca, J. I., Bonino, M. F., Di leo, N., & Barasch, Y. (2017). *Análisis espacial del balance energético derivado de biomasa.* Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires.

FAO. (2017). Análisis espacial del balance energético derivado de biomasa. Colección técnica N° 5.

FAO. (2019). *Guía teórico-práctica sobre el biogás y los biodigestores. Colección Documentos Técnicos N° 12.* Buenos Aires.

FAO. (2020). Actualización del balance de biomasa con fines energéticos en la Argentina. Colección Documentos Técnicos N° 19.

Hilbert, A. J. (2009). Manual para la producción de Biogás. *Instituto De Ingeniería Rural INTA - Castellar*.

Manrique, S., Franco, J., Núñez, V., & Seghezzo, L. (2011). *Propuesta metodológica para la toma de decisiones sobre bioenergía en un contexto complejo y diverso. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente N° 15.* Salta: ASADES.

Manyi-Loh, C. E., Mamphweli, S. N., Meyer, E. L., Okoh, A. I., Makaka, G., Simon, M. (.-D.-L., . . . Simon, M. (2013). Manyi-Loh, C. E.; Mamphweli, S. N.; Meyer, E. L.; OkMicrobial Anaerobic Digestion (Bio-Digesters) as an Approach to the Decontamination of Animal Wastes in Pollution Control and the Generation of Renewable Energy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.

Paneque, M. (2011). *Estado del Arte y Novedades de la Bioenergía en Chile.* Santiago de Chile.

Pascual, A., Ruiz, B., Gómez, P., Flotats, X., & Fernández, F. (2011). Situación y potencial de generación de biogás. Estudio Técnico PER 2011-2020. *IDEA*.

Pordomingo., A. J. (2013). Feedlot. Alimentación, Diseño y Manejo. *INTA – Anguilar*.

Varnero Moreno, M. T. (2011). *Manual de Biogás.* Santiago de Chile: FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).

Vavrin, J. L., & McNamara, I. (2014). Base-Wide Biodigester for Basecamps in an Operational Environment. *ERCD*.

CAPÍTULO 5: ESTADO DEL ARTE DEL BIOETANOL GENERADO A PARTIR DE MAÍZ

Rocío Bianchi[42], *Santiago M. Reyna*[43], *Fabián Fulginiti*[44]

Resumen

A lo largo de los últimos años, el gobierno argentino produjo diversos tipos de incentivos, los cuales, en conjunto con las características agroclimáticas de la región pampeana, convierten a la generación de bioetanol a partir de maíz en una actividad conveniente y con rendimientos optimistas. De esta manera, se puede lograr una diversificación de la matriz energética, beneficios económicos, sociales, ambientales, entre otros.

El presente capitulo busca informar sobre el estado del arte de la energía producida a través de la biomasa, en particular aquella proveniente de la industria maicera, tanto en la provincia de Córdoba como en Argentina y, brevemente, en el contexto global. Provee información necesaria para sentar las bases de la producción e implementación de la energía obtenida a partir de la biomasa a distintas escalas y para una eficiente toma de decisiones en el área.

Palabras clave

Bioetanol, maíz, bioenergía, biocombustibles.

Abstract

Over the last few years, the Argentinean government has produced various types of incentives, which, together with the agro-climatic characteristics of the pampean region, make the generation of bioethanol from corn a convenient activity with

[42] Ingeniera Ambiental. Universidad Nacional de Córdoba. rbianchi@mi.unc.edu.ar

[43] Ph.D. en Ingeniería de la Universidad de Purdue; Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Córdoba. santiagoreyna@unc.edu.ar

[44] Mag. Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Córdoba. fabianfulginiti@unc.edu.ar

optimistic yields. In this way, a diversification of the energy matrix can be achieved, as well as economic, social and environmental benefits, among others.

This chapter aims to report on the state of the art of biomass energy, in particular from the corn industry, both in the province of Córdoba and in Argentina and, briefly, in the global context. It provides the necessary information to lay the foundations for the production and implementation of biomass energy at different scales and for efficient decision making in the area.

Introducción

Históricamente, la matriz energética de la República Argentina ha dependido prácticamente en su totalidad de los combustibles fósiles. Sin embargo, en los últimos años se han desarrollado fuentes de energía renovable alternativas que tienen un gran potencial para mitigar el cambio climático y, además, para aportar otros beneficios: si se utilizan de forma adecuada, pueden contribuir al desarrollo social y económico, favorecer el acceso a la energía y la seguridad del suministro de energía y reducir sus efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud.

Una de las energías renovables potencialmente aprovechable es la biomasa, que procede de manera indirecta del sol. De acuerdo con la FAO, la biomasa es “todo material de origen biológico (excluidas las formaciones fósiles) como los cultivos energéticos, desechos y subproductos agrícolas y forestales, estiércol o biomasa microbiana”. Específicamente, los cultivos energéticos son cosechas desarrolladas con el propósito de producir biomasa, entre los cuales se encuentran la caña de azúcar, maíz, remolacha, mandioca, entre otros.

Atendiendo a la predisposición al cultivo de maíz existente en la región pampeana de Argentina, que incluye a la provincia de Córdoba, influenciada por las condiciones climáticas, tipo de suelo, tradición, entre otros factores y considerando los altos rendimientos resultantes en la producción agrícola, es viable considerar la posibilidad de la utilización de maíz para la generación de biocombustibles, específicamente bioetanol, debido a sus características físicas y químicas.

Como consecuencia, en este capítulo se desarrollará un análisis del estado del arte de la producción de bioetanol a partir de maíz en el país, con énfasis en la provincia de Córdoba.

Bioetanol y su materia prima

El etanol o alcohol etílico es un producto químico obtenido a partir de la fermentación de los azúcares que se encuentran en los productos vegetales. Estos azúcares están combinados en forma de sacarosa o almidón. El bioetanol es etanol obtenido a partir del procesamiento de cultivos energéticos como caña de azúcar, maíz, sorgo, remolacha o de algunos cereales como trigo o cebada.

Su fórmula química es CH_3CH_2OH/C_2H_6O y posee una masa molecular de 46.1, punto de ebullición de 79°C, punto de fusión de -117°C y densidad relativa de 0,789. Puede ser utilizado como combustible y, comparado con la gasolina, tiene un poder calorífico menor, calidad antidetonante mayor (mayor índice de octano) y calor de vaporización mayor (dificultades en el arranque pero mayor rendimiento). Si el etanol se mezcla con combustible en una proporción menor al 10%, dicho combustible presenta idéntico rendimiento y potencia a que si estuviera en estado puro.

En la República Argentina, atendiendo a las condiciones agroclimáticas y a los cultivos tradicionales producidos, las materias primas principales para la generación de bioetanol son la caña de azúcar y el maíz.

Respecto a la caña de azúcar, su producción se focaliza en el Centro Azucarero Argentino, formado por las provincias Tucumán, Jujuy y Salta (que representan el 99.5% del total de la producción de azúcar del país) y Misiones y Santa Fe que generan el 0.5% restante (Subsecretaría de Programación Microeconómica, 2018). En la Figura 42 se puede observar la distribución geográfica de la superficie destinada a la caña de azúcar, producción de azúcar, junto a las destilerías y plantas de bioetanol, que se concentran principalmente en Salta, Jujuy y Tucumán.

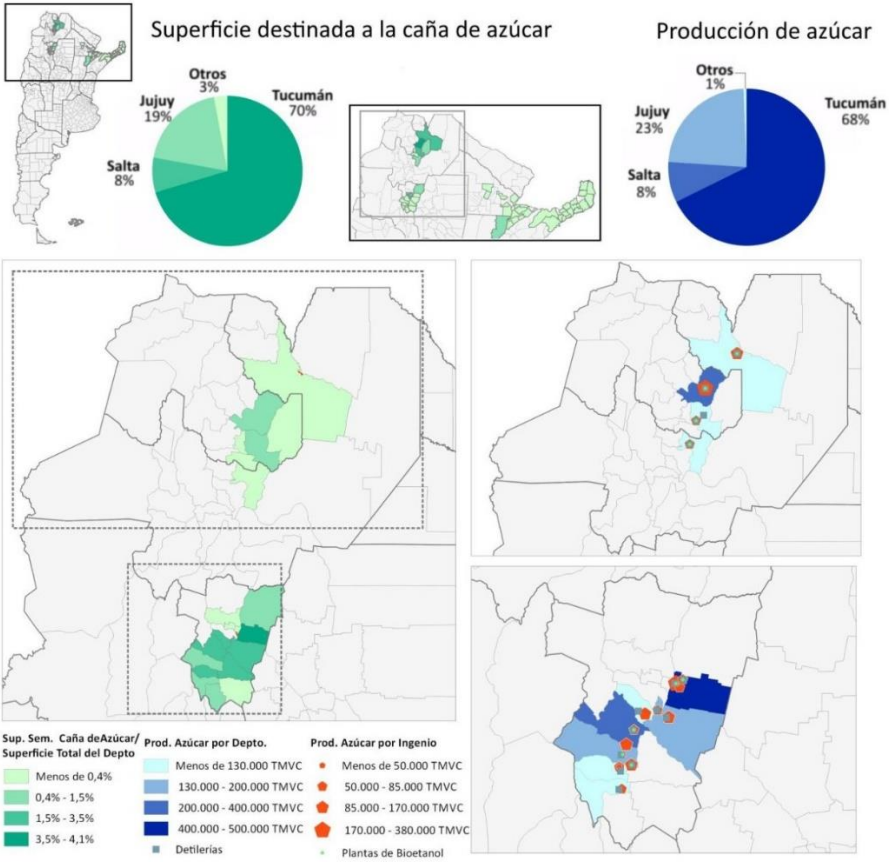


Figura 42.- Localización de la producción de caña de azúcar, ingenios azucareros y plantas de Bioetanol en Argentina. (Subsecretaría de Programación Microeconómica, 2018)

Los ingenios azucareros, de integración vertical, son los que lideran la producción de bioetanol, ya que disponen de la materia prima en diferentes escalas y el acceso a financiamiento competitivo que les permite poder desarrollar las inversiones necesarias para ampliar su capacidad de producción (FAO, 2013). Los ingenios azucareros que producen bioetanol son de capital mayoritariamente argentino y desde los inicios de sus actividades han volcado su producción casi exclusivamente al mercado local. Luego, aparecen las empresas mezcladoras de biodiesel y bioetanol con los combustibles fósiles, gasoil y naftas respectivamente. Entre ellas, se destacan YPF, Esso, Shell y Petrobras (FAO, 2013). Estas empresas están obligadas a comprar el biocombustible para la mezcla, de acuerdo al Régimen de Regulación y Promoción de

la Producción y Uso de Biocombustibles establecido por la Ley N.° 26.093/06 que se mencionará posteriormente.

Referido al maíz, tal como se puede observar en el mapa de la Figura 43, el 80% de la producción en Argentina se concentra en la "Zona Núcleo Maicera", integrada por el norte de la provincia de Buenos Aires, el sudeste de Córdoba y el sur de Santa Fe. También hay centros relevantes en Santiago del Estero, Entre Ríos, La Pampa y Chaco. A su vez, tal como se observa en la Figura 43, la localización de las plantas de molienda es mayoritariamente en las principales zonas productoras del cereal, al igual que ocurre con las plantas de generación de bioetanol, ubicadas en la provincia de Córdoba. Dichas plantas se describirán luego, y poseen capacidades de procesamiento que van desde 50000 a 160000 m^3 al año.

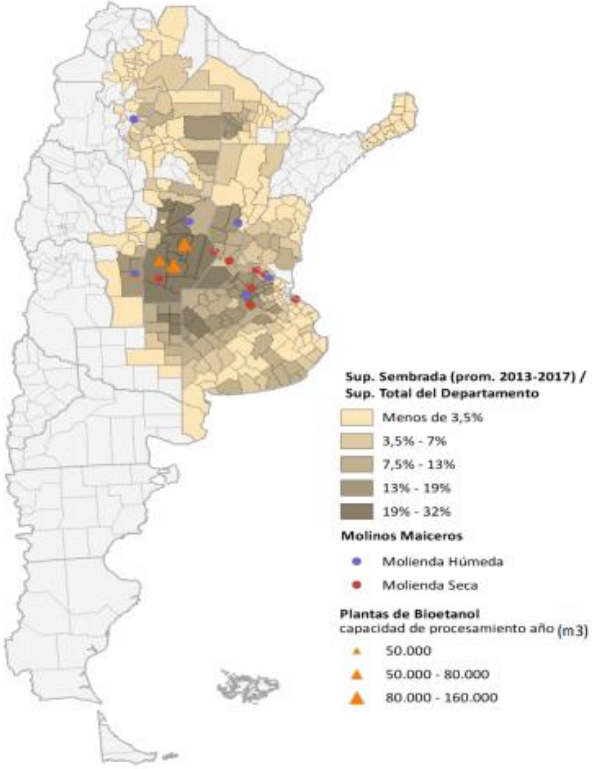


Figura 43.- Localización de la producción de maíz y establecimientos industriales en Argentina. Promedio 2014-2018. (Subsecretaría de Programación Microeconómica, 2019)

El maíz es un cultivo secundario de verano, que interviene principalmente en la rotación con otros cultivos como la soja, el algodón o el arroz, o rotación con pasturas en las zonas ganaderas de producción de carne vacuna o de leche.

La cosecha en Argentina se extiende entre febrero y agosto del año siguiente. De acuerdo a la Bolsa de Comercio de Rosario, en las últimas campañas donde se presentan datos (campañas 2018/19 y 2019/20) la producción de maíz en el país fue de alrededor de 50 millones de toneladas, con un área sembrada de aproximadamente 7 millones de hectáreas, tal como se grafica en la Figura 44.

Figura 44.- Producción estimada de maíz en Argentina (Bolsa de Comercio de Rosario, 2020)

Es importante recalcar que la superficie sembrada ha presentado una notable tendencia creciente en el quinquenio 2014/15 a 2018/19, cuando subió de 4.5 millones de hectáreas a 7.0 M ha. La campaña 2019/20, si bien muestra una leve caída a 6.9 M ha, posee la segunda mayor superficie sembrada de la historia. En base a un rinde promedio a nivel nacional de 8.2 toneladas por hectárea, la producción total se estima en 50 millones de toneladas, nuevamente, la segunda más alta en los registros. A los precios actuales, la producción de maíz aportará en el nuevo ciclo comercial USD 6.700 millones al producto argentino. (Bolsa de Comercio de Rosario, 2020).

El cultivo de maíz produce una gran cantidad de biomasa, de la que se aprovecha cerca del 50% en forma de grano. El resto, corresponde a diversas estructuras de la planta: caña, hoja, limbos y mazorca, entre otros. En la composición típica promedio del grano de maíz, que constituye la materia prima para la producción de bioetanol, un 66% de su biomasa (peso seco, una vez descontado el 15% de humedad que se considera un valor estándar) corresponde al almidón, un 3.9% son aceites y cerca de un 29% es gluten con diferentes proporciones de proteínas. La producción de biomasa residual (cañas, hojas, chalas y mazorcas), oscila entre 7 y 10 toneladas de peso seco por hectárea (Martinez, 2016).

En base a la notable predisposición al cultivo de maíz en la región pampeana argentina (que incluye a la provincia de Córdoba), su alto rendimiento y facilidad en la predictibilidad de la disposición y concentración espacial, es posible afirmar que es viable la utilización del maíz como materia prima para la generación de etanol.

De acuerdo a los datos existentes, tal como se observa en la Figura 45, la producción de bioetanol de maíz muestra un aumento constante desde 2012, llegando a un 52% de la producción de bioetanol total en el año 2018, fecha de la cual se tienen registros oficiales (Subsecretaría de Programación Microeconómica, 2019).

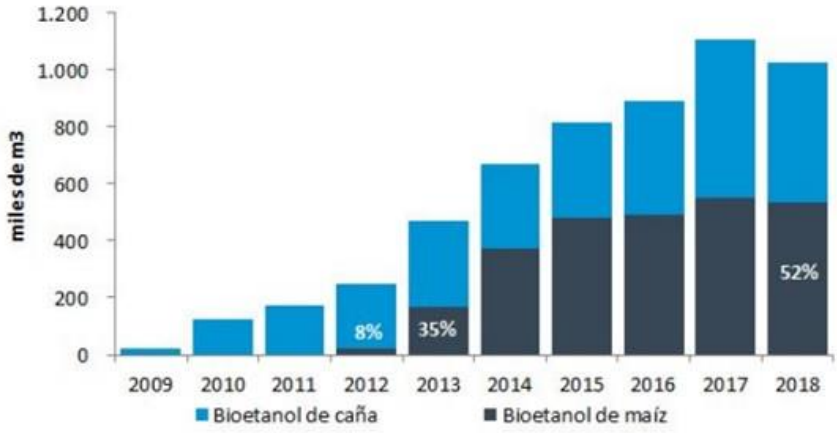


Figura 45.-Producción de Bioetanol por origen. Período 2009-2018. En miles de metros cúbicos. (Secretaría de Energía, 2019).

Considerando los datos de la producción y los incentivos gubernamentales generados recientemente, se espera que la tendencia en la producción de bioetanol siga

aumentando. Esto debe ir acompañado de un estudio de las tecnologías existentes, en busca de técnicas cada vez más eficientes y convenientes desde el punto de vista técnico, ambiental y económico.

Proceso de generación de bioetanol a partir de maíz

El maíz puede ser procesado para obtener etanol mediante dos tecnologías: molienda en seco o molienda en húmedo. Dichos procesos ocurren en grandes instalaciones denominadas destilerías, que pueden ser a gran escala, tal como se observa en la Figura 46, o a pequeña escala como en la Figura 47.

Figura 46.-Destilería a gran escala, de la empresa PROMAIZ en la provincia de Córdoba, Argentina. (PROMAIZ, s.f.)

Figura 47.- Destilería a pequeña escala, denominada "MiniDest", de la empresa PORTA Hnos. S.A. (MiniDest, s.f.)

A la hora de establecer una planta de producción, las opciones son múltiples y difieren en el diseño, nivel de automatismo, materiales y otros factores, lo que influye directamente en los costos. Se deberá elegir la opción más conveniente de acuerdo a los objetivos del productor, volumen a generar, disponibilidad de materia prima, mano de obra, costos y eficiencia energética, entre otros.

Independientemente de la escala de la destilería, el proceso productivo general se presenta en la Figura 48, junto a los posibles destinos para los coproductos y desechos.

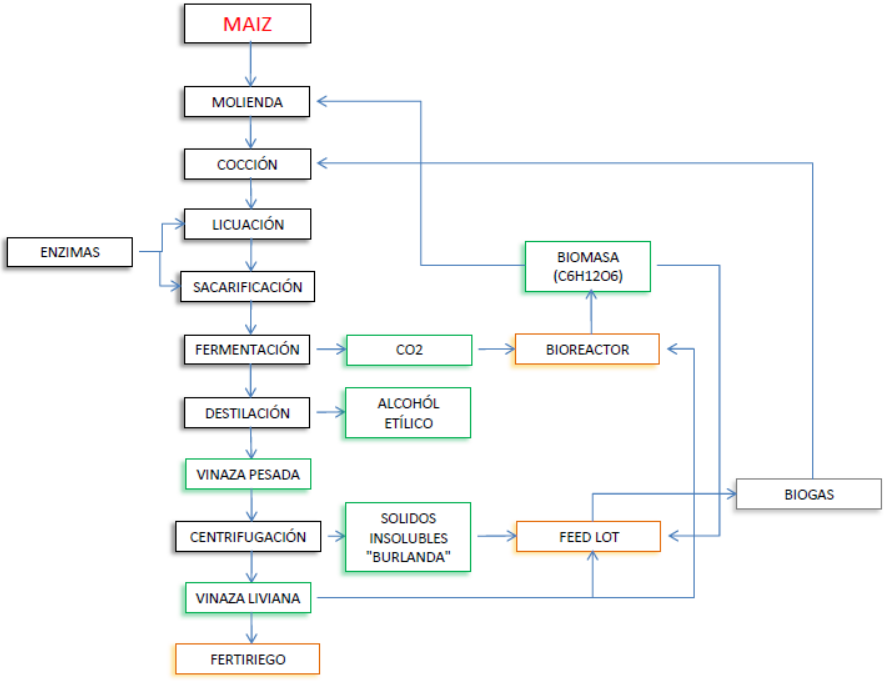


Figura 48.- Esquema de procesos en la producción de bioetanol (Fulginiti, 2018).

El proceso comienza con la molienda seca, donde se limpia el grano de maíz que luego pasa a través de molinos a martillo que lo muelen en un polvo fino (harina de maíz). La harina de maíz es enviada por medio de un transporte mecánico a tanques donde se la mezcla con agua y enzimas (alfa amilasa). Se eleva la temperatura mediante la recuperación de energía térmica de la vinaza pesada, para alcanzar una temperatura de trabajo de entre 60 y 62°C y poder comenzar con el proceso de cocción y licuefacción del almidón. Durante esta etapa se controla el pH de la cocción con el agregado de ácido sulfúrico o soda cáustica.

El mosto obtenido anteriormente, mediante el proceso de sacarificación es enfriado a una temperatura entre 33°C y 35°C y se le agrega una enzima secundaria (glucoamilasa) para convertir las moléculas del almidón en azúcares fermentables (dextrosa). Las enzimas funcionan como catalizadores para acelerar los cambios químicos. Luego, se obtiene el etanol como producto de la fermentación producida por el agregado de levaduras del género Sacaromyces Cerevisiae. Al mosto sacarificado se le agrega levadura para fermentar los azúcares (cada molécula de glucosa produce dos moléculas de etanol y dos de dióxido de carbono) y con ello se obtiene el etanol y el anhídrido carbónico. La fermentación se realiza por *batch*, demorando aproximadamente 60h para convertir la glucosa libre disponible en alcohol y lograr un grado alcohólico de entre 13.5% y 14%. En la fermentación, el etanol conserva mucha de la energía presente originalmente en el azúcar y, como consecuencia, es un excelente combustible.

El mosto fermentado es enviado a una columna destiladora, que realiza la separación del alcohol del resto de los componentes. En esta etapa del proceso se obtienen dos corrientes: Alcohol etílico comercial al 95% de pureza (que es enviado al parque de tanques) y vinaza pesada, formada por el material restante presente en el mosto fermentado (proteínas, lípidos, levaduras, celulosa, restos de almidón). Esta corriente es enviada al sector de centrifugación, donde se separan por fuerza centrífuga los sólidos insolubles de los sólidos solubles presentes en la vinaza pesada. Los sólidos insolubles están constituidos principalmente por las proteínas, lípidos, fibras que contiene el maíz y las levaduras (que se agregaron para la fermentación). Este producto obtenido con una humedad del 65% y 35% de sólidos es conocido como burlanda húmeda o DWG, el cual por medio de una cinta transportadora es enviado a un feedlot como suplemento dietario para el ganado. La corriente de sólidos solubles, constituida principalmente por restos almidón, glucosa no fermentada y sales presentes en el maíz, es utilizada en fertirriego, como alimento para ganado, o enviada a un bio digestor. A su vez, en el feedlot se genera biogás, que puede ser aprovechado como combustible en el proceso de cocción, cerrando el ciclo.

Finalmente, cabe destacar que el sistema es neutro en términos de emisiones de CO_2, puesto que el CO_2 que las plantas absorben durante su crecimiento será prácticamente el mismo al que emiten durante el proceso de fermentación. Por tanto, todo el CO_2 emitido en el uso energético de la biomasa no contribuye al incremento de su porcentaje en la atmósfera y al efecto invernadero.

Generación de bioetanol en la provincia de Córdoba

Actualmente en la provincia de Córdoba hay tres plantas productoras de bioetanol a gran escala. La empresa Bio4 se instaló en el año 2012 en Río Cuarto para construir una planta con una capacidad de elaboración de 80 millones de litros de etanol anuales. En 2013 la sociedad entre Aceitera General Deheza y Bunge invirtió en Promaíz, un complejo industrial ubicado en Alejandro Roca, departamento Juárez Celman (que se observa en la Figura 46), con una capacidad para producir 140 millones de litros de etanol por año. Meses después, en Villa María, la Asociación de Cooperativas Argentinas (ACA) concretó la construcción de su planta (ACA Bio), con la intención inicial de proveer al mercado doméstico de 125 millones de litros.

Además, recientemente la empresa cordobesa PORTA Hnos. S.A. desarrolló las "MiniDest" que, como se pueden observar en la Figura 47, son pequeñas destilerías modulares, automáticas y de operación remota, para ser instaladas en establecimientos agropecuarios con la finalidad de producir etanol de maíz y alimento animal. Las MiniDest funcionan totalmente integradas a los procesos del campo, están ideadas para maximizar el resultado de los establecimientos agropecuarios, ya que permiten industrializar el maíz en su lugar de cosecha, obteniendo energía limpia y alimento animal de alto valor nutricional. Dichos establecimientos utilizan 40 toneladas de maíz/día, generando 15.000 l de etanol/día. El etanol producido es de 95 grados (no apto para uso alimenticio). Producen 40 ton/día de burlanda húmeda (27%MS) y 70.000 l/día de burlanda líquida (4% MS – suministrada vía bebederos), además de 0.37 litros de etanol por kg de maíz (MiniDest, s.f.).

Biocombustibles en Argentina: Matriz energética y legislación asociada

Si se analiza la matriz energética secundaria de Argentina del año 2019 (Tabla 6), se observa que el país presenta una alta dependencia de los hidrocarburos, que representan los porcentajes más elevados de oferta interna. Mientras tanto, los biocombustibles intervienen en aproximadamente en un 2%, el biodiesel con un 1.35% el bioetanol con un 0.72% de la oferta interna total.

Tabla 6.- Balance Energético Nacional de formas de energía secundarias durante el año 2019 (Secretaría de Energía, 2019).

Formas de energía	Oferta interna	
	[Miles de TEP]	[%]
Energía Eléctrica	11124	14.81
Gas Distribuido por Redes	35190	46.84
Gas de Refinería	1048	1.39
Gas Licuado	1692	2.25
Gasolina Natural	798	1.06
Otras Naftas	250	0.33
Motonafta Total	6176	8.22
Kerosene y Aerokerosene	624	0.83
Diesel Oil + Gas Oil	10598	14.11
Fuel Oil	1130	1.50
Carbón Residual	-	-
No Energético	2680	3.57
Gas de Coquería	78	0.10
Gas de Alto Horno	517	0.69
Coque	1384	1.84
Carbón de Leña	288	0.38
Bioetanol	539	0.72
Biodiesel	1012	1.35
Total	**75128**	**100**

Pese a los bajos porcentajes representados por los biocombustibles en la matriz energética del país, recientemente hay un notable incremento en la utilización de los mismos y una tendencia a la diversificación de fuentes de energía gracias a incentivos gubernamentales en Argentina. Entre las décadas de 1970 y 1980 se desarrolló el Programa Alconafta, creado para promover la utilización de alcohol etílico anhidro como combustible. Más recientemente, se estableció el Régimen de Regulación y Promoción de la Producción y Uso de Biocombustibles mediante la Ley N.° 26.093/06, donde se indica que todo combustible líquido caracterizado como nafta que se comercialice dentro del territorio deberá ser mezclado con bioetanol, en un porcentaje del 5% como mínimo. Dicha ley se encuentra reglamentada por el Decreto

109/07, que señala los requisitos de habilitación para realizar las actividades de producción, mezcla y comercialización de biocombustibles y el procedimiento para acceder a los beneficios fiscales. Luego, el Decreto 543/2016, incrementa el porcentaje de mezcla a 12% a partir del 1 de abril de 2016 y establece que el abastecimiento de bioetanol debe realizarse en forma equitativa, procurando alcanzar el 50% para el sector elaborador en base a caña de azúcar y el 50% para el correspondiente al de maíz. Este decreto tenía como fecha de vencimiento el 12 de mayo de 2021 y, de acuerdo al reciente Decreto 322, se prorrogó hasta el 12 de julio de 2021 o hasta que entre en vigencia un nuevo Marco Regulatorio de Biocombustibles, lo que ocurra primero.

Otras reglamentaciones relevantes en el área son la ley N.° 26.334/07, que establece un régimen de Promoción de la Producción de Bioetanol (extiende beneficios de la Ley N.° 20.093 a productores de caña de azúcar, ingenios azucareros y productores de bioetanol), la Resolución 1283/06 que instaura las especificaciones que deberán cumplir los combustibles que se comercialicen para consumo en el Territorio Nacional y la Resolución 1.295/08 que determina las especificaciones de calidad que deberá cumplir el bioetanol, de conformidad con el Decreto N.° 109/07, considerando las normas ASTM e IRAM, que se actualizarán automáticamente por las respectivas normas que las sustituyan o mejoren su precisión y sensibilidad en el caso de que corresponda.

Además, se puede mencionar la Resolución 25-E/17, que establece la creación del "Programa para la Promoción de la energía derivada de biomasa (PROBIOMASA), cuyo objetivo principal es incrementar la producción de energía térmica y eléctrica derivada de biomasa, crea el Proyecto TCP/ARG/3103, para mejorar las estimaciones en la oferta y la demanda de recursos biomásicos para energía y el Documento NAMA (Asociaciones Nacionales Apropiadas de Mitigación) dentro de la Estrategia Nacional en Cambio Climático para la Promoción de la Energía Derivada de Biomasa.

En la provincia de Córdoba, la Ley N.° 9.397/07 adhiere a la Ley Nacional N.° 26.093 y declara de interés público la promoción de la producción, procesamiento y uso sustentable de biocombustibles en el ámbito del territorio provincial.

Respecto a los precios del bioetanol en base a maíz, a principios del 2021 la Secretaría de Energía a través de la Resolución 11/2021 fijó los nuevos montos, que se encuentran vigentes a mayo del 2021. Los mismos se especifican en la Tabla 7,

generada en base a la Secretaría de Energía y Boletín Oficial. Se calcularon, como referencia, los precios en USD a partir del valor del dólar oficial el último día hábil de cada mes considerado.

Tabla 7.-Precios de adquisición de bioetanol de maíz y de caña de azúcar para su mezcla obligatoria con nafta. (Bolsa de Comercio de Rosario, 2021)

Precios de adquisición de bioetanol de maíz y de caña de azúcar para su mezcla obligatoria con nafta						
	dic-20	**ene-21**	**feb-21**	**mar-21**	**abr-21**	**may-21**
Precio [ARS/litro]	**32.79**	**43.60**	**47.80**	**48.70**	**49.60**	**51.13**
Valor USD oficial el último día del mes considerado [ARS/USD]	**89.87**	**92.8**	**95.12**	**97.74**	**98.90**	**99.05**
Precio [USD/litro]	**0.36**	**0.47**	**0.50**	**0.50**	**0.50**	**0.52**
Aumento mensual [%]		**33.00**	**9.60**	**1.90**	**1.80**	**3.10**

El precio del bioetanol fijado para enero (43.60 ARS/litro) representa una mejora del 33% respecto del valor vigente en diciembre 2020 (32.79 ARS/litro). Además, el precio por litro establecido para el mes de mayo de 2021 es de 51.13 ARS/litro, evidenciándose así un aumento del 55,9% en el período diciembre 2020-mayo 2021. Si se analizan dichos valores en dólares estadounidenses, se obtiene un aumento del 41% en los precios desde diciembre 2020 a mayo 2021.

Contexto internacional en materia de biocombustibles

Brasil es el precursor en materia de biocombustibles a nivel latinoamericano; presenta una de las legislaciones más desarrolladas, que regulan la producción, uso, comercialización y régimen ambiental (Forero, 2010). A partir de la segunda crisis mundial petrolera (entre los años 1970 y 1975), se creó en el país el Programa PROALCOHOL, introduciendo al paso de la producción de cultivos con fines alimentarios a la producción de cultivos con fines energéticos y combustibles. Entre los años 2002 y 2005, se empezaron a producir vehículos *flex fuel*, capaces de funcionar con etanol puro o con mezcla. Desde el 2007, la gasolina sin bioetanol no se vende en el mercado brasilero y actualmente el porcentaje de corte con etanol es del 27%.

Colombia es el segundo país latinoamericano más desarrollado productiva y normativamente hablando. Brinda exenciones tributarias para aquellos que prioricen el uso y producción de los biocombustibles y, en materia ambiental, se han dispuesto las reglas necesarias para garantizar el saneamiento del medio y el control de gases

de efecto invernadero. Pese a tanta rigurosidad, no se tipifican sanciones, ni se establecen infracciones como tal. Actualmente, el Decreto 4.892 requiere mezclas obligatorias para etanol entre 8% y 10%.

En Chile, la producción de biocombustibles es muy baja, al no contar con las condiciones climáticas apropiadas para el cultivo de todos aquellos insumos de mayor potencialidad para la producción de bioetanol. Como consecuencia, es uno de los países más atrasados en el tema, al igual que Venezuela, donde no se elaboraron normativas referidas a biocombustibles, rigiéndose por algunas leyes vigentes relacionadas, aplicadas por analogía (Forero, 2010).

En Estados Unidos entró en vigor el programa del Estándar de Combustible Renovable (RFS) en el año 2006, que estableció el primer mandato de volumen de combustible renovable en los Estados Unidos. La Agencia de Protección del Medio Ambiente de EE. UU. (EPA), en coordinación con el Departamento de Energía de EE. UU. (DOE), es responsable de promulgar regulaciones para garantizar que la gasolina vendida contenga un volumen mínimo de combustible renovable.

El objetivo para el año 2020 de la Unión Europea era que el 10% del combustible para el transporte en cada uno de sus países integrantes, sea producido a partir de fuentes renovables. Además, los productores de combustibles deberán reducir en un 6% la intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero en comparación al año 2010.

En Alemania, la Ley de Cuotas de Biocombustibles establece un nivel mínimo de biocombustibles que se incrementó al 7% para 2020. En Bélgica, se establece a partir de 2020 que todas las compañías registradas de combustibles fósiles deben incorporar al menos 8,5% de bioetanol en promedio y se aplican sanciones cuando no se cumple el requisito. En Italia se estipula una mezcla de 10% para el año 2020, y el país cuenta con un Sistema nacional de certificación de sostenibilidad para biocombustibles. En Irlanda, entró en vigencia en 2010 el Plan de Obligación de Biocombustibles de Irlanda (BOS), para cumplir con el objetivo de mezcla del 10,5% en 2020. Además, los proveedores reciben un certificado por cada litro de biocombustible comercializado, y se emiten dos certificados si lo producen a partir de materiales como desechos biodegradables, residuos, material celulósico no alimentario, material lignocelulósico o algas.

En India, a partir de octubre de 2008, el nivel de mezcla de bioetanol es obligatorio. Hasta 2011, el 5% de la industria automotriz incluía la mezcla de etanol y combustible, y se propuso el objetivo de una mezcla de 20% de bioetanol para 2017.

Resumiendo, a nivel mundial hay un aumento de la demanda de biocombustibles, respaldada por diversas políticas públicas, entre ellas, normativas de mezcla obligatorias, impuestos preferenciales y subsidios. En algunos países, los aumentos de las normativas obligatorias y los sistemas de tributación diferenciales o los subsidios apuntalaron la demanda de biocombustibles e influyeron en la evolución de los precios. De acuerdo a las Perspectivas Agrícolas 2020-2029 realizadas por la OCDE-FAO, se espera que el consumo mundial de biocombustibles continúe en aumento, primordialmente en los países en vías de desarrollo, impulsados por porcentajes de mezcla más altos. Mientras que, en los países desarrollados, la expansión de los biocombustibles se verá limitada debido a la disminución de la demanda total de combustibles y a los reducidos incentivos de políticas.

En la Tabla 8 se puede observar la clasificación de la producción de biocombustibles y principales materias primas de los productores a nivel mundial. Argentina, en el año 2020, se encontraba en la posición 9 de la producción mundial, Estados Unidos en primera posición y Brasil en segundo. A su vez, las principales materias primas utilizadas son maíz, melaza y caña de azúcar.

Tabla 8.- Clasificación de la producción de biocombustibles y principales materias primas (OCDE/FAO, 2020)

	Clasificación de la producción de etanol (período base)	**Principales materias primas**
Estados Unidos	**1 (48.2%)**	**Maíz**
Unión Europea	**4 (4.1%)**	**Remolacha azucarera, trigo, maíz**
Brasil	**2 (26.2%)**	**Caña de azúcar, maíz**
China	**3 (8.1%)**	**Maíz, yuca**
India	**6 (2.1%)**	**Melaza**
Canadá	**7 (1.4%)**	**Maíz, trigo**
Indonesia	**21 (0.2%)**	**Melaza**
Argentina	**9 (0.9%)**	**Melaza, maíz**
Tailandia	**8 (1.4%)**	**Melaza, yuca**
Colombia	**13 (0.4%)**	**Caña de azúcar**
Paraguay	**14 (0.4%)**	**Caña de azúcar**
Nota: Los números se refieren a la posición que los países ocupan en la clasificación de la producción mundial; los porcentajes se refieren a la cuota de producción de los países en el período base.		

Los precios mundiales de los biocombustibles están estrechamente vinculados con la evolución de los precios de las materias primas (que en su mayoría están disminuyendo en términos reales), los precios del petróleo crudo (constantes en términos reales) y los costos de distribución, así como con las políticas sobre biocombustibles. Se espera que durante el periodo 2020-2029 los precios internacionales de los biocombustibles aumenten en términos nominales, pero que permanezcan mayormente sin cambios en términos reales (OCDE/FAO, 2020).

Breves reflexiones finales

El campo del conocimiento de los biocombustibles y, específicamente, del bioetanol está en constante crecimiento e innovación. A la par, en la República Argentina y a nivel mundial se están generando incentivos gubernamentales (como leyes, programas de fomento, obligatoriedad de porcentajes de mezcla, subsidios) que animan a la utilización y generación de biocombustibles, aumentando a su vez la necesidad de nuevos desarrollos tecnológicos e inversiones. Esto, sumado a que gracias a las características productivas y agroclimáticas de región pampeana del país se produce maíz con altos rendimientos, permite concluir que resulta conveniente la generación de bioetanol a partir de maíz en dicha zona. Ello logra una diversificación en la matriz energética, actualmente dependiente de los combustibles fósiles, y tiene potencial de mitigar el cambio climático, contribuir al desarrollo social y económico, favorecer al acceso a la energía y a la seguridad del suministro de energía, entre otros beneficios.

Finalmente, el análisis del estudio del estado del arte de la energía producida a través de la biomasa permite sentar las bases de la producción e implementación de dicha energía en distintas zonas y contribuir para una eficiente toma de decisiones en el área.

BIBLIOGRAFÍA

Bolsa de Comercio de Rosario. (2020). *Informativo Semanal: Mercados.* Rosario, Argentina.

Bolsa de Comercio de Rosario. (08 de Enero de 2021). Obtenido de https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/esperado#:~:text=Esperado%20alivio%3A%20finalmente%20mejor

aron%20los%20precios%20del%20biodiesel%20y%20el%20bioetanol,-Descargar&text=Seg%C3%BAn

FAO. (2013). *La Bioenergía en América Latina y El Caribe: El estado de arte en países seleccionados.* Santiago, Chile.

Forero, A. C. (2010). *Biocombustibles en Suramérica: Referentes normativos y legislación actual.* Prolegómenos.

Fulginiti, F. (2018). *Apuntes de clase de Ingeniería Ambiental II, FCEFyN - Universidad Nacional de Córdoba.* Córdoba, Argentina.

Martinez, J. (2016). *Estudio del interés agronómico de los cereales para la obtención de biocombustibles.* Valencia, Argentina.

MiniDest. (s.f.). Recuperado el Mayo de 2021, de http://www.minidest.com.ar/

OCDE/FAO. (2020). *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas, Estadísticas de la OCDE sobre Agricultura (base de datos).* Obtenido de http://dx.doi.org/10.1787/agr-outl-data-en

PROMAIZ. (s.f.). Recuperado el Mayo de 2021, de http://www.promaiz.com.ar/

Secretaría de Energía. (2019). *Balances energéticos*. Recuperado el 2021, de http://datos.minem.gob.ar/dataset/balances-energeticos

Subsecretaría de Programación Microeconómica. (2018). *Informes de Cadenas de valor: Azucarera - Junio 2018.*

Subsecretaría de Programación Microeconómica. (2019). *Informes de Cadenas de Valor: Maiz - Febrero 2019.*

CAPÍTULO 6: ESTADO DEL ARTE EN EL ÁREA DE LOS BIOCOMBUSTIBLES, PARTICULARMENTE EN EL BIODIESEL PRODUCIDO A PARTIR DE LA SOJA

Sofía Neyra[45], *Sangiago M. Reyna*[46], *Fabián Fulginiti*[47]

Resumen

En este capítulo se buscar informar sobre la importancia de lograr una diversificación de la matriz energética y el rol que juega el biodiesel para lograrlo. Por otro lado, debido al vencimiento de la ley N°26.093: Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles, y los conflictos que eso conlleva, se pretende mostrar la importancia que tiene el biodiesel, explicando cómo ha sido la historia del mismo tanto a nivel nacional, como a nivel provincial, cómo es la situación actual, y, brevemente, cómo es el contexto global.

Palabras claves

Matriz energética. Biodiesel. Economía regional. Sumidero de carbono. Soja. Bioenergía. Biocombustibles.

Abstract

This chapter intends to inform about the importance of a more diversified energy matrix and the role played by biodiesel to reach this goal. On the other hand, due to the expiration of Law N°26093, Regulation and Promotion Regime for the Sustainable Production and Use of Biofuels and the conflicts that this involves, it is intended to show the importance of biodiesel, explaining its history both at national and provincial level, the current situation and, briefly, the global context.

[45] Ingeniera Ambiental, FCEFyN – UNC, sofineyraa@gmail.com
[46] Ph.D. en Ingeniería de la Universidad de Purdue; Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Córdoba. santiagoreyna@unc.edu.ar
[47] Mag. Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Córdoba. fabianfulginiti@unc.edu.ar

Introducción

Diariamente, en nuestra vida cotidiana, en el trabajo o en cualquier actividad que realizamos, utilizamos energía, esa energía puede dividirse en energía primaria y energía secundaria. Por un lado, la energía primaria es aquella que se encuentra en toda forma de energía disponible en la naturaleza antes de ser convertida o transformada, como el carbón, el gas, el petróleo, la energía nuclear, la eólica o la solar, la biomasa, y por otro lado se denomina energía secundaria a los productos resultantes de las transformaciones o elaboración de recursos energéticos primarios u otros secundarios, como la electricidad, la gasolina, los combustibles líquidos, entre otros. Si hacemos un gráfico donde se representen las distintas fuentes de energía y el porcentaje en que se utiliza cada una de ellas, obtenemos lo que se conoce como matriz energética primaria donde se representa de forma cuantitativa la totalidad de energía que utiliza un país, e indica la incidencia relativa de las fuentes de las que procede cada tipo de energía (energias de mi pais, s.f.). La matriz energética es útil para realizar análisis y comparaciones sobre los consumos energéticos de un país a lo largo del tiempo, o para comparar con otros países, y es una herramienta fundamental para la planificación. La Argentina, al igual que el resto del mundo, utiliza un alto porcentaje de hidrocarburos. El petróleo es actualmente la fuente de energía predominante en el mundo y es una materia prima fundamental para elaborar una gran cantidad de productos de uso cotidiano. Sus propiedades lo convierten en un material único por su alto contenido energético en relación con su volumen y su peso, y la facilidad para extraerlo, transportarlo y almacenarlo. El petróleo representa alrededor del 32% de la oferta mundial de energía. Su uso es indispensable para el transporte, ya que más del 95% depende de él. (energias de mi pais, s.f.)

Balance energético Nacional, Año 2019, Unidades: Miles de TEP		**Oferta Interna**	
FORMAS DE ENERGÍA			
PRIMARIA	Energía Hidráulica	**3.001**	**3,887%**
	Energía Nuclear	**2.200**	**2,850%**
	Gas Natural de Pozo	**42.051**	**54,476%**
	Petróleo	**23.711**	**30,717%**
	Carbón Mineral	**699**	**0,905%**
	Leña	**1.016**	**1,317%**
	Bagazo	**1.039**	**1,346%**
	Aceites Vegetales	**1.992**	**2,581%**
	Alcoholes Vegetales	**560**	**0,726%**

	Energía Eólico	559	0,724%
	Energía Solar	69	0,089%
	Otros Primarios	295	0,383%
	TOTAL	77.191	

Tabla 9: Balance energético Nacional – Energía primaria. (Secretaria de energia , 2019)

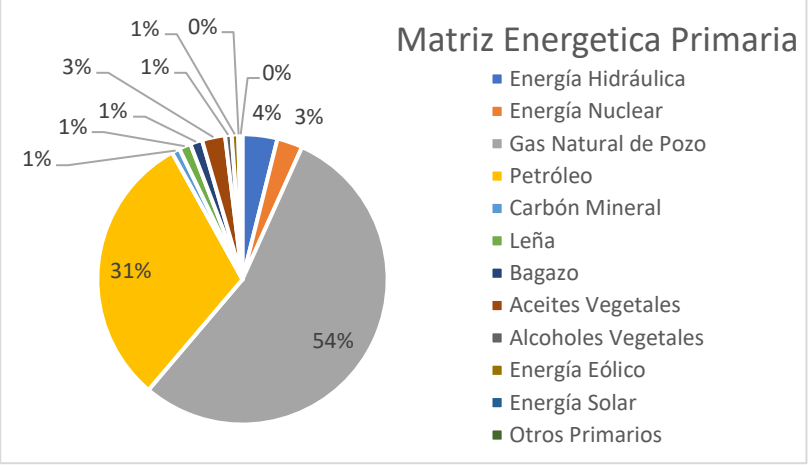


Figura 49: Matriz energética primaria – Argentina. (Secretaria de energia , 2019)

Balance energético Nacional, Año 2019, Unidades: Miles de TEP		**Oferta Interna**	
FORMAS DE ENERGÍA			
SECUNDARIA	Energía Eléctrica	11.124	14,807%
	Gas Distribuido por Redes	35.190	46,841%
	Gas de Refinería	1.048	1,395%
	Gas Licuado	1.692	2,253%
	Gasolina Natural	798	1,062%
	Otras Naftas	250	0,332%
	Motonafta Total	6.176	8,221%
	Kerosene y Aerokerosene	624	0,831%
	Diesel Oil + Gas Oil	10.598	14,107%
	Fuel Oil	1.130	1,503%
	Carbón Residual	-	0,000%
	No Energético	2.680	3,567%
	Gas de Coquería	78	0,104%
	Gas de Alto Horno	517	0,689%

	Coque	1.384	1,842%
	Carbón de Leña	288	0,383%
	Bioetanol	539	0,717%
	Biodiesel	1.012	1,347%
	TOTAL II	75.128	

Tabla 10: Balance energético nacional – Energía secundaria. (Secretaria de energia , 2019)

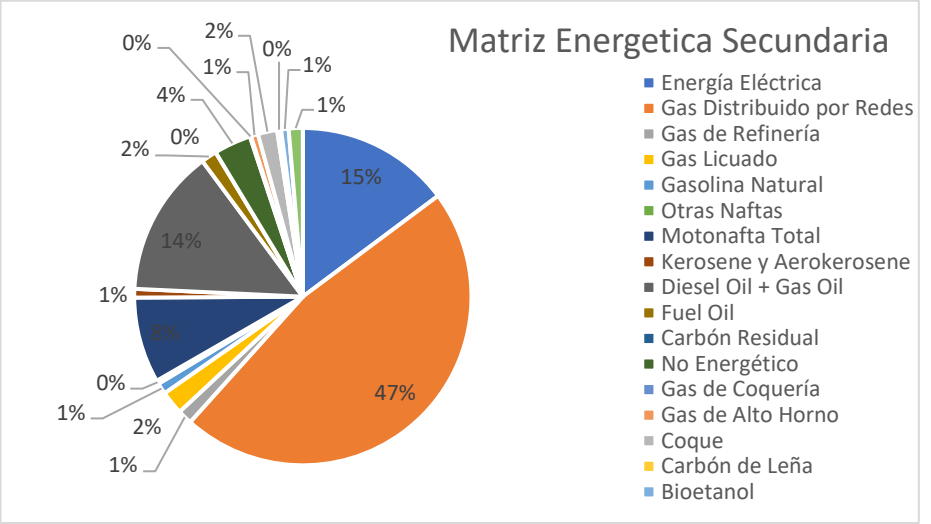


Figura 50: Matriz energética secundaria – Argentina. (Secretaria de energia , 2019)

Como se puede observar, la matriz energética Argentina es fuertemente dependiente de hidrocarburos, es por eso que uno de los principales retos en la actualidad está en evitar o reducir los impactos del calentamiento global y los niveles crecientes de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Para esto, es importante la construcción de políticas públicas que permitan la reducción de las emisiones de GEI, con énfasis en aquéllas que provienen del sector energético, sin afectar negativamente el crecimiento económico. (Alatorre, y otros, 2017) Existen distintas estrategias que se pueden ir abordando:

- La reestructuración de la matriz energética hacia una mayor participación de fuentes de energías alternativas y renovables
- Disminución de costos energéticos a través de incrementos en la eficiencia energética y de la adopción de tecnologías más limpias
- Implementación de medidas de eficiencia energética en el sector de transporte, ya que tiene un alto potencial de mitigación y puede resultar viable para la reducción de sus emisiones.

- La adopción de medidas enfocadas en generar modificaciones en los patrones de consumo en los hogares, la industria, en el transporte y en el sector productivo.

Una solución para lograr el cambio en la matriz energética que permita reemplazar, en al menos un cierto porcentaje, los combustibles de origen fósil, es el desarrollo de energías renovables a través de la biomasa.

Es por todo lo mencionado anteriormente, que surge la importancia en la evaluación de las posibilidades, oportunidades o potenciales de producción de biodiesel a partir de la soja.

1- Bioenergía

Para poder entender y estudiar el Biodiesel, primero hay que conocer el concepto de Bioenergía. La **Bioenergía** es la energía procedente de la biomasa. Comprende todas las formas de energía derivada de combustibles orgánicos (biocombustibles) de origen biológico, tanto los cultivos destinados a producir energía que se cultivan específicamente, como las plantaciones polivalentes y los subproductos sólidos, líquidos y gaseosos (residuos y desechos). (FAO, 2014)

Según el IPCC, el término bioenergía se refiere a la conversión de los recursos de biomasa, como residuos agrícolas y forestales, los residuos municipales orgánicos y cultivos energéticos, para obtener energía útil, incluyendo calor, electricidad y combustibles para el transporte. (IPCC, 2015)

Dentro de la bioenergía, se encuentran los biocombustibles y los biocarburantes. Los biocombustibles son aquellos combustibles producidos a partir de la biomasa y que son considerados, por tanto, una energía renovable. Pueden ser: sólidos, como los residuos vegetales, residuos urbanos o industriales, pellets; líquidos, como bioetanol, biodiésel, diésel renovable, bioqueroseno; o gaseosos como biogás e hidrógeno. Y los biocarburantes son aquellos biocombustibles susceptibles de ser empleados en un motor de combustión interna (motores diésel y Otto): bioetanol, biodiésel, diésel renovable. (Ing Fulginiti, 2020)

Existen distintos tipos, los de primera generación, que son obtenidos a partir de biomasa que se puede utilizar para alimentación humana. (ej. Caña de azúcar, trigo, cebada, aceites de maíz, soja…). Los de segunda generación obtenidos a partir de residuos orgánicos y plantas (ej. paja de trigo, bagazo de maíz, Jatropha) que no se

utilizan para alimentación humana. Y los de tercera generación, obtenidos por cultivos de microorganismos (microalgas, bacterias o levaduras). (Ing Fulginiti, 2020)

El petróleo también es un biocombustible, pero la diferencia es que ya ha sido procesado por la elevada presión y temperatura a la cual estuvo sometido durante miles de años en el subsuelo, esto hace que se distinga de los biocombustibles que tenemos actualmente, otro motivo por el que lo separamos de los biocombustibles actuales, es que no tiene un carácter tan amigable con el ambiente, porque el balance del dióxido de carbono no está cerrado como con los biocombustibles. Es decir, cuando utilizamos biomasa liberamos dióxido de carbono, y ese dióxido de carbono es nuevamente capturado por la vegetación, y eso no modifica la composición de la atmosfera actual. Sin embargo, cuando se queman combustibles fósiles, se libera dióxido de carbono que fue capturado hace millones de años y, al liberarlo ahora, empieza a incrementar la composición de dióxido de carbono, y el porcentaje de este dióxido de carbono es significativo, ya que es un gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global.

2- Biodiesel y sus propiedades

El biodiesel es un líquido de color amarillo-ámbar, con una viscosidad similar a la del diésel de petróleo, no es inflamable, no es explosivo, con un punto de inflamación superior comparado con el diésel de petróleo, es biodegradable, disminuye significativamente las emisiones de gases tóxicos y de otras sustancias volátiles cuando se quema como combustible. “Es todo combustible líquido compuesto por una mezcla de ésteres alquílicos obtenidos a partir de aceites vegetales, grasa animal o aceite comestible usado” (Ing Fulginiti, 2020)

De acuerdo con la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM, por sus siglas en inglés) una definición más técnica de biodiesel y de la mezcla que se haga con éste sería:

- Biodiesel 100 (B100): es el biocombustible 100% biodiesel, sin mezcla con gasoil y que cumplen los requerimientos de la ASTM D 6751.
- Biodiesel mezcla: es el biodiesel mezclado con gasoil y se denomina BXX, donde XX representa el porcentaje del volumen de biodiesel en la mezcla. Por ejemplo, B20, significa una mezcla con 20% de biodiesel y 80% de diesel derivado del petróleo (Ganduglia, y otros, 2009)

Sin embargo, la especificación ASTM es para el biodiesel que será utilizado para mezcla con diésel de origen fósil en proporción de 20% o menos, y no se la debe

considerar como especificación de biodiesel puro (B100) que pueda ser comercializado como combustible en sí mismo. En EE.UU. cualquier biodiesel utilizado para mezcla deberá cumplir con la ASTM D 6751 previo a la mezcla.

La norma europea EN 14214, establece la especificación de los esteres metílicos de ácidos grasos (FAME) para motores diésel. En contraste con la ASTM D 6751, el B100 que se cumple con este estándar podría ser utilizado puro en un motor diésel (si el motor ha sido adoptado para operar con B100) o mezclado con el diésel, para producir una mezcla que cumple con la EN590, que es la especificación europea para el diésel. La EN 14214 es más restrictiva y aplica solo al biodiesel que se produce con metanol. (IICA, 2009)

La norma europea EN 14214, presenta un mayor nivel de exigencia en calidad del biodiesel que la norma estadounidense ASTM D 6751, lo cual se manifiesta principalmente en los niveles de control fijados para la acidez, estabilidad a la oxidación, numero de cetano y contenido de ciertos subproductos de la reacción de transesterificación, tales como los metil-ésteres y glicéridos. Asimismo, incluye el control del metanol remanente del proceso de producción y un rango más estrecho de viscosidad. Probablemente esta mayor exigencia de la norma europea está asociada principalmente a la concepción de usar el Biodiesel B100 puro en ciertos motores acondicionados para tal fin, mientras que la norma estadounidense considera su empleo únicamente en mezcla con diésel de petróleo (IICA, 2009).

Las normas (ASTM y EN) para el biodiesel y el diesel de petróleo se muestran en la siguiente tabla.

Propiedad	Unidad	Diesel		Biodiesel	
		ASTM D975 Diesel	EN591 Diesel	ASSTM D6751 FAEE	EN14214 FAMA
Densidad a 15 C	g/cm3	0.85	0.82-0.845		0.86-0.9
Viscosidad a 40 C	mm2/s	2.6	2-4.5	1.9-6	3.5-5
Punto de inflamación	C	59	55	93	120
PCI (Torres, 2015)	kcal/kg	10800		9500	
Azufre	mg/kg	50 máx	350 max	15 max	10 max
Agua	g/kg	50 max	200 máx	500 máx	500 máx
Número de cetano		48 min	51 max	47 min	51 min
Cenizas	% masa	-	-	002	0.02
Valor de acidez	mg KOH/g	-	-	0.5 max	0.5 max
Metanol	% masa	-	-	0.2 max	0.2 max

Fuente: (Castellar, G., Angulo, E. R. y Cardozo, B. M., 2014)

*Número de cetano: Determina la capacidad antidetonante de la gasolina cuando se comprime dentro del cilindro

Químicamente, el biodiesel es una mezcla de ésteres de alquilo (metilo, etilo, …) que contienen largas cadenas de ácidos grasos obtenidos típicamente a partir de recursos biológicos no tóxicos, tales como los aceites vegetales, las grasas animales e incluso aceite de cocina usado.

Es utilizado principalmente como combustible en motores diésel y en calefacción, está compuesto fundamentalmente por parafinas. Se obtiene a partir de grasas animales o aceites vegetales como la soja, el coco, el aguacate, etc. mediante un proceso llamado transesterificación de triglicéridos (aceite). La transesterificación de los aceites vegetales fue desarrollada en 1853 por los científicos E. Duffy y J. Patrick, muchos años antes de que el primer motor diésel funcionase. (Ing Fulginiti, 2020)

Para poder conseguir los aceites vegetales contenidos en las semillas oleaginosas es necesaria una extracción química a través de procesos de compresión, extracción o pirolisis. Con este proceso, se obtiene un aceite bruto sin refinar que, aunque puede ser usado directamente como combustible, requiere una profunda transformación de los motores o la utilización de motores específicamente diseñados para poder propulsarse con este combustible. (agenergia.org, 2002)

La densidad del biodiesel depende del aceite de partida y proceso de transesterificación. Un valor bajo indica excesivo resto de alcohol. Debe tener una viscosidad similar al gasoil y un elevado número de cetano, este guarda relación con el tiempo que transcurre entre la inyección del carburante y el comienzo de su combustión, "Intervalo de encendido". Una combustión de calidad ocurre cuando se produce una ignición rápida seguida de un quemado total y uniforme del carburante. (Ing Fulginiti, 2020)

Normalmente, el punto de inflamación del biodiesel es mayor que el del diésel. Un bajo valor puede provocar problemas en el manipuleo, transporte y almacenamiento.

El ciclo biológico en la producción y uso de biodiesel reduce aproximadamente en 80% las emisiones de anhídrido carbónico, y casi 100% las de dióxido de azufre. La combustión disminuye en 90% la cantidad de hidrocarburos totales no quemados, y entre 75-90% en los hidrocarburos aromáticos. Además, proporciona significativas reducciones en la emanación de partículas y de monóxido de carbono. En el balance final no hay aumento de emisiones de dióxido de carbono, ya que las reducidas emisiones en comparación con el petrodiésel, se compensan con la absorción de CO_2 por parte de los cultivos oleaginosos. En la siguiente imagen se observan las emisiones de material particulado, de HC's, de PAH (benceno y derivados), de SO_2 y CO_2 (reducción entre el 25 y 80%). (agenergia.org, 2002)

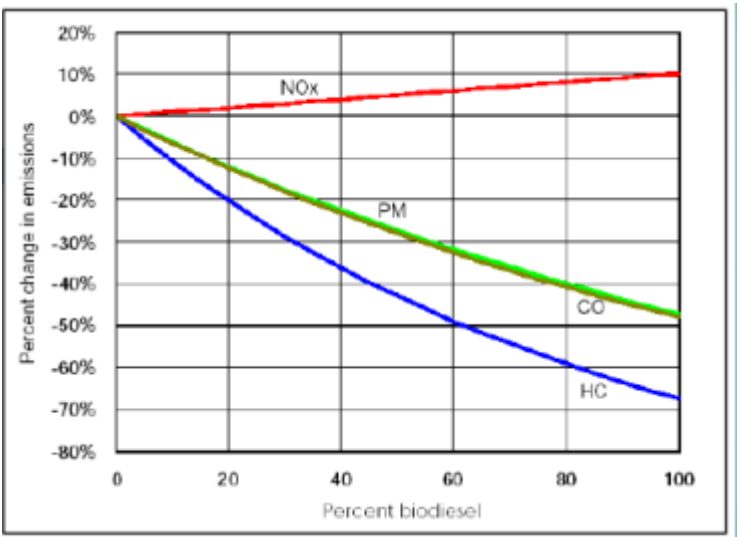


Figura 51: Cambio porcentual en emisiones en función del porcentaje de biodiesel utilizado en la combustión. (Ing Fulginiti, 2020)

Si bien se tienen aspectos negativos, como el aumento de emisiones de NOx por las altas temperaturas que se forman en la cámara de combustión, y los problemas de arranque en frío ya que el biodiesel puede empezar a congelarse a medida que la temperatura del medio desciende y, por lo tanto, obstruir los filtros de combustible, pudiéndose llegar a la obstrucción total y al corte de suministro normal de combustible para el funcionamiento del motor. Se tienen aspectos positivos muy importantes que destacan la importancia de su estudio y explotación como el aumento del rendimiento si se tiene un motor adaptado, un poder lubricante que reduce el desgaste de las piezas del motor y, por último, la importancia de poder ser usado en cualquier motor diésel de forma pura o mezclado con el diésel.

HISTORIA Y SITUACIÓN ACTUAL DEL BIODIESEL EN ARGENTINA

El primer avance de la argentina con relación al desarrollo de los biocombustibles, fue durante las décadas de 1970 y 1980, con el programa alconafta, donde en su artículo 1° se declara de interés nacional la producción de alcohol etílico, hidratado o anhidro, cualquiera sea su origen con destino a su uso como combustible para motores, solo o en mezcla con naftas, respectivamente. En su artículo 2° se define como "plan nacional de alconafta" la gradual incorporación de regiones del territorio nacional al consumo de los combustibles especificados en el artículo 1º y las actividades agrícolas industriales, comerciales y de cualquier otro tipo tendientes a hacer efectiva la citada incorporación. Y, por último, en su artículo 3° se establece que la elaboración e implementación del "plan nacional de alconafta" estará a cargo de la secretaría de energía que será la autoridad de aplicación de la presente ley. (infoleg.gob.ar, s.f.)

Luego, en abril de 2006 se sanciona la Ley 26.093, que establece el Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentable de los Biocombustibles por el término de 15 años. La norma fue sancionada para promover la producción y uso de los biocombustibles (biodiesel, bioetanol y biogás) en el país, a partir del desarrollo regional mediante la participación del sector agropecuario y la pequeña y mediana empresa. Dicha Ley estableció que, a partir del 2010, las naftas y el gasoil que se comercializan dentro del país deben contener un mínimo del 5% de bioetanol y de biodiesel. Para este último biocombustible se elevó en agosto de 2010 a 7% el corte obligatorio y a partir de junio de 2012 se estableció un aumento gradual del corte de 0,5% para llegar a fines de noviembre de 2012 a un corte del 10% en todo el gasoil consumido en el país. Por otro lado, un aspecto que permitió poder iniciar el uso de biocombustibles en el mercado interno, fue la sanción de un acuerdo de abastecimiento de biodiesel y de bioetanol para sus mezclas con combustibles fósiles en el Territorio Nacional. Dentro de este acuerdo, se estableció la metodología para

determinar el valor en planta de elaboración del biodiesel y bioetanol que deben pagar las destilerías / refinerías / mezcladoras a las empresas productoras. Estas metodologías fueron definidas en las Resoluciones de la Secretaría de Energía: 7/2010 y 1294/2008. (FAO , 2013)

1) <u>Modificación ley 26.093</u>

La ley 26.093 estableció inicialmente que las cantidades de bioetanol y biodiesel en el producto final -la nafta o el gasoil de los surtidores- no podían ser inferiores al cinco por ciento, aunque en la actualidad las tasas mínimas de corte son de 12 por ciento para el bioetanol y 10 por ciento para el biodiesel. Esta ley vence el 12 de mayo del 2020 y, por el momento, hay dos caminos: la prórroga tal cual está y, por otra parte, sancionar una nueva ley. Las empresas de biocombustibles quieren incrementar esos cortes, mientras que las petroleras buscan disminuirlas. (OETEC.ORG, s.f.)

En octubre de 2020, el Senado nacional aprobó con media sanción su prórroga por cuatro años. Sin embargo, la aprobación de la Cámara de Diputados esta demorada. (OETEC.ORG, s.f.)

Actualmente hay varias posturas, por un lado, están los grandes jugadores del mercado de los biocombustibles -ligados estrechamente con el sector agroexportador- quienes pretenden que la forma de distribución de esa renta se mantenga tal como está y, de ser posible, que se amplíe su actual participación tanto en el mercado local como internacional. Luego están las pymes del sector que producen solamente para el mercado local y que buscan obtener mayores cuotas de producción y mejores tasas de corte y precios. En tercer lugar, las petroleras, a las que les interesa que la participación del sector de la bioenergía –en términos de tasas de corte- sea la menor posible, para poder retener una parte de esa renta que actualmente deben compartirla con las productoras de biocombustible. Derivado de los intereses de las petroleras se incorpora en los márgenes del conflicto la industria automotriz, preocupada por la inversión adicional que significaría la adaptación en fábrica de los motores a las nuevas exigencias emergentes de un cambio de régimen.

Las petroleras tienen la obligación de cortar sus naftas con un 12% de bioetanol. Esa pauta está integrada en 7 puntos por derivados del maíz y en 5 puntos por caña. Como el costo del maíz subió y está entre los más caros de los últimos años, esto encarece la nafta. Por lo tanto, el exdiputado nacional y exvicegobernador de Santa Cruz, Pablo González, que está a cargo de YPF, y el diputado nacional Máximo Kirchner impulsan una nueva ley que buscan reducirle las presiones en torno a los costos de los insumos

y otros frentes, después de que la firma reportara pérdidas por U$S 1.098 millones en 2020. Fuente: (Biocombustibles: los K van por una nueva ley que contempla reducción de los cortes, 2021)

Proyecto de Ley:

Como no se llegó a un acuerdo al día de la fecha 12/05/2021, el presidente de la nación, Alberto Fernández prorrogará por 90 días a través de un Decreto de Necesidad y Urgencia (DNU) los beneficios de la ley de biocombustibles.

Desde agosto del 2020 las principales refinadoras de petróleo, encabezadas por YPF, le plantearon al Gobierno la necesidad de discutir una nueva norma que reemplace a la actual ley 26.093. Mientras que las cámaras empresarias del biocombustible y la llamada Liga Bioenergética de Provincias -inicialmente creada por los gobiernos de Santa Fe, Tucumán, Salta y Córdoba- impulsan una ley que prevea un fuerte aumento de las tasas de corte y un amplio plazo de vigencia.

Si caducara la ley sin aprobar su prórroga, las petroleras ya no estarían obligadas a adquirir biocombustibles para producir sus mezclas. (Biocombustible y el mapa de los actores, 2021)

El jueves 22 de abril del 2021 se dio a conocer el proyecto de ley. Este nuevo proyecto comprende todas las actividades de elaboración, almacenaje, comercialización y mezcla. Además, plantea una vigencia hasta el 31 de diciembre de 2030. El Poder Ejecutivo Nacional quedará habilitado a extenderlo por única vez, por cinco años más. Un plazo similar al que establecía la ley sancionada en 2006 que vence el 12 de mayo próximo. La autoridad de aplicación seguirá siendo la secretaría de Energía dependiente del Ministerio de Economía.

La iniciativa plantea que una vez que entre en vigencia esta nueva ley, quedarán sin efecto todas las disposiciones establecidas en las Leyes 23.287, 26.093 y 26.334, y toda la normativa reglamentaria de las mismas.

También dispone que el biodiesel y el bioetanol no estarán gravados por el Impuesto a los Combustibles Líquidos (ICL) y por el Impuesto al Dióxido de Carbono (ICO2)

En el artículo ocho, el proyecto establece que todo combustible líquido clasificado como gasoil o diésel oil que se comercialice dentro del territorio nacional, deberá contener un porcentaje mínimo obligatorio de biodiesel del 5%, en volumen, medido sobre la cantidad total del producto final, con posibilidad de reducirlo al 3%. El Corte

bioetanol, en esta oportunidad no sufre modificaciones y se mantiene en 12% con posibilidad de reducirlo a un 9%. (news.agrofy, 2021)

La autoridad de aplicación podrá elevar el porcentaje mínimo obligatorio cuando lo considere conveniente en función del abastecimiento de la demanda, la balanza comercial, la promoción de inversiones en economías regionales, y/o razones ambientales o técnicas. Y reducir el corte hasta un porcentaje nominal de 3%, en volumen, cuando el incremento en los precios de los insumos básicos para la elaboración pudiera distorsionar el precio del combustible fósil en el surtidor por alterar la composición proporcional de aquel sobre este último, o ante situaciones de escasez por parte de las empresas elaboradoras autorizadas para el abastecimiento del mercado. (news.agrofy, 2021)

La nueva ley ordena crear una Comisión Especial de Biocombustibles, que tendrá por finalidad el estudio y análisis de las posibilidades del sector, la consulta con todos los actores involucrados, así como la formulación de propuestas y proyectos para la industria. Será presidida por Energía y participarán los ministerios de Economía, Ciencia y Tecnología, Desarrollo Productivo, Ambiente, Agricultura y un Consejo de las provincias productoras de biocombustibles, quien tendrá la función de la elaboración del Plan Estratégico. (viapais, s.f.)

Precio Biodiesel

Resolución SE 7/2010.

El cálculo del precio de biodiesel en planta de elaboración surge de la siguiente fórmula: $/tonelada de BIODIESEL a salida de planta = (Costo de una tonelada de Aceite de Soja en $ + Costo de Transacción de la compra de una tonelada de Aceite de Soja) * 1,06 + Costo de Transporte de una tonelada de Aceite de Soja en $ + Costo de una tonelada de Metanol en $ * 0,155 + Demás componentes del costo en $ * IPIM + Utilidad en $ por Tonelada de biodiesel. Donde, $/tonelada de BIODIESEL a salida de planta: Precio neto a salida de planta en pesos de la tonelada de BIODIESEL entregada durante el mes corriente a recibir por "LAS ELABORADORAS". (infoleg.gob.ar, s.f.)

Se presenta de forma simplificada la anterior ecuación:

$$Precio\ BIODIESEL = (Costo\ AS + Costo\ TCAS) * 1{,}06 + Costo\ TAS\ + Costo\ Metanol * 0{,}155 + DCC * IPIM + Utilidad$$

Resolución 1/2021

Durante el año 2020 la Secretaría de Energía aumentó los precios del biodiesel y el bioetanol en una oportunidad, incrementándolos en el mes de octubre apenas en un 10% (Resolución 4/2020). Luego, a través de la Resolución 1/2021, la Secretaría de Energía fijó precios para la adquisición de biodiesel destinado a la mezcla obligatoria con gasoil para los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo de 2021. El valor establecido para enero ($ 77.300 la tonelada) exhibe un aumento del 59,3% respecto del precio del biodiesel vigente en diciembre 2020 ($ 48.530 la tonelada). Teniendo en cuenta el precio fijado para el próximo mes de mayo del 2021, el valor del biodiesel acumulará un ascenso del 90,7% en el período Dic'20-May'21. (BCR, 2021)

En su artículo 2°, se fijan los precios de adquisición del biodiesel destinado a su mezcla obligatoria con gasoil en el marco de lo dispuesto por la Ley N° 26.093, para los períodos que se detallan a continuación (Boletin Oficial de la Republica Argentina, 2021):

- Pesos setenta y siete mil trescientos ($ 77.300) por tonelada para las operaciones a llevarse a cabo en el mes de enero de 2021;
- Pesos ochenta y seis mil ochocientos setenta y cinco ($ 86.875) por tonelada para las operaciones a llevarse a cabo en el mes de febrero de 2021;
- Pesos ochenta y nueve mil novecientos setenta y cinco ($ 89.975) por tonelada para las operaciones a llevarse a cabo en el mes de marzo de 2021;
- Pesos noventa mil trescientos ($ 90.300) por tonelada para las operaciones a llevarse a cabo en el mes de abril de 2021;
- Pesos noventa y dos mil quinientos cincuenta y ocho ($ 92.558) por tonelada para las operaciones a llevarse a cabo en el mes de mayo de 2021.

Precios de adquisición de biodiesel para su mezcla obligatoria con gasoil

	Diciembre 2020	Enero 2021	Febrero 2021	Marzo 2021	Abril 2021	Mayo 2021
Precio (pesos por tonelada)	48.533	77.300	86.875	89.975	90.300	92.558
Aumento mensual		59,3%	12,4%	3,6%	0,4%	2,5%
Aumento acumulado		59,3%	79%	85,4%	86,1%	90,7%
Proporción obligatoria o porcentaje de corte	10%	5%	6,7%	8,4%	10%	10%

@BCRmercados en base a Secretaría de Energía y Boletín Oficial

Figura 52: Precios de biodiesel. (BCR, 2021)

Se calcularon, como referencia, los precios en USD a partir del valor del dólar oficial el último día hábil de cada mes considerado.

- Enero 2021: Precio [USD/Tn] 832.97
- Febrero 2021: Precio [USD/Tn] 913.32
- Marzo 2021: Precio [USD/Tn] 920.55
- Abril 2021: Precio [USD/Tn] 913.04
- Mayo 2021: Precio [USD/Tn] 934.45

Por otra parte, para disminuir el impacto de la suba del precio, la Resolución 1/2020 en su artículo 4 reduce transitoriamente para los meses de enero, febrero y marzo de 2021, la proporción obligatoria de biodiesel en su mezcla con el total del volumen del combustible fósil gasoil quedando establecido para dichos períodos en cinco por ciento (5%), seis coma siete por ciento (6,7%) y ocho coma cuatro por ciento (8,4%), respectivamente, retomando nuevamente a partir del mes de abril de 2021 (Boletin Oficial de la Republica Argentina, 2021).

Situación actual

En Argentina el biodiesel proviene del cultivo de soja. Las principales organizaciones encargadas de este son la Asociación de la Cadena de la Soja Argentina (ACSOJA), Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID) y los Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (CREA). Luego, la parte de industrialización de la soja está conformada por las empresas aceiteras agrupadas en la Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina (CIARA). Finalmente, los productores de biocombustibles se encuentran agrupados en dos cámaras, la Cámara Argentina de Biocombustibles (CARBIO), encargadas de las grandes empresas productoras que

representan el 85% de la capacidad instalada y la Cámara de Empresas Productoras de Energía y Biocombustibles (CEPEB) integrada por pequeñas y medianas empresas del sector. (FAO , 2013)

Como se mencionó previamente, el biodiesel proviene de la soja, este cultivo es el principal oleaginoso cultivado en Argentina. Si se considera el promedio de los últimos 5 años de la producción de granos argentinos, la soja ocupa el 1° lugar (más de 53 millones de toneladas anuales). Buenos Aires concentra el 32,9% de la producción del país, seguida por Córdoba (29,2%), Santa Fe (17,5%) y Santiago del Estero (4,8%). En 2018, la producción ocupó el 2° lugar entre los granos, superada por el maíz. Esto se explica por la retracción en el área sembrada con soja de los últimos años y las condiciones climáticas adversas con gran impacto sobre la producción de la última campaña. En la campaña 2017/2018, se registró un fuerte descenso de la producción debido a problemas climáticos que afectaron a la región productora. La producción fue de 37,8 millones de tn (-31,3% i.a.). En la campaña 2014/15 había alcanzado el máximo de producción con 61,4 millones de tn y 19,8 millones de hectáreas sembradas. (informes de cadenas de valor - oleaginosas: Soja, 2019)

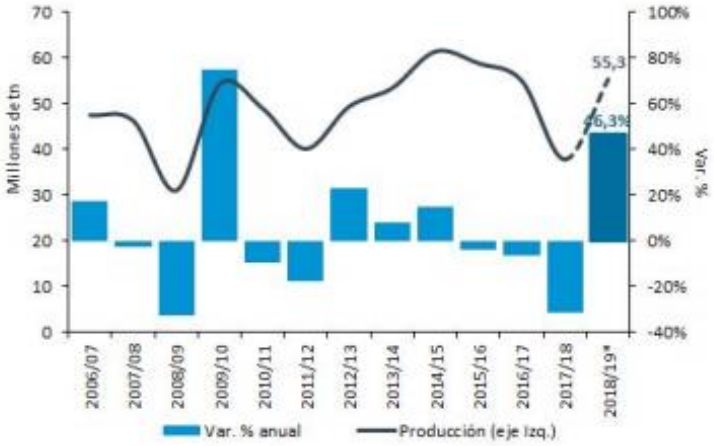


Figura 53: Producción de soja del periodo 2006-2018. En millones de toneladas y % de variación. (informes de cadenas de valor - oleaginosas: Soja, 2019)

Figura 54: Superficie sembrada y rendimiento del periodo 2006-2018. En millones de has y ton/ha. (informes de cadenas de valor - oleaginosas: Soja, 2019)

A continuación, se muestra el área sembrada, el rendimiento y la producción en las últimas campañas del trigo, del maíz y de la soja:

Campaña	Área Sembrada (MILLONES HA)	Rinde (Tn/HA)	Producción (MILLONES TN)
Trigo			
2020/2021	**6,5**	**2,86**	**17**
2019/2020	**6,8**	**2,99**	**19,5**
Maíz			
2020/2021	**7,3**	**7,86**	**50**
2019/2020	**7,26**	**8,24**	**51,5**
Soja			
2020/2021	**16,9**	**2,77**	**45**
2019/2020	**17,2**	**3,05**	**50,7**

Tabla 11: Datos de producción por campaña. (estimaciones nacionales de producción, 2021)

Como se puede observar, la Soja ocupa el primer lugar en cantidad de área sembrada. En segundo lugar, el Maíz y en Tercer lugar el Trigo. Sin embargo, el rendimiento del maíz es mucho mayor por lo tanto la producción medida en toneladas, tanto para la soja como para el maíz es similar.

En el siguiente cuadro, se puede observar lo mencionado previamente, Buenos Aires concentra la mayor área sembrada del país, seguida por Córdoba luego Santa Fe, Entre Ríos y La Pampa.

	Superficie Sembrada	Sup. Cosechada	Rinde	Producción Nacional
Nacional	16,9 M ha	16,2 M ha	27,75 qq/ha	45,0 Mt
	Sup. Sembrada	Rinde estimado 10-03-2021	Rinde estimado 21-04-2021	Producción
Buenos Aires	5,18 M ha	25,4 qq/ha	25,2 qq/ha	12,26 Mt
Córdoba	4,55 M ha	32,1 qq/ha	32,8 qq/ha	14,73 Mt
Santa Fe	2,99 M ha	30,1 qq/ha	30,3 qq/ha	8,77 Mt
Entre Ríos	1,07 M ha	20,6 qq/ha	13,5 qq/ha	1,42 Mt
La Pampa	0,52 M ha	16,2 qq/ha	16,2 qq/ha	0,72 Mt
Otras prov.	2,60 M ha	25,1 qq/ha	27,7 qq/ha	7,10 Mt

Tabla 12: Campaña de soja 2020/21. (estimaciones nacionales de producción, 2021)

Por otro lado, en relación a la producción de aceite vegetal, en Argentina existen 56 plantas productoras, localizadas en 8 provincias. La provincia de Santa Fe cuenta con más del 80% de la capacidad de molienda total, seguida por Buenos Aires y Córdoba. En el cuadro se muestran las plantas de aceite vegetal ubicadas en la provincia de Córdoba. (FAO , 2013)

Establecimiento	Localidad	Provincia	Grano	Capacidad Técnica (tn)
Aceitera Gral. Deheza SAICA	Gral. Deheza	córdoba	girasol y soja	7000
Bio-Com S.A.	Pilar	córdoba		
Bunge Argentina S.A.	Tancacha	Córdoba	soja, maíz, caramo y girasol	1000
Nueva Aceitera Ticino S.A.	Ticino	Córdoba	soja y maní	200
Oleag. Gral. Cabrera OLCA SA	Gral. Cabrera	Córdoba	soja y maní	270
Oleos del Centro S.A.	Rio Tercero	Córdoba	soja	350

Tabla 13:(Plantas productoras de aceite vegetal, s.f.)

Es importante destacar, como se puede observar en el mapa siguiente, que la mayoría de las plantas de molienda de granos se proveen de soja en un radio menor a los 300km, esto permite disminuir los costos de transporte y generar, una importante ventaja competitiva, no sólo en la producción de aceite de soja, sino también en la producción de biodiesel de soja. (informes de cadenas de valor - oleaginosas: Soja, 2019)

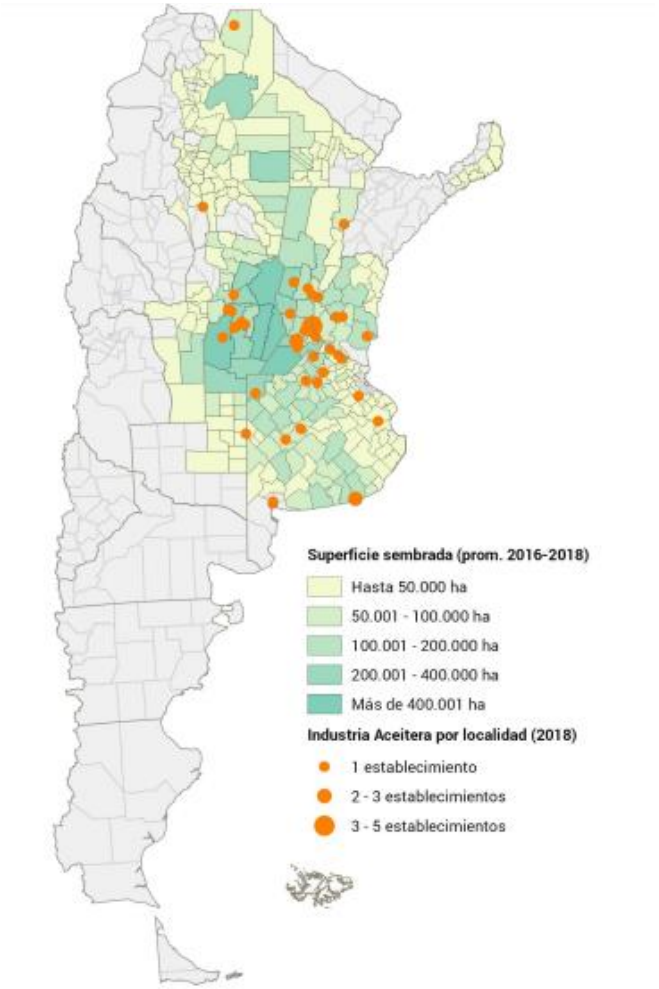


Figura 55: Localización de la producción de soja y establecimientos industriales Promedio 2016-2018. (informes de cadenas de valor - oleaginosas: Soja, 2019)

La producción de aceite de soja, va fluctuando a lo largo de los años, en el siguiente gráfico se muestra esa producción medida en toneladas, desde el año 2000 al 2017.

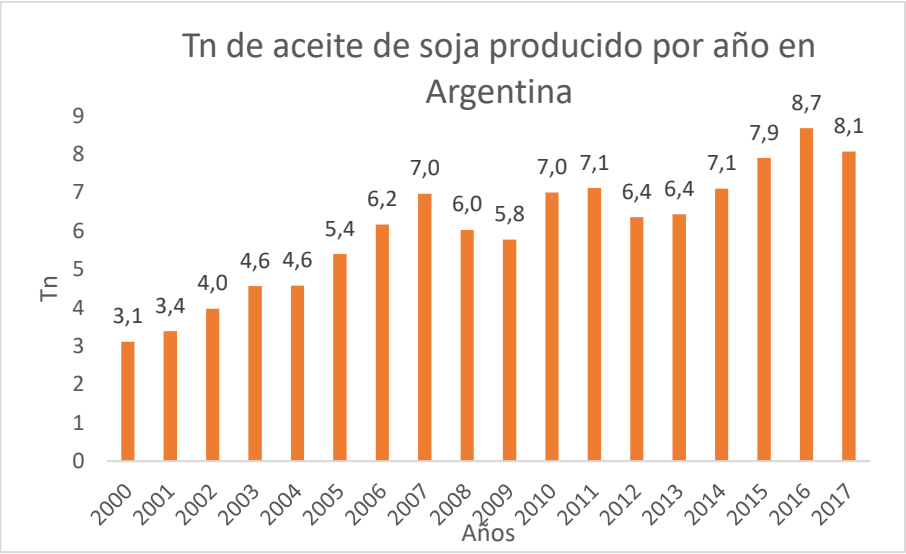


Figura 56: Producción media de soja. Fuente: https://datos.magyp.gob.ar/dataset/soja-con-destino-industria

Como se puede analizar, la producción de aceite de soja sigue la misma tendencia de la producción primaria de soja, registrando retracciones en 2008/2009 y en 2012, para luego lograr el máximo en el 2016, con 8,7 millones de toneladas de aceite. A partir de entonces, vuelve a mostrar variaciones negativas, y se registra en 2018, 8.1 millones de toneladas. Dicha variación se puede observar en el siguiente gráfico.

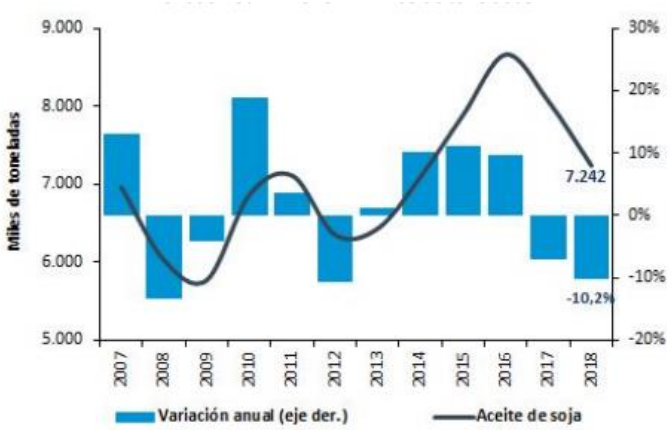


Figura 57: Producción de Aceite Periodo 2007 – 2018. En miles de toneladas. (informes de cadenas de valor - oleaginosas: Soja, 2019)

Argentina cumple un rol importante en el mercado mundial, ya que aporta más de 8 millones de toneladas de aceite. Este volumen representa el 14% de la producción global. (Fotografía del mercado mundial y local del aceite de soja, 2019)

Rubro	Oct-Set. 2018/2019	Participación % en el total
1 China	15,22	27%
2 Estados Unidos	10,95	19%
3 Brasil	8,83	16%
4 ***Argentina***	***8,01***	***14%***
5 Unión Europea-28	2,99	5%
Producción Mundial	56,53	100%

Tabla 14: Producción mundial en millones de toneladas, de Aceite de Soja. (Fotografía del mercado mundial y local del aceite de soja, 2019)

El principal uso que se le da a este aceite en Argentina, es en la industria, donde el aceite de soja aventaja a los demás aceites vegetales notablemente gracias al desarrollo y a la escala de la producción nacional. En el siguiente cuadro se observan las cantidades de aceite de soja que son destinados a la producción del Biodiesel. La segunda fuente de utilización del aceite de soja es el consumo humano, donde el aceite representa el 22% del consumo total de aceites vegetales.

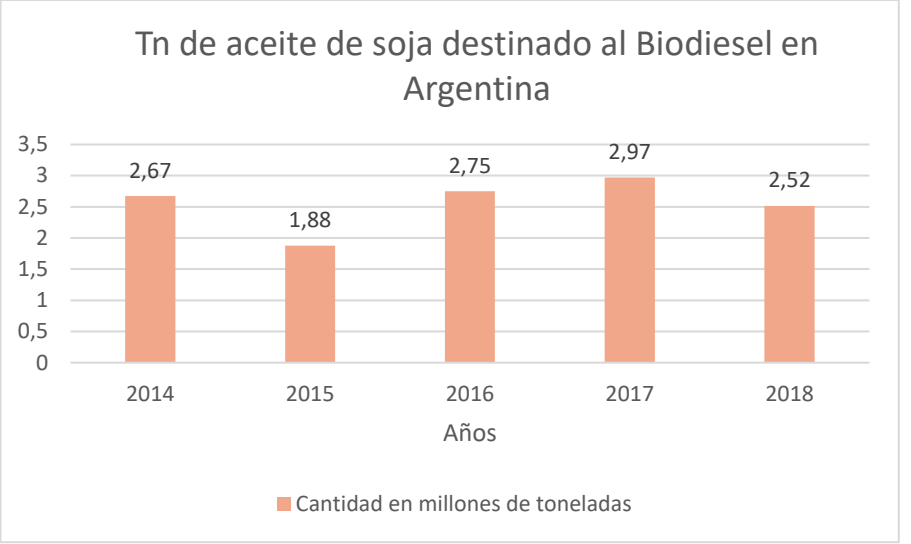


Figura 58: Aceite de soja destinado al biodiesel en Argentina. Fuente: https://datos.magyp.gob.ar/dataset/soja-con-destino-industria

Otro uso importante que tiene el aceite de soja en Argentina, es la exportación, ya que alrededor del 90% de su producción se exporta al mercado mundial (Fotografía del mercado mundial y local del aceite de soja, 2019). Es uno de los principales exportadores del mundo, con una participación del 46%.

Rubro	Oct-Set. 2018/2019p	Participación % en el total
1 ***Argentina***	***5,50***	***46%***
2 Brasil	1,08	9%
3 Unión Europea-28	0,90	8%
4 Estados Unidos	0,87	7%
5 Paraguay	0,69	6%
Exportaciones Mundiales	11,86	100%

Tabla 15: Exportaciones Mundiales de Aceite de Soja, en millones de toneladas. (Fotografía del mercado mundial y local del aceite de soja, 2019)

En el siguiente gráfico se puede observar los principales países que compran aceite de soja a Argentina.

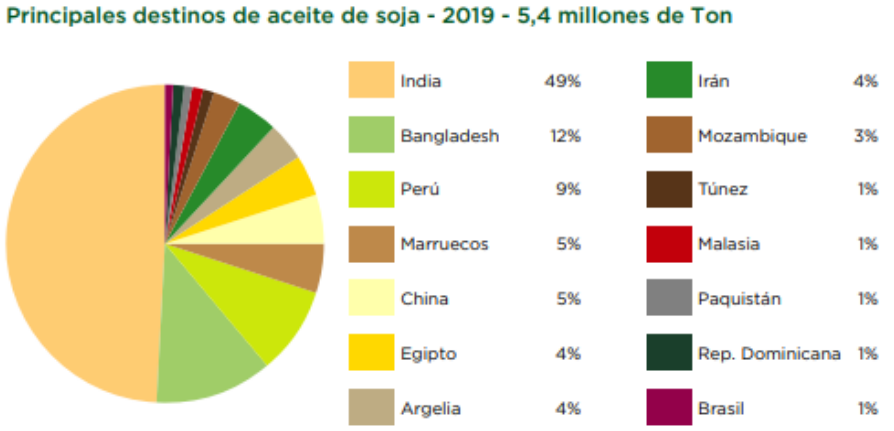


Figura 59: Principales destinos del aceite de soja. (Fotografía del mercado mundial y local del aceite de soja, 2019)

En el año 2018, los despachos del aceite aportaron 2,8 millones de dólares, consolidándose como el segundo rubro más importante entre las exportaciones del complejo de la soja.

Producto	Monto FOB (en US$)
Harina/Pellets de soja	9.189.604.503
Aceite de soja	***2.891.074.240***
Poroto Soja	1.437.330.841
Biodiesel	970.715.470
Lecitina de soja	72.519.842
Glicerina	66.103.956
Poroto Soja p/siembra	16.225.916
"Harina de poroto de soja"	5.061.136
Expellers de soja	2.365.047

Tabla 16: Argentina. Exportaciones complejo soja. (Fotografía del mercado mundial y local del aceite de soja, 2019)

Por último, en cuanto a la producción de biodiesel, Argentina, es el segundo productor mundial de biodiesel, con 13,1 por ciento del mercado, después de Estados Unidos, que lidera con 14,3 por ciento. Brasil se ubica en quinto lugar, con 9,7 por ciento de participación. (CEPAL, 2011)

En Argentina existen 37 plantas productoras habilitadas por la Secretaría de Energía, con una capacidad de producción anual conjunta cercana a 4,4 Mt/año. Es un complejo industrial de gran relevancia para el país, ya que en el año 2016 produjo cerca de 2,6 Mt de biodiesel, exportando 1,6 Mt y generando divisas por U$S 1.175 millones (La industria del biodiesel en Argentina, 2017). El tamaño de las plantas de Biodiesel es variable, hay siete plantas que cuentan con una capacidad de producción anual de entre 200.001 y 700.000 t/año, tres de las plantas se encuentran en el rango de 100.001 a 200.000 t/año, dieciséis plantas entre 50.001 y 100.000 t/año, tres plantas entre 20.001 y 50.00 t/año y, por último, ocho plantas que producen menos de 20.000 t/año.

Rango de tamaño (capacidad de producción en tn/año)	Número de plantas
Menos de 20.000 tn/año	8
Entre 20.001 y 50.000	3
Entre 50.001 y 100.000 tn/año	16
Entre 100.001 y 200.000	3
Entre 200.001 y 700.000 tn/año	7
Total	**37**

Tabla 17: Tamaño de las plantas de biodiesel en Argentina. (La industria del biodiesel en Argentina, 2017)

Por otro lado, como se puede ver en el mapa a continuación, la mayoría de las plantas se encuentran localizadas en la provincia de Santa Fe donde se tiene una capacidad de producción anual de 3,4 millón de toneladas de biodiesel, o el 79% de la capacidad total de producción nacional. El motivo de la gran radicación de plantas de biodiesel en esta provincia tiene que ver con la existencia y funcionamiento del complejo industrial oleaginoso del Gran Rosario, el cual abastece de aceite de soja – materia prima principal- a los módulos de biocombustible. En la provincia de Córdoba, no hay plantas de Biodiesel, por el momento solo hay registradas tres plantas de Bioetanol.

Figura 60: Distribución geográfica de Plantas de Biodiesel en Argentina.
(Secretaria de energia , 2019)

Durante 2011 se produjeron 2,4 millones de toneladas de biodiesel, de las que 740.000 se destinaron al mercado interno para cubrir el corte obligatorio de ese momento del 7%, y el remanente, 1,66 millones de toneladas, se vendió al mercado externo por un monto de 2.000 millones de dólares.

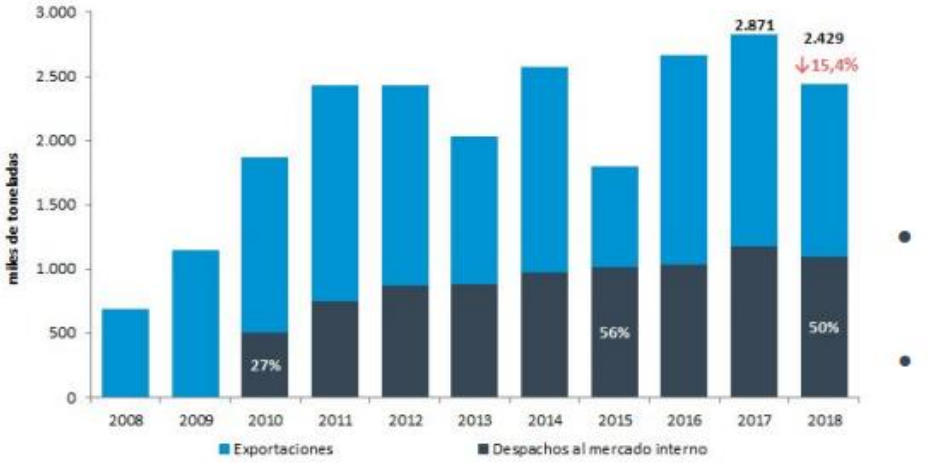


Figura 61: Producción de Biodiesel y destino. Periodo 2008-2018. En miles de toneladas. (informes de cadenas de valor - oleaginosas: Soja, 2019)

Del grafico anterior, se puede observar cómo la producción de biodiesel en base a aceite de soja comenzó a expandirse a partir del año 2008 y mantuvo una tendencia creciente hasta el año 2012. Principalmente, por el impulso de la demanda externa (UE) y desde 2010 por el crecimiento de la demanda interna. Desde 2012 la evolución de la producción detiene la tendencia creciente por la reducción de las exportaciones (primero, por medidas comerciales implementadas por la UE respecto del biodiesel proveniente de Argentina y luego, por cierre del mercado de EE.UU.). El aumento del corte para el mercado interno no logró compensar los mercados de exportación y la producción se muestra fluctuante en los últimos años (informes de cadenas de valor - oleaginosas: Soja, 2019).

En relación a las exportaciones de biodiesel a la Unión Europea (UE), se destaca que, en 2012, la UE inició una investigación por supuesto dumping. Este proceso involucró a la Argentina y también a Indonesia, ambos importantes productores y exportadores mundiales de biodiesel. Los procedimientos fueron iniciados debido a las reclamaciones de la European Biodiesel Board. Como resultado, en mayo de 2013 la UE aplicó un derecho antidumping provisional a las importaciones de biodiesel desde la Argentina (entre 6,8% y 10,6%) y a las provenientes de Indonesia (entre 0% y 9,6%). Para ello, se basó en estimaciones de costos de producción de las firmas argentinas, estimaciones que están alejadas de la realidad (Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto de la República Argentina, 2013). En noviembre de 2013, fijó derechos antidumping definitivos por cinco años que rondan entre los €216 y los €245 la tonelada neta de biocombustible proveniente de la Argentina, y entre los €76 y los

€178 la tonelada neta de biocombustible proveniente de Indonesia (Diario Oficial/ de la Unión Europea, 2013b) (Miguez Doporto & Lottici , 2014).

Esto significó que el biodiesel que Argentina venía exportando ya no era elegible para ingresar en ese mercado. Esto implicó un importante perjuicio para la industria nacional de biodiesel (FAO , 2013).

La ley antidumping es una medida de defensa comercial, dentro del ámbito de los trámites aduaneros, que se lleva a cabo cuando un suministrador extranjero practica precios inferiores a los que aplica en su propio país. Esta práctica es conocida como dumping. El dumping tiene un objetivo discriminatorio sobre los precios, con la intención de dejar al productor que lo ejerce en una posición monopolística, con la expulsión de los productores locales o a los posibles competidores internacionales. Además, el dumping evita nuevas líneas empresariales que podrían aparecer sin la presión de éste.

Otro hecho que ocurrió, fue que, en el año 2009, la Unión Europea (UE) sancionó dos Directivas: la 28/2009, que establece el objetivo de alcanzar el 20 % del consumo energético de la UE a través de fuentes de energía renovable para el 2020; y la 2009/30, que establece los objetivos nacionales de cuotas de energía de fuentes renovables para el transporte y criterios de sustentabilidad para los biocombustibles. Dentro de estos criterios, uno de ellos establece que la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivada del empleo de biocombustibles deberá ser como mínimo del 35% con respecto a los combustibles fósiles que reemplacen. Para el caso del biodiesel de soja la Directiva establece un valor por defecto de ahorro de GEI del 31%, por lo cual el biodiesel argentino tuvo trabas para el ingreso a ese mercado (Miguez Doporto & Lottici , 2014).

Situación actual en Estados Unidos

Estados Unidos de América cuenta con aproximadamente 97 plantas de biodiesel con una capacidad de producción anual promedio de 7,7 millones de toneladas según información de la Energy Information Administration (EIA). En el cuadro se observa una comparación de la capacidad de producción de la industria del biodiesel en la Argentina y en Estados Unidos.

	Número de plantas	Capacidad producción Industria (tn/año)	Producción Anual	Grado de utilización
USA	97	7.750.000	5.210.599	67%
Argentina	37	4.398.800	2.659.275	60%

Tabla 18: Capacidad de Producción de la Industria de Biodiesel y Producción del año 2016. (Bolsa de Comercio de Rosario , 2017)

Estados Unidos tiene 11 mega fábricas con capacidades de producción muy relevantes, por encima de las 201 mil toneladas por año. La Planta más importante es la de la firma RBF Port Neches LLC, tiene una capacidad de producción de 600 mil toneladas, similar a la ubicada en el Gran Rosario. Las tres plantas que le siguen en orden de importancia se encuentran en aproximadamente 300 a 335 mil toneladas/año, por debajo de las que ostentan ese lugar en el ranking argentino: Patagonia Bioenergía, RENOVA y Terminal 6. Estas plantas de nuestro país tienen capacidades de 480 mil tn/año.

	2016/2017
Stock Inicial	765.122
Producción	10.232.990
Importaciones	147.417
Oferta Total de Aceite de soja	11.145.613
Uso de aceite de soja para Biodiesel	2.812.258
Otros usos de aceites de soja	6.509.017
Exportaciones aceite de soja	975.219
Demanda Total de Aceite de soja	10.296.494
Stock Final	703.972
% Uso de aceite de soja en producción de Biodiesel respecto de la demanda total	27%

Tabla 19: Oferta, demanda y cuota de aceite de soja utilizada para la producción de Biodiesel en Estados Unidos (en tn). (Bolsa de Comercio de Rosario , 2017)

Por otro lado, se puede observar que el 27% de la demanda total de aceite de soja en los Estados Unidos se dirige a la producción de biodiesel. Es decir, 2,8 millones de toneladas de aceite de soja sobre una demanda total de 10,2 millones de toneladas. La producción de aceite de soja en USA ronda las 10 millones de toneladas, destinándose casi 1 millón a la exportación y 6,5 millones de toneladas a otros usos domésticos que no son la producción de biodiesel.

Este consumo local fuerte en USA es la principal diferencia que tiene con nuestro país, ya que, con una producción de casi 8,2 millones de toneladas de aceite de soja,

Argentina destina cerca de 2,8 millones de toneladas a la producción de biodiesel y el resto al mercado de exportación (cerca de 5,3 millones de toneladas).

Reflexiones finales

El potencial de Argentina está concentrado en las exportaciones de aceites vegetales. Es el mayor exportador de aceites vegetales y el segundo de soja en granos de todo el continente latinoamericano. Se exportan 5,3 millones de toneladas de aceite vegetal por año aproximadamente. Esos números demuestran que Argentina tiene un cierto potencial de exportación de biodiesel, sin embargo, es necesario crear mayor cantidad de normativas e incentivos que apoyen este mercado.

Por otro lado, si bien el campo del conocimiento de los biocombustibles y específicamente del biodiésel está en constante crecimiento e innovación, hay varios factores que impulsan a pensar en una oportunidad asociada a la producción de este biocombustible. Por un lado, la viabilidad técnica para introducir el biodiesel en actividades de transporte sin grandes modificaciones (ni en los motores ni en las infraestructuras de transporte de combustible ni en los servicios de distribución minorista). Por otro lado, el desarrollo de la biotecnología y la no dependencia de combustibles basados en petróleo, y la importancia de impulsar la economía regional, con sistemas de producción descentralizados y aprovechando la posibilidad de agregar valor a las cadenas productivas agrícolas al permitir que los propios productores de biomasa puedan convertirse en productores agroindustriales (productores de biocombustibles).

Finalmente, lo que se buscó con este análisis del estado del arte de los biocombustibles en Argentina, particularmente del biodiesel, es que se tenga una dimensión de la capacidad y potencial que tiene el país, y que se tenga noción de cuáles son las bases de la producción e implementación de dicho combustible.

BIBLIOGRAFÍA

agenergia.org. (2002). *Perspectiva ambiental - biocombustibles .*

agro.uba.ar. (s.f.). Recuperado el 2021, de https://www.agro.uba.ar/catedras/cultivos_industriales/galeria/soja

aimdigital.com.ar. (2021). Obtenido de https://www.aimdigital.com.ar/nacionales/biocombustible-y-el-mapa-de-los-actores.htm

Alatorre, J., Joseluis, S., Galindo, L., Mostacedo, S., Carbonell, J., & Reyes, O. (2017). *El cambio climático y el sector de energía en América Latina.* Publicación de las Naciones Unidas.

BCR. (2021). *Esperado alivio: FInalmente mejoraron los precios del biodiesel y el bioetanol.*

bcr.com.ar. (s.f.). Recuperado el 2021, de (https://www.bcr.com.ar/es/mercados/gea/estimaciones-nacionales-de-produccion/estimaciones).

bcr.com.ar. (2019). Obtenido de https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/fotografia-del#:~:text=Producci%C3%B3n%20de%20Aceite%20de%20Soja,global%20que%20supera%2056%20Mt

bcr.com.ar. (2021). Obtenido de https://www.bcr.com.ar/es/mercados/gea/estimaciones-nacionales-de-produccion/estimaciones

boletinoficial.gob.ar/. (2021). Obtenido de https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/239499/20210104

Bolsa de Comercio de Rosario . (2017). *La industria del biodiesel en Argentina.*

Carbio. (2017). Recuperado el 2021, de http://carbio.com.ar/wp-content/uploads/2017/10/Art%C3%ADculos-Semanal-BCR-_17_09_01.pdf

CEPAL. (2011). *Brasil, Argentina y Colombia lideran producción de biocombustibles en la región.*

datos.gob.ar. (s.f.). Recuperado el 2021, de https://datos.gob.ar/tr/dataset/energia-plantas-productoras-aceite-vegetal

energias de mi pais. (s.f.). *energiademipais.educ*. Recuperado el 2021, de http://energiasdemipais.educ.ar/la-matriz-energetica-argentina-y-su-evolucion-en-las-ultimas-decadas/

FAO . (2013). *La Bioenergia en América Latina y El Caribe - El estado de arte en países seleccionados.*

FAO. (2014). *Terminología Unificada sobre Bioenergía. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.*

FAO. (2019). *De la Biomasa a la Energía Renovable: Dendroenergía en Argentina. Núcleo de Capacitación en Políticas Públicas.*

Ganduglia, F., Leon , J., Gasparini , R., Rodriguez, M., Huarte, G., Estrada, J., & Filgueiras, E. (2009). *Manual de biocombustibles.*

geoportal.agroindustrial.gob.ar. (s.f.). Recuperado el 2021, de https://geoportal.agroindustria.gob.ar/tematizador/agricola/

IICA, F. G. (2009). *MANUAL DE BIOCOMBUSTIBLES.*

infoAgro.com . (s.f.). Recuperado el 2021, de https://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/soja.htm

infoleg.gob.ar. (s.f.). Recuperado el 2021, de http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/20000-24999/23981/norma.htm

(2019). *informes de cadenas de valor - oleaginosas: Soja.* ISSN 2525-0221.

Ing Fulginiti, F. (2020). *"Bioenergía - Cultivos Energéticos".* Curso: Energía de Biomasa y Geotérmica (MR07). Universidad Nacional de Córdoba .

IPCC. (2015). *Cambio Climático: Mitigación. Guía resumida del Quinto Informe de evaluación del IPCC.* Guía resumida del Quinto Informe de evaluación del IPCC.

La Voz. (2021). Recuperado el 2021, de https://www.lavoz.com.ar/politica/biocombustibles-los-k-van-por-una-nueva-ley-que-contempla-reduccion-de-los-cortes

MAGYP. (2020). Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Pesca .

Miguez Doporto, I., & Lottici , M. (2014). *¿Que hay detras de las medidas comerciales europeas contra el biodiesel argentino?*

minem.gob.ar. (2019). Recuperado el 2021, de http://datos.minem.gob.ar/dataset/balances-energeticos

news.agrofy. (2021). Obtenido de https://news.agrofy.com.ar/noticia/193270/se-presento-proyecto-oficial-ley-biocombustibles-que-dice-y-como-quedan-cortes

OETEC.ORG. (s.f.). Obtenido de : https://www.oetec.org/nota.php?id=5149&area=17

sinavimo.gob.ar. (s.f.). Recuperado el 2021, de https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/glycine-max#:~:text=Caracter%C3%ADsticas%20morfol%C3%B3gicas%3A,pardo%20m%C3%A1s%20o%20menos%20gris%C3%A1ceo

viapais. (s.f.). *viapais*. Obtenido de https://viapais.com.ar/cordoba/ley-de-biocombustibles-con-un-cambio-que-beneficia-a-cordoba-presentaron-el-proyecto-final/

CAPÍTULO 7: ETIQUETADO AMBIENTAL EDILICIO, ESTADO ACTUAL

Lourdes Marini[48], Santiago M. Reyna[49], Fabián Fulginiti[50]

Resumen

Este capítulo trata el estado actual entorno al etiquetado ambiental edilicio en la provincia de Córdoba y su proceso de implementación, enfocándose en los aspectos técnicos que se han propuesto su generación y además se mencionan aquellos actores y programas que han estado trabajando en torno a esta temática para así tener una visión general de las medidas que se están tomando en la provincia y el país.

Palabras Clave

Energía, Eficiencia Energética, Etiquetado Ambiental Edilicio, Córdoba.

Abstract

The purpose of this chapter is to provide, through a technical perspective, the current status of environmental labelling of buildings in the province of Cordoba and its implementation process, focusing on the proposals that have been made for its generation and also mentioning those actors and programmes that have been working on this topic in order to have an overview of the measures that are being taken in the province and the country.

Introducción

De forma introductoria se comienza explicando la situación actual en relación con el consumo energético en el sector residencial y así fundamentando la necesidad de aplicar un sistema de etiquetado ambiental, concepto que se desarrollará más adelante.

[48] Ingeniera ambiental, FCEFyN – UNC, marinilourdes@gmail.com
[49] Ph.D. en Ingeniería de la Universidad de Purdue; Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Córdoba. santiagoreyna@unc.edu.ar
[50] Mag. Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Córdoba. fabianfulginiti@unc.edu.ar

Un tema de gran relevancia actual es la problemática asociada al Cambio Climático, el cual genera un aumento de la temperatura de la superficie terrestre debido principalmente al incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Según el inventario nacional de gases de efecto invernadero de la Argentina, el sector energético es el principal generador de GEI representando el 53% de las emisiones totales del país (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2017) debido que se abastece de combustibles fósiles para la generación de calor, electricidad, entre otros.

En cuanto a la situación energética actual de la Argentina, el suministro residencial es provisto principalmente a partir de recursos fósiles como ser el gas natural, petróleo y sus derivados. Según el informe anual de CAMMESA del 2018, los usuarios residenciales representaron un 42,8% de la demanda eléctrica total del país (CAMMESA, 2018). Por otro lado, el informe anual de ENERGAS del 2019, los usuarios residenciales representaron un 21,2% del gas natural total entregado (ENERGAS, 2019). Con estos valores vemos que este sector tiene un gran peso dentro del consumo energético del país, por lo que genera una gran oportunidad a la hora de aplicar un sistema de uso racional y eficiente de la energía en edificaciones.

Debido a esto, se han empezado a buscar posibles soluciones para revertir esta situación entre las cuales aparece el etiquetado ambiental edilicio, como herramienta de eficiencia energética y uso racional de la energía. Desde una perspectiva general, la eficiencia energética, como concepto, agrupa acciones que se toman tanto en el lado de la oferta como de la demanda, sin sacrificar el bienestar ni la producción, permitiendo mejorar la seguridad del suministro logrando, además, ahorros tanto en el consumo de energía como en la economía de la población en general. Simultáneamente se generan reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero y mejoras en las finanzas de las empresas energéticas (Sepúlveda & Abarca, 2001). Por otro lado, el Uso Racional y Eficiente de la Energía, involucra todas aquellas acciones que se realicen en el quehacer energético para optimizar su uso. Parte de elegir los recursos adecuados, pasando por el hecho que los servicios y consumidores sean eficientes (Moragues, 2011).

Dentro de esta herramienta tan importante como es la eficiencia energética, se encuentra en desarrollo lo que se conoce como sistema de etiquetado ambiental edilicio que consiste en brindar una certificación ambiental, otorgada por el órgano regulador del sector correspondiente que, en general, tiene en cuenta el uso eficiente tanto de los recursos y el diseño constructivo para un posterior ahorro energético (Romano Pamies, Alías Herminia, & Jacobo, 2018). La etiqueta aparece como

respuesta al problema energético anteriormente mencionado, ya que la misma nos permite de forma directa conocer el consumo energético de la vivienda, es decir es una herramienta de decisión. A nivel general, el uso de estos sistemas de etiquetado permitiría disminuir el consumo energético del sector residencial relajando el sector de generación de energía y consecuentemente disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas. Desde un punto de vista más específico esto permite disminuir los costos asociados al uso de la energía producidos por construcciones deficientes energéticamente, brindando una calificación más elevada al inmueble, mayor facilidad de venta o alquiler y, así, aumentar su cotización.

La provincia de Córdoba trabaja en un proyecto de etiquetado ambiental edilicio que, sumado a otros instrumentos legales tales como la Ley N° 10.572 de uso racional y eficiente de la energía, la Ley N° 10.573 de fomento a la energía solar térmica y la ya mencionada de generación distribuida permitirían un marco regulatorio que apunte a un desarrollo económico sustentable y amigable con el medio ambiente. En este sentido, es muy importante acelerar el proceso al máximo e implementar el etiquetado edilicio lo antes posible (Rojas, 2020).

A pesar de sus múltiples beneficios a micro y macro escala, la puesta en marcha de acciones de eficiencia energética suele verse demorada porque los agentes (empresas o personas) se enfrentan con serias barreras; como ser económicas, financieras, de información, tecnológicas y políticas que los mecanismos de mercado no pueden superar espontáneamente. Por estos motivos, se requiere de la implementación de acciones específicas de parte del Estado. La gestión de la demanda de energía debe plantearse cada vez más como un elemento fundamental de la política energética del país. Su reducción permite avanzar hacia objetivos de bajas de costos de aprovisionamiento de energía, de mitigación del impacto ambiental y de incremento de la seguridad energética, de la forma más económica posible (CAMMESA, 2018). Es por esto, la importancia de un marco jurídico definido que promueva la implementación de dichas políticas energéticas.

Finalmente, podemos analizar distintos indicadores que indican la calidad de vida del ser humano, como es el “Índice de Desarrollo Humano” (IDH), el mismo contempla los logros medios obtenidos en las dimensiones fundamentales de desarrollo humano, o sea, tener una vida larga y saludable, adquirir conocimientos y disfrutar un nivel de vida digno. En otras palabras, este índice contempla salud, ingresos y educación. Si analizamos la siguiente figura, en la cual se representa el IDH en función del consumo de energía por país.

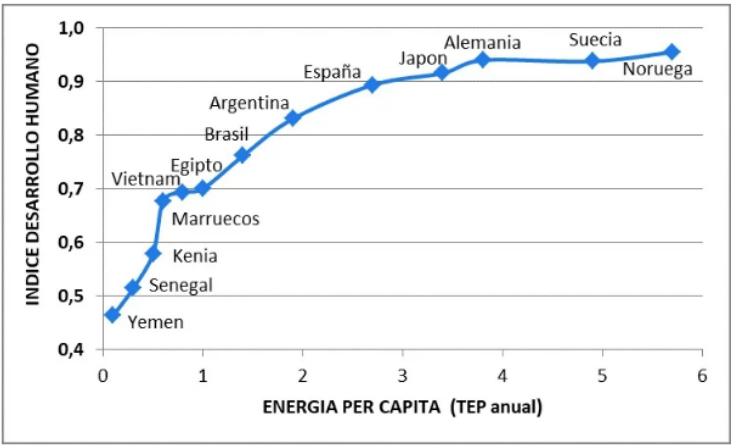


Figura 62: Total Energía (2020). IDH vs Energía per Cápita. Obtenido de: https://www.totalenergia.es/es/pymes/blog/la-energia-y-el-desarrollo-de-la-humanidad

Este gráfico representa una relación directa entre el consumo de energía y la calidad de vida de la población de los distintos países, pero una vez alcanzado cierto valor de IDH, a medida que aumenta el consumo per cápita de energía el IDH no aumenta significativamente como se observa en los países como Alemania, Suecia o Noruega (TOTAL, 2020). Con esto se pretende hacer énfasis en que un aumento en el consumo energético mayor no cambia la calidad de vida de un individuo, extrapolándolo a una familia o hacia una población en particular.

Conceptos Técnicos

En este apartado, se desarrollan las razones por los cuales los sistemas constructivos actuales no son del todo eficientes energéticamente. Además, se introducen conceptos nuevos en torno a las construcciones pasivas con menor consumo, valorando los posibles ahorros energéticos y económicos que se obtendrían de su implementación. Finalmente, se menciona un sistema de etiquetado de viviendas puesto en marcha en la provincia de Santa Fe, Argentina, en lo que respecta a la constitución de la etiqueta.

Uso y diseño eficiente de viviendas

Como mencionamos anteriormente, el etiquetado de viviendas tiene como objetivo brindar una herramienta de decisión a la hora de comprar, alquilar o construir un inmueble destinado a una vivienda, en relación al grado de eficiencia energética de la misma. Está orientado a promover no solo el uso eficiente sino también el diseño

eficiente; lo cual involucra calidad ambiental (incluyendo aspectos relacionados con el confort térmico), una eficiente utilización del agua (que apunta a reducir el uso de agua potable para uso sanitario y riego), selección de materiales para la construcción (priorizando aquellos materiales que tengan menor impacto ambiental) y una adecuada gestión de los residuos durante la construcción.

Volviendo al aspecto energético, las viviendas tradicionales pierden energía en forma de calor por muros sin aislamiento (25%), renovación de aire (20%), techos (30%), puentes térmicos (5%), ventanas (13%) y por suelo (7%) (Rodriguez, 2021); lo que genera una necesidad de sistemas de acondicionamiento activos para generar un aporte de calor adicional y así mantener un determinado confort térmico en el interior de las mismas. Es por esto que, para disminuir el consumo de una vivienda, es recomendable aplicar lo que se conoce como sistemas de viviendas pasivas. Estos sistemas necesitan 90% menos de energía y ese 10% restante puede ser proporcionado por nuestro propio calor corporal, el sol, los electrodomésticos o un buen control solar. Las viviendas pasivas son aquellas en las que se disminuye el consumo energético debido a que se aplican procedimientos específicos a lo largo del desarrollo y la ejecución del proyecto en función de seis principios generales (Hildebrandt Gruppe, 2015). Estos principios son:

- Súper aislamiento: Implica que la envolvente térmica debe ser mucho más aislante que las tradicionales, incluyendo capas de materiales de alta resistencia térmica que impidan las ganancias o pérdidas de calor indeseadas.
- Eliminación de puntos térmicos: Es decir, evitar aquellos puntos en la envolvente de un edificio en los que existe una variación de la uniformidad por cambios en el espesor del cerramiento o por el encuentro de distintos planos o materiales de construcción. En estas áreas se debilita la asolación y se producen pérdidas de calor que pueden llegar a condensar el vapor de agua del aire dentro de la vivienda y desarrollar hongos.
- Control de infiltraciones: La ventilación de aire debe ser controlada por un recuperador de calor, que evite deficiencias ocasionadas por diferencias en los flujos de entrada y salida del aire. Es posible controlar las infiltraciones de aire de forma que el edificio sea calefaccionado a través de una ventilación mecánica.
- Recuperación de calor: Se basan en sistemas que toman el calor transportado por el aire interior y lo transfieren al aire que recoge del exterior. De esta

forma se controla el caudal, se mantiene un buen nivel de temperatura y se elimina la concentración excesiva de humedad, CO_2 y las bacterias y hongos.

- Ventanas y puertas de altas prestaciones: Las aberturas deben estar bien aisladas y optimizadas para mejorar los coeficientes de sombra y transmisión de luz visible. Su orientación es fundamental para aprovechar esta fuente de calor por lo que exigen una adecuada planificación que debe hacerse de acuerdo a la ubicación y condiciones climáticas del área de construcción.
- Optimización del calor: Involucra el aprovechamiento de todas las ganancias de calor generadas por las personas, electrodomésticos e iluminación.

Siguiendo estos principios, estos edificios deberían tener consumos y temperaturas aproximadas a:

- Una demanda energética de 15 kWh/m^2/año para calefacción y enfriamiento.
- Un consumo de energía primaria inferior a 120 kWh/m^2/año (incluyendo climatización, iluminación y electrodomésticos).
- Temperaturas interiores de la envolvente en invierno mayores a 20ºC, manteniendo una banda de confort que varía entre esa cifra y los 25ºC.

Esto, traducido en porcentajes de consumo; por ejemplo, si analizamos el caso de España con un clima mediterráneo muy similar a la provincia de Córdoba, podemos ver que, aplicando los sistemas de casas pasivas, se logra una disminución del 85% en consumo energético para calefacción y un 65% menos en consumo energético para aire acondicionado. Por otra parte, en lo que refiere a costos de construcción la diferencia es un 2,85% mayor al de las construcciones convencionales (Rodriguez, 2021).

Sistemas de etiquetado

A continuación, se procede a analizar la elaboración de un sistema de etiquetado, en este caso, realizado en la provincia de Santa Fe, el cual fue puesto a prueba dos veces dentro de la provincia y luego en San Carlos de Bariloche, Mendoza – Godoy Cruz y San Miguel de Tucumán para poder ajustar el procedimiento de cálculo y el aplicativo informativo teniendo en cuenta distintas zonas bioclimáticas.

En la provincia de Santa Fe, la Secretaría de Estado de la Energía, a través de la Dirección de Ahorro y Eficiencia Energética, ha desarrollado el primer aplicativo informático del país para la certificación de Eficiencia Energética de Viviendas

denominada “CERTIVIVIENDAS”. El aplicativo permite a un «certificador energético» cargar los datos del relevamiento de un inmueble y obtener como resultado el certificado de eficiencia energética. Este aplicativo funciona no sólo para inmuebles existentes sino también para proyectos de vivienda a construir. Además de obtener la «etiqueta energética» de un inmueble, el aplicativo brinda un análisis detallado del comportamiento de la vivienda, detecta los elementos más críticos y sugiere distintas posibilidades de mejoras (Ministerio de Ambiente y Cambio Climático).

La etiqueta energética brinda información sobre:

- Datos del inmueble: Tipo de edificio, tipo de uso, año de construcción, localidad, dirección, piso, dpto, orientación, identificación catastral.
- Datos de la certificación: fecha de evaluación, lugar de emisión fecha de emisión, tiempo de validez.
- Ubicación geográfica en la manzana.
- Datos del certificador.
- Etiqueta.
- Fotografía de fachada.
- Termografía de fachada.
- Índice de prestaciones energéticas, en el cual se indican los requerimientos específicos de energía para calefacción, refrigeración, producción de agua caliente sanitaria (ACS) e iluminación.
- Características Técnicas: Zona bioclimática, volumen climatizado, superficie bruta climatizada, transmitancia de paredes, transmitancia de techos, transmitancia de piso, transmitancia de cerramientos coeficiente global de intercambio y constante de tiempo para invierno y verano.

La etiqueta tiene una clasificación desde la letra “A” a la “G” donde la letra A es la más eficiente y la letra G es la menos eficiente. Estas clasificaciones se encuentran asociadas a un Índice de Prestaciones Energéticas (IPE), este es un valor característico de la vivienda, que representa el requerimiento teórico de energía primaria para satisfacer las necesidades de calefacción en invierno, refrigeración en verano, calentamiento de agua sanitaria e iluminación, durante un año y por metro cuadrado de superficie, bajo condiciones normalizadas de uso. Se expresa en kWh/m^2año. A los fines de certificar las prestaciones energéticas de un inmueble es necesario definir un balance de energía asociado al mismo. Si se considera la totalidad del inmueble como un sistema, éste intercambia energía con el ambiente circundante de diversos modos. A los efectos de la elaboración del índice IPE interesa contabilizar los flujos netos de

energía, contemplados en el Balance Energético Nacional, asociados a los siguientes usos: 1) Calefacción en invierno 2) Refrigeración en verano 3) Producción de agua caliente sanitaria 4) Iluminación. Se habla de flujos netos pues, si en la vivienda existieran sistemas de producción de energía de cualquier tipo, entonces dicha producción debería contabilizarse como una sustracción al consumo (Secretaría de Estado de la Energía, 2016).

El Índice de Prestaciones Energéticas (IPE), queda determinado por la diferencia entre el requerimiento específico global de energía primaria (EP_{GL}), que considera la demanda específica anual de energía primaria para calefacción en invierno, refrigeración en verano, producción de agua caliente sanitaria e iluminación; y las contribuciones de energía generada a partir de fuentes renovables en la fracción destinada al autoconsumo ($f_{AUT}EP_{REN}$) bajo cualquiera de sus formas.

$$IPE = EP_{gl} - f_{AUT}EP_{REN} \quad \left[\frac{kWh}{m^2 año}\right]$$

Siendo:

EP_{GL}: Requerimiento específico global de energía primaria. Este término contempla los consumos asociados a: 1) Calefacción en invierno 2) Refrigeración en verano 3) Producción de agua caliente sanitaria 4) Iluminación.

$$EP_{GL} = EP_C + EP_V + EP_{ACS} + EP_{IL} \quad \left[\frac{kWh}{m^2 año}\right]$$

EP_C: el requerimiento específico de energía primaria para calefacción en invierno.

EP_V: el requerimiento específico de energía primaria para refrigeración en verano

EP_{ACS}: el requerimiento específico de energía primaria para producción de agua caliente sanitaria.

EP_{IL}: el requerimiento específico de energía primaria para iluminación.

EP_{REN}: la contribución específica de energías renovables

$$EP_{REN} = EP_{ST} + EP_{FV}$$

Siendo:

EP_{ST}: La contribución especifica de energía solar térmica, en kWh.

EP_{FV}: La contribución específica de energía solar fotovoltaica, en kWh.

f_{AUT}: la fracción de autoconsumo de energía generada a partir de fuentes renovables, cuyo valor queda determinado según la siguiente expresión:

$$f_{AUT}: \begin{cases} 1 & si \quad EP_{REN} \leq EP_{GL} \\ \dfrac{EP_{GL}}{EP_{REN}} & si \quad EP_{REN} > EP_{GL} \end{cases}$$

Este indicador es independiente del uso, y permite cuantificar las prestaciones energéticas de las viviendas para poder compararlas con un criterio unificado y, a partir de esto, construir una línea de base que sirva como referencia para la elaboración de políticas públicas y el direccionamiento de mecanismos de incentivos diversos. La escala de letras es diferente para cada zona climática del país.

Avances en el país

En esta sección mencionaremos aquellos programas y acciones que se vienen llevando a cabo al día 15 de mayo del 2021 en relación con el etiquetado ambiental edilicio en el país y, finalmente, se hará énfasis en el trabajo que se está realizando en la provincia de Córdoba.

A nivel Nacional:

A nivel nacional podemos encontrar los siguientes programas y actividades.

Redes de aprendizaje de Eficiencia Energética (Ministerio de Economia, 2021).

Las redes de aprendizaje son metodologías buscan involucrar distintos actores que tienen un mismo objetivo en común para así poder alcanzarlo, por lo que se produce un intercambio de experiencias y acompañamiento técnico brindado por expertos en la materia. El objetivo de las redes de aprendizaje es mejorar el desempeño energético de las organizaciones participantes, ayudándolas a implementar sistemas de gestión de la energía (SGEN).

Está conformada por empresas de distintos sectores productivos y se basa en pilares fundamentales como: Elaboración de diagnósticos iniciales que permitan establecer una línea base o punto de partida; Establecimiento de metas tanto individuales como compartidas; acompañamiento técnico orientado a ayudar a los participantes a cumplir con las metas fijadas; evaluación final, con el objeto de determinar hasta qué punto se han alcanzado las metas de la red.

Se establecen distintas actividades a realizar dentro de un lapso de tiempo determinado: 1) Capacitación: Realización de talleres para desarrollar habilidades y competencias en los temas principales que implica un SGEN. 2) Seguimiento de implementación: Ejecución de los avances asignados después de cada uno de los talleres.

Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares.

El objeto de esta encuesta es conocer detalladamente cómo se consume la energía en los hogares del país en la actualidad, mediante la incorporación del módulo energético en la Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares (ENGHo), que realiza el INDEC. Se recolectaron datos de 20 mil hogares urbanos de Argentina lo que permite caracterizar el consumo energético residencial y se obtener información necesaria para el desarrollo de programas de mejora de la eficiencia energética en este sector (Ministerio de Economia, 2021).

Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas (Ministerio de Economía).

El objetivo de este programa es poder introducir la Etiqueta de Eficiencia Energética como un instrumento que brinde información a los usuarios acerca de las prestaciones energéticas de una vivienda y constituya una herramienta de decisión adicional a la hora de realizar una operación inmobiliaria, evaluar un nuevo proyecto o realizar intervenciones en viviendas existentes. A largo plazo se pretenden generar un sello distintivo con incidencia en el valor de mercado de un inmueble, promoviendo la inversión, el desarrollo y el trabajo local. En acompañamiento a este programa se ha propuesto un “Curso de Etiquetado de Viviendas”, el cual se encuentra destinado a aquellos profesionales que se desempeñen en el ámbito de las construcciones civiles y el objetivo fundamental es dar aquellos lineamientos generales para la correcta determinación del Índice de Prestaciones Energéticas de las viviendas. Actualmente, se está desarrollando una Plataforma de e-Learning, para que funcione como herramienta que permita a los profesionales interesados realizar capacitaciones de forma virtual. El sistema de etiquetado se ha puesto a prueba en distintas regiones del territorio nacional para poder realizar ajustes sobre el mismo, para estas pruebas piloto se han seleccionado distintas zonas climáticas, teniendo en cuenta además particularidades socio-económicas y practicas constructivas locales.

El esquema del sistema de implementación del programa se realiza de la siguiente forma: La Nación es la que establece los lineamientos fundamentales del sistema de Etiquetado de Viviendas y genera las herramientas necesarias para su implementación en todo el territorio nacional, las provincias son las encargadas de la institución,

gestión y registro de las Etiquetas en sus jurisdicciones en el marco de sus facultades, y finalmente los municipios pueden utilizar el instrumento para su planificación urbana, modificando o adaptando sus códigos de edificación y definiendo exigencias.

Figura 63: Fuente: Ministerio de Economía (sf) Etiquetado de viviendas. Obtenido de: https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-en-edificaciones/etiquetado-de-viviendas

Provincia de Córdoba

A nivel provincial podemos encontrar los siguientes avances en torno a la implementación de sistemas de etiquetado ambiental edilicio.

Colegio de Arquitectos de la Provincia de Córdoba.

En la provincia se viene avanzando sobre la implementación de sistemas de etiquetado ambiental de viviendas por parte del Colegió de Arquitectos de la Provincia. El mismo comprende un sistema integral de auditoria y evaluación de performances de variables sustentables en edificios, tanto en etapa de proyecto como existentes. El objeto de este sistema es ser utilizado como un instrumento operativo para mejorar la eficiencia integral sustentable del diseño, la construcción y el uso efectivo de los edificios. Se plantean tres opciones de uso: a) como sistema de certificación integral, que plantea distintos puntajes relativos para proyectos y edificios existentes (1 a 100), teniendo en cuenta todos los parámetros; b) como sistema de auditoria, para el mejoramiento de la eficiencia, en edificios existentes aplicando de 12 a 15 parámetros referenciales; c) Como asistentes de diseño, para la verificación referencial de eficiencia en el proceso de gestión de proyectos (Colegio de Arquitectos de la Provincia de Córdoba, 2018).

Este sistema utiliza como fuente de información y análisis 32 parámetros de intervención clasificados en seis categorías de etiquetas: Sitio; Calidad Ambiental; Energía; Agua; Materiales; y Gestión (Energía Estratégica, 2017). Este protocolo posee, además, la capacidad de adaptación para distintos escenarios económico-ambientales, a través de un índice de corrección o "peso ambiental" para cada categoría de edificios, en distintos tipos de ambientes, permitiendo su ajuste en distintas regiones y situaciones diversas (Colegio de Arquitectos de la Provincia de Córdoba, 2018).

Proyecto de Ley Etiquetado Ambiental Edilicio.

Por otra parte, como mencionamos en la primera sección de este trabajo, recientemente se ha presentado en la provincia un proyecto de ley sobre etiquetado ambiental edilicio. El mismo contempla 26 artículos en los que se fijan objetivos, definiciones, consideraciones, campos de aplicación de la ley, entre otros. Además, en el Anexo de esta ley se establece los criterios para la creación del sistema de etiquetado ambiental.

El sistema propuesto dentro de este proyecto de ley fue creado considerando distintos criterios de sostenibilidad ambiental, los cuales involucran: Calidad Ambiental, Energía, Agua, Materiales, Sitio y Gestión Ambiental. Estos criterios deben ser incorporados desde el comienzo de cualquier proyecto, con estrategias explícitas de diseño y sistemas pasivos de acondicionamiento ambiental, reduciendo la dependencia en energía y agua, aprovechando la cosecha de agua de lluvia, eligiendo materiales sustentables de bajo impacto en el ambiente y la salud, y técnicas constructivas que apoyen la mano de obra disponible y capacitada local. Todo esto con el objetivo de Incorporar criterios de sustentabilidad medibles.

Cada uno de estos parámetros involucraría distintas variables mensurables para poder definir el grado de eficiencia de la certificación:

1. Calidad ambiental:

    a. CONFORT TÉRMICO: Definido como la condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico, dividido en: envolvente, recursos pasivos, transmitancia térmica máxima admisible. Permitiría implementar estrategias de diseño bioambiental y recursos de acondicionamiento pasivo para lograr el bienestar de los ocupantes.

    b. ILUMINACIÓN NATURAL: Permitiría generar confort y bienestar de los usuarios, y optimizar y reducir el uso de energía.

c. CALIDAD DEL AIRE INTERIOR.

2. Energía: Se basa en reducir el uso de energía implementando estrategias de diseño eficiente y la utilización de fuentes de energías renovables.

a. ENVOLVENTE, TRANSMITANCIA TÉRMICA: Permitiría establecer valores y métodos para el cálculo de propiedades térmicas de componentes y elementos de construcción en régimen estacionario.

b. EFICIENCIA ENERGÉTICA (ACTIVA Y PASIVA): Permitiría desarrollar viviendas que reduzcan el consumo de energía operativa (recursos activos). Se basaría inicialmente en envolventes de eficiencia para determinar su calificación.

c. ENERGÍA RENOVABLE: Permitiría lograr aumento creciente en la energía proveniente de fuentes renovables del sitio o entorno.

3. Agua: Se basa en reducir el uso de agua potable para uso sanitario y riego incorporando componentes de eficiencia hídrica, sistemas de reciclado y reúso de agua, cosecha de agua de lluvia y manejo adecuado de los excedentes hídricos.

4. Materiales: Se basa en la selección de materiales que dispongan de información sobre un ciclo de vida sustentable. El mismo tiene que estar basado en el concepto de huella hídrica, de forma que tienda a la disminución en el uso de agua potable o en condiciones de potabilizar; en el concepto de huella de carbono, de forma que se tienda a la disminución en el uso de energías contaminantes; en el de Impacto del Ciclo de Vida, para lograr promover el uso de productos y materiales para los cuales haya información disponible sobre el ciclo de vida; seleccionar productos de fabricantes que hayan verificado impactos medioambientales; productos de Madera Certificados, tomando como norma de referencia la Forest Stewardship Council FSC (Consejo de Administración Forestal) u otras similares, promoviendo así el uso de madera proveniente de bosques certificados. Finalmente, se debería tener certificación de la gestión de residuos y efluentes.

5. Sitio: Permitiría conservar áreas naturales y restaurar las dañadas. Se buscaría la calidad de vida de los habitantes de las mismas y de los trabajadores.

6. Gestión ambiental: Permitiría conocer cuáles son las buenas prácticas constructivas empleadas y cómo es el uso del edificio una vez que comienza a funcionar.

La etiqueta energética debe realizarse teniendo en cuenta estos criterios de sustentabilidad mencionados y además para su confección se deben utilizar normas nacionales e internaciones como ser normas IRAM e ISO respectivamente, y sistemas de certificación internacionales como ser LEED, EDGE, etc. de forma de generar la reglamentación faltante al proyecto de ley y así generar el documento técnico final de propuesta de etiqueta energética para viviendas.

CONCLUSIÓN

Como se vió en este artículo, los sistemas constructivos actuales de viviendas pueden ser mejorados para que los índices de consumo energético disminuyan, evitando perdidas caloríficas y reduciendo así las necesidades de calefacción, refrigeración e iluminación, entre otras. Es por esto que los usuarios residenciales representan una gran oportunidad para actuar sobre el sector de la demanda energética disminuyendo las tasas de consumo en la provincia de Córdoba. Para lograr esto se está trabajando en un sistema de etiquetado ambiental edilicio que permite relajar el sector de generación de energía, generar ahorros económicos para los usuarios y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero producidas. Es de importancia destacar que la aplicación de este tipo de sistemas en relación con procesos constructivos o de reacondicionamiento energético de viviendas permite avanzar hacia el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, en lo que respecta a los objetivos número 7 de “Energía Asequible y No Contaminante”, 8 de “Trabajo Decente y Crecimiento Económico”, 11 de “Ciudades y Comunidades Sostenibles” ,12 de “Producción y Consumo Responsables” y 13 de “Acción por el Clima”. Logrando también cumplir, además, con los compromisos medioambientales internacionales firmados por el país.

Hemos visto que distintos actores del sector público y privado tanto a nivel nacional y provincial se encuentran trabajando en herramientas de eficiencia energética y uso racional de la energía. En todos los casos sobresale la necesidad de un marco normativo que permita la implementación efectiva de este tipo de acciones energéticas que nos llevan hacia ciudades más sostenibles. Se encuentran a disposición distintas herramientas normativas y sistemas de certificación ya existentes y validados para generar así un documento técnico reglamentario sobre los sistemas de etiquetado ambiental edilicio. En otras palabras, las tareas para llevar este sistema a cabo son ya conocidas, falta un marco normativo que permita la regulación e

implementación del mismo de forma efectiva para comenzar a apreciar sus beneficios. El proyecto de ley de etiquetado ambiental edilicio contempla criterios que, además de mejorar el consumo de activos que consumen energía, promueve mejores prácticas de utilización de la energía, mejora la calidad de vida de los habitantes de las viviendas más eficientes y contribuye con la preservación de los recursos naturales limitados, por lo que también es un aporte a la comunidad y al medioambiente

BIBLIOGRAFÍA

CAMMESA. (2018). *Informe anual*. Recuperado el 2021, de http://ageera.com.ar/wp-content/uploads/2019/07/informe-anual-CAMMESA-2018.pdf

Colegio de Arquitectos de la Provincia de Córdoba. (2018). *Protocolo eSe- Marco de Referencia.*

ENERGAS. (2019). *Datos Operativos de Gas Natural: Total Sistema. Gas Entregado, por Tipo de Usuario.*

Energía Estratégica. (2017). Córdoba desarrolló un etiquetado de energía y sustentabilidad de inmuebles. *Energía Estratégica*.

Hildebrandt Gruppe. (31 de Agosto de 2015). *Hildebrandt Gruppe*. Recuperado el 2021, de http://www.hildebrandt.cl/principios-estandar-passivhaus/

Ministerio de Ambiente y Cambio Climático. (s.f.). *Eficiencia Energética*. Recuperado el Mayo de 2021, de santafe.gob.ar/ms/eficienciaenergetica/etiquetado-de-viviendas/certiviviendas/

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2017). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero.*

Ministerio de Economia. (Marzo de 2021). *Argentina.gob.ar*. Recuperado el Mayo de 2021, de https://www.argentina.gob.ar/noticias/que-hacemos-por-la-eficiencia-energetica

Ministerio de Economía. (s.f.). *Argentina.gob.ar*. Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-en-sectores-productivos/redes-de-aprendizaje-de-eficiencia-energetica

Ministerio de Economía. (s.f.). *Argentina.gob.ar*. Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-en-edificaciones/etiquetado-de-viviendas

Ministerio de Energía y Minería. (s.f.). *Ministerio de Energía y Minería*. Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de https://www.minem.gob.ar/www/835/26780/programa-de-ahorro-y-eficiencia-energetica-en-edificios-publicos

Moragues, J. (2011). *Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE).* Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva; Secretaria de Planeamiento y Politicas, Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovacion Productiva.

Rodriguez, C. R. (2021). *Eficiencia Energética. Modulo 4.* Presentación Power Point, Córdoba.

Rojas, D. (29 de Diciembre de 2020). Calificación. Importancia del etiquetado edilicio. *La Voz*.

Romano Pamies, C., Alías Herminia, M., & Jacobo, G. J. (2018). *Lineamientos e indicadores para la valoración de la sustentabilidad edilicia, de factible incorporación a las normativas de edificación vigentes en Resistencia y Corrientes. .*

Secretaría de Estado de la Energía. (2016). *Procedimiento de calculo del Índice de Prestaciones Energéticas.* Santa Fe.

Sepúlveda, S., & Abarca, R. (2001). *Eco-Etiquetado*. Recuperado el 2021, de http://repiica.iica.int/docs/B0236E/B0236E.PDF

TOTAL. (18 de 02 de 2020). *Total Energía*. Recuperado el 2021, de https://www.totalenergia.es/es/pymes/blog/la-energia-y-el-desarrollo-de-la-humanidad

CAPÍTULO 8: MODELADO DE LA EFICIENCIA GEOTÉRMICA DE BAJA ENTALPÍA

Manuel M. Reyna[51], Magalí E. Carro Pérez[52], Santiago M. Reyna[53]

Resumen

Este capítulo trata sobre potenciales aprovechamientos de la energía geotérmica de baja entalpía en la Provincia de Córdoba. A través de modelaciones se evaluó el desempeño de diversas configuraciones de bombas de calor geotérmicas en la ciudad de Córdoba. Los valores del COP (*Coefficient of Performance*) obtenidos en las modelaciones indican que existen beneficios sustanciales en el uso de bombas de calor en general, en particular bombas de calor geotérmicas. El uso de bombas de calor geotérmico puede disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo de combustibles, la mortalidad por emisiones contaminantes, costos de producción de energía y, en algunos casos, costos para el consumidor. Se reconoció además la dependencia del COP medio anual respecto a variables tales como la configuración de los intercambiadores de calor, los caudales circulados por ellos y la conductividad térmica del suelo.

Palabras clave

Energía geotérmica. COP. Bombas de calor. Eficiencia.

Abstract

This chapter deals with potential low enthalpy geothermal energy uses in the Province of Córdoba. The performance of various settings of ground coupled heat pumps in the city of Córdoba was evaluated using computational models. The resulting COP (Coefficient of Performance) values from the models show substantial benefits of the use of heat pumps in general, and ground source heat pumps in particular. Using

[51] Ingeniero Civil y Ambiental, FCEFyN, UNC, manuelmreyna@mi.unc.edu.ar
[52] Dra. en ciencias de la ingeniería, Ing. Civil, mcarroperez@unc.edu.ar
[53] Ph.D. en Ingeniería de la Universidad de Purdue; Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Córdoba. santiagoreyna@unc.edu.ar

ground source heat pumps can lower greenhouse gases emissions, fuel consumption, mortality associated to air pollution, energy production costs, and, in some cases, energy costs for users. Annual average COP was shown to be dependent on the setting of heat exchangers, fluid flow through them and soil thermal conductivity.

Introducción

Geotermia de baja entalpía

Se habla de energía geotérmica tanto para referirse a la energía disponible en el suelo que puede ser intercambiada en forma de calor como para referirse al aprovechamiento por parte del ser humano de esa energía. El calor transferido puede ser aprovechado como tal o puede ser aprovechado acoplando un ciclo termodinámico para obtener trabajo y de él, energía eléctrica.

Del ciclo de Carnot, sabemos que los ciclos termodinámicos para generar trabajo funcionan con mayor eficiencia cuando la relación entre la temperatura de la fuente caliente y la temperatura de la fuente fría es máxima, en el caso del ciclo de Carnot mismo $\eta = 1 - \frac{T_{fría}}{T_{cal}}$. Los ciclos reales tienen ecuaciones más complejas para determinar la eficiencia, pero la relación general se mantiene. Por ello, no todos los aprovechamientos geotérmicos son óptimos para generar energía eléctrica: las plantas que funcionan a temperaturas más bajas, las de ciclo binario (que utilizan un ciclo cerrado de fluido de menor temperatura de ebullición que la del agua, que en este caso sólo se utiliza para el transporte del calor desde el suelo y la refrigeración del ciclo), funcionan con temperaturas de entre 100ºC y 150ºC (Department of Energy, US, 2021). Se considera en general que las energías geotérmicas de media y alta entalpía (o temperatura) son aquellas que pueden generar energía eléctrica, siendo la energía geotérmica de alta entalpía la que permite generación con ciclos convencionales (con las plantas *Dry Steam* y las *Flash*) y la de media entalpía la que utiliza ciclos binarios u otros tipos de ciclos especiales. Si bien a menudo se utiliza el término “baja entalpía” o “baja temperatura” para referirse a aprovechamientos que pueden generar energía eléctrica con ciclos no convencionales (DiPippo, 2004) (Heberle, Preißinger, & Brüggemann, 2012), en este trabajo se opta por utilizarlo únicamente para referirse a formas de aprovechamiento geotérmico que no generan trabajo ni energía eléctrica, otro criterio común (Østergaard & Lund, 2011) (Allen, Milenic, & Sikora, 2003). Más específicamente, nos referimos a energía geotérmica de muy baja entalpía, cuando el calor aprovechado no es anómalo ni proviene del gradiente geotérmico natural con profundidades de cientos de metros (Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 2005). Por esta última razón, el concepto es semejante al de geotermia somera.

La mayor parte de la Argentina tiene un gradiente geotérmico normal (que se considera en general de unos 25-30 ºC/km). También tiene un gradiente normal la totalidad de la Provincia de Córdoba, con excepción del Valle de Traslasierra y la región de las Salinas (que forman el extremo este del dominio magmático convectivo de los Andes) (Gómez, 2019) (Fridleifsson, y otros, 2008). La energía geotérmica de media y alta entalpía en el país tiene potencial para ser aprovechada para la producción de energía eléctrica, para procesos industriales, para usos agrícolas y otros usos probados o novedosos. Sin embargo, 7 de los 10 aglomerados urbanos más grandes del país (incluyendo los 3 más grandes que agrupan un 43% de la población del país) se encuentran en zonas de gradiente geotérmico normal. Por eso, para la mayor parte de la población y la industria, la posibilidad de utilizar energía geotérmica no será en alta ni media entalpía, sino en baja y muy baja entalpía (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2012). En zonas de gradiente normal, los aprovechamientos de baja entalpía requieren de perforaciones muy profundas, del orden de varios cientos de metros hasta los pocos miles de metros, por lo que son factibles de utilizar para aplicaciones a escala importante, como calefacción de distritos y usos recreativos. Así ocurre, por ejemplo, al norte de Alemania, donde el gradiente es cercano al normal y se utilizan perforaciones de más de 1000 m con tales fines (Agemar, Weber, & Schulz, 2014). Para aplicaciones residenciales, comerciales e industriales pequeñas y medianas, es necesario utilizar instalaciones más apropiadas en escala, por lo que las perforaciones de gran profundidad no son aceptables. Así se opta por aprovechamientos de energía geotérmica de muy baja entalpía o someros.

Los aprovechamientos geotérmicos de muy baja entalpía permiten utilizar la diferencia de temperatura entre el suelo y el ambiente para extraer calor del suelo, pero también para entregárselo. De esta manera, pueden ser útiles para aplicaciones de calefacción y de refrigeración, respectivamente. A menudo, la diferencia de temperatura entre el suelo y el ambiente no es suficiente para permitir el flujo de calor a las tasas deseadas solamente con intercambiadores de calor, e incluso a veces se desea generar flujo en contra del gradiente. Por eso es muy común ver que aprovechamientos geotérmicos de muy baja entalpía sean asistidos con el uso de bombas de calor.

Bombas de calor

Las bombas de calor son máquinas que hacen uso del ciclo refrigerante para mover calor entre un sistema y otro, a menudo en contra del gradiente térmico. El ciclo refrigerante es un ciclo termodinámico compuesto de un conjunto de transformaciones que modifican el estado termodinámico de un fluido llamado refrigerante para lograr la transferencia de calor desde una fuente fría (de menor

temperatura) a una fuente caliente (de mayor temperatura). De esta manera, las bombas de calor consumen trabajo (que en general se obtiene con motores eléctricos) para generar flujos de calor.

Las bombas de calor se utilizan para climatizar edificios y constituyen el elemento central de los sistemas de aire acondicionado. En su operación de invierno, bombean calor hacia el interior de los edificios y en su operación de verano bombean calor hacia afuera del edificio. Con operación de verano o de invierno, no nos referimos exclusivamente al funcionamiento durante esas estaciones, sino al funcionamiento para refrigerar y calefaccionar respectivamente.

En su configuración más usual, los sistemas de aire acondicionado son bombas de calor aerotérmicas, es decir, bombas de calor que utilizan el aire como fuente o sumidero de calor (según se operara en invierno o en verano, respectivamente). Las bombas de calor aerotérmicas son entonces aquellas que tienen en su unidad exterior un intercambiador con el aire. Esta unidad externa es el evaporador de la bomba de calor o el condensador según la forma en la que se opere, como se observa en la Figura 64.

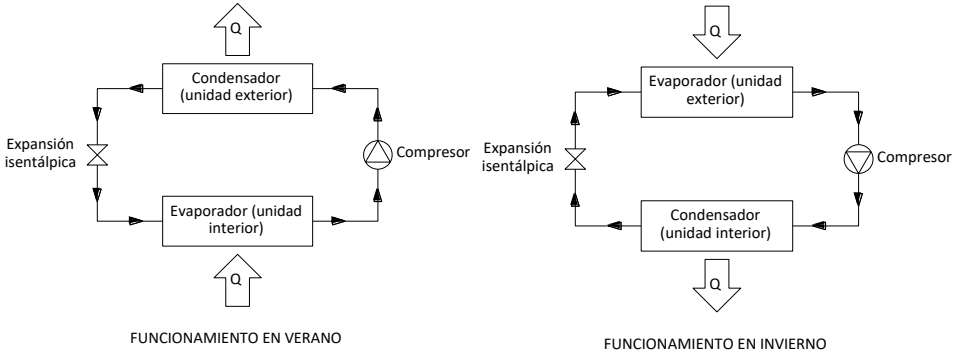


Figura 64 Esquema de funcionamiento de una bomba de calor aerotérmica

El funcionamiento reversible es el que permite a las bombas de calor funcionar tanto en verano como en invierno. Para lograrlo, ellas utilizan una válvula de inversión de cuatro vías que lleva el refrigerante que sale del compresor a la unidad externa o interna (funcionando ella como condensador) y el refrigerante que sale de la válvula de expansión isoentálpica a la otra unidad (funcionando esta como evaporador) (Chiasson, 2016).

Las bombas de calor geotérmicas reemplazan el intercambio de calor con el aire en la unidad exterior por intercambio de calor con el suelo. En la Figura 65 se observa que

se ha agregado un nuevo ciclo al sistema. En este ciclo el fluido no sufre transformaciones termodinámicas, más allá de transferencias de calor a presión constante que ocurre sin cambio de fase. El fluido funciona como vehículo del calor que es intercambiado con el suelo a lo largo de toda la sonda y con la unidad externa de la bomba de calor (evaporador o condensador según el caso) en un intercambiador de calor.

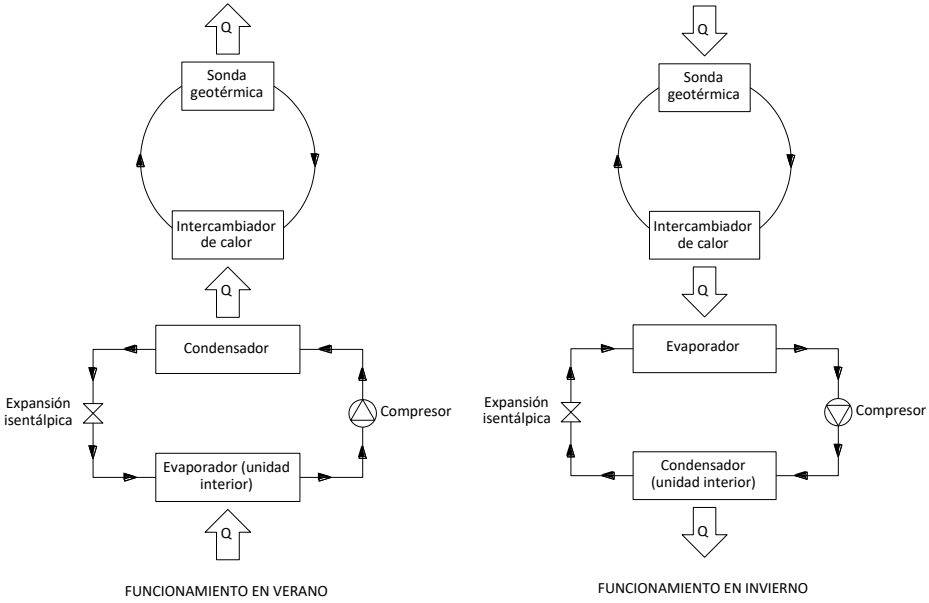


Figura 65 Esquema de funcionamiento de una bomba de calor geotérmica con unidad interna por aire

En las bombas de calor geotérmicas la unidad interna se puede constituir de diversas maneras. El intercambio entre el condensador o el evaporador de la unidad interna y el ambiente que se quiere climatizar puede ser directo o indirecto. La transferencia directa es como la que se muestra en la Figura 65, mientras que en la Figura 66 esta transferencia se hace de manera indirecta. En este caso, la bomba de calor constituye lo que a menudo se conoce como un *chiller*, esto es un equipo central de bomba de calor que utiliza un sistema de tuberías para llevar el calor a o desde un conjunto de unidades interiores o a un sistema de radiadores o piso radiante. En una de las alternativas consideradas, la bomba de calor funciona como un *chiller*, y el sistema de tuberías transporta el fluido hacia unidades internas de intercambio con el aire en verano y a un sistema de piso radiante en invierno.

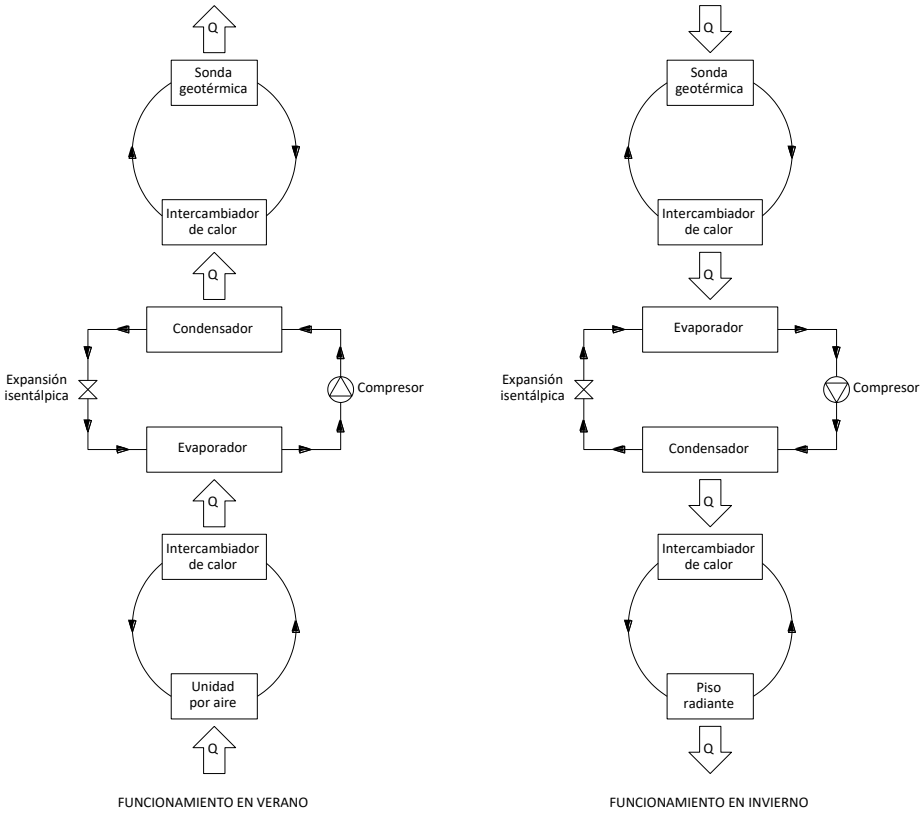


Figura 66 Esquema de funcionamiento de una bomba de calor geotérmica funcionando como chiller con unidad por aire en verano y piso radiante en invierno

Bombas geotérmicas con sonda vertical

Las bombas geotérmicas con sondas verticales, llamadas en inglés *borehole heat exchangers (BHE)*, son sistemas de geotermia somera en los que el intercambio de calor con el suelo se logra con un circuito cerrado de tuberías, que se extiende desde la bomba de calor a lo largo del suelo por una perforación vertical. Este circuito de tuberías de desarrollo vertical lineal, llamado usualmente sonda, se encuentra lleno de un fluido que circula a lo largo de él movilizando el calor. La transferencia de calor ocurre en el extremo superior en un intercambiador entre la bomba de calor y el fluido de la sonda. A lo largo de toda la extensión de la sonda se transfiere calor con el suelo (Chiasson, 2016).

Las sondas verticales se ejecutan realizando perforaciones con profundidades de entre 50 m y 150 m, con un diámetro del orden de las 5 pulgadas. Una vez ejecutada la perforación, se la rellena con un *grout* (traducido usualmente como lechada) que cumple las funciones de dar estabilidad a la perforación, dar conductividad térmica entre la sonda y el suelo y sellar los acuíferos. Dentro de la perforación se coloca además del *grout* la sonda, que puede tener diversas configuraciones. Entre ellas se cuentan las sondas tipo tubo en U (que se esquematizan en la Figura 67), las sondas tipo doble tubo en U, las sondas tipo tubo concéntrico (constituido por dos tubos de distinto diámetro concéntricos con un sentido de flujo por el centro y el otro entre los dos tubos), y los tubos en espiral. La configuración del tubo modifica la forma en la que se transfiere calor de cada rama que forma parte de la sonda al suelo y también entre ramas de la misma sonda.

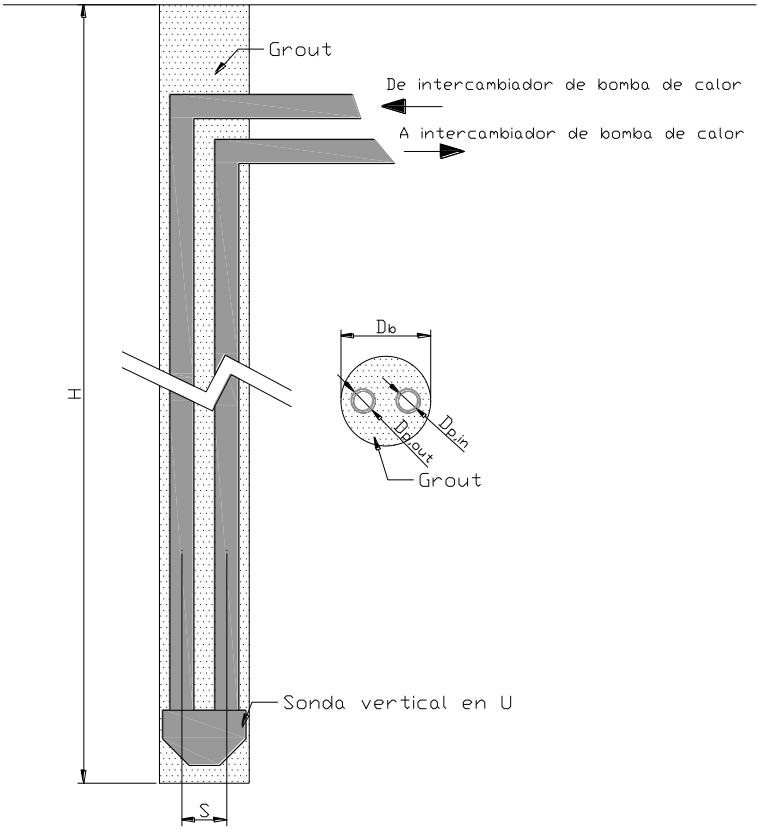


Figura 67 Esquema de dimensiones de una sonda vertical con tubo en U. Elaboración propia (Chiasson, 2016)

Bombas geotérmicas con sonda horizontal

Donde existe gran cantidad de tierra disponible, se suele optar por desarrollar el intercambio con el suelo en la dirección horizontal y a poca profundidad. Se puede excavar una gran superficie y colocar allí conducciones de tuberías cerradas con desarrollo lineal o en área. Por otra parte, si los costos de excavación de trincheras (usualmente con retroexcavadora) son más bajos, se puede optar por excavar en líneas separadas tan angostas como el espacio en el que entren las tuberías (siempre y cuando la excavadora tenga el ancho de pala apropiado). Esta última configuración es la que se considera para este trabajo, si bien con suposiciones adecuadamente tomadas, se puede extrapolar los resultados a la primera configuración.

La trinchera para la colocación de las sondas se coloca con retroexcavadoras que tienen en general anchos de cucharones de entre 30 cm y 75 cm (CAT, 2021). Por esto, el ancho de la trinchera suele ser de alrededor de 0,5 m. La profundidad ronda 1,5 m por cuestiones constructivas, aunque las profundidades óptimas pueden ser otras.

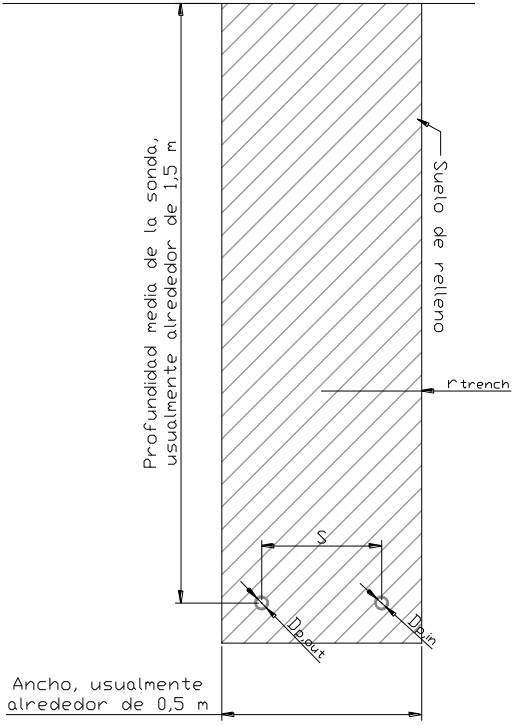


Figura 68 Esquema de dimensiones de una sonda horizontal. Elaboración propia (Chiasson, 2016)

Evaluación del rendimiento de bombas de calor geotérmicas

Una bomba de calor puede mover cantidades de calor superiores a la cantidad de trabajo requerido para tal operación. Por ello, si se define su eficiencia como la relación entre la cantidad de calor movido y la cantidad de trabajo utilizado, se puede obtener valores superiores a 1 (o 100%). En general se considera que la eficiencia de un proceso debe tener un valor máximo de 1, por lo que, se considera que esta relación es una medida de eficacia llamada COP y no una eficiencia. El COP (*Coefficient of Performance*, a menudo traducido como coeficiente de desempeño) se define entonces como $COP = \frac{Q}{W}$, donde Q es el calor movilizado por la bomba de calor y W es el trabajo utilizado por la bomba. Existen otras medidas de eficacia que se pueden considerar como eficiencias, entre ellas, la eficiencia exergética que, en el caso de las bombas de calor, se define como la relación entre el COP real y el COP del ciclo de Carnot reversible correspondiente.

Comparación con la eficiencia de calefacción por gas natural

Si se toman distintos criterios a optimizar, tales como las emisiones de efecto invernadero, los precios de producción o los costos variables del consumidor, se puede encontrar un valor límite del COP de una bomba de calor para cada criterio por encima del cual el criterio se logra mejor con la utilización de una bomba de calor y por debajo del cual el criterio se logra mejor calefaccionando con gas natural. Esto se hace tomando la relación de emisiones de efecto invernadero, precio de producción y costos variables de producción entre la electricidad y el gas, afectando al gas por la eficiencia correspondiente de los equipos. Así, el COP límite para cierto criterio es el valor mínimo de COP que tendrá que tener una bomba de calor para satisfacer ese criterio, es decir, para superar al contrincante (en el caso de la Tabla 20, el gas natural) en ese criterio.

Criterio de evaluación	Electricidad domiciliaria	Gas natural domiciliario	Eficiencia de equipos de gas natural	
			52 %	80 %
			COP límite	
Emisiones de efecto gases de efecto invernadero	$0{,}4237 \frac{\text{kgCO2eq}}{\text{kWh domicilio}}$	$0{,}442 \frac{\text{kgCO2eq}}{\text{kWh domicilio}}$	0,5	0,77
Combustible consumido en origen	$1{,}915 \frac{\text{kWh origen}}{\text{kWh domicilio}}$	$1{,}254 \frac{\text{kWh origen}}{\text{kWh domicilio}}$	0,79	1,22
Costos al consumidor	$14{,}797 \frac{\$}{\text{kWh domicilio}}$	$1{,}367 \frac{\$}{\text{kWh domicilio}}$	5,62	8,66
Precios de producción	$76{,}9 \frac{\text{USD}}{\text{kWh domicilio}}$	$17{,}2 \frac{\text{USD}}{\text{kWh domicilio}}$	2,32	3,58
Mortalidad por contaminación del aire	$3{,}42 \frac{\text{muertes}}{\text{TWh domicilio}}$	$1{,}95 \frac{\text{muertes}}{\text{TWh domicilio}}$	0,91	1,40

Tabla 20: COP requeridos para cada objetivo para lograr mejor desempeño con una bomba de calor que con calefacción por gas natural.

Se observa que aun la calefacción con elementos resistivos (cuya eficiencia es del 100%, COP=1) tiene algunos beneficios respecto a calefacción con gas natural. Las bombas de calor, en particular las geotérmicas, suelen superar ampliamente el COP de 1, por lo que tienen el potencial de ser mejores que los equipos a gas según varios de estos criterios o incluso todos. Respecto a esta línea de base se evaluaron las bombas de calor en lo que resta del trabajo.

Comparación con la eficiencia de calefacción por gas licuado de petróleo

La recarga de garrafa de gas licuado de petróleo de 10 kg tiene un precio regulado nacionalmente y se vende en Córdoba por $515,6 (Programa hogar, 2020). Como el poder calorífico del gas licuado de petróleo es de 46,1 MJ/kg (Bosch, 1996), o lo que es lo mismo, 12,8 kWh/kg, el precio por unidad de energía del gas licuado es de 4,028 $/ kWh (0,041 USD/kWh a cambio de dólar oficial o 0,027 USD/kWh a cambio de dólar MEP). Este precio es 2,95 veces el precio del gas natural. Los COP necesarios para una

bomba de calor que opere con menor costo que la utilización de gas licuado de petróleo se presentan en la Tabla 21. Las emisiones de efecto invernadero y mortalidad asociadas tienen valores semejantes a los del gas natural.

Criterio de evaluación	Electricidad domiciliaria	Gas licuado de petróleo en garrafas de	Eficiencia de equipos de gas natural	
			52 %	80 %
			COP límite	
Costos al consumidor	$14{,}797 \frac{\$}{\text{kWh domicilio}}$	$4{,}028 \frac{\$}{\text{kWh domicilio}}$	1,89	2,9

Tabla 21 COP requeridos para cada objetivo para lograr mejor desempeño con una bomba de calor que con calefacción por gas natural.

Evaluación del funcionamiento en verano

Todo lo expuesto previamente es válido sólo para el funcionamiento en invierno (para calefacción). Normalmente no se utilizan para la climatización en verano (refrigeración) equipos que no sean bombas de calor eléctricas. Por eso la única comparación que se puede realizar es entre equipos aerotérmicos y los equipos geotérmicos que se quieren evaluar. Aquí el criterio es simplemente la comparación de los COP. Con esa comparación se puede obtener el ahorro de energía: puesto que el COP se define como la cantidad de calor obtenido dividida la cantidad de trabajo utilizado, el ahorro de energía debido al uso de un COP superior se puede calcular como $1 - \frac{COP_{menor}}{COP_{mayor}}$.

Modelo utilizado

Para determinar el desempeño de las bombas de calor, que se resume en el COP, y sus efectos sobre la temperatura del suelo, se desarrollaron dos modelos de bombas de calor geotérmica: uno con sonda vertical y otro con sonda horizontal. A su vez, se desarrolló un modelo para bomba aerotérmica que se utilizó como punto de comparación.

Los modelos fueron en su totalidad desarrollados en un código de elaboración propia escrito en el lenguaje Python. Para cada tipo de bomba de calor se optó por utilizar un modelo unificado, de modo que fuera posible realizar un gran número de corridas de simulación simplemente cambiando algunos parámetros.

En todos los casos, las series de temperatura del aire (al igual que las series de radiación y velocidad del viento utilizadas para el modelo de sonda horizontal) y las funciones de estado del fluido refrigerante se introdujeron al modelo como datos importados, por lo que no se cambiaron en las distintas corridas. En cambio, otros parámetros fueron modificados: el tipo de unidad interna, la longitud de la sonda y la conductividad y el calor específico del suelo. Los coeficientes de pérdidas térmicas del edificio se introdujeron al modelo como datos que podían ser cambiados, pero no se los modificó en las corridas.

Los resultados obtenidos (las series de temperatura del suelo y del COP) fueron retornados para cada corrida como archivos de texto para luego ser procesados utilizando planillas de cálculo.

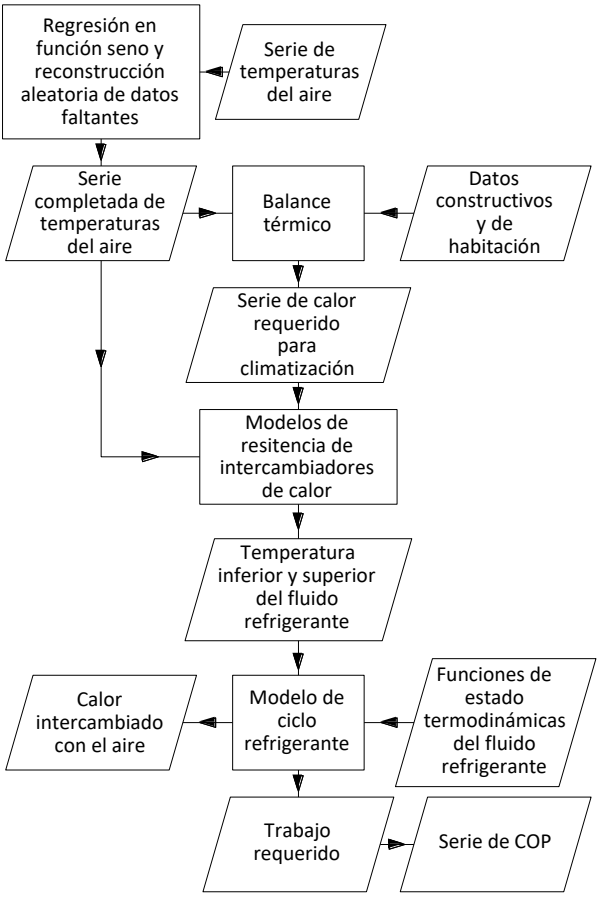


Figura 69 Esquema del modelo para bombas aerotérmicas

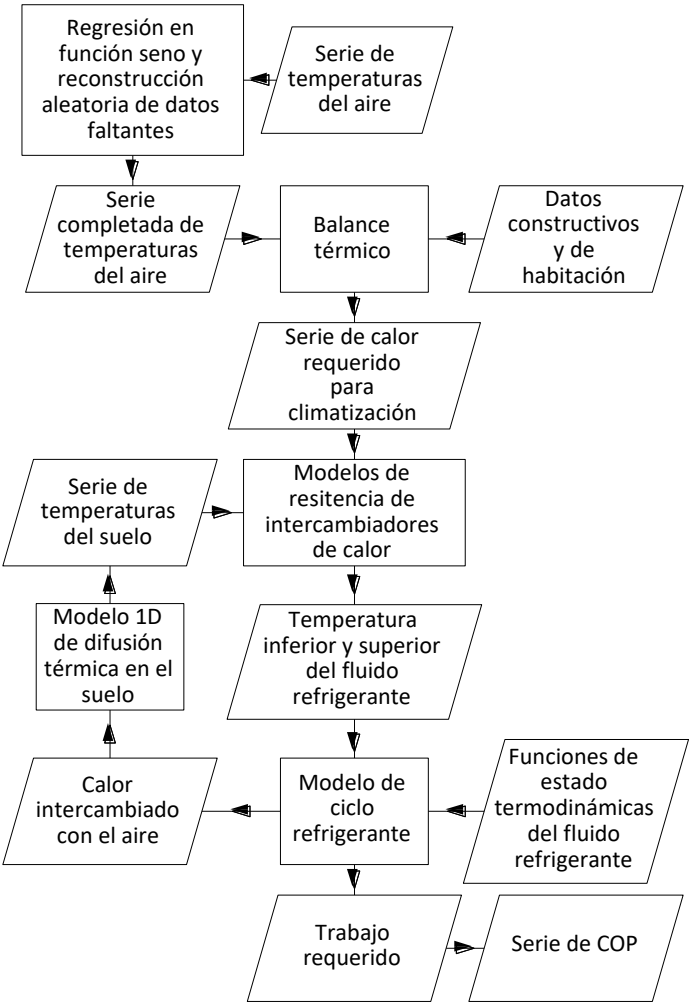


Figura 70 Esquema del modelo para bombas geotérmicas con sonda vertical

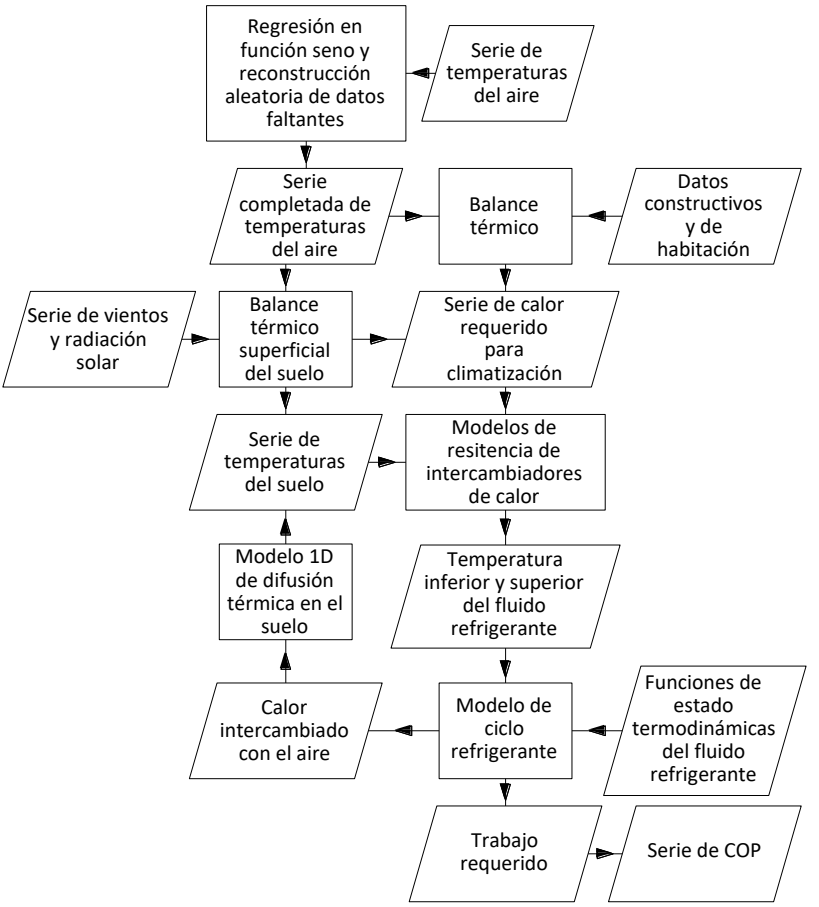


Figura 71 Esquema del modelo para bombas geotérmicas con sonda horizontal

Discusión

Comparación de los rendimientos típicos

El reglamento europeo da clases de eficiencia para los distintos valores del SCOP y SEER (Comisión Europea, 2011). Según ellos, la calificación obtenida para los sistemas aerotérmicos sería de F, y en invierno de entre B y A+++. Para las bombas geotérmicas de sonda vertical, la clase de eficiencia en verano que se obtiene es de entre E y A+, mientras que en invierno es entre B y A+++. Para las bombas de calor geotérmicas con

sonda horizontal, la clase de eficiencia en verano se encuentra entre F y B, y en invierno, entre A y A+++.

Estas clasificaciones encontradas no son significativas desde un punto de vista absoluto, puesto que el sistema propuesto puede tener características que lo hacen más ineficientes de lo normal en ciertas condiciones y otras que lo hacen más eficientes de lo normal. Por ejemplo, las caídas de presión relativamente altas que se consideran en el conducto de succión y de descarga tienen mucha más influencia sobre la eficiencia con temperaturas altas que con temperaturas bajas, lo que explica que las eficiencias de verano obtenidas sean relativamente bajas y que las eficiencias de invierno sean relativamente altas. Por otra parte, el no considerar otros consumos de la bomba quita influencia sobre la eficiencia a los menores consumos.

En general, el hecho de que las variaciones obtenidas comprendan todo el espectro de las clasificaciones indica que los cambios que genera elegir correctamente la configuración de un sistema son significativos.

Longitudes óptimas

En los resultados de la modelación de los sistemas con sondas verticales, se observa (ver Figura 72 y Figura 73) que la longitud óptima de sonda seguramente se encuentre entre 3 y 5 m por m^2 a climatizar (tanto para sistemas con unidad interna por aire o tipo chiller y piso radiante), puesto que el incremento del rendimiento en este rango es mucho mayor que el incremento en el rango que le sigue (de 5 a 7 m). Por lo que se concluye que, a pesar de que las conductividades del suelo de Córdoba son relativamente bajas, las recomendaciones realizadas por la norma alemana VDI serían válidas aquí. Sin embargo, el óptimo real dependerá de la relación entre el costo marginal de aumentar la longitud de la sonda y el beneficio marginal de la disminución del consumo de energía.

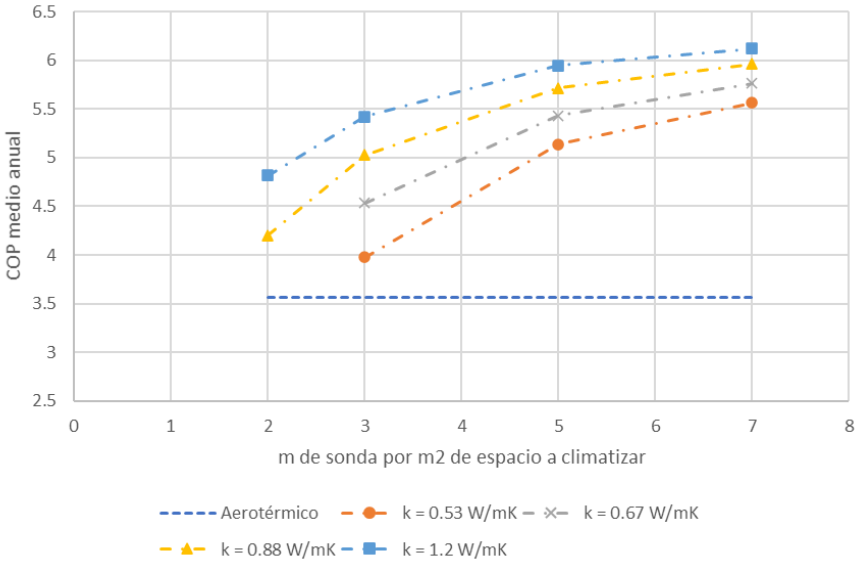


Figura 72 Gráfico resumen del COP medio anual de bombas de calor con sonda vertical y unidad interna por aire

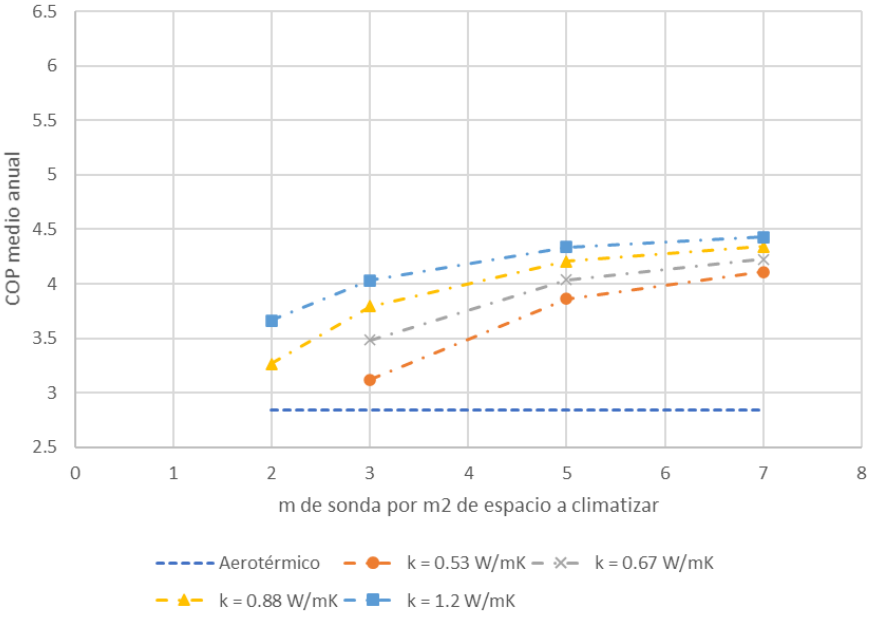


Figura 73 Gráfico resumen del COP medio anual de bombas de calor con sonda vertical y unidad interna por chiller y piso radiante

Observando en la Figura 74 y la

Figura 75 los incrementos del rendimiento que ofrece alargar la sonda horizontal, se puede concluir que el punto de longitud óptima se encuentra entre los 2 m y los 3 m para las mejores conductividades del suelo y entre los 3 y 5 m para las menores conductividades. Más allá de eso, se observa que el incremento de la longitud genera incrementos del rendimiento relativamente menores.

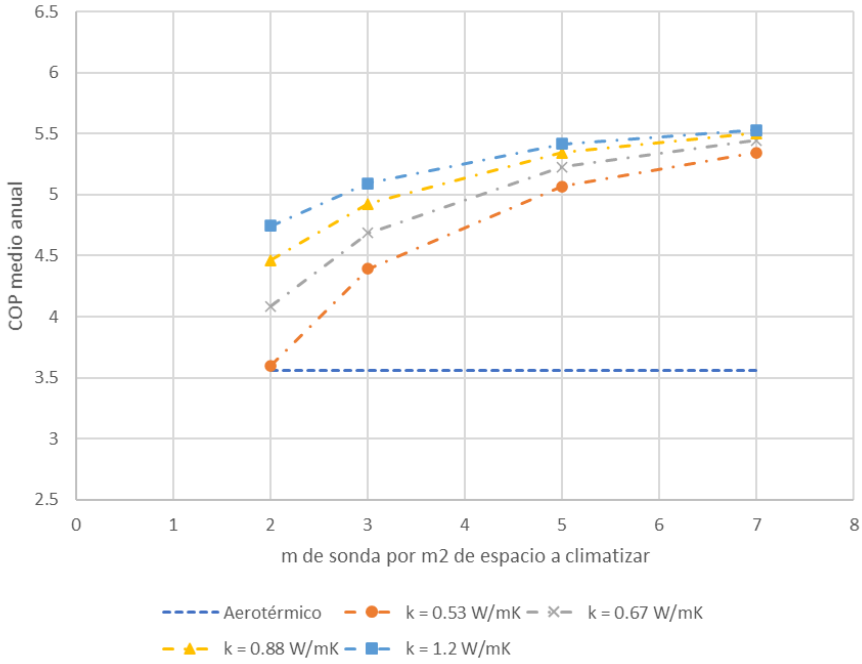


Figura 74 Gráfico resumen del COP medio anual de bombas de calor con sondas horizontales y unidad interna por aire

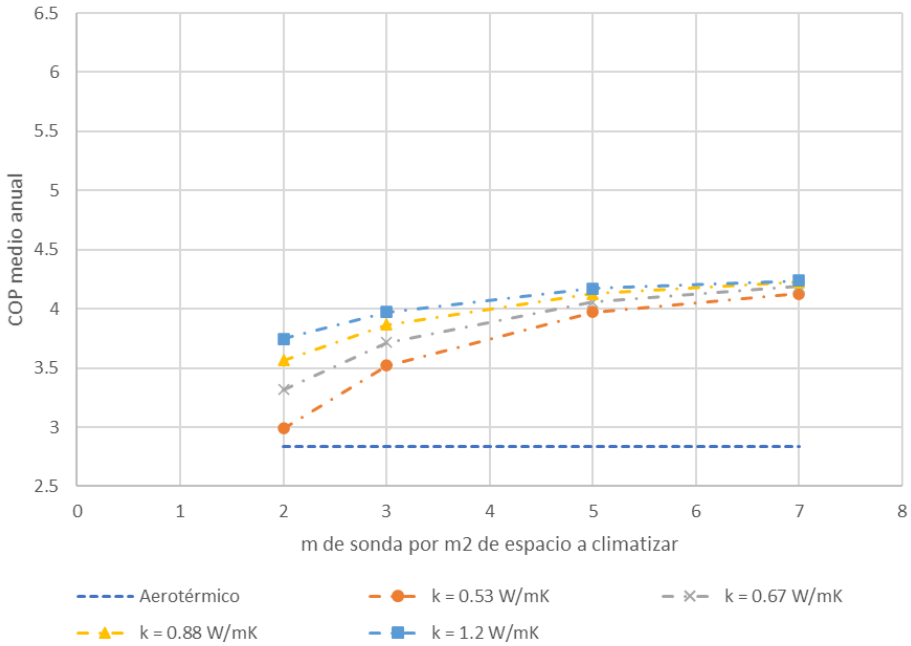


Figura 75 Gráfico resumen del COP medio anual de bombas de calor con sondas horizontales y unidad interna por chiller y piso radiante

Sensibilidad a la conductividad térmica del suelo

Los suelos de la ciudad de Córdoba se encuentran en el límite inferior de las conductividades a las que la utilización de las bombas de calor geotérmicas ofrece un beneficio sustancial en rendimiento. El rango inferior de conductividades tomadas para este trabajo (que no es el mínimo absoluto de conductividad observada en Córdoba) solamente tiene eficiencias de las bombas geotérmicas sustancialmente superiores a las de los sistemas aerotérmicos cuando las longitudes de sonda son excesivas. Por eso, según los resultados de estas modelaciones, en muchos suelos de la ciudad no sería viable aplicar este tipo de sistemas, indistinto del costo que tengan.

Por otra parte, en el rango de variación de la conductividad del suelo considerado (entre $0{,}53\,\frac{W}{m\,K}$ y $0{,}88\,\frac{W}{m\,K}$) los rendimientos de la bomba de calor geotérmica varían en un 10% cuando se consideran las longitudes establecidas previamente como óptimas. Para las características del suelo del este y el sur de la provincia, donde se estimaron conductividades del suelo mínimas del orden de $1{,}2\,\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m.K}}$, se obtuvieron rendimientos en general entre un 5 y un 10% mejores que los rendimientos

para $0{,}88\,\frac{W}{m\,K}$. Esta es una mejora que es significativa pero no decisiva. La mayor ventaja la ofrecen en los límites de funcionamiento de las bombas de calor (las menores longitudes permitidas), donde las mejoras son del orden del 10 al 15%. Poder disminuir las longitudes de sonda es muchas veces más importante que lograr un COP marginalmente mejor. Estas zonas de la provincia presentarían el mayor potencial geotérmico somero en suelos no saturados. La menor profundidad del nivel freático en estas partes de la provincia permitiría además aprovechar el transporte convectivo de calor, aumentando el rendimiento a menores longitudes de sondas. El análisis de este tipo de intercambio de calor, sin embargo, excede el alcance del presente trabajo.

Efectos del clima del sitio

Los resultados de las modelaciones muestran un beneficio sustancial que tiene la ciudad de Córdoba para la aplicación de bombas de calor geotérmicas: su temperatura media anual cercana a la temperatura de confort de habitación. Por un lado, esto le permite al suelo funcionar en la práctica como un gran almacén de calor, puesto que la cantidad de calor requerida para la calefacción es cercana a la cantidad de energía requerida para la refrigeración: durante el verano el suelo absorbe energía térmica de la bomba y se la devuelve en el invierno. Por otro lado, la temperatura media del suelo también permite buenas eficiencias en verano y en invierno.

La zona de la pampa cordobesa, donde las características geotécnicas son favorables a la implementación de sistemas con bombas de calor geotérmicas tiene temperaturas superficiales del suelo medias de entre 16 y 19ºC. Esto hace que estas áreas gocen de beneficios semejantes a los de la Ciudad de Córdoba, por su clima.

Separación entre sondas

Las separaciones entre sondas que se observan como posibles según los resultados obtenidos son significativamente menores a las recomendadas por las normas y la bibliografía. Esto se debe fundamentalmente a las menores conductividades del suelo que obligan a utilizar mayores longitudes de sonda, con menor densidad de energía. Así, si bien tener menor conductividad es desventajoso por dificultar la transferencia de calor al suelo, puede ser ventajoso porque permite acercar las sondas entre sí. Se nota que una separación entre sondas verticales de 4 m es buena para la mayoría de los casos tomados. A su vez, separaciones entre sondas horizontales de 2 m parecen ideales. Para las sondas horizontales, con menores densidades de calor transferido (mayores longitudes de sonda) separaciones menores son posibles, sin embargo, estas

longitudes no son recomendables porque ofrecen beneficios reducidos en aumento del COP.

Las sondas horizontales de 2 m de largo por m^2 a climatizar ocupan un área de 11,1 m^2, las áreas necesarias son significativamente mayores a las expuestas por la norma alemana VDI. Por ello, con la forma constructiva analizada, no se cumpliría con las recomendaciones de dicha norma. Por otra parte, ocupar 10 veces la superficie climatizada con sondas horizontales no sería viable en la mayoría de los casos. Por ello, se cree más conveniente utilizar la mínima longitud que permita el funcionamiento de la bomba de calor fuera de la región supercrítica (según lo modelado alrededor de 1,6 m por m^2 a climatizar) y generar superposición de los radios de influencia térmica de las sondas.

Sin embargo, el modelo muestra que el radio de influencia de las sondas es menor al calculado. Esto se debe seguramente a la interacción con la superficie. Si se consideran como válidos estos resultados, las superficies de sonda recomendadas por m^2 de superficie a climatizar serían de entre 4 y 10 m^2. Estas áreas son más razonables y concuerdan en su rango inferior con los valores recomendados por la norma alemana VDI. Sin embargo, una determinación más certera de los resultados de este análisis requeriría modificar el modelo utilizado agregando múltiples sondas. Esta reducción de la superficie es muy importante para sitios donde la superficie no existe en exceso, como en los entornos urbanos. Por eso este tipo de análisis sería altamente recomendable pudiendo reducirse significativamente la superficie ocupada, que a menudo puede ser un recurso escaso determinante del diseño del sistema. Al igual que con la sonda vertical, el óptimo real de longitud y superficie dependerá de la relación entre el costo marginal de aumentar la longitud de la sonda y el beneficio marginal de la disminución del consumo de energía.

Conclusiones

El trabajo de desarrollo del modelo y el análisis de los resultados han mostrado que las bombas de calor geotérmicas pueden ser modeladas efectivamente en una serie temporal. Utilizando series temporales de las temperaturas del aire y otras variables menores, se pudo simular la variación de los COP y de las temperaturas del suelo a lo largo del tiempo.

La utilización de bombas de calor, sin importar que se trate de su versión geotérmica o aerotérmica ofrece beneficios económicos, ambientales y sociales, por su eficiencia y por la accesibilidad universal a la energía eléctrica. Los COP obtenidos por los sistemas modelados son, en su gran mayoría, superiores a los que se requerirían para ofrecer este tipo de beneficios. Sin embargo, la relación de precios para el usuario entre el gas natural y la electricidad dificulta su implementación a gran escala. Según

lo observado, esto sería válido tanto para la ciudad de Córdoba, como para el resto de la provincia y del país.

Con valores de COP en la operación en invierno de bombas de calor geotérmicas que se encuentran en su mayoría entre 3,5 y 6, se logra reducir las emisiones de efecto invernadero respecto a sistemas de gas natural en un factor de 4,5 a 12, reducir el consumo de combustible en un factor de 2,9 a 7,6, reducir los costos de producción de la energía en un factor de 1 (sin reducción) a 2,6 y reducir la mortalidad por contaminación del aire asociada a la calefacción de hogares en un factor de 2,5 a 6,6. Este último valor es equivalente a una reducción de 1,2 a 1,7 muertes por TWh de combustible utilizado para calefacción domiciliaria.

En comparación con la calefacción por gas licuado de petróleo, se generaría una caída del costo de la energía para los usuarios con un factor de entre 1,2 y 3,2. Mientras que, en comparación con la calefacción resistiva, se reducen los consumos de energía en un factor de entre 3,5 y 6.

Las bombas de calor geotérmicas han mostrado poder desarrollar valores de COP significativamente superiores a los de las bombas aerotérmicas en todos los casos. Esto garantiza que, desde el punto de vista energético, son favorables en comparación. Los aumentos del rendimiento varían sin embargo entre el 7% y el 72% (COP de entre 3,04 y 6,12), dependiendo de la longitud de las sondas y la conductividad del suelo. La conveniencia de la utilización de uno u otro dependerá de los costos de construcción, pero el orden de magnitud de ahorros de energía da una idea de los costos máximos que podrán tener los equipos para ser económicamente rentables.

Como un tipo de energía ubicua, renovable y limpia, la energía geotérmica de baja entalpía ofrece grandes posibilidades para la Provincia de Córdoba y el país en general. Sin embargo, es necesario aplicarlo correctamente para poder aprovechar al máximo sus beneficios, mitigando sus costos.

Dependencia de las características del suelo, las condiciones climáticas y constructivas

De todo lo modelado y desarrollado teóricamente se resalta que la característica del sistema determinante del COP obtenido no es siempre la misma. La eficiencia del sistema de transporte de calor depende en fin de un conjunto de resistencias (la resistencia del suelo, la resistencia de la sonda, las de los intercambiadores de calor agua-agua y la de los intercambiadores de calor agua-aire), en algunas situaciones todas estas pueden colaborar en una magnitud semejante a disminuir el valor del COP.

Sin embargo, si se busca mejorar uno solo de esos parámetros, luego de cierto nivel de mejora, los efectos sobre el sistema serán mínimos. Un conjunto de resistencias puestas en serie tendrá una resistencia mínimamente tan grande como la mayor de la resistencia que las compone.

La conductividad térmica es una de las principales variables que incide sobre el desempeño de los sistemas geotérmicos. El aumento de la conductividad del suelo en los rangos comunes de Córdoba es del orden del 10%. Un aumento del 10% del COP es significativo, pero más significativo es la disminución de las mínimas longitudes de sonda, que disminuye sustancialmente los costos de instalación. En el este y sur de Córdoba los rendimientos de sistemas geotérmicos someros pueden ser mejores en más de un 10%. La conductividad es un valor que tiene una importancia fundamental en el desempeño de los sistemas geotérmicos, pero los beneficios de una mejor conductividad del suelo sólo pueden ser aprovechados si la conductividad es el factor limitante, es decir, si las demás variables no son las que generan las mayores resistencias al ciclo.

Por otra parte, las conductividades relativamente bajas de los suelos de Córdoba traen una ventaja. Las áreas de influencia térmica de las bombas de calor se reducen en tamaño, con lo que el impacto sobre la temperatura del suelo se ve reducido.

Las condiciones climáticas de la ciudad de Córdoba son buenas para el desarrollo de bombas de calor geotérmicas, porque los requisitos de calefacción y refrigeración se encuentran relativamente balanceados durante el año. Así, el suelo recibe energía en verano que devuelve en invierno, siendo un ciclo prácticamente estacionario. El resto de la provincia tiene temperaturas no muy distantes, por lo que se encuentra también cercana a este equilibrio.

Las características constructivas del edificio son una variable fundamental de la economía y sustentabilidad de los sistemas de calefacción. Si bien no fue el enfoque de este trabajo, la eficiencia energética de los edificios es fundamental para optimizar los sistemas de climatización.

Conclusiones del modelo

Como se observó en los resultados, los valores instantáneos del COP son altamente variables. Por eso es muy difícil determinar el valor del COP medio (y con él, los consumos energéticos) con métodos simplificados. Las simulaciones numéricas de este tipo ofrecen entonces un gran beneficio en cuanto a que modelan las grandes variaciones de los parámetros de entrada del sistema y tienen en cuenta la interrelación sistema-suelo.

La utilización de un intervalo de tiempo horario parece ser uno de los grandes beneficios del modelo utilizado. La disponibilidad de bases de datos de estaciones meteorológicas automáticas con toma de datos subhoraria permite un modelado preciso de las condiciones de operación.

Recomendaciones generales

Como primera recomendación para quien deba realizar una instalación geotérmica de baja entalpía en suelos no saturados, se propone tener en cuenta a priori tantas variables como sea posible. Teniendo en cuenta ciertas magnitudes se puede evaluar si una u otra variable va a ser determinante del desempeño del sistema. Por ejemplo, si se observa que la bomba de calor usualmente funciona con grandes diferencias de temperatura entre el condensador y el evaporador, más allá de la temperatura interna y externa, el problema no estará en las características del suelo, sino seguramente en las características de la bomba.

A nivel legislativo, se recomienda tener en cuenta a la energía geotérmica en la formulación de las leyes de fomento de la sustentabilidad y de la eficiencia energética. El hecho de que las normas existentes hayan sido escritas sin tener en cuenta la existencia de los aprovechamientos geotérmicos de baja entalpía puede poner diversas trabas en el desarrollo de una tecnología que potencialmente puede generar grandes beneficios ambientales y económicos. La formulación de las leyes con una visión amplia, teniendo en cuenta que diversas soluciones pueden surgir a los problemas presentes y futuros favorece la innovación en el proceso de solución de problemas.

Como recomendación a nivel de la gestión, para favorecer el desarrollo de los sistemas geotérmicos de baja entalpía y la electrificación en general de los consumos energéticos de las personas, es necesario generar una paridad entre la relación de costos de las distintas formas de energías para el usuario y la relación de costos para la sociedad en general. Si los usuarios pagan 10 veces por la energía eléctrica respecto a lo que pagan por los combustibles sólidos, pero la relación de costos para la sociedad en general es de 3 para los costos directos y de 1 para las externalidades, la transición hacia formas de utilización de la energía más sustentables y justas se ve fuertemente dificultadas. La utilización de un “milagro tecnológico” como son los rendimientos muy superiores al 100% de las bombas de calor se ve impedido por los incentivos y restricciones puestos por la gestión con criterios desactualizados.

BIBLIOGRAFÍA

Agemar, T., Weber, J., & Schulz, R. (2014). Deep Geothermal Energy Production in Germany. *Energies, 7*(7), 4397-4416. doi:10.3390/en7074397

Allen, A., Milenic, D., & Sikora, P. (2003). Shallow gravel aquifers and the urban 'heat island' effect: a source of low enthalpy geothermal energy. *Geothermics, 32*(4-6), 569-578. doi:https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0375650503000634

Bosch. (1996). *Manual de la técnica del automóvil* (Tercera ed.). Barcelona: Reverte, S.A.

Bureau de Recherches Géologiques et Minières. (2005). *Les Enjeux des Géosciences.* Orléans: Direction de la Communication et des Éditions.

CAT. (2021). *Cucharones: parte posterior de la retroexcavadora.* Obtenido de CAT: www.cat.com/es_MX/products/new/attachments/buckets-backhoe-rear.html

Chiasson, A. D. (2016). *Geothermal Heatpump and Heat Engine Systems.* Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.

Comisión Europea. (4 de mayo de 2011). Reglamento delegado (UE) Nº 626/2011. Bruselas.

Department of Energy, US. (2021). *Electricity Generation*. Obtenido de Energy.gov: www.energy.gov/eere/geothermal/electricity-generation

DiPippo, R. (2004). Second Law Assessment of binary plants generating power from low-temperature geothermal fluids. *Geothermics, 33*(5), 565-586. doi:https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2003.10.003

Fridleifsson, I., Bertani, R., Huenges, E., Lund, J., Ragnarsson, Á., & Rybach, L. (2008). The possible role and contribution of geothermal energy to the mitigation of climate change. *IPCC Scoping Meeting on Renewable Energy Sources, Proceedings*, 59-80.

Gekk 2k. (2020). уложенный спиральный коллектора высотой 2 метра. Obtenido de commons.wikimedia.org/wiki/File:Spiral_collector_in_trench.jpg?uselang=ru&_x_tr_sl=auto&_x_tr_tl=en&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=ajax

Gómez, J. R. (2019). Los servicios geológicos mineros y geotérmicos de Argentina, acciones para valorizarlos. *Seminario oro y plata* (pág. 14). Secretaría de Política Minera. Obtenido de enernews.com/public/archivos/JNmTa58jYsyp0edJuHQtQ4A9aUFKxUfYLpfU4tuE.pdf

Heberle, F., Preißinger, M., & Brüggemann, D. (2012). Zeotropic mixtures as working fluids in Organic Rankine Cycles for low-enthalpy geothermal resources. *Renewable Energy, 37*(1), 364-370. doi:https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.06.044

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2012). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010, Censo del Bicentenario, Resultados definitivos, Serie B Nº 2.* Buenos Aires: INDEC.

Johnson, M. (2006). A horizontal closed loop field for a heat pump heat exchanger. A 3-ton slinky loop prior to being covered with soil. The three slinky loops are running out horizontally with three straight lines returning the end of the slinky coil to the heat pump. Obtenido de commons.wikimedia.org/wiki/File:3-ton_Slinky_Loop.jpg

NASA. (2021). *Albedo (1month)*. Obtenido de NASA Earth Observations (NEO): neo.sci.gsfc.nasa.gov

Niemitalo, O. (2015). Drilling of a borehole for residential geothermal heating in Northern Finland. Obtenido de commons.wikimedia.org/wiki/File:Geothermal_drilling_for_residential_heating.jpg

Østergaard, P. A., & Lund, H. (2011). A renewable energy system in Frederikshavn using low-temperature geothermal energy for district heating. *Applied Energy, 88*(2), 479-487. doi:https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.03.018

Programa hogar. (2 de Julio de 2020). *Precios máximos de referencia*. Obtenido de Argentina.gob.ar: www.argentina.gob.ar/economia/energia/programa-hogar/precios-maximos-de-referencia

NORMATIVAS ASOCIADAS A LAS ENERGÍAS RENOVABLES

CAPITULO 9: EL ANÁLISIS DE LAS POLÍTICAS SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES EN LAS LEYES NACIONALES VIGENTES (panorama general)

Dra. Marta Juliá[54]

Resumen

Por medio de este texto, se brinda un panorama general de las políticas sobre energías renovables en las leyes nacionales vigentes en Argentina. Se abordan las políticas, con los principales aspectos a tener en cuenta; clasificándolas según sus finalidades no exclusivamente energéticas: a) políticas enmarcadas en la lucha contra el cambio climático; b) políticas de incentivo al desarrollo regional sustentable y c) otras finalidades. Al utilizar esta modalidad, se hizo más fácil observar las principales diferencias entre sus objetivos.

El análisis de las normativas nos muestra la prioridad de establecer mecanismos de tipo económico, fiscal o tributario. Es una herramienta utilizada prácticamente en todas las normas, y no se utilizan otros mecanismos, salvo las infracciones y sanciones.

Además, las normativas no pueden observarse descontextualizadas de los gobiernos en que fueron dictadas, ni de los espacios institucionales que las implementan. Es por ello que se identificaron las áreas de la administración pública nacional encargadas de ejecutar la política en materia de energías renovables en cada gestión gubernamental, para tener un panorama general sobre los principales cambios operados.

Palabras clave

Políticas públicas. Energías Renovables. Leyes Nacionales.

Abstract

This text provides an overview of the policies on renewable energies in the current national legislation in Argentina. The policies are addressed, with the main aspects to be taken into account; classifying them according to their non-exclusive energy purposes: a) policies framed in the fight against climate change; b) incentive policies

[54] Centro de Investigaciones Jurídicas y Sociales UNC-CONICET, dramartajulia@gmail.com

for sustainable regional development and c) other purposes. By using this approach, it became easier to observe the main differences between their objectives.

The analysis of the regulations shows us the priority of establishing economic, fiscal or tax mechanisms. It is a tool used in practically all the regulations, and no other mechanisms are used, except for infractions and sanctions.

Furthermore, regulations cannot be considered out of context of the governments in which they were issued, nor of the institutional spaces that implement them. For this reason, the areas of the national public administration in charge of executing the renewable energy policy in each governmental administration were identified in order to have an overview of the main changes that have taken place.

Introducción

El presente capítulo pretende brindar un panorama general de las políticas sobre uso de energías renovables en las leyes nacionales vigentes en Argentina, para lo cual hacemos algunas precisiones conceptuales y metodológicas acerca del análisis necesario para comprender el estado de situación de la temática.

En primer lugar, hacemos referencia a las políticas y la complejidad de su análisis y profundización, los principales aspectos a tener en cuenta, como observan y estudian algunos autores la problemática y de qué manera podemos utilizarlo en nuestro objeto de trabajo.

En segundo lugar, indagamos sobre las particularidades de la formulación normativa sobre el uso de energías renovables en Argentina y el desarrollo alcanzado, tomando la expresión legislativa de las políticas a nivel nacional.

En tercer lugar, y directamente relacionado, hacemos referencias a las modalidades y cambios operados en los aspectos institucionales vinculados a las energías renovables en Argentina. En ese marco, observamos y destacamos las distintas normativas y las gestiones políticas a las cuales se encuentran asociadas.

En cuarto lugar, cuáles han sido las dimensiones objeto de análisis en las políticas expresadas en las leyes nacionales en Argentina y los principales resultados generales que es importante conocer.

Por último, algunas reflexiones generales sobre el estado de situación y la profundización realizada en el trabajo.

1- Las políticas y la complejidad

La problemática de las energías renovables como parte de las energías en general requiere tomar como punto de partida las definiciones de energía que, desde las más simples y al alcance de todos, encontramos una de sus acepciones como la "capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor, etc.". El concepto de energía es muy amplio, pero a los fines del presente artículo podemos limitar el concepto a todo mecanismo tecnológico que aprovecha elementos y recursos de la naturaleza para convertirlos en algún tipo de energía, ya sea eléctrica, mecánica, calórica, etc. Por otro lado, la energía que cobra relevancia a los fines jurídico-políticos es la energía que se utiliza por los diversos sectores de la sociedad, entre las que se destacan las energías fósiles (petróleo, carbón y gas) y las energías renovables, en estas últimas nos interesa profundizar.

Nos proponemos en el presente trabajo describir el panorama general de las políticas nacionales en materia de energías renovables que han sido plasmada en leyes nacionales y se encuentran vigentes y aplicables en Argentina.

En una primera instancia, para analizar las políticas, nos resultó importante sistematizar las políticas públicas formuladas con un doble objetivo: en primer término, con la intención de tornar más organizada la lectura, y en segundo término, sistematizar las políticas establecidas, para lo cual se clasifica a las políticas según sus finalidades no exclusivamente energéticas: a) políticas enmarcadas en la lucha contra el cambio climático; b) políticas de incentivo al desarrollo regional sustentable y c) otras finalidades. Esta modalidad utilizada nos facilitó observar las principales diferencias entre sus objetivos. En las políticas formuladas en el marco de normas asociadas a la energía puede observarse que las políticas se han centrado en promover y tratar de desarrollar las distintas modalidades energéticas, fundamentalmente en las energías alternativas, de tal manera de anticiparse a múltiples problemas en la materia. (Juliá, Roth 2017)

Los criterios de clasificación de las políticas energéticas, por su complicación y multiplicidad, pueden ser considerados de manera diferente por cada autor de acuerdo a los intereses, perspectivas u objetivos de análisis de las políticas energéticas actuales.

El tratamiento de las temáticas asociadas a las energías renovables está íntimamente relacionado por una parte con el cambio climático y los efectos directos que producen las energías convencionales y, por otra parte, se hace referencia a ciertas menciones de tipo ambiental, un ejemplo es la denominación de "energías limpias", que perduró un tiempo como denominación.

Si tuviéramos que realizar una breve síntesis de la situación actual, acerca del uso de las energías renovables, acordamos que “Las fuentes renovables no convencionales todavía ocupan una pequeña cuota en la matriz, pero representan la oportunidad para las poblaciones rurales y urbanas marginadas. La región en la búsqueda del desarrollo sostenible debe priorizar estas fuentes para lograr el crecimiento inclusivo desacoplado de los impactos negativos sobre el medio ambiente”. (Sánchez, 2017:41)

El tema ingresa a la agenda ambiental en tanto se destaca un fuerte contenido y referencia a la temática ambiental en la política energética y, en particular, en la promoción y uso de energías renovables. Los estados y las políticas, tanto energéticas como ambientales, constituyen en las últimas décadas, un elemento central en el análisis: por una parte, de las políticas energéticas en general; y, por otra parte, de la promoción del uso de las energías renovables en particular.

Los Estados enfrentan, en general, los problemas vinculados a la energía definiendo, por una parte, políticas netamente energéticas que regulan el uso, transporte, distribución en las diferentes fuentes, actualizando y tomando medidas con relación a su matriz energética y, por otra parte, promoviendo el uso de energías renovables.

Un ámbito dentro del cual podemos observar las políticas es el legislativo, donde describimos qué temas llegaron y se sancionaron como leyes nacionales y cuáles fueron los elementos centrales en el contenido normativo, y qué revelan de la política en materia de energías renovables en el tiempo.

Las políticas sobre cambio climático fueron el marco donde emerge la necesidad de promover las energías renovables como una acción para mitigar los efectos producidos a nivel global con la emisión de gases de efecto invernadero. Una de las grandes divisiones que tienen las políticas sobre cambio climático son aquellas orientadas a la mitigación o a la adaptación.

En los objetivos del desarrollo formulados en el documento de Naciones Unidas, entre los 17 objetivos destacados, intentan garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos. La energía es central para casi todos los grandes desafíos y oportunidades a los que hace frente el mundo actualmente. Ya sea para los empleos, la seguridad, el cambio climático, la producción de alimentos o para aumentar los ingresos, el acceso a la energía para todos es esencial. La energía sostenible es una oportunidad —que transforma vidas, economías y el planeta. (CEPAL, Objetivos del Desarrollo Sustentable, 2017:27)

Entre los informes durante 2020 de la situación, se informa por parte del área de gobierno lo siguiente:

"De acuerdo a los datos de CAMMESA[55], a las 11.30 horas se alcanzó el pico máximo con la tecnología eólica como fuente principal, aportando el 68,87% del total de energía eléctrica consumida (1982,48 MW), seguida por la solar fotovoltaica con un 20,78% (586,05 MW), luego por los Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos (PAH) representando un 6,43% (181,49 MW), y por último las bioenergías con el 3,92% (110,68 MW).
El récord se debió a que en el mes de septiembre hubo un ingreso al sistema de varios nuevos parques, y a un conjunto de factores climáticos que permitieron que tanto la energía eólica como la solar generaran en valores muy altos simultáneamente. Es importante destacar que las energías renovables tienen prioridad de despacho, lo que significa que toda la electricidad que llega al sistema desde esas fuentes abastece la demanda automáticamente."[56]

Las normativas que promueven el uso de energías renovables hacen referencia a distintas fuentes y a la modalidad de desarrollarlas, la ejecución supone un importante trabajo de implementación en el territorio donde, por una parte, se conjuga la generación, el transporte y la comercialización, los diferentes actores, como las normativas de los territorios donde se desarrollan. Todo esto debe ser objeto de análisis en cada una de las energías renovables que demandan también infraestructura para su desarrollo, aprobaciones para su instalación y diferentes aspectos económicos, laborales, jurídicos, etc. que hacen al funcionamiento de las mismas.

La complejidad de la temática subyace los análisis parciales que se realizan sean de tipo jurídico, político o institucional, por lo que destacamos tomar en cuenta estas consideraciones al momento de profundizar en los estudios.

2- La formulación normativa sobre el uso de energías renovables en Argentina y el desarrollo alcanzado

Una aproximación inicial para comprender el desarrollo normativo de las energías renovables supone conocer desde los inicios, no tan lejanos, de regulación hasta la situación actual. La historia legislativa sobre el tema nos proporciona valiosa información a la hora del análisis y que integra la compresión. Las normativas vigentes y aplicables a las energías renovables se integran al sistema jurídico, político e

[55] https://despachorenovables.cammesa.com/renovables/
[56] https://www.argentina.gob.ar/noticias/nuevo-record-de-abastecimiento-de-la-demanda-partir-de-energia-renovable

institucional argentino con particularidades que nos parece importante observa y analizar.

En consonancia con los diagnósticos realizados, Argentina fue acompañando con sus políticas y formulando en normas distintos aspectos de las energías renovables. La breve historia legislativa en materia de uso de energías renovables se remonta a 1998, son las últimas dos décadas donde podemos observar las regulaciones establecidas. En este sentido, uno puede mirar el interés por promover el uso de fuentes renovables y las formas a través de las cuales se ha tratado de realizarlo, de acuerdo a los diagnósticos y sugerencias generales.

A continuación, hacemos referencia a cada ley que regula las energías renovables, para sintetizar las temáticas objeto de formulación normativa, las principales regulaciones que establecen, destacando si cuentan con reglamentaciones, y las temáticas en que se han centrado las normativas para aplicarlas. Si bien no agotamos los aspectos reglamentarios, nos interesa destacar en el panorama inicial algunas referencias generales.

1)-El origen de la regulación lo encontramos en la ley 25.019 de 1998, declara de interés nacional la generación **de energía eólica y solar** en todo el territorio nacional, donde establece el régimen nacional de energía eólica y solar. Esta norma modifica algunos aspectos y está asociada al régimen de energía eléctrica (ley 15.336) y al régimen legal de la energía eléctrica (ley 24.065), normas que son antiguas con relación a la promoción de las fuentes renovables de energía.

En el decreto de promulgación de la ley (Dec. 1.220/98) se van a observar los artículos 3 y 5, los que luego son ratificados por el Congreso de la Nación, está referidos a que las inversiones pueden diferir el pago del IVA y gravámenes donde se establecen algunos beneficios para estas actividades.

El decreto 1.597/99 reglamenta la ley 25.019 estableciendo precisiones acerca de las formas en que deben realizarse los beneficios, los requisitos y cumplimientos de los beneficiarios, cómo son los diferimientos y en qué tiempos, entre otros aspectos.

Otros aspectos regulados con relación a la ley son: la Res. 136/2000 de la Secretaría de Energía y Minería, sobre el monto del gravamen; la Res. 113/2001, sobre los requisitos de los beneficios tributarios; la Resolución 905/2005, que establece un coeficiente de actualización trimestral; la Res. 1.061/2005, también sobre el coeficiente de actualización trimestral; la Res. 1.835/2005, donde se crea el padrón de agentes de percepción. Se puede observar que las políticas están orientadas a la promoción en aspectos económicos, fiscales o tributarios.

En la situación actual de las normativas sobre energía eólica y solar podemos encontrar que va recibiendo impactos de las leyes posteriores como es la ley 26.190 sobre fomento del uso de fuentes renovables y la ley 27.424 sobre generación distribuida.

2) Ley 26.093 de 2006, **sobre biocombustibles**, establece el régimen de regulación y promoción para la producción y uso sustentable. Determina una vigencia de 15 años, fija la autoridad de aplicación, una comisión asesora, define los biocombustibles, las plantas productoras, las mezclas con combustibles fósiles, consumo de combustibles por el Estado, un régimen promocional donde especifica los beneficiarios y el régimen, también un sistema de infracciones y sanciones.

Se reglamentó a través del Decreto 109/2007 donde se determinan las actividades alcanzadas por estas normativas y las funciones de la autoridad de aplicación para su implementación. El impacto posterior que recibe esta normativa va estar dado con la sanción de la ley que regula el bioetanol.

Hoy nos encontramos en plena discusión ante el vencimiento de la ley 26.093 si se diseña una nueva ley o se realiza una prórroga de la existente. El Congreso lo incluye entre los temas a tratar en sesiones extraordinarias en 2021.

3) Ley 26.123 del año 2006, sobre **promoción del hidrógeno**, que lo declara de interés nacional. La ley pone énfasis sobre el desarrollo de la tecnología, la producción, el uso y aplicaciones del hidrógeno como combustible y vector de energía. Y en el art. 2º establece que “La presente ley promueve la investigación, el desarrollo, la producción y el uso del hidrógeno como combustible y vector energético, generado mediante el uso de energía primaria y regula el aprovechamiento de su utilización en la matriz energética”.

La ley establece los objetivos, sujetos, funciones de la autoridad de aplicación, infracciones y sanciones, crea un fondo de fomento y un régimen fiscal de promoción. No tiene reglamentaciones.

4) Ley 26.190 de 2006, sobre energía eléctrica, **el fomento para el uso de fuentes renovables** de energía destinada a producción de energía eléctrica. La ley va a modificar aspectos de la ley 25.019. El objeto de la ley es declarar de interés nacional la generación de energía eléctrica a partir del uso de fuentes de energía renovables con destino a la prestación de servicio público como así también la investigación para el desarrollo tecnológico y fabricación de equipos con esa finalidad.

El alcance establecido en el art.2: “Se establece como objetivo del presente régimen lograr una contribución de las fuentes de energía renovables hasta alcanzar el OCHO

POR CIENTO (8%) del consumo de energía eléctrica nacional, en el plazo de DIEZ (10) años a partir de la puesta en vigencia del presente régimen."

La ley establece algunas definiciones, sanciones y características relacionadas con su aplicación. La ley va a ser reglamentada y cuenta con numerosas resoluciones vinculadas, aspectos fiscales, contratos, procedimientos sobre diversos aspectos, etc. También va a recibir el impacto de la ley de generación distribuida.

5) Ley 26.334 de 2007 régimen de **promoción de la producción de bioetanol**, la ley establece centralmente quienes pueden acceder al régimen directamente relacionado con la ley 26.093. La reglamentación contiene procedimientos, volúmenes, producción y uso sustentable, naftas, porcentajes obligatorios, precio, entre otros.

6) Ley 27.191 de 2015 régimen de **fomento nacional para el uso de fuentes renovables** de energía destinadas a la producción de energía eléctrica, viene a modificar aspectos de la 26.190. En primer lugar, realiza una serie de modificaciones a artículos de la ley anterior en el primer capítulo y, luego, establece el fomento para el período 2018-2015, donde se propone "lograr una contribución de las fuentes renovables de energía hasta alcanzar el veinte por ciento (20%) del consumo de energía eléctrica nacional, al 31 de diciembre de 2025" (art.5).

También establece un fondo fiduciario, contribución de los usuarios, incrementos fiscales, régimen de importaciones, energías provenientes de regímenes intermitentes, son las referencias de los distintos capítulos de la ley.

Se reglamentó a través del Decreto 531/16 y cuenta con un conjunto de resoluciones que regulan diferentes aspectos de su implementación.

7) Ley 27.424 de 2017 sobre el régimen de **fomento a la generación distribuida** de energía renovable integrada a la red eléctrica pública. La ley va a modificar la ley 24.065, 25.019 y 26.190. A su vez, tiene alteraciones a través de la ley 27.430 sobre modificación de impuestos y la ley 27.467 del presupuesto nacional.

El objeto de la ley es "fijar las políticas y establecer las condiciones jurídicas y contractuales para la generación de energía eléctrica de origen renovable por parte de usuarios de la red de distribución, para su autoconsumo, con eventual inyección de excedentes a la red, y establecer la obligación de los prestadores del servicio público de distribución de facilitar dicha inyección, asegurando el libre acceso a la red de distribución, sin perjuicio de las facultades propias de las provincias" (art.1).

Se declara de interés nacional en el art. 2 la generación distribuida de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables con destino al autoconsumo y a la inyección de eventuales excedentes de energía eléctrica a la red de distribución

Contiene, además, una serie de definiciones, la autorización de conexión, el esquema de facturación, la autoridad de aplicación, crea un fondo fiduciario de generación distribuida, beneficios promocionales, régimen de fomento de industria nacional y el régimen sancionatorio.

Las formulaciones normativas realizadas nos dan una imagen de las políticas expresadas en las leyes mencionadas y su implementación. En ese marco, la promoción del uso de energías renovables ha seguido en el tiempo y se ha complementado con las distintas normativas dictadas, cuyo principal objeto ha sido el interés nacional por desarrollar estas energías y el uso de mecanismos económicos de promoción usando diferentes estrategias para su desarrollo.

El análisis de las normativas nos muestra la prioridad de establecer mecanismos de tipo económico, fiscal o tributario, es una herramienta utilizada prácticamente en todas las normas, no se utilizan otros mecanismos, salvo las infracciones y sanciones.

En los textos normativos no hay argumentos de tipo ambiental, pero en todas las presentaciones de las normativas se hace referencia a los beneficios ambientales ya sea para el cambio climático, para el desarrollo sustentable, para la mejora de la calidad de vida, entre otros.

En los objetivos de desarrollo sustentable establecidos por Naciones Unidas, se establece en el Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos. Allí se hace referencia a la importancia del uso de las energías renovables para el cambio climático, la contaminación del aire, la dependencia de fuentes vegetales para comida y calefacción, entre otros argumentos.[57]

Los informes de organismos internacionales como el mencionado en el párrafo anterior relacionan las políticas de promoción del uso de fuentes renovables de energía con las cuestiones ambientales al favorecer el reemplazo de combustibles fósiles y por tanto colaborar con las políticas de mitigación del cambio climático.

3- Los aspectos institucionales vinculados a las energías renovables

Las normativas no pueden observarse descontextualizadas de los gobiernos en que fueron dictadas, ni de los espacios institucionales que las implementan, los que a su vez van ejecutando las políticas definidas en las normas.

En cada gestión gubernamental establecemos las áreas de la administración pública nacional encargadas de ejecutar la política en materia de energías renovables, como

[57] https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/

se modifica, de que áreas depende para tener un panorama general sobre los principales cambios operados.

El espacio institucional para la ejecución de las políticas energéticas en Argentina siempre estuvo enmarcado bajo la órbita de Ministerios con múltiples temáticas, en el período gubernamental del presidente Menem (1995-1999) es donde se produce la sanción de la primera ley 25.019, de energía solar y eólica en 1998, donde el área encargada de ejecutar la política era la Secretaria de Energía de la Nación dependiente del Ministerio de Economía, de Obras y Servicios públicos.

En las tres gestiones gubernamentales siguientes, desde 2003 y hasta 2015 (Néstor Kirchner y Cristina Fernández de Kirchner), la dependencia se mantuvo en el ámbito del Ministerio de Planificación Federal, Inversión pública y Servicios, con rango de Secretaría.

Este espacio corresponde a las tres gestiones de un mismo signo político y la vamos a caracterizar brevemente de acuerdo a las definiciones normativas donde se promueven las energías renovables en cinco leyes dictadas en este período: Ley 26.093 sobre biocombustibles (2006), Ley 26.123 sobre promoción del hidrógeno (2006), Ley 26.190 sobre energía eléctrica (2006), Ley 26.334 de régimen de promoción de la producción de bioetanol (2007) y Ley 27.191 del régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables (2015).

Gestión de presidente Macri (2015-2019). El cambio que opera el espacio con su jerarquización en diciembre de 2015 se realiza a través del Decreto 231/15, que establece: “transfiérase la Secretaría de energía con sus unidades organizativas dependientes, organismos descentralizados y desconcentrados, de la órbita del ex Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios a la órbita del Ministerio de Energía y Minería”.

A través del decreto 174/18 del mes de marzo de 2018, se realiza una reestructuración y se reducen áreas y cargos dentro del ministerio.

El 5 de septiembre de 2018, el presidente Mauricio Macri baja el ministerio al rango de secretaría dentro del Ministerio de Hacienda a través de los Decretos 801/18 y 802/18.

La situación institucional en la gestión 2019-2023

En la gestión actual del presidente Alberto Fernández (2019-2023), iniciada en diciembre de 2019, el sector de energía forma parte hoy del Ministerio de Economía, y la definición del área de renovables ha demorado desde el inicio de la gestión.

Por la Decisión Administrativa N° 511/19 se aprobó la estructura organizativa de primer y segundo nivel operativo de la ex SECRETARÍA DE GOBIERNO DE ENERGÍA del entonces MINISTERIO DE HACIENDA.

A través de la Decisión Administrativa 1.080/2020 se definió el organigrama del Ministerio de Desarrollo Productivo que conduce Matías Kulfas. La Secretaría de Energía, a cargo de Sergio Lanziani, presenta tres subsecretarías: Energía Eléctrica, Hidrocarburos, y Planeamiento Energético. Por su parte, la Subsecretaría de Energía Eléctrica dirige cuatro áreas estratégicas: Dirección Nacional de Regulación y Desarrollo del Sector Eléctrico, Dirección Nacional de Generación Eléctrica, Dirección Nacional de Infraestructura Eléctrica y Dirección Nacional de Transporte y Distribución Eléctrica.

A su vez, la Dirección Nacional de Generación Eléctrica presenta tres direcciones: Dirección de Generación Hidroeléctrica, Dirección de Energías Renovables y Dirección de Generación Térmica.[58]

El principal cambio operado, que es el paso del Ministerio de Desarrollo productivo hacia el Ministerio de Economía, se realiza a través del Decreto 706/20, donde en los considerandos del decreto se referencia que:

"Que por razones operativas de gobierno resulta necesario un reordenamiento estratégico con el fin de incorporar la temática relativa a la política nacional en materia de energía en el MINISTERIO DE ECONOMÍA.

Que, para ello, resulta pertinente disponer la transferencia de las competencias referidas a la elaboración, propuesta y ejecución de la política nacional en materia de energía, asignadas al MINISTERIO DE DESARROLLO PRODUCTIVO, al MINISTERIO DE ECONOMÍA.

Que la situación actual que atraviesa el país en materia sanitaria y la premura en adoptar medidas de gestión en materia de Manejo de Fuego y en el área de Energía, imponen la necesidad impostergable de realizar las modificaciones indicadas en forma inmediata, por lo que deviene imposible seguir los trámites ordinarios para la sanción de las leyes."

En el texto del decreto se establece, en el artículo 1°: Sustitúyese el artículo 20 del Título V de la Ley de Ministerios (Ley N° 22.520, texto ordenado por Decreto N° 438/92 y sus modificatorias) por el siguiente: Asimismo, es de destacar la modificación establecida como "Artículo 20.- Compete al MINISTERIO DE ECONOMÍA asistir al

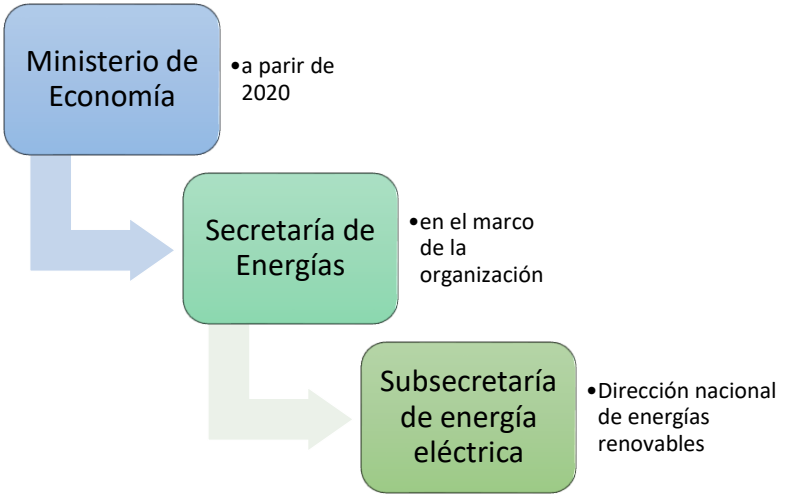
[58] www.energiaestrategica.com/organigrama-oficial-se-publicaron-las-cuatro-direcciones-del-sector-electrico-en-argentina

Presidente de la Nación y al Jefe de Gabinete de Ministros, en orden a sus competencias, en todo lo inherente a la política económica, presupuestaria e impositiva, a la administración de las finanzas públicas, a las relaciones económicas, financieras y fiscales con las Provincias y la CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES y a la elaboración, propuesta y ejecución de la política nacional en materia de energía, y en particular..”.

En la decisión administrativa 1.817 de octubre de 2020 en el cargo de Directora de Energías Renovables de la DIRECCIÓN NACIONAL DE GENERACIÓN ELÉCTRICA de la SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA de la SECRETARÍA DE ENERGÍA, entonces dependiente del MINISTERIO DE DESARROLLO PRODUCTIVO, actualmente dependiente del MINISTERIO DE ECONOMÍA”.

En el actual organigrama del Ministerio de Economía ha quedado diseñado el espacio para las energías renovables, en la estructura del ministerio de la Secretaría de Energía dependen 4 subsecretarias, que son las siguientes: de hidrocarburos, de energía eléctrica, de planeamiento energético y de coordinación institucional de la energía. En el ámbito de la subsecretaría de energía eléctrica en la Dirección Nacional de energía eléctrica se encuentra la Dirección Nacional de energías renovables.

Situación actual del área de renovables



Nos preguntamos: ¿Cómo observar el estado de situación actual? Por una parte, hacemos referencia al significado de las nuevas normativas en materia de energía, el ejemplo de la elaboración de la generación distribuida tiene un importante impacto

en la promoción del uso de energías renovables y su fundamentación es más energética que ambiental.

Por otra parte, la pandemia obliga a la gestión a rediseñar sus diferentes áreas y establece distintos objetivos en sus políticas vinculados a la problemática de salud involucrada. Esta realidad se observa en los cambios y también en las demoras en las definiciones de espacios para atender el tema de renovables.

Al mismo tiempo, en el congreso se encuentra el tratamiento de los biocombustibles y la prórroga de la ley, donde aparecen nuevas tensiones entre los combustibles fósiles y los biocombustibles, las modalidades en que están regulados y diferentes aspectos de su implementación.

En la gestión de gobierno anterior (2015-2019), los mecanismos económicos han sido los instrumentos prioritarios de la gestión, donde han puesto las principales expectativas para el desarrollo de las energías renovables. Entre las opiniones relevantes se afirma que: “Las subastas constituyen el instrumento normativo más popular para el desarrollo de las ERNC en América Latina, y no las tarifas reguladas, como lo han sido en otras partes del mundo. Países como Argentina, Belice, Brasil, Chile, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú y Uruguay, han implementado subastas de energías renovables, ya sean específicas para ERNC o para las que una o más tecnologías de energía renovable sean elegibles”. (Arroyo Peláez, 2017:50).

Como síntesis del análisis realizado, podemos afirmar que las políticas nacionales sobre energías renovables han sido formuladas en un grupo de leyes nacionales que se encuentran vigentes, las que provienen de los últimos veinte años, donde las regulaciones establecidas configuran la política expresada en leyes que ha establecido cada gestión gubernamental nacional.

Las gestiones gubernamentales nacionales que involucran son cuatro (1995-1999) (2003-2007) (2007-2011) (2015-2019) con diferentes partidos políticos, objetivos diversos, con dos gestiones en continuidad de un mismo presidente. Todo ello nos presenta un contexto de análisis a tomar en cuenta para la construcción de las políticas de cada gestión y la continuidad o no de los programas y acciones.

Partimos de la hipótesis que la política ambiental se construye, que no existe una construcción normativa independiente de los contextos y que los diferentes actores son los que disputan dicha formulación y la propia ejecución. Todo ello nos brinda un panorama complejo y extenso para caracterizar el marco normativo de las energías renovables a nivel nacional.

Las dimensiones objeto de análisis en las leyes nacionales

En otros trabajos previos realizados (Juliá, 2020) proponemos analizar cada una de las leyes nacionales en diferentes dimensiones, donde destacamos similitudes y diferencias al momento de promover el uso de fuentes renovables. Definimos un conjunto de dimensiones que nos interesa hacer referencia para observar el conjunto de variables que han sido analizadas.

La **dimensión jurídica**: toma en cuenta como elementos centrales los temas que se van a regular, los sujetos, y los principales aspectos a los que están orientadas las leyes y los hemos dividido en: el objeto, los conceptos, los derechos y deberes, las disposiciones complementarias y aspectos específicamente se relaciones con obligaciones de los sujetos involucrados o definiciones que impliquen formas de aplicación de la ley.

En esta dimensión se identifican los principales actores que intervienen, el ámbito en que se aplica, los efectos que se pueden observar, etc.

La **dimensión administrativa**: aquí se establecen las modalidades burocráticas establecidas en la aplicación de la política en el territorio, qué aspectos se requieren para utilizar los diferentes supuestos que establece la ley, los actos administrativos, las formalidades, autorizaciones, etc.

De tal modo de observar la factibilidad de la implementación, el tipo de exigencias administrativas, la organización que requiere el espacio institucional que debe desarrollarlo y otros aspectos que hacen a los trámites que deben realizar.

La **dimensión institucional** hace referencia a las actuaciones de los espacios de la administración establecidos para atender la problemática y los encontramos fijados para la implementación de la ley y la podemos observar en las variables de competencia y funciones, los actores.

Los actores gubernamentales que se han seleccionado para ejecutar la política, su jerarquía, el espacio con que cuentan, van a ser relevantes para la implementación.

La **dimensión económica** comprende todos los beneficios que se otorgan para quienes están vinculados al tema de fuentes renovables y las diferentes estrategias impositivas, fiscales, créditos, etc., que se conceden a quienes las usen o promuevan.

Un aspecto muy destacado en todas las leyes es promover a través del beneficio y estímulo económicos.

La **dimensión ambiental** se observa en las variables que aparece en los textos, entendiendo por tal cualquier referencia a los beneficios ambientales resultantes de

la aplicación de las leyes o referencias generales al ambiente. En las referencias generales a la promoción de las energías renovables se mencionan los beneficios ambientales de las propuestas.

El trabajo de analizar diferentes dimensiones nos permitió observar el acento puesto en algunos aspectos por las leyes nacionales y cuáles eran los más relevantes al momento de comparar las diferentes energías reguladas.

Las variables objeto de análisis en las leyes sobre energías renovables

En las siete leyes vigentes que regulan las energías renovables a nivel nacional, hemos identificado y descripto distintas variables que permiten observar en las diferentes dimensiones las políticas formuladas y tratar de determinar cuáles son los principales indicadores de la ejecución de dichas políticas.

Por una parte, se identifican las políticas formuladas en las leyes nacionales, primera columna de la tabla, las dimensiones objeto de análisis y las variables tomadas en cuenta.

Las políticas formuladas	**Dimensiones**	**Variables**
Ley 25.019: Generación de energía eléctrica de origen eólico y solar	**Jurídicas**	***-Objeto de la ley*** ***-Conceptos*** ***-Derechos*** ***-Deberes*** ***-Régimen sancionatorio***
Ley 26.093: Régimen de promoción, para la producción y uso sustentable de biocombustibles	**Administrativas**	***Exigencias administrativas***
Ley 26.123: Desarrollo de la tecnología, la producción, el uso y aplicaciones del hidrógeno como combustible y vector de energía	**Institucionales**	***-Competencias*** ***-Funciones*** ***-Actores*** ***-Disposiciones complementarias***
Ley 26.190: Generación de energía eléctrica a partir del uso de fuentes de energías renovables con destino a la prestación de servicio público	**Económicas**	***-Asignación de recursos*** ***-Beneficios*** ***-Fomento***

Las políticas formuladas	Dimensiones	Variables
		-Fondos
Ley 26.334: Régimen de promoción de la producción de bioetanol	**Ambientales**	***Referencias ambientales***
Ley 27.191: Régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica		
Ley 27.424: Fijar las políticas y establecer condiciones jurídicas y contractuales para la generación de energía eléctrica de origen renovable por parte de los usuarios a la red de distribución		

Tabla síntesis de presencia de las variables analizadas en las leyes nacionales sobre energías renovables.

Variables	a) Ley 25.019	b) Ley 26.093	c) Ley 26.123	d) Ley 26.190	e) Ley 26.334	f) Ley 27.191	g) Ley 27.424
1-Objeto de la ley	X	X	X	X	X	X	X
2-Conceptos		X		X		X	X
3-Derechos					X		X
4-Deberes			X			X	X
5-Dimensión administrativa		X	X				X
6-Competencias	X						
7-Funciones de Aut Aplicación					X	X	
8-Actores	X	X	X	X	X	X	X

Variables	a) Ley 25.019	b) Ley 26.093	c) Ley 26.123	d) Ley 26.190	e) Ley 26.334	f) Ley 27.191	g) Ley 27.424
9-Asignación de recursos			X	X		X	X
10-Beneficios patrimoniales	X	X	X	X	X	X	X
11- Régimen de fomento			X	X		X	X
12-Régimen sancionatorio		X	X	X			X
13-Disposiciones complementarias	X	X	X	X		X	X
14- Dimensión ambiental		X	X			X	X

Principales reflexiones a partir del análisis realizado

Las políticas formuladas en leyes nacionales para la promoción del uso de energías renovables nos muestran una variedad y diversidad de situaciones objeto de regulación en cada una de las temáticas. Las leyes hacen referencia a las distintas fuentes de energías renovables estableciendo los principales requerimientos, derechos, deberes, conceptos a tener en cuenta, las promociones, fomentos, beneficios y los aspectos administrativos a tener en cuenta para su implementación.

Las políticas establecidas en las leyes nacionales, están vinculadas con las distintas gestiones gubernamentales en las que fueron dictadas, fueron incorporando normativas para cada una de las fuentes de energías acompañando las visiones internacionales sobre el tema tendiente a diversificar la matriz energética, ampliar el uso de energías renovables, entre otros argumentos que motivan su regulación.

Las políticas definidas deben observarse en el contexto de las gestiones en las que se formulan e implementan, teniendo en cuenta los aspectos institucionales y administrativos que cada gestión otorga al tema para implementar las políticas.

Otro aspecto importante es que el conjunto de normas con que hoy contamos ya que crean un entramado legal relevante en materia de renovables, con sus reglamentaciones, con programas y acciones que las complementan, que constituye la forma de llegar al territorio.

El espacio institucional asignado a las energías renovables estuvo ubicado en distintas áreas ministeriales hasta la situación actual en el Ministerio de Economía, dentro de la secretaría de energía.

En el análisis estrictamente normativo consideramos las dimensiones jurídicas, administrativa, económica, institucional y ambiental, en los textos de cada una de las leyes para observar las principales variables objeto de trabajo que nos permite hacer algunas reflexiones generales a tener en cuenta en la profundización en cada tipo de energía en una situación determinada.

En la dimensión jurídica en las referencias conceptuales se concentran en los tipos de energías regulados y también podemos destacar la definición del objeto de las leyes nos indica el tipo de normativa que se formula, que términos se destacan, si hace referencia a la generación, producción, uso y la promoción como aspectos a destacar.

Los conceptos se han concentrado en algunas definiciones técnicas y en pocos casos con glosario de términos. En materia de derechos no se hace referencia a los vinculados a la energía en algunos casos a los sujetos beneficiarios. Los deberes están relacionados a trámites administrativos necesarios para incorporarse a las diferentes situaciones que regula cada ley.

En la dimensión administrativa encontramos varios aspectos vinculados a la relación entre nación y provincia, donde están los límites de las atribuciones, observamos que pueden aparecer problemas de interpretación en los análisis. Son las tareas asignadas a las autoridades de aplicación de las leyes, que son nacionales, donde se plantea estas situaciones que pueden entrar en colisión con las competencias de las provincias. Ello demanda un análisis pormenorizado de cada ley en estos aspectos a la hora de su implementación territorial.

La dimensión económica la hemos destacado como el eje de regulación en la mayoría de las leyes ya que los beneficios, promociones o formas de incentivar el uso y desarrollo de estas fuentes de energía han sido prioritarios en las regulaciones. Cada ley establece un conjunto de beneficios, promociones o fomentos que pretenden conformar un atractivo para la inversión en este tipo de actividades.

Entre otros aspectos, la promoción de las fuentes renovables de energía ha estado siempre asociada a los beneficios ambientales que comprende, en general las leyes no lo establecen como un criterio de política ambiental a la regulación, solo una referencia al compromiso internacional del protocolo de Kioto. En general, son los aspectos económicos los que privan en los textos, en los argumentos y centralmente en los beneficios que recibe quien usa fuentes renovables, las produce, desarrolla, comercializa, etc. casi no se destaca la dimensión ambiental a pesar que en muchos casos se usan argumentos ambientales para promoverlas.

BIBLIOGRAFÍA

Arroyo Peláez, A. (2017). El gran impulso ambiental en el sector de la energía Perspectivas para los países y la industria de los hidrocarburos de América Latina, Documento de proyectos, CEPAL Cooperación Alemana, Santiago.

Cassagne, Ezequiel (2017) "El nuevo marco normativo de las energías renovables" LA LEY 01/03/2017, 01/03/2017, 1, Cita Online: AR/DOC/499/2017.

Consejo Federal de la energía eléctrica (CFEE) Informe de gestión 2016-2019. Ministerio de Hacienda Secretaría de Gobierno de Energía Secretaría de Recursos Renovables y Mercado Eléctrico Consejo Federal de la Energía Eléctrica.

Coviello M. F. Ruchansky, R (2017) Avances en materia de energías sostenibles en América Latina y el Caribe Resultados del Marco de Seguimiento Mundial, informe de 2017. CEPAL. LC/TS.2017/119.

Juliá M. S. y Roth, A. (2017) "Cambio climático y episodios extremos: un recorrido por las políticas públicas ambientales de mitigación y adaptación" Revista de la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales, Vol. VIII, N° 1, Nueva Serie II (2017) ISNN 1850-9371, La ley. PP-177-196

Juliá, M.S. (2020) "La promoción de las energías renovables: aproximación a las políticas del poder Ejecutivo Nacional actual" en Reyna S.M. Actores sociales frente al desafío de la sustentabilidad. Proyectos consolidar 2018-2021.Universitas. ISBN 978-987-4029-43-0

Juliá, Marta Susana (2020) "Uso de energías renovables: elementos sobre la construcción de las políticas energéticas y ambientales" Anuario XVIII CIJS Advocatus, Córdoba. ISBN 1667-6122

Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, (2009) Nota técnica N°22 el mercado eléctrico en Argentina

D. Messina y R. Contreras, "Sostenibilidad energética en América Latina y el Caribe: reporte de los indicadores del Objetivo de Desarrollo Sostenible 7", Documentos de Proyectos, (LC/TS.2019/47), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019.

Sánchez, R et all (2017) Inversiones en infraestructura en América Latina Tendencias, brechas y oportunidades, Serie Recursos Naturales e Infraestructura N°187, CEPAL, diciembre

Zeballos de Sisto, C. (1992) Dos décadas de legislación ambiental en Argentina. A-Z. Buenos Aires.

CAPÍTULO 10: ENERGÍA EÓLICA Y NORMATIVAS ASOCIADAS

María Florencia Bianco[59], *Marta S. Juliá*[60], *Santiago M. Reyna*[61]

Resumen

Este capítulo presenta la normativa vigente en la actualidad asociada a la energía eólica en Argentina y en la provincia de Córdoba, y se abordan las leyes destacando su relevancia para este tipo de energía en particular. De acuerdo a lo analizado, las conclusiones reflejan que, si se quiere llegar a cumplir con los objetivos de participación de energías renovables, fijados por las leyes analizadas para la matriz energética nacional, se deberá seguir incentivando a los inversores con programas de fomento, diferimiento de pagos de impuestos y medidas que impliquen grandes beneficios fiscales y económicos; garantizando estabilidad fiscal para este tipo de inversiones que implican un riesgo importante y necesitan un largo período de recuperación del capital.

Palabras clave

Energía eólica. Leyes Nacionales. Leyes Provinciales. Córdoba. Argentina.

Abstract

This chapter presents the current legislation associated with wind energy in Argentina and in the province of Córdoba, and discusses the laws highlighting their relevance for this type of energy in particular. The analysis concludes that, in order to achieve the renewable energy participation goals, set by the analyzed laws for the national energy matrix, investors should continue to be encouraged with promotion programs, tax deferral and measures that imply great fiscal and economic benefits; guaranteeing

[59] Ingeniera industrial. Universidad Nacional de Córdoba. florencia.bianco@mi.unc.edu.ar

[60] Centro de Investigaciones Jurídicas y Sociales UNC-CONICET, dramartajulia@gmail.com

[61] Ph.D. en Ingeniería de la Universidad de Purdue; Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Córdoba. santiago.reyna@unc.edu.ar

fiscal stability for this type of investments that imply an important risk and need a long period of capital recovery.

Introducción

En el presente trabajo, nos proponemos describir las normativas directamente asociadas a la energía eólica, su caracterización a nivel nacional y de la provincia de Córdoba. En primer lugar, describimos las normativas nacionales destacando los principales aspectos aplicables a este tipo de energía; en segundo lugar, las normativas de la provincia de Córdoba; en tercer término, los programas que son de aplicación, para terminar con algunas reflexiones finales.

Argentina cuenta con una matriz energética extremadamente desbalanceada y dependiente de combustibles fósiles. De acuerdo a informes mensuales de CAMMESA del año 2020, la mayor parte de la generación procede de las centrales térmicas (más de 60%), abastecidas mayormente con gas natural.

A pesar de haber atravesado varias crisis energéticas a lo largo de los años, el país ha comenzado a tomar acciones para diversificar su matriz energética recién en las últimas dos décadas. El inicio de este cambio fue el lanzamiento del Plan Estratégico Nacional de Energía Eólica en el año 2005. El objetivo de este plan era impulsar el desarrollo de infraestructura de generación eléctrica del país a partir de la energía eólica y promover la producción industrial argentina. A su vez, el plan incluía la elaboración de un mapa Eólico Nacional y la instalación de 300 MW de potencia en diversos puntos del territorio para el año 2012.

A nivel legislativo el cambio más importante vino de la mano de la Ley 26.190 (Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinadas a la Producción de Energía Eléctrica) sancionada en diciembre de 2006. Si bien ya estaba en plena vigencia la Ley Nacional 25.019 (Régimen Nacional de Energía Eólica y Solar), las compensaciones previstas resultaron insuficientes como estímulo.

A continuación, se presenta un resumen de las leyes asociadas a la generación a partir de la energía eólica, tanto a nivel nacional como provincial.

1- Legislación Nacional

Ley Nacional	Descripción	Año
Ley 24.065	Régimen legal de la energía eléctrica	1991
Ley 25.019	Régimen nacional de energía eólica y solar	1998

Ley Nacional	Descripción	Año
Ley 26.190	Régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables	2006
Ley 27.191	Modificación del Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica	2015
Ley 27.424	Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica	2017

Ley 24.065: Régimen de la Energía Eléctrica

Esta ley regula la generación, transporte y distribución de electricidad, y aplica para generación mediante cualquier tipo de fuente. Específicamente, referido a este tipo de generación en particular, es la resolución 304/99 la que establece las condiciones y requerimientos que deberán cumplir las empresas u organismos titulares de Centrales Eólicas de Generación Eléctrica, que aspiren a convertirse en agentes del Mercado Eléctrico Mayorista. En su artículo 1°, dicha resolución establece algunas de las condiciones referidas, tales como las siguientes:

- Observar el cumplimiento estricto de la legislación ambiental, asumiendo la responsabilidad de adoptar las medidas que correspondan para evitar efectos nocivos sobre el aire, el suelo, las aguas y otros componentes del ambiente.
- Mantener los equipos e instalaciones, en condiciones tales que permitan cumplir los requerimientos ambientales indicados por las leyes, decretos, reglamentaciones y normas (nacionales, provinciales y/o municipales) que correspondan aplicar en cada caso en particular.
- Establecer y mantener durante todo el período de operación, sistemas de registros de descargas y desechos, a fin de facilitar la verificación del cumplimiento de las normas de protección ambiental.

Entre los requerimientos, por otro lado, se puede mencionar algunos relevantes, entre los cuales se establecen algunas restricciones en cuanto a la localización y construcción de los parques, y los instrumentos de política y gestión ambiental que deberán preceder a la instalación del mismo:

a) Realizar la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto que contemple los parámetros del sistema natural y del sistema social.
b) Elaborar el Plan de Gestión Ambiental con las medidas de mitigación correspondientes, para las etapas de construcción y operación.
c) Evitar la instalación de los equipos en las cercanías de aeropuertos, radares o antenas emisoras de sistemas de comunicaciones.
d) Instalar los equipos a no menos de DOSCIENTOS METROS (200 m) de las rutas viales de jurisdicción nacional o provincial.
e) Realizar durante la etapa de construcción, un adecuado movimiento de suelos, a fin de evitar la ocurrencia o aceleración de procesos erosivos, la alteración de escurrimientos de aguas superficiales o su acumulación.
f) Restituir las tierras afectadas por la construcción y emplazamiento de las instalaciones, al término de los trabajos respectivos, a su estado natural, al máximo que sea posible, compatible con el servicio y en el mínimo plazo.
g) Cumplir con la Norma IRAM Nº 4062 "Ruidos molestos al vecindario".

A su vez, esta resolución establece como obligatoria, la realización de programas de monitoreo ambiental tales como mediciones anuales de niveles de ruidos y mediciones de ruidos posteriores a la ocurrencia de fenómenos naturales extraordinarios.

Ley 25.019: Régimen Nacional de Energía Eólica y Solar

Esta ley ya es más específica de la generación eólica en sí. En su artículo 1° declara de interés nacional la generación de energía eléctrica de origen eólico y solar en todo el territorio nacional. A su vez, establece que la actividad de generación de energía eléctrica de origen eólico y solar no requiere autorización previa del Poder Ejecutivo nacional para su ejercicio. En su artículo 2° establece que este tipo de generación podrá ser realizada por personas físicas o jurídicas con domicilio en el país, y en su artículo 3°, que las inversiones de capital destinadas a la instalación de centrales o equipos eólicos podrán diferir el pago de las sumas que deban abonar en concepto de impuesto al valor agregado por el término de quince (15) años a partir de la promulgación de esta ley.

Esta es una forma de fomentar este tipo de generación al darle margen a los inversores para financiar sus inversiones, que se sabe que son altas en la instalación de este tipo de parques.

Más adelante, en su artículo 6°, establece que la Secretaría de Energía de la Nación, propiciará que los distribuidores de energía, comprenden a los generadores de energía eléctrica de origen eólico, el excedente de su generación con un tratamiento similar al recibido por las centrales hidroeléctricas de pasada. Esto también es importante, ya que, al ser una energía intermitente, dependiente de la existencia o no del viento, puede existir generación abundante en momentos que no sean picos para la demanda.

Otra forma de incentivar este tipo de generación, viene dada por la establecida en el artículo 7° de la presente ley, donde se estipula que toda actividad de generación eléctrica eólica y solar que vuelque su energía en los mercados mayoristas o que esté destinada a la prestación de servicios públicos, gozará de estabilidad fiscal por el término de quince (15) años, contados a partir de la promulgación de la presente, entendiéndose por estabilidad fiscal la imposibilidad de afectar al emprendimiento con una carga tributaria total mayor, como consecuencia de aumentos en las contribuciones impositivas y tasas, cualquiera fuera su denominación en el ámbito nacional, o la creación de otras nuevas que las alcancen como sujetos de derecho a los mismos.

Esta ley es complementaria de las Leyes 15.336 y 24.065 (Energía Eléctrica, mencionada anteriormente), tal como se establece en el artículo 11.

El decreto 1597/99 aprueba la reglamentación para esta ley estableciendo, en su artículo 3°, que los interesados en acogerse al beneficio establecido en el Artículo 3º de la Ley Nº 25.019 deberán presentar un Proyecto de Instalación de Central de Generación de Energía de Fuente Eólica o Solar ante la SECRETARIA DE ENERGÍA dependiente del MINISTERIO DE ECONOMÍA Y OBRAS Y SERVICIOS PÚBLICOS, el que deberá contener un Cronograma de Inversiones, la fecha estimada de Puesta en Servicio de cada equipo, la Puesta en Servicio Definitiva, el Listado de Bienes, Obras y Servicios, con su cuantificación y valorización, afectados al Proyecto de Instalación de Central de Generación de Energía de Fuente Eólica o Solar y demás requisitos que ésta determine por acto general, para su aprobación.

Si bien es cierto que fue reglamentada en 1999, fue recién en 2001 cuando se dispusieron los instrumentos administrativos que la hicieron operativa (Resolución 113/01). Las demoras para entrar en vigencia, hicieron que comenzara a aplicarse en medio de una profunda crisis de carácter político, económico, social e institucional, la crisis del 2001. El progresivo deterioro económico y de las condiciones de vida de la población, que llegaron a niveles históricos de pobreza y desempleo, más el desconocimiento generalizado de legitimidad de los representantes políticos, crearon

condiciones adversas para el desarrollo de este tipo de proyectos. Por lo tanto, en la práctica, esta Ley fue útil fundamentalmente para despertar conciencia general sobre la alternativa de generación eólica existente.

La resolución 113/01 es, como se mencionaba en el párrafo anterior, la que establece los requisitos para la presentación de solicitudes de acogimiento a los beneficios de esta ley. Por ejemplo, algunos de los requisitos para proyectos de instalación de centrales de Generación Eólica que se solicitan son:

- Descripción técnica del proyecto con: Nombre y ubicación de la Central, Altitud sobre el nivel del mar, Distancia al centro de consumo o a la conexión a la línea, Cantidad de equipos productores, con sus características (marca, modelo, cantidad de palas, altura del rotor, diámetro de las palas, potencia de los generadores, curva de potencia, etc.), Equipamiento complementario imprescindible para el funcionamiento de la Central (transformadores, rectificadores, baterías, conversores, etc.).
- Diagrama de la ubicación de uno o más anemómetros de control (de acuerdo a la configuración del parque y número de unidades que lo componen) que deberán estar a la altura del rotor de los equipos y de manera tal que sus mediciones resulten suficientemente representativas.
- Estudio de factibilidad realizado, incluyendo especialmente la estimación de producción del parque, la velocidad media anual y dirección de viento esperados.

Ley 26.190: Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica

Esta ley declara de interés nacional la generación de energía eléctrica a partir del uso de fuentes de energía renovables con destino a la prestación de servicio público como así también la investigación para el desarrollo tecnológico y fabricación de equipos con esa finalidad en su artículo 1°.

Establece como objetivo lograr una contribución de las fuentes de energía renovables hasta alcanzar el ocho por ciento (8%) del consumo de energía eléctrica nacional, al 31 de diciembre de 2017, en su artículo 2° y establece como ámbito de aplicación a todo el territorio nacional, en su artículo 3°, promoviendo la realización de nuevas inversiones en emprendimientos de producción de energía eléctrica, a partir del uso de fuentes renovables de energía, entendiéndose por tales la construcción de las obras civiles, electromecánicas y de montaje, la fabricación o importación de

componentes para su integración a equipos fabricados localmente y la explotación comercial.

Específicamente menciona a la energía eólica como una de las que son consideradas fuentes renovables de energía no fósiles idóneas para ser aprovechadas de forma sustentable en el corto, mediano y largo plazo, dentro de las definiciones de su artículo 4°; y como uno de los tipos de fuentes primarias utilizadas por los equipos de generación para su conversión en electricidad.

Dentro de las políticas establecidas en el artículo 6° destinadas a promover la inversión en el campo de las energías renovables, cabe destacar la primera que consiste en elaborar, en coordinación con las jurisdicciones provinciales, un Programa Federal para el Desarrollo de las Energías Renovables el que tendrá en consideración todos los aspectos tecnológicos, productivos, económicos y financieros necesarios para la administración y el cumplimiento de las metas de participación futura en el mercado de dichos energéticos.

Además, esta ley establece varios beneficios impositivos como, por ejemplo, la amortización acelerada en el Impuesto a las Ganancias y de devolución anticipada del Impuesto al Valor Agregado, los cuales no serán excluyentes entre sí, permitiéndose a los beneficiarios acceder en forma simultánea a ambos tratamientos fiscales.

Se establece que el presente régimen es complementario del establecido por la Ley 25.019 y sus normas reglamentarias. Y también se asignan remuneraciones para los distintos tipos de generación, por medio del FONDO FIDUCIARIO DE ENERGÍAS RENOVABLES, que será administrado y asignado por el Consejo Federal de la Energía Eléctrica. Se destinará a remunerar en hasta UNO COMA CINCO CENTAVOS POR KILOVATIO HORA (0,015 $/kWh) efectivamente generados por sistemas eólicos instalados y a instalarse, que vuelquen su energía en los mercados mayoristas o estén destinados a la prestación de servicios públicos. Tanto el valor del Fondo como la remuneración establecida, se adecuarán por el Coeficiente de Adecuación Trimestral (CAT) referido a los períodos estacionales y contenido en la Ley 25.957 (Modificación de la ley 24.065 de Energía Eléctrica). Esta remuneración la gozarán los equipos instalados correspondientes a generadores eólicos y generadores fotovoltaicos solares, por un período de QUINCE (15) años a partir de la efectiva fecha de instalación, de acuerdo a lo expuesto por esta ley.

La ley fue reglamentada en el año 2009 con el decreto 562/2009, y se puede destacar en especial la aclaración del artículo 3° donde establece que la Ley Nº 26.190 es de aplicación a todas las inversiones en producción de energía eléctrica, a partir del uso

de fuentes de energía renovables en todo el territorio nacional, sean estas nuevas plantas de generación o ampliaciones o repotenciaciones de plantas de generación existentes. Lo cual da lugar a que plantas ya existentes puedan ingresar a los beneficios de esta ley. Este decreto también contiene los requisitos para acceder a dichos beneficios y cómo debe realizarse todo el procedimiento.

Esta ley en particular tuvo dos problemas importantes:

- Su tardía reglamentación: la ley fue promulgada en diciembre del 2006 y su reglamentación en mayo del 2009. Esto provocó un vacío de regulación durante tres años, impidiendo que las posibles inversiones pudieran concretarse, dado que hasta que no se reglamente una Ley, la misma carece de operatividad.
- Un incentivo insuficiente en la Prima fijada: la Prima fijada resultó insuficiente para cubrir la brecha entre el precio spot de mercado y el costo medio total de generación eólica. Considerando esto, la ley tampoco establece mecanismos que incluyan las externalidades positivas de la energía eólica a través de otros tipos de complementos a la Prima, que permitan compensar o nivelar los subsidios que la energía convencional actualmente percibe con fondos directos del tesoro nacional.

Ley 27.191: Modificación del Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica (ley 26.190)

Además de las modificaciones previstas para la ley ya existente (26.190), esta ley establece una segunda etapa para el régimen de fomento, para el período 2018-2025, donde establece como objetivo lograr una contribución de las fuentes renovables de energía hasta alcanzar el veinte por ciento (20%) del consumo de energía eléctrica nacional, al 31 de diciembre de 2025. Según la ley vigente, las metas fueron fijadas en: 8% para 2017, 12% al 2019, 16% al 2021, 18% al 2023 y 20% al 2025. Actualmente, la generación por medio de fuentes renovables llega solamente al 8%, donde el 64% proviene de la energía eólica, pero sigue siendo insuficiente para alcanzar los objetivos fijados.

Esta ley también crea en su capítulo III, el Fondo Fiduciario para el Desarrollo de Energías Renovables (FODER), que tiene como objeto el otorgamiento de préstamos, la realización de aportes de capital y otros instrumentos financieros; otorgar avales y garantías, para proyectos de Energías Renovables.

Por otro lado, establece en su artículo 17 que el acceso y la utilización de las fuentes renovables de energía no estarán gravados o alcanzados por ningún tipo de tributo específico, canon o regalías, sean nacionales, provinciales, municipales, hasta el 31 de diciembre de 2025.

Como fue mencionado anteriormente, la intermitencia es una característica importante de la energía eólica. Dentro de esta ley, se determina en su artículo 18, que la energía eléctrica proveniente de recursos renovables intermitentes tendrá, para su despacho eléctrico, un tratamiento similar al recibido por las centrales hidroeléctricas de pasada. Y, en el artículo 19 determina que será la Autoridad de Aplicación la que dispondrá de los mecanismos para asegurar la reserva de potencia asociada a la generación renovable, cuyo costo será soportado por todo el sistema.

Esta ley fue reglamentada por el decreto 531/2016, donde designa como autoridad de aplicación al Ministerio de Energía y Minería; excepto en cuestiones tributarias donde es el Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas.

Ley 27.424: Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica

Tal como lo designa su artículo 1°, la presente ley tiene por objeto fijar las políticas y establecer las condiciones jurídicas y contractuales para la generación de energía eléctrica de origen renovable por parte de usuarios de la red de distribución, para su autoconsumo, con eventual inyección de excedentes a la red, y establecer la obligación de los prestadores del servicio público de distribución de facilitar dicha inyección, asegurando el libre acceso a la red de distribución, sin perjuicio de las facultades propias de las provincias. Y en su artículo 2°, declara de interés nacional la generación distribuida de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables con destino al autoconsumo y a la inyección de eventuales excedentes de energía eléctrica a la red de distribución.

El artículo 4° determina que todo usuario de la red de distribución tiene derecho a instalar equipamiento para la generación distribuida de energía eléctrica a partir de fuentes renovables hasta una potencia equivalente a la que éste tiene contratada con el distribuidor para su demanda. Y el usuario de la red de distribución que requiera instalar una potencia mayor, deberá solicitar una autorización especial ante el distribuidor.

En su capítulo III establece el régimen de facturación, donde se define que el usuario-generador recibirá una tarifa de inyección por cada kilowatt-hora que entregue a la

red de distribución, y el distribuidor reflejará en la facturación, tanto el volumen de la energía demandada como el de la energía inyectada por el usuario-generador a la red, y los precios correspondientes a cada uno por kilowatt-hora. El valor a pagar por el usuario-generador será el resultante del cálculo neto entre el valor monetario de la energía demandada y el de la energía inyectada antes de impuestos.

A su vez, se puede destacar que, por medio de este instrumento se crea el Fondo Fiduciario para el Desarrollo de la Generación Distribuida, con el objeto de otorgar préstamos, incentivos, garantías, realizar aportes de capital y adquisición de otros instrumentos financieros, todos ellos destinados a la implementación de sistemas de generación distribuida a partir de fuentes renovables, en el capítulo V; y se crea también el Régimen de Fomento para la Fabricación Nacional de Sistemas, Equipos e Insumos para Generación Distribuida a partir de fuentes renovables, en el capítulo VII.

2- Legislación provincial

Ley Provincial	Descripción	Año
Ley 8.599	Marco regulatorio de la energía eléctrica	1997
Ley 8.810	Las energías renovables y el uso racional de la energía	1999
Ley 9.229	Ampliación del Acuerdo de Participación en el Proyecto de Energías Renovables en Mercados Eléctricos Rurales – PERMER	2005
Ley 10.397	Adhiere la Provincia de Córdoba a la Ley Nacional Nº 26.190 y su modificatoria Nº 27.191 -Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica	2016
Ley 10.572	Declara de interés provincial el Uso Racional y Eficiente de la Energía	2018
Ley 10.604	Adhiere Córdoba a la Ley Nacional 27.424 “Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública”.	2018

Respecto a la legislación provincial, se puede observar un marcado vacío normativo en cuanto a energías renovables en general entre 2005 y 2016, siendo a partir recién de este último año cuando vuelve a darse prioridad al fomento de esta clase de generación con la aparición de 3 leyes en el transcurso de 2 años. Se observa también que la provincia adhiere al régimen de fomento nacional para el uso de fuentes

renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica recién cuando sale la modificatoria de dicha ley en el año 2016, no con la aparición de la ley original del año 2006.

Ley 8.810: Las energías renovables y el uso racional de la energía

Esta ley, en su artículo 1°, declara de Interés Provincial, la generación de energía mediante fuentes renovables, en todo el territorio de la Provincia de Córdoba. Y, a su vez, establece que las inversiones en generación de energías mediante estas fuentes, tendrán exención impositiva en el Impuesto a los Ingresos Brutos por el término de diez (10) años y estabilidad fiscal por igual término, tal como lo establece el artículo 5.

Ley 9.229: Ampliación del Acuerdo de Participación en el Proyecto de Energías Renovables en Mercados Eléctricos Rurales - PERMER

Por medio de este instrumento, tal como lo indica su título, se aprueba la Ampliación del Acuerdo de Participación en el Proyecto de Energías Renovables en Mercados Eléctricos Rurales - PERMER3, suscripto entre la Secretaría de Energía de la Nación y el Gobierno de la Provincia de Córdoba. A su vez, posee un ANEXO ÚNICO, por el cual se establecen los términos y condiciones para implementar el Proyecto de Energías Renovables (PERMER) en escuelas rurales y servicios públicos de la Provincia de Córdoba, como así también para el poblador rural no abastecido por los medios convencionales.

Ley 10.397: Adhiere la Provincia de Córdoba a la Ley Nacional Nº 26.190 y su modificatoria Nº 27.191 -Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica

Esta ley, adhiere a las ya mencionadas del régimen de fomento para el uso de fuentes renovables destinadas a producción de energía eléctrica, y por medio del artículo 2°, designa al Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos o el organismo que en el futuro lo sustituya como Autoridad de Aplicación.

Ley 10.572: Declara de interés provincial el Uso Racional y Eficiente de la Energía

Por medio de esta ley, se declara de interés provincial el Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE) con el propósito de fomentar el desarrollo sustentable logrando mejoras en la competitividad de la economía, protegiendo y mejorando la calidad de vida de la población y contribuyendo con el cuidado del medio ambiente mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Además, específicamente

menciona a la energía eólica como una de las fuentes energéticas renovables no tradicionales que son tenidas en cuenta por esta ley.

Ley 10.604: Adhiere Córdoba a la Ley Nacional Nº 27.424 "Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública

Con esta ley, además de adherir a la ley nacional 27.424, la provincia de Córdoba designa como autoridad de aplicación al Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos o el organismo que lo sustituyere, para todos los aspectos que no sean de carácter federal. Además, se invita a las municipalidades y comunas de la Provincia a adherir a la presente Ley mediante el dictado de las normas respectivas.

Esta ley fue reglamentada con el Decreto 132/19, donde se designa que será el Ente Regulador de Servicios Públicos (ERSeP), quien ejercerá todas las funciones regulatorias. Dentro de este decreto también se especifican los beneficios a los que se podrá acceder, entre los que se cuentan la exención del pago de Ingresos Brutos por 5 años y la reducción del 20% del Impuesto Inmobiliario por 5 años.

3- Programas de Fomento

RenovAr: Programa de abastecimiento de energía eléctrica a partir de fuentes renovables

Este programa es aplicado en el marco de la ley nacional 27.191, incluye licitaciones públicas periódicas en las que distintas empresas presentan sus proyectos de inversión y el precio al cual están dispuestos a vender su capacidad. CAMMESA (Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico) es la administradora de estos contratos a largo plazo.

Cabe destacar la importancia que se da a la producción nacional, ya que, según la tecnología, en los proyectos que entren en la licitación debe haber un mínimo de entre el 25 y el 35% de componentes locales. Otro aspecto importante observado en las rondas realizadas de este programa es que la energía eólica representa uno de los porcentajes más grandes a licitar en todas ellas. Gran cantidad de proyectos eólicos adjudicados están ubicados en la Patagonia argentina, Buenos Aires y La Rioja, que son zonas conocidas por su gran capacidad eólica.

La primera ronda fue realizada en el año 2016, con el nombre de RenovAr 1, al tener gran éxito, ese mismo año se realizó también una siguiente vuelta con RenovAr 1.5. Luego, la segunda ronda fue lanzada al año siguiente, 2017, con el nombre de RenovAr 2. Nuevamente, al año siguiente, se realizó una tercera ronda, RenovAr 3, con la particularidad que, a través de proyectos del sistema de Participación Público Privado (PPP), se logró abarcar más provincias. Con este programa está planeado realizar una cuarta ronda que aún no tiene fecha.

MaTer: Mercado a Término de Energía Eléctrica de Fuente Renovable

Este programa es aplicado también en el marco de la ley 27.191, y es exigido sólo a los grandes consumidores. Se basa en la imposición, con carácter obligatorio, de un volumen o porcentaje mínimo de energía renovable en las ventas o producción, cuyo incumplimiento implica el pago de una penalidad onerosa.

Garantiza el derecho de los grandes usuarios (comercios e industrias con consumos de electricidad relevantes) a elegir su proveedor de energía renovable y negociar libremente las condiciones de suministro con generadores y comercializadores. Pueden, si lo desean, asegurarse hasta el 100% de su consumo eléctrico de fuentes renovables o adquirir únicamente los escalones mínimos exigidos por la Ley.

En el mes de septiembre del año 2017 se firmó el primer convenio de este tipo y fue entorno a un emprendimiento eólico. La empresa Genneia y Loma Negra acordaron la venta energía renovable. Genneia, operadora del parque eólico Rawson, le venderá energía renovable a Loma Negra desde del 1° de enero de 2018 hasta el 31 de diciembre de 2037.

PERMER: Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales

Con este programa se busca brindar acceso a la energía con fuentes renovables a la población rural del país que no tiene luz por estar alejada de las redes de distribución, aplicado en el marco de la ley Provincial 9.229.

El programa subsidia la provisión e instalación para la provisión de energía eléctrica y comunicación de:

- Sistemas fotovoltaicos y/o eólicos individuales.
- Mini-redes (hidráulica - solar/eólica - híbridas)

La puesta en marcha de cada proyecto se lleva adelante de manera articulada entre la Unidad de Coordinación del Proyecto (UCP) de la Secretaría de Energía y las provincias, garantizando su implementación federal. Cada sistema de generación (solar o eólica) queda en propiedad de la provincia y el habitante de la vivienda, como beneficiario del servicio, hace uso del mismo en la modalidad de Comodato hasta que sea alcanzado por el sistema de suministro de servicio eléctrico a través de la red eléctrica.

La particularidad respecto a este programa es que no se puede instalar cualquier aerogenerador, los sistemas deben responder a un diseño estándar para el cuál se establecen características que debe cumplir cada componente de la instalación: el aerogenerador en sí, el generador eléctrico, el rectificador, el rotor, el regulador de tensión de carga, la torre, la puesta a tierra, las baterías y hasta cómo tiene que ser la instalación domiciliaria.

GENERACIÓN DISTRIBUIDA DE ENERGÍAS RENOVABLES: Régimen para su fomento

Este programa es aplicado en el marco de la ley Nacional 27.424 y la ley Provincial 10.604.

Los equipos de generación distribuida, como paneles solares, pequeños aerogeneradores u otras tecnologías, pueden instalarse en industrias, PyMEs y hogares, generando un ahorro económico en la factura del servicio eléctrico y contribuyendo a la mitigación del cambio climático.

En Córdoba, por ejemplo, Epec permite que cualquier consumidor pueda convertirse en usuario-generador de energía para su autoabastecimiento e incluso inyectar excedentes a la red y cobrar por ello.

El usuario debe instalar un equipo de generación renovable –por ejemplo, uno eólico-, el cual estará conectado a la red de la Empresa Provincial de Energía de Córdoba (Epec) a través de un sistema de medición bidireccional.

Certificaciones y Normas

Normas Internacionales

La Norma internacional más relevante para el diseño y construcción de aerogeneradores actualmente es la Norma UNE-EN IEC 61400, que establece los requisitos de diseño de aerogeneradores y parques eólicos. Esta norma constituye la base para el diseño, la fabricación, la instalación, la operación y mantenimiento de aerogeneradores, así como para el proceso de control de calidad asociado. Constituye, por tanto, una referencia técnica fundamental, utilizada por todos los fabricantes y empresas del sector eólico.

Esta norma IEC 61400 consiste en una serie de partes que comprenden todos los aspectos que se deben considerar:

- Parte 1 (61400-1): Requerimientos de diseño
- Parte 2 (61400-2): Requerimientos de diseño para pequeños aerogeneradores
- Parte 11 (61400-11): Técnicas de medición de ruido acústico
- Parte 12 (61400-12): Ensayo de rendimiento de potencia de aerogeneradores
- Parte 13 (61400-13): Medición de cargas mecánicas
- Parte 14 (61400-14): Declaración del nivel de potencia sonora aparente y de los valores de intensidad
- Parte 21 (61400-21): Medición y evaluación de las características de calidad de potencia de aerogeneradores conectados a la red
- Parte 23 (61400-23): Pruebas estructurales a escala real de las palas del rotor
- Part 24 (61400-24): Protección contra rayos

Para diseños de grandes aerogeneradores, se toma como referencia la norma 61400-1, y la 61400-2 para pequeños. Ésta última es similar a la 61400-1 pero más simplificada para adaptarse y poder ser aplicable a pequeños modelos (se aplica a sistemas de aerogeneradores con un área de barrido igual o menor a 200 m^2, generando a una tensión por debajo de 1000 Vca o 1500 Vcc). Actualmente no se ha definido una normativa internacional concerniente al sector de media potencia.

Otras normas enfocadas a la certificación de pequeños aerogeneradores

Además de la norma internacional mencionada, algunos países la adaptan a sus propios requerimientos y, así, podemos encontrar la normativa americana, británica, japonesa, entre otras.

- Norma americana AWEA 9.1 para la certificación de pequeños aerogeneradores
- Norma británica RENEWABLE UK (Es prácticamente igual a las de la IEC)
- Norma japonesa JSWTA-0001 (Sigue la IEC, pero incluye algunos puntos más restrictivos en la parte estructural).

Certificación en Argentina

Las certificaciones más habituales que se realizan a nivel mundial son las que se realizan según el estándar internacional IEC 61400, que incluye la certificación de tipo y certificación de componentes.

Certificación de tipo

El propósito de la certificación de tipo es la confirmación de que el tipo de aerogenerador está diseñado, documentado y fabricado para cumplir con las premisas de diseño, estándares específicos y otros requisitos técnicos.

El objetivo es demostrar que es posible instalar, operar y mantener las turbinas de acuerdo con la documentación de diseño. La certificación de tipo se aplica a una serie de turbinas eólicas de diseño y producción común. Contiene procedimientos relacionados con el diseño, la fabricación, las pruebas de conformidad y con los planes para el transporte, montaje, instalación y mantenimiento.

La certificación de tipo consiste en los siguientes módulos:

- Evaluación de Bases de diseño
- Evaluación del diseño de la turbina
- Ensayo de tipo
- Evaluación de la fabricación
- Evaluación final

Cuando las pruebas de certificación de tipo se han superado con éxito, se emite un certificado de tipo para la turbina eólica que da fe de la conformidad de ésta con los supuestos de diseño, normas aplicables y otros requisitos técnicos.

Certificación de componentes

La certificación de componentes de turbinas eólicas confirma que un componente principal de un tipo específico se ha diseñado, documentado y fabricado para cumplir con los supuestos de diseño, estándares específicos y otros requisitos técnicos.

Los procedimientos para la certificación de los componentes están alineados, en gran medida, con los procedimientos de certificación de tipo. El contenido específico de un módulo depende de la componente en cuestión.

La certificación de componentes consta de los siguientes módulos:

- Evaluación de Bases de diseño
- Evaluación del diseño
- Ensayo de tipo
- Evaluación de la fabricación
- Evaluación final

Un certificado de componente por lo general se expide por un componente principal de la turbina eólica, tal como una pala o una multiplicadora.

Organismos certificadores

En Argentina, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial, a través del Centro INTI – Neuquén y su Organismo de Certificación, ha desarrollado un Protocolo de certificación basado en la norma IRAM-ISO/IEC 17024 de Certificación de Personas, para garantizar la disponibilidad para la sociedad de Instaladores de aerogeneradores que permitan con su competencia minimizar los altos costos asociados a equipos mal instalados los cuales pueden ocasionar perdida de eficiencia, roturas de equipos, accidentes y mantenimientos no programados.

Otras empresas que realizan certificaciones de este tipo en nuestro país son, por ejemplo: UL, que ofrece pruebas de rendimiento y servicios de certificación de aerogeneradores y sus componentes sobre la base de normas y reglamentos nacionales e internacionales (IEC serie 61400, directrices GL, DIBt, BSH); y la empresa de origen alemán TÜV Rheinland que sigue el estándar internacional IEC 61400 y otras normas y reglamentaciones, como del Instituto Alemán para Tecnologías de la Construcción (DIBt) y directrices GL.

Breves reflexiones sobre el capítulo

- La energía eólica es una de las fuentes de energías renovables con enormes posibilidades para ser desarrollada y abrir el camino hacia la diversificación de la matriz eléctrica nacional.

- Incentivo para la industria local: uno de los aspectos fundamentales en el costo de la inversión eólica son los aerogeneradores. Argentina cuenta con pocas industrias de fabricación de equipos de mediano porte (1MW a 2 MW por unidad) y pocas cuentan con certificación internacional. Este vacío en el sector ha sido considerado por el regulador en la Ley 26.190, donde se establecen criterios de prioridad para la adjudicación de los proyectos que cuenten con equipos mayormente fabricados o ensamblados en el país, y en algunos programas como el RenovAr.
- Las políticas públicas de apoyo y promoción cumplen un rol central para el desarrollo del sector eólico. La participación de los gobiernos ha sido necesaria en la fase inicial de implantación de tecnologías de producción de energías renovables tanto para asegurar su desarrollo como para protegerlas de la competencia directa de las tecnologías convencionales.
- Si se quiere llegar a cumplir con los objetivos de participación de energías renovables planteados para la matriz energética nacional, se deberá seguir incentivando a los inversores con programas de fomento, diferimiento de pagos de impuestos y medidas que contemplen la situación actual de crisis en la que se encuentra el país, garantizando estabilidad fiscal para este tipo de inversiones que implican un riesgo importante y necesitan un largo período de recuperación del capital.

BIBLIOGRAFÍA

GIRALT, CECILIA (2011). Energía eólica en Argentina: un análisis económico del derecho. Revista Letras Verdes N. ° 9, mayo-septiembre 2011, pp. 64-86

InfoLEG. (s.f.). *Información Legislativa y Documental – Leyes Nacionales*. Recuperado el 2020, de http://www.infoleg.gob.ar/

LEGISLATURA CÓRDOBA (s.f.). *Información Legislativa y Documental – Leyes Provinciales*. Recuperado el 2020, de https://legislaturacba.gob.ar/

SECRETARÍA DE ENERGÍAS RENOVABLES (s.f). *Información de programas de fomento de energías renovables vigentes.* Recuperado en 2020, de https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/energia-electrica/renovables

Organismos certificadores. AEE. Consultado de https://www.aeeolica.org/ en 2021.

NORMA IEC 61400-1 Third edition 2005-08. Reference number IEC 61400-1:2005(E)

Certificación de Aerogeneradores. TUV Rheinland. Consultado en 2021 de: https://www.tuv.com/argentina/es/certificaci%C3%B3n-de-aerogeneradores.html

Estándares de SWT - Luis Cano. Unidad de Energía Eólica. CIEMAT. Curso sobre minieólica para autoconsumo: Sistemas eólicos distribuidos y aislados Montevideo (Uruguay). 10 de octubre de 2019

CAPÍTULO 11: BIOMASA Y NORMATIVAS ASOCIADAS

Sofía Neyra[62], Rocío Bianchi[63], Rocío Medina[64], Marta S. Juliá[65], Santiago M. Reyna[66]

Resumen

El propósito del presente capítulo es brindar, a través de una perspectiva jurídica, un panorama de la situación normativa actual de la República Argentina y de la provincia de Córdoba respecto al aprovechamiento de la energía de la biomasa, con especial interés en la situación de los biocombustibles. A partir de un análisis del material recopilado, se concluyó que es notable el apoyo existente para el desarrollo e inversión social, con leyes que fomentan la inversión en biocombustibles. Para lograr cumplir con los objetivos de participación de energías renovables planteados para la matriz energética nacional en la Ley 27.191/15 se recomienda continuar con el fomento a la implementación de energía de biomasa y generar nuevos incentivos, exenciones, subsidios y beneficios fiscales para facilitar y acelerar las inversiones requeridas en esta transición energética. Existe, también, una regulación eficiente de la producción de biodiesel y de bioetanol, pero no hay una normativa específica referida a la producción de biogás y su incorporación como fuente energética. Finalmente, resulta importante impulsar la investigación, innovación, desarrollo científico-tecnológico y conciencia social respecto al uso de la energía y las energías renovables.

Palabras clave

Energía de la Biomasa. Legislación Nacional. Legislación Provincial. Córdoba. Argentina.

[62] Ingeniera Ambiental, Universidad Nacional de Córdoba, sofianeyraa@gmail.com
[63] Ingeniera Ambiental, Universidad Nacional de Córdoba, robianchi7@gmail.com
[64] Ingeniera Ambiental, Universidad Nacional de Córdoba, rocio.medinafe@gmail.com
[65] Centro de Investigaciones Jurídicas y Sociales UNC-CONICET, dramartajulia@gmail.com
[66] Ph.D. en Ingeniería de la Universidad de Purdue; Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Córdoba. santiago.reyna@unc.edu.ar

Abstract

The purpose of this chapter is to provide, through a legal perspective, an overview of the current legislation in Argentina and the province of Córdoba regarding the use of biomass energy, with special interest in the situation of biofuels. From an analysis of the collected material, it was concluded that the existing support for development and social investment is remarkable, with laws that encourage investment in biofuels. In order to achieve the objectives of renewable energy participation set out for the national energy matrix in Law 27.191/15, it is recommended to continue promoting the implementation of biomass energy and generate new incentives, exemptions, subsidies and tax benefits to facilitate and accelerate the investments required in this energy transition. There is also an efficient regulation of biodiesel and bioethanol production, but there is no specific regulation referring to biogas production and its incorporation as an energy source. Finally, it is important to promote research, innovation, scientific-technological development and social awareness regarding the use of energy and renewable energies.

Introducción

Actualmente, el mundo se enfrenta a una crisis derivada de la gran dependencia de los hidrocarburos en la producción de energía. Lo mismo ocurre en Argentina, cuya matriz energética se sustenta prácticamente en su totalidad en los combustibles fósiles. Para ello, recientemente se han desarrollado fuentes de energía renovable alternativas que permiten reemplazar, en al menos un cierto porcentaje, a los combustibles convencionales. Las mismas tienen un gran potencial para mitigar el cambio climático y además pueden aportar otros beneficios. Por ejemplo, si se utilizan de forma adecuada pueden contribuir al desarrollo social y económico, favorecer el acceso a la energía, la seguridad del suministro y reducir los efectos negativos de los combustibles fósiles sobre el medio ambiente y la salud.

Una de las energías renovables potencialmente aprovechable es la energía de la biomasa, que engloba una multiplicidad de fuentes y procesos. La energía de biomasa es energía solar, convertida en materia orgánica por la vegetación, que se puede recuperar por combustión directa o transformando la materia en biocombustible. En muchas ocasiones, se denomina biocombustibles a aquellos combustibles que están en estado sólido, biocarburantes a los que se obtienen en estado líquido y biogás a los que se obtienen en estado gaseoso (Velo, 2009).

Para lograr una transición hacia las energías renovables, resulta fundamental el desarrollo de políticas públicas motivadas en gran parte por el deseo de mejorar la calidad del aire y aumentar la seguridad energética a través de una diversificación de la matriz. En los últimos años la legislación ambiental de la República Argentina y de

la provincia de Córdoba ha avanzado notablemente en este marco, como se analizará en el presente capítulo.

Como respuesta al incentivo normativo y gracias a las condiciones agroclimáticas que presenta el país, que permiten la generación de biomasa para su aprovechamiento, se instalaron y se encuentran proyectadas numerosas plantas de generación de energía renovable a partir de biomasa. De acuerdo a estadísticas del Cader (Comité de Biomasa de la Cámara Argentina de Energías Renovables), Argentina posee entre 60 y 80 plantas de biomasa, de las cuales 20 son grandes instalaciones. En la provincia de Córdoba, hay algunas plantas emblemáticas. Por ejemplo, la planta de energía eléctrica a base de cáscara de maní en Ticino (GTB) instalada en 2017 cuya capacidad de generación es de 4,63 MW; en 2013 se creó un complejo industrial ubicado en Alejandro Roca llamado Promaíz, con una capacidad para producir 140 millones de litros de bioetanol por año a partir de maíz; en Las Chilcas, se instaló un biodigestor que procesa los desechos de cerdos y novillos para generar la energía necesaria para una mini destilería de etanol; en el Congreso Mundial de Biogás de 2020, la planta de generación de Bioeléctrica, en Rio Cuarto, fue elegida como modelo a nivel global de economía circular ya que genera bioetanol a partir de maíz y utiliza los subproductos para alimentar la planta de bioenergía (vinaza liviana), nutrir a los novillos de un feedlot (burlanda) y como biofertilizante.

Resulta evidente, entonces, que los proyectos para la producción de biomasa se encuentran en continuo crecimiento y lograrán intervenir en la matriz energética, aumentando el porcentaje de participación de la energía renovable en el país.

A continuación, se describe la normativa de Argentina asociada a la energía mencionada (en principio las leyes y sus respectivos decretos reglamentarios. Luego decretos, resoluciones y normas nacionales). A continuación, la legislación vigente en la provincia de Córdoba y, en tercer lugar, los planes y programas existentes de fomento al uso de energía de la biomasa en el territorio nacional. Finalmente, se presentan las conclusiones arribadas gracias al análisis de lo presentado.

1- Legislación Nacional

Leyes Nacionales y decretos reglamentarios

A nivel nacional, se encuentran vigentes las siguientes normativas relacionadas a la energía de la biomasa:

Ley Nacional	Descripción	Año
Ley 26.190	Régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica	2006
Ley 26.093	Régimen de Regulación y Promoción de la Producción y Uso de Biocombustibles	2006
Ley 26.334	Régimen de Promoción de la Producción de Bioetanol	2007
Ley 27.191	Modificación del Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica	2015
Ley 27.424	Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica	2017

Ley Nacional 26.190/06: Régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica.

Esta ley declara de interés nacional la generación de energía eléctrica a partir del uso de fuentes de energía renovables, considerando en el artículo 4 a la biomasa, biogás y biocombustibles como fuentes de energía renovables. Además, establece como objetivo alcanzar al 31 de diciembre de 2017 un 8% de contribución de las fuentes de energía renovable en el total de consumo de energía eléctrica nacional.

Define que el Poder Ejecutivo Nacional, a través de la autoridad de aplicación, instrumentará políticas públicas destinadas a promover la inversión en el campo de las energías renovables.

En el Artículo 14, se determina que en el marco del Fondo Fiduciario de Energías Renovables (Artículo 5° de la Ley 25.019 modificado por el presente artículo de la presente ley), la Secretaría de Energía de la Nación en virtud de lo dispuesto en el artículo 70 de la Ley 24.065 incrementará el gravamen dentro de los márgenes fijados por el mismo hasta 0,3 $/MWh, destinado a conformar el FONDO FIDUCIARIO DE ENERGÍAS RENOVABLES, que será administrado y asignado por el Consejo Federal de la Energía Eléctrica y se destinará a, entre otras cosas, remunerar en hasta UNO COMA CINCO CENTAVOS POR KILOVATIO HORA (0,015 $/kWh) efectivamente generados por sistemas con fuentes de energía renovables. Los equipos a instalarse gozarán de esta remuneración por un período de quince años, a partir de la solicitud de inicio del período de beneficio.

- **Decreto reglamentario 562/09**

Reglamenta la Ley N° 26.190, aplicada a todas las inversiones en producción de energía eléctrica, a partir del uso de fuentes de energía renovables en el territorio nacional, sean estas nuevas plantas de generación o ampliaciones y/o repotenciaciones de plantas de generación existentes, realizadas sobre equipos nuevos o usados. Establece que la Autoridad de Aplicación será el MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS, a través de la SECRETARÍA DE ENERGÍA, excepto en las cuestiones de índole tributaria o fiscal respecto de las cuales cumplirá el rol de Autoridad de Aplicación el MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS PÚBLICAS. Además, de acuerdo al Artículo 6°, el MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS coordinará con las jurisdicciones provinciales la elaboración del "PROGRAMA FEDERAL PARA EL DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES".

Ley Nacional 26.093/06: Régimen de Regulación y Promoción de la Producción y Uso de Biocombustibles.

La presente ley se encuentra reglamentada por el Decreto 109/07 y entiende por biocombustibles al bioetanol, biodiesel y biogás, que se produzcan a partir de materias primas de origen agropecuario, agroindustrial o desechos orgánicos, que cumplan los requisitos de calidad que establezca la autoridad de aplicación.

Establece que la autoridad de aplicación será determinada por el Poder Ejecutivo Nacional, que será asistida y asesorada por la Comisión Nacional Asesora para la Promoción de la Producción y Uso Sustentables de los Biocombustibles. Dicha autoridad deberá promover y controlar la producción y uso sustentable de biocombustibles, establecer las normas de calidad a las que deben ajustarse los biocombustibles y los requisitos y condiciones necesarios para la habilitación de las plantas de producción y mezcla de biocombustibles, resolver sobre su calificación y aprobación, y certificar la fecha de su puesta en marcha. Además, tendrá la capacidad de determinar y modificar los porcentajes de participación de los biocombustibles en cortes con gasoil o nafta.

En los Artículos 7° y 8°, se establece que todo combustible líquido caracterizado como gasoil, diésel oil o como nafta que se comercialice dentro del territorio nacional, deberá ser mezclado por aquellas instalaciones que hayan sido aprobadas por la autoridad de aplicación para el fin específico de realizar esta mezcla; con biodiesel en el caso del gasoil y bioetanol en el caso de la nafta, en un porcentaje del CINCO POR CIENTO (5%) como mínimo, medido sobre la cantidad total del producto final. Luego,

la autoridad de aplicación establecerá los requisitos y condiciones para el autoconsumo, distribución y comercialización de biodiesel y bioetanol en estado puro (B100 y E100), así como de sus diferentes mezclas y dicha autoridad establecerá la utilización del biogás en sistemas, líneas de transporte y distribución. Además, se obliga a utilizar el biogás sin corte o mezcla.

- **Decreto reglamentario 109/07**

Determina que las actividades alcanzadas por los términos de la Ley N° 26.093 son la producción, mezcla, comercialización, distribución, consumo y uso sustentables de Biocombustibles. La autoridad de Aplicación será el MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS, a través de la SECRETARIA DE ENERGÍA, dependiente de dicha cartera de Estado; excepto en las cuestiones de índole tributarias o fiscales para las cuales cumplirá el rol de Autoridad de Aplicación el MINISTERIO DE ECONOMÍA Y PRODUCCIÓN.

Define que la Autoridad de Aplicación realizará tareas de difusión y de promoción nacional relativas al uso de los Biocombustibles, controlará las actividades y calidad del producto en las etapas de producción, mezcla y comercialización de Biocombustibles, determinará las especificaciones de los Biocombustibles, definiendo la calidad necesaria, los parámetros mínimos, sus valores y tolerancias, y dictará la normativa técnica, definirá las condiciones mínimas de seguridad y los requerimientos de tratamiento de efluentes de las plantas de producción, mezcla, distribución y despacho de Biocombustibles.

Ley Nacional 26.334/07: Régimen de Promoción de la Producción de Bioetanol

Extiende beneficios de la Ley 20.093 a productores de caña de azúcar, ingenios azucareros y productores de bioetanol, aprobando el Régimen de Promoción de la Producción de Bioetanol con el objeto de satisfacer las necesidades de abastecimiento del país y generar excedentes para exportación. Podrán acceder al régimen los productores de caña de azúcar que produzcan, inicien o reanuden sus actividades a la fecha de entrada en vigencia de la presente ley (2007). Además, incluye a los productores de bioetanol que inicien sus actividades a partir de la misma fecha.

Ley Nacional 27.191/15: Modificación del Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica (ley 26.190)

Modifica a la Ley 26.190, estableciendo la Segunda Etapa del “Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de

Energía Eléctrica", con el objetivo de lograr una contribución de las fuentes renovables de energía de, como mínimo, el veinte por ciento (20%) del consumo de energía eléctrica nacional, al 31 de diciembre de 2025, del 18% para el año 2023, 16% para el año 2021 y 12% para el 2019.

Además, crea el Fondo Fiduciario para el Desarrollo de Energías Renovables (FODER), con el objeto de la aplicación de los bienes del fideicomiso al otorgamiento de préstamos, la realización de aportes de capital y adquisición de todo otro instrumento financiero destinado a la ejecución y financiación de proyectos elegibles a fin de viabilizar la adquisición e instalación de bienes de capital o la fabricación de bienes u obras de infraestructura.

- **Decreto reglamentario 531/16**

Reglamenta la Ley Nacional 27.191 de "Modificación del Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica" y deroga al Decreto 562/09.

Ley Nacional 27.424/17: Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública.

Fija las políticas y establece las condiciones jurídicas y contractuales para la generación de energía eléctrica de origen renovable por parte de usuarios de la red de distribución, para su autoconsumo, con eventual inyección de excedentes a la red, y obliga a los prestadores del servicio público de distribución a facilitar dicha inyección, asegurando el libre acceso a la red de distribución, sin perjuicio de las facultades propias de las provincias.

Declara de interés nacional la generación distribuida de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables. Según el Artículo 4°, todo usuario de la red de distribución tiene derecho a instalar equipamiento para la generación distribuida de energía eléctrica a partir de fuentes renovables hasta una potencia equivalente a la que éste tiene contratada con el distribuidor para su demanda. Si el usuario de la red de distribución requiere instalar una potencia mayor a la que tenga contratada para su demanda deberá solicitar una autorización especial ante el distribuidor. Para la autorización de la conexión, el distribuidor realizará una evaluación técnica y de seguridad de la propuesta de instalación de equipos de generación distribuida del interesado.

Además, determina que el Fondo Fiduciario para el Desarrollo de la Generación Distribuida (FODIS) se conformará para el otorgamiento de préstamos, incentivos,

garantías, la realización de aportes de capital y adquisición de otros instrumentos financieros, todos ellos destinados a la implementación de sistemas de generación distribuida a partir de fuentes renovables. La autoridad de aplicación establecerá los instrumentos, incentivos y beneficios a fin de promocionar la generación distribuida de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, los que se implementarán a través del FODIS.

Establece el Régimen de Fomento de la Industria Nacional (FANSIGED) en actividades de investigación, diseño, desarrollo, inversión en bienes de capital, producción, certificación y servicios de instalación para la generación distribuida de energía a partir de fuentes renovables.

- **Decreto reglamentario 986/18**

Reglamenta la Ley Nacional 27.424, de "Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública".

Decretos, resoluciones y normas nacionales

Decreto 1.738/92: Reglamentación de la Ley N° 24.076 que regula la actividad de transporte y distribución de gas natural como servicio público nacional.

El Decreto reglamentario de la Ley 24.076 define "gas" como "gas natural procesado o sin procesar, gas natural líquido vaporizado, gas sintético o cualquier mezcla de estos gases en estado gaseoso, y que consistan primordialmente en metano". Esta definición permite incluir al biogás dentro de los gases regulados por esta ley en cuanto a su transporte, distribución y almacenamiento.

El ENARGAS es competente para redactar las normas NAG para el biogás basado en las normas relacionadas con el gas natural y, eventualmente, como adaptación de otras disposiciones operativas y de seguridad internacionales referidas al transporte, distribución y almacenamiento del biogás.

Resolución 129/01: Definición del Biodiesel. Punto de inflamación. Contenido de azufre máximo, y otras especificaciones.

La resolución define como BIODIESEL a toda mezcla de ésteres de ácidos grasos de origen vegetal que tenga las especificaciones nombradas en dicha resolución. Además, establece que el biodiesel se podrá vender puro o en mezclas que contengan el VEINTE POR CIENTO (20%) de biodiesel y el OCHENTA POR CIENTO (80%) de GASOIL,

la que se denomina B-20.

Decreto 1.396/01: Plan de Competitividad para el Combustible Biodiesel. Modificaciones al Impuesto sobre los Combustibles Líquidos y el Gas Natural. Normas Complementarias.

Declara de Interés Nacional la producción y comercialización de biodiesel para su uso como combustible puro, o como base para mezcla con gasoil, o como aditivo para el gasoil. Incorpora a la Ley 23.966, de Impuesto sobre los Combustibles Líquidos y el Gas Natural, que en el Biodiesel combustible el impuesto estará totalmente satisfecho con el pago del gravamen sobre el componente gasoil u otro componente gravado, no pudiéndose modificar este tratamiento por el plazo de DIEZ (10) años. El Biodiesel puro no estará gravado por el plazo de DIEZ (10) años.

Además, determina que las firmas que desarrollen actividades de producción de biodiesel estarán exentas del Impuesto a la Ganancia Mínima Presunta creado por el TITULO V de la Ley 25.063 y sus modificatorias, a partir de los ejercicios fiscales que cierren después del 1° de enero de 2002, siempre que las provincias cumplan con el esfuerzo fiscal a que hace referencia el artículo 8° de este decreto. Cuando el sujeto mencionado precedentemente desarrolle simultáneamente actividades no comprendidas en el presente, el alcance de la exención se limitará a los activos afectados exclusivamente a la producción de biodiesel, conforme lo establezca la reglamentación. Invita a las provincias a adherir al régimen del presente decreto y establece que la adhesión deberá estar acompañada del cumplimiento del compromiso de eximir, por un plazo mínimo de 10 años, a los productores, almacenadores y comercializadores de biodiesel de, por lo menos, el Impuesto a los Ingresos Brutos a la industrialización y a las ventas, el Impuesto de Sellos y el Impuesto inmobiliario sobre los inmuebles donde operan las facilidades de producción y almacenamiento.

Resolución 1.283/06: Impuesto sobre los combustibles líquidos y el gas natural. Especificaciones que deberán cumplir los combustibles que se comercialicen para su consumo en el territorio nacional.

Establece las especificaciones que deberán cumplir los combustibles que se comercialicen para consumo en el Territorio Nacional y plantea que los combustibles importados que se comercialicen para el consumo en el mismo estado que se importan deberán cumplir con las especificaciones establecidas en la presente resolución. Los combustibles y los componentes bases destinados a la elaboración o mezcla con otros combustibles deberán alcanzar tales especificaciones una vez que se

destinen a la comercialización para el consumo.

También plantea que los surtidores de naftas de todas las bocas de expendio que operan en el país deberán tener en forma perfectamente visible una leyenda con la indicación del número o índice de octano, o la clase a la cual pertenece el producto que éstos despachan. En el caso de comercializarse naftas con más de DOS COMA SIETE POR CIENTO (2,7%) en peso de oxígeno los surtidores deberán tener la leyenda "ALCONAFTA (N°)", donde N° representa el porcentaje, en volumen, de alcohol en la mezcla, de acuerdo al ANEXO II de la presente resolución. Los surtidores de GASOIL de todas las bocas de expendio deberán tener en forma perfectamente visible la indicación del contenido máximo de azufre o la clase a la cual pertenece el producto que éstos despachan. En el caso de los surtidores de ésteres de origen biológico al CIEN POR CIENTO (100%) deberá indicarse la leyenda "BIODIESEL" y en el caso de mezclas de BIODIESEL con GASOIL o DIESEL OIL superiores al CINCO POR CIENTO (5%) deberá indicarse la leyenda "GASOILBIO (N°)", donde N° representa el porcentaje, en volumen, de BIODIESEL en la mezcla.

Resolución 1.293/08: Mecanismo de selección, aprobación y orden de prioridades de proyectos de producción. Beneficios promocionales del Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles.

Establece el mecanismo de selección, aprobación y orden de prioridades de proyectos de producción de bioetanol, mediante el cual se otorgarán los beneficios promocionales del Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles creado por la Ley 26.093.

Los Proyectos presentados serán aprobados por la SECRETARIA DE ENERGÍA "ad referéndum" del Señor Ministro de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. La selección de los proyectos de producción de bioetanol será realizada entre los que cumplan con los requisitos legales establecidos, de acuerdo a criterios considerados como prioritarios y detallados en dicha resolución.

Una vez cumplidos los requisitos establecidos por la normativa vigente, y aprobado el Proyecto por la Autoridad de Aplicación, el mismo será enviado al MINISTERIO DE ECONOMÍA Y PRODUCCIÓN a los fines de que efectúe el cálculo correspondiente del cupo fiscal de beneficios promocionales, y lo incluya en el presupuesto de los años fiscales comprendidos por el presente Régimen. Luego, la Autoridad de Aplicación solicitará a la ADMINISTRACIÓN FEDERAL DE INGRESOS PÚBLICOS (AFIP), que verifique la condición de productor agropecuario o que cumpla con las condiciones establecidas en la Ley 26.334, de las personas que participen en los Proyectos que

hayan solicitado los beneficios promocionales establecidos en la Ley 26.093 y el Decreto 109 de fecha 9 de febrero de 2007.

Resolución 1.295/08: Especificaciones de calidad que deberá cumplir el bioetanol.

Determina las especificaciones de calidad que deberá cumplir el bioetanol, bajo los términos que se establecen en su anexo, en conformidad con el Decreto 109/07.

Resolución 1.296/08: Condiciones mínimas que deben cumplir las Plantas de Biocombustibles en relación a la seguridad contra incendio.

Define en virtud de lo establecido por el Artículo 2° del Decreto N° 109, las condiciones mínimas de seguridad que deben cumplir las plantas de elaboración, almacenamiento y mezcla de Biocombustibles en relación a la seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que se puedan producir sobre personas o bienes. Clasifica las plantas en tres categorías según su capacidad de producción diaria.

Resolución 6/10: Especificaciones de calidad que deberá cumplir el biodiesel.

Determina las especificaciones de calidad que deberá cumplir el BIODIESEL (B100), bajo los términos que se establecen en su anexo, en conformidad con el Decreto 109/07.

El biodiesel será mezclado en un porcentaje del CINCO POR CIENTO (5%) mínimo en volumen, medido sobre la cantidad total del producto final, con el combustible fósil caracterizado como gasoil para su utilización en todos los ámbitos exceptuando a los utilizados en las embarcaciones fluviales y marítimas, minería, combustibles de primer llenado, gasoil antártico, y otros usos con fines específicamente determinados que, a entendimiento de la Autoridad de Aplicación, no sean compatibles con el uso de Biocombustibles.

Resolución 108/11: Habilítase la realización de Contratos de Abastecimiento entre el Mercado Eléctrico Mayorista y las ofertas de disponibilidad de generación y energía asociada.

La Secretaría de Energía emitió esta resolución con el objetivo de expandir la oferta de generación con energías renovables mediante la presentación de propuestas para acuerdos de compra. Se habilitó la suscripción de contratos de abastecimiento entre el MEM y agentes generadores, cogeneradores o autogeneradores que presentaron

ofertas de disponibilidad de generación y energía a partir de fuentes renovables. Se permitió a los generadores celebrar contratos de abastecimiento del MEM a partir de fuentes de energías renovables, en forma directa con CAMMESA.

Decreto 543/16: Porcentaje obligatorio de Bioetanol. Abastecimiento.

Instruye al MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA a incrementar, a partir del 1° de abril de 2016, de DIEZ POR CIENTO (10%) a DOCE POR CIENTO (12%), en volumen, el porcentaje obligatorio de Bioetanol en su mezcla con las naftas de uso automotor a comercializarse en todo el Territorio Nacional en el marco de las Leyes 26.093 y 26.334.

Además, establece que el abastecimiento de Bioetanol de corte obligatorio debe realizarse en forma equitativa, procurando alcanzar el CINCUENTA POR CIENTO (50%) para el sector elaborador en base a caña de azúcar y el CINCUENTA POR CIENTO (50%) para el correspondiente al de maíz.

Resolución 375/16: Convocatoria a Escuelas Rurales para la Instalación y Uso de Biodigestores.

El Ministerio de Agroindustria dictó esta resolución con el objetivo de convocar a las Escuelas Rurales y Agrarias a la presentación de proyectos para la Instalación y Uso de Biodigestores para promover la utilización de energías renovables y la producción agroindustrial sustentable. De esta manera se fomenta la compra, instalación y uso de biodigestores en las escuelas con miras a mejorar los procesos productivos, y acercar a las escuelas las innovaciones tecnológicas que garanticen la obtención de dicha clase de energía en actividades agrícolas y ganaderas.

Resolución 415/17.

Determina el procedimiento para establecer el precio de adquisición del bioetanol elaborado en base a caña de azúcar y maíz para su mezcla con las naftas de uso automotor en el marco del Régimen creado por la Ley 26.093.

Otorga a la SUBSECRETARÍA DE REFINACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN el poder para que, cuando resulte necesario, efectúe una revisión de los procedimientos para establecer los precios de adquisición del bioetanol determinados por la presente, a los fines de proponer los ajustes que correspondan, conforme a las condiciones del momento. A su vez, dicha subsecretaría deberá publicar los precios del bioetanol en la página web www.minem.gob.ar, indicando su período de vigencia.

Resolución 83/18: Regímenes de promoción. Biocombustibles. Ley 26.093. Determinación del precio de adquisición del biodiesel destinado a la mezcla en el mercado interno.

Aprueba el Procedimiento para la Determinación del Precio de Adquisición del Biodiesel destinado a la Mezcla en el Mercado Interno, en el marco de lo dispuesto por la Ley 26.093. La SUBSECRETARÍA DE REFINACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN de esta Secretaría determinará el precio de adquisición del biodiesel para su mezcla obligatoria con gasoil y lo publicará en la página Web de este Ministerio.

Norma IRAM 6515-1.

Establece requisitos y métodos de ensayo para el biodiesel (ésteres metílicos de ácidos grasos) para ser comercializados y suministrados en Argentina. Se aplica tanto para aquellos casos en donde la aplicación del combustible sea al 100% de concentración, o como aditivo del gasoil para uso automotor. En uno de sus capítulos se establecen las normas de consulta para la realización de los diferentes análisis de calidad. Entre las referencias adoptadas se encuentran normas IRAM anteriores, normas europeas (EN, ISO) y americanas (ASTM). Argentina ha adoptado los valores más estrictos, ya sea de la norma EN 14214 o de la norma americana (ASTM D6751).

Las Normas a nivel internacional de calidad del biodiesel son, EN 14214 (Unión Europea), ASTM D6751, IRAM 6515-1 2006, Res. 1283/2006 (Sec. Energía).

2- Legislación Provincial

A nivel provincial, existen las siguientes normativas:

Ley Provincial	Descripción	Año
Ley 8.810	Las energías renovables y el uso racional de la energía	1999
Ley 9.306	Regulación de los sistemas intensivos y concentrados de producción animal (SICPA)	2006
Ley 9.397	Promoción de la producción, procesamiento y uso sustentable de biocombustibles en el ámbito del territorio provincial	2007
Ley 10.397	Adhiere la Provincia de Córdoba a la Ley Nacional N° 26.190 y su modificatoria N° 27.191 -Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica	2016

Ley Provincial	Descripción	Año
Ley 10.572	Declara de interés provincial el Uso Racional y Eficiente de la Energía	2018
Ley 10.604	Adhiere Córdoba a la Ley Nacional 27.424 "Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública".	2018
Ley 10.721	Ley de promoción y desarrollo para la producción y consumo de biocombustibles y bioenergía	2020

Ley Provincial 8.810/99: Las energías renovables y el uso racional de la energía.

Declara de interés provincial la generación de energía mediante fuentes renovables en todo el territorio de la Provincia de Córdoba. Tiene como objetivos principales reducir las emisiones de contaminantes causantes del efecto invernadero, principalmente las de dióxido de carbono, la utilización racional y eficiente de los recursos naturales de que se dispone, tender a la disminución del peligro de calentamiento de la tierra y fomentar la inversión en infraestructura y/o modernización de la existente con el fin de contribuir al desarrollo de las regiones menos favorecidas.

Determina que las inversiones en generación de energías mediante fuentes renovables, tendrán exención impositiva – Alícuota cero- en el Impuesto a los Ingresos Brutos por el término de diez (10) años y estabilidad fiscal por igual término.

El Ministerio de Obras, Servicios Públicos y Vivienda o el que en el futuro lo sustituya será autoridad de aplicación de la presente Ley.

Ley Provincial 9.306/06: Regulación de los sistemas intensivos y concentrados de producción animal (SICPA).

En esta ley se define como Sistemas Intensivos y Concentradas de Producción Animal (SICPA) a los procedimientos y/o actividades destinadas a la producción de animales, sus productos y subproductos (carne, huevos, leche, cueros, pieles, plumas, pelo, lana, etc.), incluyendo animales acuáticos, desarrolladas en establecimientos donde los alimentos son suministrados directamente al animal en confinamiento, y los desechos y residuos de los animales (estiércol, animales muertos, residuos de alimentos, etc.) estén concentrados en sitios que sobrepasen la capacidad de asimilación del suelo. Los clasifica en categoría comercial o familiar según el número de animales y exige

tanto para la instalación de nuevos establecimientos SICPA como para los que ya están instalados una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), en un todo de acuerdo a lo requerido por la Ley Provincial 7.343, sus modificatorias y su Decreto Reglamentario 2.131/00.

En el Artículo 12 indica que la Autoridad de Aplicación deberá establecer los estándares de calidad de agua y suelo, para los vertidos y residuos producidos en los en los SICPA. Luego, en su Artículo 15 exige el tratamiento de las excretas con un sistema permanente a través de biodigestores, plantas de tratamiento de líquidos u otros sistemas alternativos que se hayan aprobado.

- **Resolución 1.938/06**

Modifica la Ley Provincial 9.306/06.

- **Resolución 29/17**

Aprueba los "Estándares Ambientales, de Emisión o de Efluentes y Estándares Tecnológicos para la Gestión y Aplicación Agronómica de Residuos Pecuarios de la Provincia de Córdoba" de acuerdo a la reglamentación vigente mediante el Plan de Acción de carácter obligatorio para aquellos establecimientos abarcados por la Ley 9.306/06 que opten realizar un uso agronómico de los Residuos Pecuarios en los establecimientos de producción ganadera o mixta, estableciendo estándares ambientales, de emisión o de efluentes y tecnológicos.

Esto permite la utilización de los residuos que quedan de los biodigestores conocido como digesto para la implementación del mismo en los suelos según cumplan con los estándares mencionados.

Ley Provincial 9.397/07: Promoción de la producción, procesamiento y uso sustentable de biocombustibles en el ámbito del territorio provincial.

Adhiere a la Ley Nacional 26.093 y declara de interés público la promoción de la producción, procesamiento y uso sustentable de biocombustibles en el ámbito del territorio provincial. Asimismo, promueve en forma indirecta la investigación tecnológica con destino a la aplicación masiva de los biocombustibles en el consumo y la producción.

Se entiende por biocombustibles a los fines de la presente Ley, al bioetanol, biodiesel y biogás que se produzcan a partir de materias primas de origen agropecuario, agroindustrial o desechos orgánicos, conforme a los requisitos y condiciones de calidad que determine la Autoridad de Aplicación, que en este caso es el Ministerio de Producción y Trabajo o el organismo con competencia en industria y producción que

en el futuro lo sustituya.

Ley Provincial 10.397/16: Adhesión de la Provincia de Córdoba a la Ley Nacional N° 26190 y su modificatoria N° 27191 -Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica-.

Adhiere a la Ley nacional 26.190/06 de Régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica y a su modificatoria, la Ley 27.191/15.

Determina que la autoridad de aplicación en la provincia de Córdoba será el Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos o el organismo que en el futuro lo sustituya.

Ley Provincial 10.572/18: Declara de interés provincial el Uso Racional y Eficiente de la Energía.

Declara de interés provincial el Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE) con el propósito de fomentar el desarrollo sustentable logrando mejoras en la competitividad de la economía, protegiendo y mejorando la calidad de vida de la población y contribuyendo con el cuidado del medio ambiente mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Define a las fuentes energéticas renovables, como la energía eólica, la energía solar térmica y fotovoltaica, la energía geotérmica, la reutilización de residuos, las centrales hidroeléctricas (menores a 50 MW), las derivadas del **uso de biomasa** y la cogeneración.

También fomenta la elaboración del "Plan Provincial de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PPUREE)". Este plan será fruto de evaluación del estado actual y un escenario tendencioso a quince años.

- **Decreto Provincial N° 207/19.**

Crea el "Programa de Eficiencia y Sustentabilidad Energética". Tiene como objetivos principales identificar PyMEs y Micro Emprendimientos cordobeses a los fines de determinar las medidas y oportunidades de optimizar su consumo energético y promover la difusión de créditos con tasas bonificadas, a los que las PyMEs, MicroEmprendimientos y los Usuarios Residenciales podrán postular para financiar inversiones en eficiencia energética y generación de energía a partir de fuentes renovables y promover la competitividad de las empresas. Implementa líneas de créditos necesarias por el monto inicial de Pesos Seiscientos Millones ($600.000.000,00), las que serán afectadas al otorgamiento de los beneficios del Programa creado por este instrumento legal.

Se designa al Ministerio de Servicios Públicos, a través de la Secretaría de Desarrollo Energético, o el organismo que en el futuro la reemplace, como Autoridad de Aplicación del presente Programa.

Ley Provincial 10.604/19: Adhiere Córdoba a la Ley Nacional N° 27.424 "Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública.

Adhiere a la Ley nacional 27.424/17, de Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública. Se le otorga al Ministerio de Finanzas y al Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos, la facultad de realizar las adecuaciones presupuestarias correspondientes para el cumplimiento de la misma.

Establece, que para Usuarios-Generadores que cumplan con los parámetros, condiciones y/o requisitos que establezca el Ministro de Finanzas y el Ministro de Servicios Públicos, se les otorgaran beneficios de reducción de hasta el veinte por ciento (20%) del Impuesto Inmobiliario del inmueble en donde se encuentre instalado y funcionando el Equipo de Generación Distribuida, y una exención del Impuesto sobre los Ingresos Brutos, a los ingresos provenientes de inyección de energía eléctrica de fuentes renovables.

Se encuentra reglamentada por el decreto 132/19. El mismo establece como autoridad de aplicación de la presente ley al Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos, a través de la Secretaría de Desarrollo Energético, o el organismo que en el futuro la reemplace.

Ley Provincial 10.721: Ley de promoción y desarrollo para la producción y consumo de biocombustibles y bioenergía.

Declara de interés provincial la Promoción y Desarrollo para la Producción y Consumo de Biocombustibles y Bioenergía en el marco de la transición energética, estableciendo el régimen legal, institucional y normativo para impulsar y promover la producción, el consumo y el aprovechamiento integral de los mismos, así como la transformación de la biomasa en general.

Propone tender a la utilización generalizada y masiva de los biocombustibles en el ámbito provincial, en el mayor nivel de mezcla posible con los combustibles fósiles, incluyendo a vehículos de las diferentes flotas en el ámbito del sector público provincial y de los municipios y comunas que adhieran a la presente Ley; las

actividades industriales, mineras, de servicios, comerciales, agroindustriales y ganaderas, tales como vehículos y maquinarias utilizados para transporte, logística, distribución, extracción, labranza, siembra, cosecha y transporte de ganado, entre otros; el transporte de cargas en general; los espectáculos públicos; las contrataciones de bienes, de servicios y de obras públicas; las actividades vinculadas a la recolección de residuos sólidos urbanos, peligrosos y otros; el servicio de transporte público de pasajeros, urbano e interurbano; la generación de energía eléctrica, ya sea en módulos de potencia o generación distribuida; las empresas de logística, encomiendas y correos; el transporte escolar; los servicios de taxis y remises; el gas envasado y las redes de distribución gasífera. Toda otra actividad que la Autoridad de Aplicación considere necesario incorporar.

Establece, a partir del día 1 de enero de 2021, en el ámbito del sector público provincial la obligatoriedad de la inclusión en todos los pliegos de contratación de bienes, servicios y obra pública, de cláusulas específicas que acuerden beneficios especiales en términos de puntuación y ponderación de ofertas a aquellos ofrecimientos formulados por proponentes que acrediten, en los términos y condiciones que establezca la Autoridad de Aplicación, el uso de biocombustibles en los vehículos que integran su flota o la de sus eventuales subcontratistas, como así también la provisión de bienes reciclables y biomateriales.

Determina que los servicios de transporte público masivo de pasajeros en todo el territorio provincial deben utilizar biocombustibles en su flota. Para todas las actividades productivas y de servicios en la Provincia, el Poder Ejecutivo Provincial debe elaborar un programa que contemple acciones específicas que incentiven y alienten el uso de biocombustibles y sus co-productos en todas sus formas. Además, deben implementar programas específicos de fomento y promoción de todas aquellas actividades productivas y de servicios que garanticen el agregado de valor en origen, el uso de biocombustibles en toda actividad asociada a la generación eléctrica en la provincia, fomentar la investigación, el desarrollo científico-tecnológico y la innovación, e incorporar en los programas educativos formales e informales, en sus diferentes niveles, contenidos específicos referidos al tema.

El Poder Ejecutivo Provincial debe establecer un programa de fomento, incentivos, exenciones, subsidios y beneficios fiscales a los fines de facilitar y acelerar las inversiones requeridas en esta transición energética, así como incentivar la generación de empleo sustentable, asegurando la permanente y sostenida disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero y toda otra emisión que impacte negativamente sobre el ambiente.

Finalmente, se crea el Consejo Consultivo para la Producción y Consumo de Biocombustibles y Bioenergía, como un instrumento de asesoramiento en la política de Estado instituida por la presente Ley y de planificación estratégica plurianual a fin de formular, implementar y evaluar políticas públicas de mediano y largo plazo, así como su interrelación y complementación con otros programas de gobierno que posibiliten el desarrollo de la Política Provincial de Promoción y Desarrollo para la Producción y Consumo de Biocombustibles y Bioenergía, a través del aprovechamiento integral de la biomasa.

3- Programas de Fomento

A nivel nacional se encuentran establecidos Programas referidos a la energía de la biomasa:

RenovAr: Programa de abastecimiento de energía eléctrica a partir de fuentes renovables.

Incluye licitaciones públicas periódicas en las que distintas empresas presentan sus proyectos de inversión y el precio al cual están dispuestos a vender su capacidad. CAMMESA (Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico) es la administradora de estos contratos a largo plazo (PPA), los cuales están fijados en dólares.

La primera ronda licitatoria (RenovAr 1, luego complementada por RenovAr 1.5) que se realizó a fines del año 2016 ha sido un gran éxito dado que se adjudicaron 59 proyectos por más de 2400 MW. Pero el gran interés en el país quedó demostrado no solo por estas adjudicaciones, sino por el total de ofertas recibidas que superaron los 6200 MW. Se realizaron nuevas rondas posteriormente, Ronda 2 (2017) y Ronda 3 (2018).

Se han desarrollado proyectos de generación a partir de biomasa que están en proceso de ejecución lo cuales, a mediano plazo, estarán generando energía. Algunos proyectos de energías renovables que están operativos en Córdoba:

- Biomasa: PRODEMAN BIOENERGÍA RenovAr - 9 MW. Consume biomasa (cáscara de maní).
- Biomasa: GENERACIÓN TICINO BIOMASA S.A. RenovAr Potencia máxima de 4 MW. Consume biomasa (cáscara de maní y eventualmente chip de madera) 2018.
- Biogás: CT Río Cuarto 1 (RenovAr) 2,00 MW.

PROBIOMASA

UTF/ARG/020/ARG – Creación por resolución 25-E/17.

Es una iniciativa de los Ministerios de Agricultura y de Planificación y cuenta con la asistencia técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Tiene como objetivo Incrementar la producción de energía térmica y eléctrica derivada de biomasa a nivel local, provincial y nacional para asegurar un creciente suministro de energía limpia, confiable y competitiva, y a la vez, abrir nuevas oportunidades agroforestales, estimular el desarrollo regional y contribuir a mitigar el cambio climático.

Según Artículo 3 de la Resolución 25-E/17, las actividades a desarrollar en el mencionado Programa incluyen:

-Promover y consolidar una Red Institucional Bioenergética en el territorio nacional.

-Promover la actualización de un sistema de información geográfica sobre disponibilidad, accesibilidad y consumo de biomasa que exprese el potencial bioenergético a nivel nacional.

-Promover el establecimiento de emprendimientos bioenergéticos

Cabe destacar, además, que la Resolución 25-E/17 crea el Proyecto TCP/ARG/3103 para mejorar las estimaciones en la oferta y la demanda de recursos biomásicos para energía y el Documento NAMA (Asociaciones Nacionales Apropiadas de Mitigación) dentro de la Estrategia Nacional en Cambio Climático para la Promoción de la Energía Derivada de Biomasa.

PROBiogas

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible junto al Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) ejecutan actualmente el proyecto GEF – PROBiogas, Modelos de negocios sostenibles para la producción de biogás a partir de residuos sólidos urbanos orgánicos.

Su objetivo es demostrar que las plantas y los sistemas de generación y aprovechamiento de biogás que generan los residuos sólidos urbanos orgánicos, como son los rellenos sanitarios y los biodigestores, son sostenibles desde el punto de vista técnico, ambiental, institucional y económico financiero, de manera que se puedan

incorporar a los proyectos de gestión integral de residuos sólidos urbanos (RSU) que se implementan y puedan ser operados adecuadamente por los municipios.

PROSAP

El Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP), que depende del Ministerio de Agroindustria de la Nación, implementa proyectos de inversión pública social y ambientalmente sustentables a nivel provincial y nacional, incrementando la cobertura y la calidad de la infraestructura rural y de los servicios agroalimentarios. Además, en el ámbito de la inversión privada, el PROSAP financia iniciativas que impulsan la competitividad de los pequeños y medianos productores agropecuarios y de las MIPyMEs (micro, pequeñas y medianas empresas) agroindustriales y de servicios de todo el país. Lo realiza a través de fondos de Aportes No reembolsables (ANR) para la incorporación de tecnologías y procesos dirigidos a la Gestión Sustentable de Recursos y Residuos Agropecuarios y a la Generación de Energías Renovables y Eficiencia Energética aplicables en la explotación y la industrialización agropecuaria.

Breves reflexiones sobre el capítulo

- La generación de energía a partir de la biomasa es una de las energías renovables más prometedoras para lograr una diversificación de la matriz energética nacional. Debido a las condiciones agroclimáticas del país, es factible la generación de la materia prima necesaria para la producción de biocombustibles, como de biodiesel a partir de soja, bioetanol a partir de maíz y el aprovechamiento de residuos ganaderos para la generación de biogás.
- La legislación resulta fundamental para el cumplimiento de los objetivos de diversificación de la matriz energética. Debe reflejar las exigencias, obligaciones, deberes y demás requerimientos propios de la actividad destinada a producir y comercializar estas nuevas fuentes energéticas, garantizando así que se lleve a cabo con total calidad y control.
- Es notable que las autoridades nacionales ofrecen un gran apoyo para el desarrollo e inversión social, a partir de leyes que fomentan la inversión en biocombustibles. Se regula eficientemente la producción de biodiesel y de bioetanol, se representan beneficios tributarios, lo que incentiva una mayor producción e inversiones. Sin embargo, no existe una normativa específica referida a la producción de biogás ni a su incorporación como fuente energética, lo genera dificultades para conocer cuáles son los requisitos para

habilitar este tipo de plantas y cuál es el camino que deben recorrer los proyectos sujetos a evaluación por parte de las autoridades.

- Para lograr cumplir con los objetivos de participación de energías renovables planteados para la matriz energética nacional en la Ley 27.191/15 se recomienda, tanto a nivel nacional como provincial, continuar con el fomento a la implementación de energía de biomasa y generar nuevos incentivos, exenciones, subsidios y beneficios fiscales para facilitar y acelerar las inversiones requeridas en esta transición energética.
- Es necesario definir, en la medida de lo posible, una normativa específica para los distintos tipos de fuentes de biomasa, fijando las especificaciones técnicas requeridas y proteger a los consumidores.
- Es importante, además de animar la implementación de las energías renovables, fomentar la investigación, el desarrollo científico-tecnológico y la innovación en este tema.
- Se debe alcanzar un mayor grado de conciencia social respecto al uso de la energía y las energías renovables. Para ello, resulta necesario abordar en los establecimientos educativos contenidos específicos del tema. A su vez, se deben contemplar acciones de difusión y ámbitos de tratamiento de estas temáticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Argentina.gob.ar (s.f*). Hidrocarburos. Marco legal de referencia*. Recuperado en 2020, de https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/marco-legal-de-referencia
- Biodiesel Argentina (s. f) *Biodiesel Argentina, noticias sobre biodiesel y energías renovables*. Recuperado en 2020, de https://biodiesel.com.ar/
- Enel (s.f) *Crece la biomasa en Argentina*. Recuperado en 2021, de https://www.enel.com.ar/es/Historias/a201802-biomasa-en-argentina-con-80-plantas.html
- Forero, A. C. P. (2010). *Biocombustibles en Suramérica: Referentes normativos y legislación actual*. Prolegómenos. Derechos y Valores, 13(26), 215-232
- InfoLEG. (s.f.). Información Legislativa y Documental – Leyes Nacionales. Recuperado en 2020, de http://www.infoleg.gob.ar/
- Probiomasa (s.f.) *Legislación*. Recuperado en 2021, de http://www.probiomasa.gob.ar/sitio/es/marco.php
- SAIJ (s.f) Ministerio de Justicia y Derechos Humanos Argentina. Recuperado en 2020, de http://www.saij.gob.ar/

- SECRETARÍA DE ENERGÍAS RENOVABLES (s.f*). Información de programas de fomento de energías renovables vigentes*. Recuperado en 2020, de https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/energia-electrica/renovables
- Velo, E. (2009). *Biomasa como fuente energética en países en desarrollo*. Grup de Recerca en Cooperació i Desenvolupament Humà – GRECDH (UPC) Universitat Politécnica de Catalunya.

-

CAPÍTULO 12: ENERGÍA SOLAR Y NORMATIVAS ASOCIADAS

Agustina Regali[67], *Marta S. Juliá*[68], *Santiago M. Reyna*[69]

Resumen

El presente capítulo aborda la temática legislativa nacional y provincial que interviene en el aprovechamiento de la energía solar, tanto para la obtención de energía térmica como eléctrica. Asimismo, como observación se expresa la gran disparidad respecto a lo legislado en este tipo de aprovechamiento, ya que en la normativa se hace énfasis, en la mayoría de los casos, en la producción de energía eléctrica y dejando de lado la parte mayoritaria del aprovechamiento de energía solar térmica.

Palabras clave

Energía solar. Legislación Nacional. Legislación Provincial. Argentina. Córdoba.

Abstract

This chapter is about the national and provincial legislation involved in the use of solar energy, both for obtaining thermal and electrical energy. Also, as an observation, the great disparity with respect to the legislation on this type of use is expressed, since the regulations emphasize, in most cases, the production of electric energy, ignoring the majority of the use of solar thermal energy.

Introducción

La energía solar es la que se vale de la radiación proveniente del Sol para un aprovechamiento pasivo de la luz y las condiciones climatológicas o para un

[67] Ingeniera Ambiental, Universidad Nacional de Córdoba, agustinaregali@gmail.com

[68] Centro de Investigaciones Jurídicas y Sociales UNC-CONICET, dramartajulia@gmail.com

[69] Ph.D. en Ingeniería de la Universidad de Purdue; Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Córdoba. santiago.reyna@unc.edu.ar

aprovechamiento activo transformando esta radiación en calor o electricidad. En el primer caso la radiación se transforma en calor mediante colectores, y estos se clasifican en de baja, mediana y alta temperatura y en el segundo caso, la radiación solar se transforma en electricidad a través de celdas fotovoltaicas.

En los sistemas térmicos, el colector absorbe la energía radiada por el Sol y la trasmite por un fluido en forma de calor. Dentro de su clasificación, los sistemas de baja temperatura son usado para calentar agua de uso doméstico mediante placas planas, las de mediana temperatura utilizan placas planas o colectores parabólicos para un uso residencial, comercial e industrial del calor y los de alta temperatura concentran la radiación solar a un punto mediante espejos en centrales térmicas para la producción de energía eléctrica.

Por otro lado, la base de funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos es el efecto fotoeléctrico. Este se da cuando la luz solar incide sobre materiales semiconductores sensibles a esta y se genera la circulación de corriente eléctrica entre sus dos caras.

A continuación, se presentan las normativas nacionales y provinciales relacionadas con este tipo de aprovechamiento de energía.

1- Legislación Nacional

Ley 25.019/1998: Régimen Nacional de Energía Eólica y Solar

Fue sancionada el 23 de septiembre del 1998, promulgada parcialmente el 19 de octubre del 1998, reglamentada por el Decreto Nacional Nº 1.597 y consta de doce artículos con un artículo derogado por el artículo 39 de la Ley Nº 27.424.

Con la sanción de la esta ley se declara de interés nacional a la generación de energía eólica y solar en todo el territorio argentino.

A pesar de haber sido reglamentada a fines del año 1999, debido a la necesidad de cumplimentar su regulación técnica, esta ley recién estuvo en condiciones de ser aplicada en el 2001. En este año Argentina atravesó una fuerte crisis económica y financiera, por lo que los resultados que se obtuvieron no fueron los esperados.

Esta ley otorga facultades a personas físicas o jurídicas para generar energía eléctrica a partir de fuente eólica o solar y expresa, de manera explícita, que no se requiere de autorización previa por parte del Poder Ejecutivo Nacional. Conjuntamente, establece un régimen de fomento a las inversiones de capital destinado a la instalación de centrales y/o equipos eólicos o solares cuya producción fuera volcada al Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) o a la prestación de servicios públicos. Se prevén beneficios

fiscales para los titulares de proyectos y remuneraciones adicionales por kilowatt/hora (kW/h) por un período de quince años contados desde su solicitud.

Pese a los beneficios y herramientas regulatorias establecidos no existen proyectos de centrales de generación de origen renovable concebidas al amparo de esta norma. Los escasos beneficios fiscales y las señales económicas dadas por esta ley no resultaron eficaces para el desarrollo de la industria.

La presente ley es complementaria de las Leyes Nº 15.336 y Nº 24.065 en tanto no las modifique o sustituya, teniendo la misma autoridad de aplicación: el Ente Nacional Regulador de la Electricidad.

- **Decreto 1.579/1999**: Decreto Reglamentario de la Ley 25.019

Los artículos en este decreto con mayor relevancia para la generación de energía eléctrica desde fuentes solares son los siguientes:

El Artículo 1, que establece que se promoverá la investigación y el uso de las energías renovables mediante la celebración de convenios y la elaboración de programas o proyectos específicos. La actividad que se desarrolle dentro del ámbito del MEM deberá ajustarse a lo dispuesto por la Ley Nº 24.065.

El Artículo 3, en el que se tratan los siguientes temas:

- Beneficiarios del diferenciamiento impositivo.
- Proyecto de instalación de central de generación de energía de fuente eólica o solar.
- Beneficio de diferimiento
- Periodo de diferimiento
- Limitaciones
- Obligaciones
- Puesta en servicio y puesta en servicio definitiva
- Instrumentación
- Fiscalización

Ley 26.190/2006: Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica

Fue sancionada en diciembre del 2006, promulgada en enero del 2007 y reglamentada por el Decreto Nacional Nº 562/99, el Poder Ejecutivo nacional demoró dos años y medio en sancionar su reglamentación.

Esta ley establece un régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinadas a la producción de energía eléctrica. Por primera vez se manifiesta un objetivo concreto de generación de energía eléctrica renovable hasta alcanzar el ocho por ciento (8%) del consumo de energía eléctrica nacional, al 31 de diciembre de 2017.

Desde el punto de vista regulatorio, la Ley Nº 26.190 creó el "*Fondo Fiduciario de Energías Renovables*" y, en cuestión de energía solar, fijó en 900 $/MWh la remuneración adicional para el caso de generación solar fotovoltaica, estos valores continúan vigentes.

- **Decreto Nacional 562/2009**: Decreto Reglamentario de la Ley Nº 26.190/2006

Establece que será Autoridad de Aplicación de la Ley Nº 26.190 el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, a través de la Secretaria de Energía y los artículos fundamentales para remarcar de este decreto por su relevancia en la energía solar son:

El Artículo 13 dentro del inciso sobre "Complementariedad y Alcances" establece que:

- Todo sujeto que anteriormente era titular de los beneficios impositivos otorgado en el marco de la Ley Nº 25.019 mantendrá la situación fiscal que se deriva de la aplicación de esta última.
- Los titulares de emprendimientos fotovoltaicos instalados que están destinados a la prestación de servicios públicos, serán beneficiarios de la Remuneración Adicional establecida por el Artículo 5º de la Ley Nº 25.019, con las modificaciones introducidas por el Artículo 14 de la Ley Nº 26.190.

El Artículo 15, dentro de inciso de "Invitaciones", establece que el ministerio de planificación federal, inversión pública y servicios, a través de la Secretaría de Energía, invita a las provincias a que se adhieran al Régimen de la Ley Nº 26.190, y dispongan a nivel local las siguientes medidas para los proyectos y emprendimientos que sean beneficiarios del Programa Federal para el desarrollo de las Energías Renovables.

Ley 27.191/2015: Modificación del Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica (ley 26.190)

La ley 26.190 fue modificada por la ley 27.191: "Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica", que establece como objetivo de la segunda etapa del régimen instituido por la ley 26.190, lograr una contribución de las fuentes de energía renovables hasta alcanzar el veinte por ciento (20%) del consumo de energía eléctrica nacional, al 31 de diciembre de 2025. La Ley se encuentra reglamentada por el Decreto Nº 531.

En consonancia con ello, amplió la enumeración de dichas fuentes, añadiendo la undimotriz, las corrientes marinas, los biocombustibles, y diferencia las fuentes solares térmicas y fotovoltaicas.

El consenso logrado para la sanción de la ley Nº 27.191 fue esencial para dar el puntapié inicial y remodelar el marco normativo, el cual hasta ese entonces había brindado escaso provecho para el desarrollo del sector.

Ley 27.424/2017: Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública

Fue creada en el año 2017 y es reglamentada por el Decreto Nº 986 en el año 2018. Esta ley establece el régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública y su objetivo es fijar las políticas y establecer las condiciones jurídicas y contractuales para la generación de energía eléctrica de origen renovable por parte de usuarios de la red de distribución, para su consumo, con eventual inyección de excedentes a la red, y establecer la obligación de los prestadores del servicio público de distribución de facilitar dicha inyección, asegurando el libre acceso a la red de distribución, sin perjuicio de las facultades de las provincial. Además, crea el régimen de fomento para la Fabricación Nacional de Sistemas, Equipos e insumos para Generación de Distribuida a partir de fuentes renovables.

Y, por otro lado, por medio de la Resolución Nº 314/18 de la SGE dependiente del Ministerio de Hacienda se delegaron a la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética las facultades para dictar todas las normas aclaratorias y complementarias del citado régimen.

2- Legislación Provincial

Ley 8.810/1999: Las energías renovables y el uso racional de la energía

Fue sancionada en el año 1999 y trata sobre energías renovables y el uso racional de la energía.

Entre los principales objetivos de esta ley se encuentran: Eliminar barreras para el desarrollo de energía renovable reduciendo obstáculos proponiendo marcos reglamentarios e institucionales, promover actividades e incentivos que fomenten la generación de energías renovables, impulsar el uso racional de energía, disminuyendo el gasto mediante el diseño de sistemas de escaso consumo, mejorando el rendimiento de los equipos actuales, aumentando la eficiencia del sistema de transporte de energía y potenciando el uso de tecnologías limpias e incentivar el uso de los sectores de producción, industria, comercio y residencial y en los planes de vivienda económicas y sociales encargados por el Estado.

Ley 10.573/2018: Sistemas de Aprovechamiento de Energía Solar Térmica de Baja Temperatura para el abastecimiento de Agua Caliente

Fue sancionada en 23 de septiembre del año 2018 y consta de 22 artículos.

Declara de interés provincial los “Sistemas de Aprovechamiento de Energía Solar Térmica de Baja Temperatura para el abastecimiento de Agua Caliente”, así como la fabricación e instalación de los mismos, la investigación y el desarrollo de tecnología, la formación en el uso de la energía solar térmica.

Las nuevas construcciones de dependencias o edificios del sector público provincial que requieran demanda de Agua Caliente Sanitaria deberán proyectarse y construirse contando con un mínimo del 50% del aporte energético para calentamiento de agua proveniente de sistemas de aprovechamiento de energía solar térmica de baja temperatura.

Los edificios existentes del sector público provincial deberán proyectar y desarrollar un cronograma de adaptación a los estándares establecidos por la normativa.

Los planes de vivienda ejecutados por el Gobierno de la Provincia de Córdoba también deberán estar dotados de tecnología y equipamiento para cubrir también al menos un 50% del aporte energético para calentamiento de agua proveniente de energía solar.

La misma normativa regirá para los emprendimientos o construcciones del ámbito privado no residencial, como hoteles, complejos turísticos, clínicas estéticas, hospitales, hogares de día y lavanderías comerciales o industriales.

Para promover y fomentar la rápida y eficaz implementación de la Ley, el Estado Provincial otorgará beneficios fiscales a toda vivienda destinada a uso residencial, individual y de propiedad horizontal que incorporen tecnología y equipamiento tendientes a efectivizar sistemas de aprovechamiento de energía solar térmica de baja temperatura para el calentamiento de agua sanitaria en las proporciones mínimas energéticas que dicte la reglamentación.

Ley 10.572/2018: Declara de interés provincial el Uso Racional y Eficiente de la Energía

Fue sancionada en el año 2018 y declara de interés provincial el Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE) con el propósito de fomentar el desarrollo sustentable logrando mejoras en la competitividad de la economía, protegiendo y mejorando la calidad de vida de la población y contribuyendo con el cuidado del medio ambiente mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Ley 10.604/2019: Adhesión a Ley Nacional 27.424/2017

Fue creada en el año 2019 y es reglamentada por el Decreto Nº 132 en el año 2019.

Especifica que la Provincia de Córdoba se adhiere a la Ley Nacional Nº 27.424 con la Ley Nº 10.604 y designa al actual Ministerio de Servicios Públicos como su autoridad de aplicación en los aspectos que no sean de carácter federal. Por lo tanto, corresponde implementar a nivel provincial todo lo referente a la incidencia al servicio de distribución provincial de energía eléctrica de generación distribuida a partir de fuentes renovables para autoconsumo.

- **Decreto Provincial 132/2019**: decreto reglamentario de la Ley Nº 10.604/2019

Los artículos fundamentales para remarcar de este decreto por su relevancia en la energía solar son:

El Artículo 2, que establece al Ministerio de Servicios Públicos, a través de la Secretaría de Desarrollo Energético, o el organismo que en el futuro la reemplace, como la autoridad de aplicación de la Ley N° 10.604 y del presente instrumento legal.

Los Artículos 6 y 7, que establecen que se eximen del Impuesto sobre los Ingresos Brutos a los ingresos provenientes del desarrollo de la actividad de inyección de

energía eléctrica distribuida, generada a partir de fuentes renovables de energía, por parte de los Usuarios-Generadores, siempre que su conexión a la Red de Distribución no exceda la cantidad de kilovatios que establezca la Autoridad de Aplicación, y den cumplimiento a los requisitos y demás autorizaciones que establezca la misma y una reducción de hasta el cinco por ciento (5,00%) aplicable sobre las alícuotas que les corresponda utilizar para la determinación del referido impuesto conforme las disposiciones del Código Tributario Provincial.

El Artículo 9, que exime del Impuesto de Sellos a los actos como: Contrato de Generación Eléctrica Distribuida, Contratos y/o instrumentos celebrados para la adquisición, instalación y emplazamiento de los Equipos de Generación Distribuida, Contratos y/o instrumentos celebrados para la adquisición e instalación del Equipo de medición bidireccional y la conexión a la Red de Distribución, Contrato y/o instrumento celebrado para la transferencia del Contrato de Generación Eléctrica Distribuida y/o cambio de titularidad.

El Artículo 10 establece una reducción de hasta el veinte por ciento (20%) del monto a pagar del Impuesto Inmobiliario de cada anualidad, que recae sobre el inmueble en donde se encuentre instalado y funcionando el Equipo de Generación Distribuida, para aquellos Usuarios-Generadores que cumplan con los parámetros, condiciones y/o requisitos.

El Artículo 12, que le da la facultad a la Dirección General de Rentas a dictar las normas y/o procedimientos necesarios a fin de instrumentar los beneficios impositivos.

El Artículo 13, que define que los beneficios impositivos tendrán la siguiente vigencia:

- Los beneficios en relación al Impuesto sobre los Ingresos Brutos, tendrán una vigencia de cinco (5) años a partir de la fecha de conexión a la Red de Distribución,
- El beneficio en relación al Impuesto de Sellos, tendrá una vigencia de cinco (5) años a partir de la entrada en vigencia del presente Decreto,
- El beneficio en relación al Impuesto Inmobiliario, tendrá una vigencia de cinco (5) años y comenzará a regir a partir del 1° de enero del año siguiente a la fecha de conexión a la Red de Distribución.

El Artículo 14, que establece el presupuesto que será afectado a financiar los beneficios impositivos establecidos en el decreto, excepcionalmente, para la anualidad 2019, en Pesos Cincuenta Millones ($ 50.000.000, 00).

- **Resolución General Nº 44 de ERSEP**

Se aprueba el Cuadro Tarifario para Generación Distribuida acompañado como Anexo Nº 1, aplicable por la EPEC a partir del 01 de julio de 2019. Además, aprueba la Modificación de la Estructura Tarifaria actual de la EPEC, conforme lo acompañado como Anexo Nº 2; aprueba el procedimiento de cálculo y consecuentemente las tarifas y demás incorporaciones acompañadas como Anexo Nº 3, aplicables por las Cooperativas Concesionarias del Servicio Público de Distribución de Energía Eléctrica de la Provincia de Córdoba a partir del 01 de julio de 2019.

Observaciones

Las leyes se encuentran divididas según el tipo de energía final aprovechable al final del proceso de trasformación. Se puede observar que las legislaciones e incentivos a nivel nacional solo incluyen a la producción de energía eléctrica, dejando de lado la mayoría de las aplicaciones de los aprovechamientos solares térmicos, una situación similar ocurre de manera provincial. Tener legislado el sector solar térmico genera el potencial de ahorro en el sector residencial que representa el 20% del consumo de gas de red.

BIBLIOGRAFÍA

Devalis, C. (2018). Regulación de las energías renovables en la Argentina. *Revista de la Facultad, IX*(1), 201-218.

InfoLEG. (s.f.). *Informacion Legislativa y Documental*. Recuperado el 2020, de http://www.infoleg.gob.ar/

Viña, G. A., & Cueva, J. C. (2018). Regulaion de la producción y uso de la energía eléctrica a partir de fuentes renovables: Las bases legales para su desarrollo. *Revista Juridica de la Universidad de San Andrés*.

CAPÍTULO 13: EFICIENCIA ENERGÉTICA Y NORMATIVAS ASOCIADAS

Lourdes Marini[70], *Marta S. Juliá*[71], *Santiago M. Reyna*[72]

Resumen

El presente capítulo aborda la temática legislativa nacional y provincial que interviene en el uso eficiente de la energía, tanto en la promoción del uso racional y eficiente de la energía como en nuevos proyectos de etiquetado ambiental edilicio. Estas últimas leyes no se encuentran completamente desarrolladas aún en el ámbito nacional ni provincial.

Palabras clave

Eficiencia Energética. Legislación Nacional. Legislación Provincial. Córdoba. Argentina

Abstract

This chapter covers the national and provincial legislative aspects involved in the efficient use of energy, both in the promotion of the rational and efficient use of energy and in new projects for environmental labeling of buildings. These last laws are not yet fully developed either at the national or provincial level.

Introducción

La eficiencia energética se refiere a hacer un uso eficiente de la energía, o también llamado ahorro energético, con el objetivo de reducir la cantidad de energía requerida para proporcionar productos y servicios. Por ejemplo, aislar una casa permite que un

[70] Ingeniera Ambiental, Universidad Nacional de Córdoba, marinilourdes@gmail.com
[71] Centro de Investigaciones Jurídicas y Sociales UNC-CONICET, dramartajulia@gmail.com
[72] Ph.D. en Ingeniería de la Universidad de Purdue; Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Córdoba. santiago.reyna@unc.edu.ar

edificio use menos energía de calefacción y refrigeración para lograr y mantener una temperatura agradable. Para lograr mejoras en cuanto a eficiencia energética, se deben adoptar tecnologías o procesos de producción más eficientes, o con la aplicación de métodos comúnmente aceptados para reducir las pérdidas de energía.

Por un lado, la motivación económica para la aplicación de estas herramientas deriva en una reducción de los costos de electricidad, al reducir el uso de la energía. A su vez, existen motivaciones ambientales para comenzar a implementar estas medidas, ya que reducir el uso de energía también se considera una solución al problema de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Tanto la eficiencia energética como las energías renovables son pilares fundamentales dentro de la elaboración de políticas de desarrollo sostenibles para todas las naciones. Los individuos y las organizaciones que son consumidores directos de la energía pueden reducir el consumo energético para disminuir costos y promover sustentabilidad económica, política y ambiental. A continuación, se presenta la normativa asociada a la eficiencia energética para Argentina y para la provincia de Córdoba.

1- Legislación Nacional

Ley 25.675: Ley general de ambiente y presupuestos mínimos.

Esta ley fue sancionada el 6 de noviembre del 2002 y promulgada parcialmente el 27 de noviembre del 2002. La misma, especifica los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.

Dentro de los objetivos de dicha ley podemos destacar, en función del análisis relacionado a la eficiencia energética, los siguientes objetivos:

- Asegurar la preservación, conservación, recuperación y mejoramiento de la calidad de los recursos ambientales, tanto naturales como culturales, en la realización de las diferentes actividades antrópicas;
- Promover el mejoramiento de la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras, en forma prioritaria;
- Fomentar la participación social en los procesos de toma de decisión;
- Promover el uso racional y sustentable de los recursos naturales;

- Prevenir los efectos nocivos o peligrosos que las actividades antrópicas generan sobre el ambiente para posibilitar la sustentabilidad ecológica, económica y social del desarrollo;
- Promover cambios en los valores y conductas sociales que posibiliten el desarrollo sustentable, a través de una educación ambiental, tanto en el sistema formal como en el no formal;
- Organizar e integrar la información ambiental y asegurar el libre acceso de la población a la misma;
- Establecer un sistema federal de coordinación interjurisdiccional, para la implementación de políticas ambientales de escala nacional y regional;
- Establecer procedimientos y mecanismos adecuados para la minimización de riesgos ambientales, para la prevención y mitigación de emergencias ambientales y para la recomposición de los daños causados por la contaminación ambiental.

- **Decreto 140/2007**- Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía

La realización de este decreto se fundamenta en la necesidad de propender a un uso eficiente de la energía, teniendo en cuenta que, en su mayoría, la misma proviene de recursos naturales no renovables. Además, se hace hincapié en el carácter permanente de mediano a largo plazo de la propuesta.

Este decreto declara de interés y prioridad nacional el uso racional y eficiente de la energía y presenta, mediante el Artículo 2º, la aprobación del Programa Nacional de Uso Racional y Eficiencia Energética (PRONUREE) el cual está destinado a contribuir y mejorar la eficiencia energética de los distintos sectores consumidores de energía. Dicho plan destaca cuáles serán las medidas y acciones a realizar a corto y largo plazo luego de la publicación del mismo.

En el caso de las medidas a emplear a corto y largo plazo se puede destacar, para nuestro caso de estudio, lo siguiente:

- Campañas masivas de Educación, Concientización e Información a la población en general y a los niños en edad escolar en particular.

- Las empresas que verifiquen la implementación de dichas mejoras obtendrán un Certificado de Eficiencia Energética, que les facilitará el

acceso a financiamiento promocional destinado a la mejora tecnológica.

- Etiquetado de Eficiencia Energética: Establecer niveles máximos de consumo específico de energía, o mínimos de eficiencia energética, de máquinas y/o artefactos consumidores de energía fabricados y/o comercializados en el país, basado en indicadores técnicos pertinentes. Proponer un cronograma para la prohibición de producción, importación y comercialización de lámparas incandescentes.

- Vivienda:

  Viviendas Nuevas:

  - Iniciar las gestiones conducentes para el diseño de un sistema de certificación energética de viviendas. Establecer índices máximos de consumo, tanto de energía eléctrica como de energía térmica.

  - Introducir en las facultades de ingeniería y de arquitectura la eficiencia energética de las edificaciones como criterio de calidad de las viviendas.

  - Iniciar las gestiones conducentes para la reglamentación del acondicionamiento térmico en viviendas, establecer exigencias de aislamiento térmico de techos, envolventes, ventanas y pisos ventilados de acuerdo a diferentes zonas térmicas del país.

  - Incluir el uso óptimo de la energía solar en la fase del diseño arquitectónico y en la planificación de las construcciones (tanto para calentamiento como para iluminación).

  - Iniciar acciones junto al MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PRODUCTIVA, para promover el desarrollo y la innovación tecnológica en materiales y métodos de construcción.

Viviendas en Uso

- Desarrollar un sistema de incentivos para la disminución del consumo de energía que incluya, por ejemplo, financiamiento preferencial para medidas destinadas a reducir el consumo.

- Diseñar una estrategia para la implementación masiva de sistemas de calentamiento de agua basados en energía solar, especialmente en poblaciones periféricas.

- Implementar un programa nacional de aislamiento de viviendas que incluya techos, envolventes y aberturas.

En el caso de las acciones a desarrollar en el corto y largo plazo se puede destacar, para nuestro caso de estudio, lo siguiente:

- Establecer un programa de mejora de la eficiencia energética de los sistemas de iluminación de los edificios de la Administración Pública Nacional, a ejecutar dentro de los siguientes DOCE (12) meses de publicado el presente Decreto.

- Todos los Organismos dependientes de la ADMINISTRACIÓN PÚBLICA NACIONAL proveerán la información necesaria para el desarrollo del Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROUREE) en Edificios Públicos. FLUJOS DE INFORMACIÓN MAS DINÁMICOS.

- A los efectos de unificar la información se confeccionará un inventario detallado y actualizado de todas las instalaciones de energía eléctrica, gas, equipos de acondicionamiento de aire, sanitarios y agua potable de todos los Edificios Públicos dependientes de la ADMINISTRACIÓN PÚBLICA NACIONAL.

Estas medidas, de forma resumida, permitirían mayor toma de decisiones de parte de profesionales formados en la temática, implementaciones de medidas de eficiencia energética en edificaciones públicas existentes de forma que disminuya el consumo y mayores flujos de información, entre otras. Este programa se compromete a mejorar la administración de la demanda eléctrica en función de los criterios de racionalidad, eficiencia y responsabilidad.

Ley 27.424: Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública

Fue creada en el año 2017 y es reglamentada por el Decreto Nº 986 en el año 2018. La presente ley tiene por objeto fijar las políticas y establecer las condiciones jurídicas y contractuales para la generación de energía eléctrica de origen renovable por parte de usuarios de la red de distribución, para su autoconsumo, con eventual inyección de excedentes a la red, y establecer la obligación de los prestadores del servicio público de distribución de facilitar dicha inyección, asegurando el libre acceso a la red de distribución, sin perjuicio de las facultades propias de las provincias.

En este caso, se declara de interés nacional la generación distribuida de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables con destino al autoconsumo y a la inyección de eventuales excedentes de energía eléctrica a la red de distribución, considerando como objetivos la eficiencia energética, la reducción de pérdidas en el sistema interconectado, la potencial reducción de costos para el sistema eléctrico en su conjunto, la protección ambiental prevista en el artículo 41 de la Constitución Nacional y la protección de los derechos de los usuarios en cuanto a la equidad, no discriminación y libre acceso en los servicios e instalaciones de transporte y distribución de electricidad.

A partir de la sanción de la presente, todo proyecto de construcción de edificios públicos nacionales deberá contemplar la utilización de algún sistema de generación distribuida proveniente de fuentes renovables, conforme al aprovechamiento que pueda realizarse en la zona donde se ubique. La autoridad de aplicación efectuará un estudio gradual de los edificios públicos nacionales existentes y propondrá al organismo del que dependan la incorporación de un sistema de eficiencia energética, incluyendo capacidad de generación distribuida a partir de fuentes renovables de acuerdo a los mecanismos aquí previstos.

Con la publicación de dicha ley, los usuarios comienzan a implementar medidas de eficiencia energética para la posterior instalación de fuentes de energía renovable. Si bien no es una ley enfocada totalmente a la eficiencia energética, es un camino hacia la misma.

PROYECTO DE LEY: LEY DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Actualmente se ha presentado un proyecto de ley en el senado de la nación sobre un “marco regulatorio para el uso racional y eficiente de la energía”. La ley tiene por objeto propiciar la utilización racional, eficiente, el ahorro y la conservación de los recursos energéticos contribuyendo a la preservación del ambiente en el territorio

nacional, a través del diseño de políticas públicas. Sin mencionarlo explícitamente, su contenido es una excelente contribución al desarrollo sustentable, nacional y global.

Los artículos en este decreto con mayor relevancia para la Eficiencia Energética Edilicia son los siguientes:

Artículo 4º: Declaración de interés nacional. Declárese de interés nacional el uso racional y eficiente de la energía, con el fin de contribuir a la seguridad energética y preservar el ambiente.

Artículo 6º: Se establece como meta por aplicación de esta ley, en una primera etapa, una reducción mínima en el consumo final de energía nacional al 31 de diciembre del año 2030, equivalente a la emisión de veintitrés millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (23 MMt CO2e). La Autoridad de Aplicación definirá la metodología de cálculo y monitoreo, y definirá las metas intermedias como también para los aplicables períodos posteriores.

Artículo 7º: A los efectos del cumplimento del objeto de la presente ley serán considerados presupuestos mínimos de protección ambiental a cumplir por las Provincias, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, y en su caso los Municipios, las siguientes obligaciones:

> a) Establecer metas de ahorro de energía en términos de Eficiencia Energética y obligaciones sectoriales y/o transversales anuales a través de planes para el Uso Racional y Eficiente de la Energía que contemplen cronogramas de cumplimiento y su monitoreo;
>
> b) Implementar programas de Uso Racional y Eficiente de la Energía en los Usuarios de Energía que determine la autoridad competente;
>
> c) Establecer la obligación anual para las distribuidoras de energía eléctrica de implementar Medidas Costo-Efectivas y programas de Uso Racional y Eficiente de la Energía, tanto en su actividad como en sus usuarios, para alcanzar ahorros de energía en términos de Eficiencia Energética equivalentes mínimamente al uno por ciento (1%) de su energía vendida durante el año calendario inmediato anterior;
>
> d) Fomentar la reducción del consumo energético en el transporte vehicular, especialmente en vehículos de combustión interna, a partir de la implementación de medidas y programas de Eficiencia Energética y el fomento de la Conducción Eficiente; “2019 - Año de la Exportación”;

e) Implementar el etiquetado energético y estándares mínimos de desempeño energético para las edificaciones destinadas a uso residencial;

f) Articular medidas de fomento para la implementación de políticas que propicien la Eficiencia Energética con atención especial a las MiPyME y a la población de bajos recursos económicos;

g) Desarrollar un sistema de información referido al uso de la energía a nivel sectorial y elaborar estudios y diagnósticos para la implementación de políticas públicas de Eficiencia Energética;

h) Implementar programas de Uso Racional y Eficiente de la Energía en el sector público;

i) Regular la prestación en la jurisdicción local de los Servicios para el Uso Racional y Eficiente de la Energía;

j) Implementar políticas públicas que propicien el Uso Racional y Eficiente de la Energía en las contrataciones públicas;

k) Incorporar criterios de Uso Racional y Eficiente de la Energía para el otorgamiento de beneficios en las políticas públicas implementadas;

l) Incluir como contenido curricular de la educación formal, de acuerdo con su realidad local, la temática del Uso Racional y Eficiente de la Energía; e

m) Implementar campañas de difusión orientadas a promover en la población el Uso Racional y Eficiente de la Energía.

Artículo 13º: Plan Nacional de Eficiencia Energética de Argentina. La Autoridad de Aplicación deberá elaborar, aprobar y actualizar el PLAN NACIONAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE ARGENTINA (PlaNEEAr) que debe al menos contener:

a) La definición de las metas de ahorro de energía en términos de Eficiencia Energética, las obligaciones sectoriales de cada uno de los actores involucrados en el Uso Racional y Eficiente de la Energía y las metas anuales para su cumplimiento, lo que deberá incluir entre otros aspectos:

i. La fijación de prioridades para los distintos sectores de producción, transporte, distribución, almacenamiento y generación de la energía en todas sus formas; y

ii. El establecimiento de metas de ahorro de energía en términos de Eficiencia Energética a cumplir por los distintos sectores de consumo: residencial, transporte, industrial-productivo, servicios, comercial y público.

b) El diseño y desarrollo de programas nacionales, regionales, sectoriales, transversales a los distintos sectores y especiales de Eficiencia Energética que incluya el establecimiento de los resultados esperados, los criterios de evaluación y monitoreo de los avances, la definición de las necesidades de financiamiento y la elaboración de mecanismos de implementación;

c) La consideración de las normas vigentes en materia de etiquetado y calificaciones energéticas de los distintos productos y bienes con consumo o incidencia en el consumo de energía y la calificación energética de edificaciones;

d) La consideración de las estrategias culturales y educacionales existentes para la promoción del Uso Racional y Eficiente de la Energía;

e) La identificación de áreas de investigación específica y espacios de conocimiento que contribuyan al desarrollo de tecnologías nacionales en materia de Eficiencia Energética; y

f) La consideración de los programas existentes en materia de Uso Racional y Eficiente de la Energía en el ámbito del Sector Público Nacional incluyendo al Poder Legislativo, Poder Judicial y Ministerio Público y el resto de las jurisdicciones.

Eficiencia energética en edificaciones:

Artículo 44º: Etiquetado de viviendas. Dentro del plazo de ciento ochenta (180) días desde la reglamentación de la presente ley, la Autoridad de Aplicación deberá elaborar y aprobar el PROGRAMA DE ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN VIVIENDAS (ProdEV) que tendrá por objeto etiquetar en términos de Eficiencia Energética las edificaciones destinadas a uso residencial.

Artículo 45º: Lineamientos. El ProdEV deberá contemplar como mínimo para las distintas zonas del país:

a) Las características climáticas;
b) Los rasgos socio-económicos y prácticas constructivas locales;
c) La infraestructura destinada a la provisión de energía; y
d) Una etiqueta con información y características unificadas para todo el país.

Artículo 46º: Las etiquetas del ProdEV deberán ser gestionadas por prestadores inscriptos en el Registro de Prestadores de Servicios para el Uso Racional y Eficiente de la Energía.

Artículo 47º: Las edificaciones destinadas a uso residencial que sean construidas o reformadas afectando en forma total o parcial, directa o indirecta, fondos o garantías públicas del Sector Público Nacional, deberán ser calificadas energéticamente de acuerdo al programa creado en el Artículo 44 y cumplir con los estándares mínimos de Eficiencia Energética que establezca la Autoridad de Aplicación.

2- Legislación Provincial

Ley 10.208: Política Ambiental Provincial

La ley provincial 10.208 fue sancionada en el año 2014, la misma establece la política ambiental provincial, en complemento de los presupuestos mínimos establecidos en el artículo 41 de la Constitución Nacional y la Ley Nacional N° 25.675 , para la gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable que promueva una adecuada convivencia de los habitantes con su entorno en el territorio de la Provincia de Córdoba.

En el Artículo Nº 76 se determinan los criterios para la implementación de incentivos y alicientes ambientales, los cuales tendrán en cuenta que, además del cumplimiento normativo ambiental en el desarrollo de las actividades, se ponderen aquellas que cumplan algunos requisitos, entre el que podemos destacar para nuestro caso de estudio: “Actividades y empresas que promuevan la eficiencia energética y el uso de las energías renovables o alternativas”

Los criterios de sustentabilidad fijados en esta ley implican la necesidad de avanzar en las herramientas que permitan cumplir con las exigencias de eficiencia ambiental en las actividades edilicias.

Ley 10.572: “Declaración de interés provincial del uso racional y eficiente de la energía”

Sancionada el 26 de septiembre del 2018 y promulgada el 10 de octubre del 2018. Declara, mediante el Articulo Nº 1, de interés provincial el Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE) con el propósito de fomentar el desarrollo sustentable logrando mejoras en la competitividad de la economía, protegiendo y mejorando la calidad de

vida de la población y contribuyendo con el cuidado del medio ambiente mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

En el Artículo Nº3 se indica que, para el cumplimiento de los objetivos y finalidades de la ley, se establecerán las políticas, dictará las normas y creará la infraestructura necesaria, como así también la estructura técnica, económica y financiera necesaria para el desarrollo de las políticas de corto, mediano y largo plazo, económicamente y ambientalmente viables asegurando el desarrollo sustentable, el conocimiento y la concientización de toda la población sobre el uso racional y eficiente de la energía y los beneficios asociados a la utilización responsable de los recursos y residuos, así como la divulgación de la información sobre fuentes de energía disponibles y los impactos asociados a su utilización.

En función del Artículo Nº 3, en el Artículo Nº 4 se pretende el establecimiento del Plan Provincial de Uso Racional y Eficiencia de la Energía. Dicho plan será fruto de evaluar el estado actual y un escenario tendencioso a quince años.

El escenario debe ser revisado cada tres años y el Plan Provincial de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PPUREE) cada dos años, de acuerdo a lo establecido en los procesos de mejora continua.

El mismo deberá incluir al menos los siguientes aspectos:

- Disponibilidad de información al consumidor en relación al consumo y eficiencia energética de todo tipo de equipamiento que requiera suministro de energía.
- Promoción, desarrollo, sensibilización, educación y capacitación en el Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE).
- Disponer de un plan de incorporación paulatina de productos al sistema de etiquetado que se establezca, así como las normas de uso racional y eficiente de la energía a requerirse de equipamientos y edificaciones.
- En particular se debe disponer que las nuevas edificaciones cumplan con las normas de uso racional y eficiente de la energía aplicables a la materia.
- Objetivos y metas de niveles máximos de consumo específico de energía o estándares mínimos de eficiencia energética de equipamientos.
- Establecer criterios de ponderación del ahorro de energía estimado para la elaboración de un sistema de Certificados de Ahorro de Energía que serán emitidos por los organismos que se determinen en el Plan Provincial de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PPUREE).

- Determinar criterios para caracterizar un proyecto como Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE), según se desprende del artículo 2º de la presente Ley.
- Establecer la meta de energía evitada para el período de vigencia del Plan Provincial de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PPUREE) y las metas anuales de energía evitada para el cumplimiento de la meta general del período.
- Definir políticas tendientes a optimizar el consumo energético en los distintos sectores, especialmente en el residencial, comercial, industrial, de servicios y de transporte.
- Fomentar la investigación, desarrollo, difusión y transferencia de soluciones tecnológicas e innovadoras, mejorando la competitividad de la industria de la Provincia, impulsando el crecimiento de la economía y creando empleos de calidad.
- Promover la utilización de sistemas de medición inteligentes que contribuyan a la participación activa de consumidores en los mercados de suministro de electricidad y gas en todos aquellos sectores estratégicos de consumo.

PROYECTO DE LEY: Etiquetado Ambiental Edilicio.

El objeto de la presente Ley es promover y regular el Etiquetado Ambiental Edilicio para cumplir con los objetivos de sustentabilidad en las construcciones edilicias de la Provincia de Córdoba.

Algunos de los artículos de mayor relevancia que podemos mencionar son:

Artículo Nº 3: La construcción edilicia deberá conllevar implícita la idea de sustentabilidad. A tal fin, se deberán establecer parámetros claros de medición objetiva de las distintas variables que componen el diseño, construcción, puesta en marcha y uso de los recursos totales de una construcción o emprendimiento edilicio. El factor medioambiental y los aspectos económicos y sociales deberán ser especialmente tenidos en cuenta en este sistema, a manera de encontrar un mejor equilibrio en el marco del desarrollo sustentable.

Artículo Nº 4: El Etiquetado Ambiental Edilicio deberá contemplar, como mínimo, aspectos de uso y diseño vinculados con la energía (térmica y eléctrica, privilegiando las formas renovables), el agua (tanto potable, como para riego y la cosechada de lluvia, así como el manejo adecuado de los excedentes hídricos), los materiales, la generación de efluentes (sólidos, líquidos y gaseosos), su gestión, calidad ambiental, uso de suelo y sitio.

Artículo Nº 5: Para la realización del Etiquetado Ambiental Edilicio deberán considerarse los instrumentos de políticas y gestión ambiental que fija la Ley 10208, como: Sistemas de Gestión Ambiental, Evaluaciones de Impacto Ambiental, Planes de Gestión Ambiental y Auditorías Ambientales como define la propia Ley que rige en toda la provincia, y según hayan sido reglamentados y de acuerdo a la aplicación específica que correspondiere. Deberá también considerarse la Ley 10572, "Declaración de interés provincial del uso racional y eficiente de la energía" que declara de interés provincial el Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE).

Artículo Nº 6: Deberá ajustarse el Etiquetado Ambiental Edilicio a la Ley de Política Ambiental N° 10208, específicamente donde establece que se asegure la aplicación de premisas, en particular, en su Artículo 5º, inc. h: "El desarrollo sostenible de las zonas urbanas y rurales, incluyendo la preservación de las áreas agrícolas, los agro-ecosistemas y la prestación ambientalmente sostenible de los servicios públicos".

Artículo Nº 7: Créase el estándar de Etiquetado Ambiental Edilicio, el cual comprende el conjunto ordenado de objetivos, requerimientos y estrategias, que, a modo de instrumento operativo, mejore la eficiencia integral sustentable de las construcciones en general y en los edificios en particular, en todo su ciclo de vida. Este estándar será la base para la Certificación Ambiental Edilicia que emita la Autoridad de Aplicación.

Artículo Nº 8: El Etiquetado Ambiental Edilicio se aplicará en los edificios e instalaciones públicas o privadas con el fin de medir y comparar el desempeño y la eficiencia ambiental de las construcciones, en todo el territorio Provincial.

Artículo Nº 17: Los titulares de edificios y viviendas ya construidos podrán aplicar voluntariamente el estándar de Etiquetado Ambiental Edilicio y obtener su Certificación Ambiental Edilicia.

Observaciones

Las leyes, tanto a nivel nacional como a nivel provincial, con respecto al etiquetado ambiental edilicio aún no se encuentran del todo desarrolladas. Es notable que dicho desarrollo se encuentra en camino, pero aún sin ningún resultado concreto. Tanto a nivel nacional como provincial existen proyectos de ley que permitirían implementar de forma más efectiva este tipo de políticas y así, consecuentemente, poder disminuir el consumo energético ya sea nacional o provincial.

BIBLIOGRAFÍA

- https://eficienciaenergetica.net.ar/img_novedades/12051535_S329019PL3.pdf

- InfoLEG. (s.f.). *Informacion Legislativa y Documental*. Recuperado el 2020, de http://www.infoleg.gob.ar/

- Ediciencia energética (2021) – Wikipedia. Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Eficiencia_energ%C3%A9tica.

CAPÍTULO 14: ENERGÍA GEOTÉRMICA DE BAJA ENTALPÍA Y NORMATIVAS ASOCIADAS

Manuel M. Reyna[73], Marta S. Juliá[74], Santiago M. Reyna[75]

Resumen

Si bien a nivel mundial la energía geotérmica de baja entalpía es relativamente madura, en Argentina y Córdoba su implementación es todavía incipiente. La inexistencia de un marco legal y normativo local creado con este tipo de aprovechamiento energético en mente genera muchas incógnitas respecto a qué tan viable es su crecimiento en este país y esta provincia. Sin embargo, en el contexto legal argentino, aparecen de manera explícita e implícita los objetivos de la sustentabilidad, el cuidado del medioambiente y la accesibilidad a energía de calidad, que concuerdan con los posibles beneficios de la energía geotérmica de baja entalpía. Las normativas técnicas existentes a nivel internacional sirven a usuarios, proveedores y reguladores al hacer más predecible el funcionamiento de los sistemas geotérmicos. El desarrollo de normas técnicas locales permitirá adaptar los conocimientos a las realidades propias de Argentina y Córdoba.

Palabras clave

Energía geotérmica. Baja entalpía. Bombas de calor. Estándares. Normas técnicas.

Abstract

While low enthalpy geothermal energy is a fairly mature technology at a global scale, its implementation is only starting in Argentina and Córdoba. The lack of a legal and regulatory framework created with this kind of energy use in mind brings many questions on how viable its growth is in this country and province. However, objectives such as sustainability, the environment, and access to quality energy are

[73] Ingeniero Civil y Ambiental, FCEFyN, UNC, manuelmreyna@mi.unc.edu.ar
[74] Centro de Investigaciones Jurídicas y Sociales UNC-CONICET, dramartajulia@gmail.com
[75] Ph.D. en Ingeniería de la Universidad de Purdue; Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Córdoba. santiagoreyna@gmail.com

explicitly or implicitly stated in Argentine legislation. They all match with the possible benefits of low enthalpy geothermal energy. International technical standards are useful to users, suppliers and regulators as they make geothermal systems more predictable. The development of local technical standards will enable the adaptation of knowledge to the specific context of Argentina and Córdoba.

Introducción

En el presente capítulo, nos proponemos describir las normativas asociadas a la energía geotérmica de baja entalpía, su caracterización a nivel nacional y de la provincia de Córdoba. En primer lugar, describimos las normativas nacionales destacando los principales aspectos aplicables a este tipo de energía; en segundo lugar, las normativas de la provincia de Córdoba; en tercer término, los programas que son de aplicación; en cuarto lugar, las normas técnicas específicas; para luego terminar con algunas reflexiones finales.

La energía geotérmica de baja o muy baja entalpía (según la clasificación a la que se haga referencia) consiste en el intercambio de calor con el suelo para asistir a la calefacción y refrigeración de espacios, aprovechando el efecto regulador de la temperatura que tiene el suelo por su inercia térmica o, en algunos casos, también el gradiente térmico natural del subsuelo.

En la provincia de Córdoba, el desarrollo de la energía geotérmica de baja entalpía es hoy experimental o de aplicación limitada, a menudo de una manera que no es rentable desde el punto de vista económico. Por esta razón, tampoco existe desarrollo de legislación específica. No existen a nivel nacional o provincial normas emanadas del poder legislativo o ejecutivo que se refieran de manera explícita a esta forma de aprovechamiento energético.

Por otra parte, la energía geotérmica de baja entalpía, al utilizarse para la calefacción y refrigeración de ambientes, se encuentra estrechamente ligada a la eficiencia energética en edificios.

Si bien esta forma de aprovechamiento de energía suele estar limitada en extensión al subsuelo del espacio en el que se aprovecha, algunos aspectos de ella interactúan con cuestiones normadas por diversas leyes.

Legislación nacional

Constitución Nacional

El marco político institucional en lo ambiental en Argentina se basa en el artículo 41 de la Constitución Nacional, este artículo establece, entre otras cosas, los derechos y obligaciones ambientales y la necesidad de generar leyes de presupuestos mínimos.

Por otra parte, el artículo 124 de la Constitución fija que "corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio". De tal manera, la interacción de la aplicación de la energía geotérmica de baja entalpía con diversos recursos naturales es regulada, en principio, por las provincias, con excepción de las leyes de presupuesto mínimo (según establece el artículo 41) y algunas otras delegaciones realizadas de manera específica.

Tratados internacionales

La Argentina ha aprobado tratados internacionales que refieren a temáticas ambientales. Estos tratados internacionales, al no ser de materia de derechos humanos, tienen jerarquía superior a las leyes nacionales, pero inferior a la propia constitución nacional, conforme establece el inciso 22 del artículo 75 de la Constitución Nacional.

Los siguientes son artículos que específicamente tratan el tema de la eficiencia energética dentro de tales tratados internacionales firmados por Argentina y aprobados por el congreso:

- Ley Nº 24.295, aprobó la CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (CMNUCC). "Todos los países necesitan tener acceso a los recursos necesarios para lograr un desarrollo económico y social sostenible, y los países en desarrollo, para avanzar hacia esa meta, necesitarán aumentar su consumo de energía, teniendo en cuenta las posibilidades de lograr una mayor eficiencia energética"
- Ley Nº 25.438, en el año 2001, aprobó el PROTOCOLO DE KYOTO (PK) de esa Convención. En su artículo en su Artículo 2º punto 1.a, apartado i) afirma la necesidad de los países firmantes de asegurar el fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional.

Leyes nacionales sobre ambiente y energía

La Ley 25.675 es la ley general de ambiente que plantea la política ambiental en general. Al destinar la Constitución Nacional los recursos naturales a las provincias, cada una tiene una participación fundamental en cuestiones ambientales, promulgando sus propias leyes sobre el tema.

El marco normativo energético no forma una unidad tan coherente como el marco político ambiental. Entre sus leyes principales se encuentran la 24.065 (Régimen legal de la energía eléctrica) y la 17.319 (Ley de hidrocarburos). Las leyes de energías renovables se han desarrollado en un poco más de 20 años, pero aun así no son tan homogéneas. Entre ellas se cuentan:

- Ley 26.190: Régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables
- Ley 27.191: Modificación del Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica
- Ley 27.424: Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica
- Ley 25.019: Régimen nacional de energía eólica y solar

Diversos decretos y resoluciones modifican y complementan estas leyes.

En la legislación nacional se da particular importancia a las energías renovables en cuanto puedan generar energía eléctrica o sustitutos a los hidrocarburos fósiles. Este aparente sesgo se debe a que el mercado eléctrico nacional, al igual que el mercado de hidrocarburos, se encuentran regulados por el Estado. Además, este tipo de aprovechamientos son potencialmente de mayor escala, por lo que sus impactos (positivos o negativos) son de mayor magnitud. Sin embargo, la aplicación de formas de aprovechamiento energético que no generen energía eléctrica podría generar cambios muy significativos si fueran aplicados de manera global, como ha ocurrido en los últimos años en el ámbito de la energía solar térmica.

Las áreas de energía y ambiente no se hallan conectadas de manera directa, siendo la primera una secretaría dependiente del ministerio de economía y la segunda un ministerio en sí misma.

Legislación provincial

A continuación, se presenta un cuadro con leyes provinciales vigentes que regulan la aplicación de sistemas de generación de energía con fuentes renovables:

Ley provincial	Título
Ley 8.599/97	Marco regulatorio de la energía eléctrica

Ley provincial	Título
Ley 8.810/99	Las energías renovables y el uso racional de la energía
Ley 9.165/04	Plan provincial de ahorro energético con el fin de lograr un uso racional de la energía
ley 9.229/05	Ampliación del Acuerdo de Participación en el Proyecto de Energías Renovables en Mercados Eléctricos Rurales - PERMER
Ley 10.937/16	Adhiere la Provincia de Córdoba a la Ley Nacional Nº 26190 y su modificatoria Nº 27191 -Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica
Ley 10.572/18	Declara de interés provincial el Uso Racional y Eficiente de la Energía
Ley 10.573/18	Sistemas de Aprovechamiento de Energía Solar Térmica de Baja Temperatura para el abastecimiento de Agua Caliente
Ley 10.604/18	Adhiere Córdoba a la Ley Nacional Nº 27424 “Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública”.

Aquí nuevamente muy pocas leyes son de aplicación por referirse en general a la energía eléctrica, que no puede ser generada con la energía geotérmica de baja entalpía. Solamente son de aplicación (y no de manera directa) las leyes 10.572/18 y 10.573 (por analogía).

Por otra parte, existen otras normas que regulan recursos potencialmente afectados por la energía geotérmica de baja entalpía. Entre ellos cabe destacar que los sistemas geotérmicos abiertos generan movimiento del agua freática. Serían aplicables para ellos la Ley Provincial N° 5589, Código Provincial de Aguas, en particular de los artículos 160 a 181, que tratan sobre aguas subterráneas. Sin embargo, por tratarse de uso no consuntivo, es fundamentalmente diferente a los usos especificados en la norma. El código de agua prevé la necesidad de recargar acuíferos, aunque se plantea como operación controlada por la autoridad de aplicación. De esta manera, se requeriría una norma específica para dar factibilidad a tales proyectos. También sería necesario tener en cuenta otras normas semejantes, como el Decreto 847 sobre Vertidos para la protección del Recurso Hídrico.

Normas técnicas argentinas

El Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) es una asociación civil sin fines de lucro cuyas finalidades específicas, en su carácter de Organismo Argentino de Normalización, son establecer normas técnicas, sin limitaciones en los ámbitos que

abarquen, además de propender al conocimiento y la aplicación de la normalización como base de la calidad, promoviendo las actividades de certificación de productos y de sistemas de la calidad en las empresas para brindar seguridad al consumidor.

IRAM es el representante de Argentina en la International Organization for Standardization (ISO).

De todas las normas IRAM, las siguientes tratan sobre el acondicionamiento térmico de edificios:

- IRAM 11601: Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario.
- IRAM 11603: Acondicionamiento térmico de edificios Clasificación bioambiental de la República Argentina
- IRAM 11604: Acondicionamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites.
- IRAM 11605: Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos.

Además, las siguientes normas IRAM tratan del etiquetado energético de equipos de calefacción y aire acondicionado:

- IRAM 62406: Etiquetado de eficiencia energética para acondicionadores de aire.
- IRAM 11900: Etiquetado de eficiencia energética de calefacción para edificios.

El conjunto de las normas IRAM que se mencionan es un tanto heterogéneo, puesto que fueron desarrolladas y actualizadas en distintas épocas, con públicos diversos en mente (constructores en los primeros y productores de equipos y usuarios en los segundos) por lo que, para la implementación de sistemas de energía geotérmica de baja entalpía, correspondería que se realizaran nuevas actualizaciones a estas normas.

Normas extranjeras de estándares para sistemas de bombas de calor geotérmicas

Si bien no existen normas técnicas locales sobre el desarrollo de sistemas geotérmicos de baja entalpía, se han desarrollado en el extranjero en las últimas décadas normativas diversas sobre el diseño, la construcción y la operación de este tipo de

sistemas. En su mayoría estas normas provienen de los Estados Unidos o de Europa. A continuación, se presentan algunas de las más relevantes de esas normas:

Norma	Organismo	Descripción
ANSI/CSA C448 Series-2016 - Design and Installation of Ground Source Heat Pump Systems for Commercial and Residential Buildings	American National Standard Institute (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares) y Canadian Standards Association (Asociación Canadiense de Estándares)	Diseño e instalación de sistemas de bomba de calor geotérmica. Instalación de sistemas cerrados horizontales y verticales y de sistemas abiertos.
Closed-Loop/Geothermal Heat Pump Systems (Sistemas Cerrados/Geotérmicos de Bombas de Calor) Design and Installation Standards (Estándares de Diseño e Instalación) 2017	International Ground Source Heat Pump Association (Asociación Internacional de Bombas de Calor Geotérmicas) y Oklahoma State University (Universidad del Estado de Oklahoma)	Ubicación de cañerías. Fluido de circulación. Bombas geotérmicas. Planificación del sitio, documentación y restauración. Desmantelamiento.
CP3 Groundwater Source Heat Pumps - Code of Practice (CP3 Bomba de Calor Geotérmica – Código de Prácticas)	Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE), Ground Source Heat Pump Association (GSHPA), Heat Pump Association (HPA). Apoyado por el departamento de Comercio, Energía y Estrategia Industrial del Reino Unido (BEIS).	Preparación e instrucción. Viabilidad. Diseño. Construcción e Instalación. Comisión. Operación y mantenimiento. Desmantelamiento.
VDI 4640	VDI - Verein Deutscher Ingenieure (Asociación de Ingenieros Alemanes)	6 partes: 1. Conceptos básicos del uso geotérmico, permisos y aspectos ambientales. 2. Sistemas de bombas de calor geotérmicos.

Norma	Organismo	Descripción
		3. Aprovechamiento térmico del subsuelo. Almacenamiento de energía térmica subterránea. 4. Usos directos 5. Prueba de respuesta térmica, para determinar resistencia del pozo. 6. Materiales de construcción para rellenar los orificios de las sondas geotérmicas.
Guía técnica de diseño de sistemas de bomba de calor geotérmica	Redactada por la Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR) para el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), con el objetivo de promocionar la eficiencia en el uso final de la energía en los edificios.	Los sistemas de bomba de calor geotérmica como herramienta de ahorro energético. Perfiles de temperatura y propiedades térmicas del terreno. Diseño de intercambiadores de calor.
Best Practices for Designing Geothermal Systems (Mejores prácticas para el diseño de sistemas geotérmicos)	ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (La Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado)	Guía para diseñadores de sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, contratistas, arquitectos y proveedores, para dar calidad e información.

Normas extranjeras de eficiencia de sistemas de calefacción y refrigeración

Para medir la eficiencia de un ciclo de calefacción o refrigeración, se utilizan dos medidas distintas, pero conectadas. Estas son el COP (Coefficient of performance, a menudo traducido como coeficiente de operatividad o de rendimiento) y el EER

(Energy Efficiency Rating, Factor de Eficiencia Energética). Ambos representan la relación entre la cantidad de calor extraída o agregada al ambiente refrigerado o calefaccionado y la cantidad de energía utilizada como trabajo para la operación de la bomba de calor. Sin embargo, mientras que el COP es adimensional, pues se calcula con unidades consistentes, para el cálculo del EER se utiliza la unidad Btu para el calor y Wh para la energía eléctrica.

Tanto el COP como el EER dependen no solamente de las características del equipo, sino también de las condiciones de operación. Por ejemplo, con diferencias de temperatura pequeñas entre la fuente fría y la fuente caliente se obtienen rendimientos mucho mayores que con grandes diferencias de temperatura. Por esta razón es necesario definir las condiciones sobre las cuales se miden los rendimientos. Por esto se utilizan los SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio), que consideran las variaciones en un ciclo normal de refrigeración (tienen mayor desarrollo los estándares para refrigeración que los estándares para calefacción puesto que los sistemas de aire acondicionado son ampliamente más utilizados que las bombas de calor), para dar un valor medio del rendimiento a lo largo de un año.

- 2008 standard AHRI 210/240, Performance Rating of Unitary Air-Conditioning and Air-Source Heat Pump Equipment. Es el estándar que define el SEER, que es el factor de eficiencia energética estacional (Seasonal Energy Efficiency Ratio). Este factor se define como el calor total removido del espacio acondicionado durante la estación de enfriamiento (medido en Btu) dividido por la cantidad de energía eléctrica utilizada para el sistema de aire acondicionado (medida en Wh). Esta métrica representa el rendimiento esperado en un año típico en una ubicación en particular. Se toma una temperatura interior constante, pero se hace variar la temperatura externa en un rango de 18°C a 40°C.
- European Seasonal Energy Efficiency Ratio (ESEER – Factor Europeo de Eficiencia Energética Estacional). Es el estándar propuesto por la asociación industrial Eurovent, que agrupa a más de 1000 empresas que desarrollan productos de acondicionamiento de aire, sistemas de enfriamiento industrial y refrigeración para alimentos. La métrica se constituye como un promedio ponderado del EER del sistema de aire acondicionado para diferentes relaciones de carga parcial, utilizando siempre los mismos factores de ponderación.
- UK Building Regulations Part L SEER. Es el SEER según aparece definido por los códigos británicos de edificación. Se calcula de manera semejante al ESEER, pero en lugar de utilizar siempre los mismos factores de ponderación, estos dependen de la ubicación para la cual se lo evalúe.

Programas de fomento

Programas vigentes a nivel nacional

- El programa RenovAr. Se trata del programa instituido en 2016 por el poder ejecutivo para desarrollar la política energética en cuanto a energías renovables enmarcada por la ley de Régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica (Ley 26.190/06, actualizada en la ley 27.191/15).
- El programa PERMER. Es el Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales brinda acceso a la energía con fuentes renovables a la población rural del país que no tiene luz por estar alejada de las redes de distribución. Incluye proyectos para hogares, escuelas rurales, uso agrícola y micro redes para pequeñas poblaciones. El programa tiene una Unidad Ejecutora Provincial en cada provincia.
- Programa de Etiquetado. Es un programa que aglutina las diversas iniciativas de etiquetado de eficiencia energética. Las normas fueron compuestas por IRAM. Incluye la norma IRAM 11900 de eficiencia energética en edificios y varias normas de las series 62000 de eficiencia de aparatos eléctricos. Además, son de carácter obligatorio la Resolución 319/99 de la Secretaría de Comercio y Minería que exige el etiquetado energético para un grupo de electrodomésticos. El Decreto 140/07 crea el Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía que incluye exigencias de etiquetado energético.
- Programa de Eficiencia Energética en Edificios Públicos. Surge del decreto 140/07, que tiene una sección específica sobre las exigencias para edificios públicos.
- Plan Alumbrado Eficiente. El nuevo Plan Alumbrado Eficiente consiste en el recambio de luminarias por equipos más eficientes de tecnología LED en la vía pública, tanto en Municipios como en Rutas Provinciales. Se espera que la implementación de esa tecnología represente un ahorro energético del 50%.
- Fondo Argentino de Eficiencia Energética. Línea de crédito a mediano y largo plazo para PyMEs que presenten proyectos de inversión en eficiencia energética por tecnologías más eficientes, cambios en los procesos productivos y otras acciones que lleven a la reducción en el consumo de energía. El programa se encuentra cerrado por estar siendo reestructurado.

Programas vigentes a nivel provincial

- Programa de eficiencia energética y energías renovables. Es llevado en conjunto con el Consejo Federal de Inversiones. Tiene como finalidad promover el uso eficiente y racional de la energía, fomentando la implementación de proyectos de inversión en Eficiencia Energética y Generación de Energía a partir de fuentes renovables, que permitan reducir el consumo energético, propiciando el cuidado del medioambiente y una mejora en la competitividad de las economías regionales.
- Energías renovables y comunicación para el desarrollo social y productivo de la provincia de Córdoba. Se encentra temporalmente cerrado. El Ministerio promueve mejoras en las condiciones de hábitat, fortaleciendo el tejido social comunitario, la comunicación, el desarrollo y sustentabilidad de micro emprendimientos productivos y sociales. El Programa, exclusivamente orientado a zonas aisladas de la red de distribución eléctrica, mediante asistencia técnica para la formulación de proyectos o la formulación de proyectos e instalación de los sistemas de generación solar fotovoltaicos, busca aportar soluciones de bombeo de agua, refrigeración y fuerza motriz en emprendimientos productivos, alumbrado público y energía eléctrica para estaciones de comunicaciones de emergencia.
- Programa de promoción de eventos de eficiencia energética y energías renovables. Procura favorecer – mediante el otorgamiento de un subsidio – el desarrollo, organización y la difusión de eventos de eficiencia energética y energías renovables en la provincia de Córdoba que promuevan el uso racional y eficiente de la energía y la generación de energía mediante fuentes no convencionales, solventando así parcialmente gastos generales de organización del mismo y/o publicación de resultados.
- Asistencia financiera para la realización de diagnósticos energéticos en PyMEs. Procura contribuir – mediante el financiamiento del diagnóstico energético – con asistencia técnica a las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) de la provincia de Córdoba, a los fines de identificar las medidas y oportunidades de mejoras que permitan optimizar su consumo energético y reducir sus costos.

Aplicación de los programas a la energía geotérmica de baja entalpía

La energía geotérmica de baja entalpía se caracteriza por ser incapaz de generar energía eléctrica, por eso no aplican a ella en general los programas de generación de energía, por más que la energía geotérmica de baja entalpía técnicamente aprovecha

energía. Por otra parte, ella está estrechamente relacionada con la eficiencia energética. En particular interesan dos ámbitos de la eficiencia energética, que son: la eficiencia energética en edificios (uno de los mayores consumos de energía son la calefacción y la refrigeración de ambientes) y la eficiencia energética de los sistemas de aire acondicionado y bomba de calor.

Breves reflexiones sobre el capítulo

- La energía geotérmica de baja entalpía ha demostrado en otros países (en particular países de Europa y Norteamérica) ser muy útil para lograr disminuir el consumo energético de energía para la calefacción y refrigeración de ambientes. Por eso, se han desarrollado en ellos guías para el correcto diseño y ejecución de los sistemas de bombas de calor geotérmica, así como estándares que norman la ejecución de pruebas y los materiales a utilizar.
- En nuestro país, no existen normas específicas que traten sobre esta forma de aprovechamiento energético renovable, puesto que el desarrollo de ellos es muy reciente. Sin embargo, diversas normas existentes la regulan de manera directa o indirecta. Esto es por las diversas maneras en que la ejecución de las sondas genera impactos en el medio. El hecho de que las normas existentes hayan sido escritas sin tener en cuenta la existencia de los aprovechamientos geotérmicos de baja entalpía puede poner diversas trabas en el desarrollo de una tecnología que potencialmente puede generar grandes beneficios ambientales y económicos.
- El aumento de la experiencia en las bombas de calor geotérmicas en la Argentina y Córdoba en paralelo al desarrollo de diversas normativas y guías para su implementación permitirá adaptar la energía geotérmica de baja entalpía a las realidad y necesidades locales.

BIBLIOGRAFÍA

InfoLEG. (s.f.). *Información Legislativa y Documental – Leyes Nacionales*. Recuperado el 2020, de http://www.infoleg.gob.ar/

LEGISLATURA CÓRDOBA (s.f.). *Información Legislativa y Documental – Leyes Provinciales*. Recuperado el 2020, de https://legislaturacba.gob.ar/

SECRETARÍA DE ENERGÍAS RENOVABLES (s.f). *Información de programas de fomento de energías renovables vigentes.* Recuperado en 2020, de https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/energia-electrica/renovables

CAPÍTULO 15: MAPA DE ACTORES EN MATERIA DE ENERGÍAS RENOVABLES

Autores: alumnos de la maestría en generación de energías renovables FCEFyN- UNC 2020, Marta S. Juliá[76]

Resumen

En el presente artículo se han seleccionado trabajos realizados por los alumnos de la Maestría en energía renovables (FCEFyN 2020) cuyo objetivo fue identificar los actores que participan en las energías renovables a partir de los proyectos de cada alumno. La identificación de actores se realizó a partir del análisis político, jurídico e institucional, teniendo en cuenta las normativas, programas, planes y acciones, con diferentes estrategias de búsqueda.

Las modalidades en que agruparon los actores, las formas de presentación, las tipologías que utilizaron nos muestran la importancia de la construcción colectiva, donde en el análisis realizado se observó cómo complejizaba la mirada de cada alumno observando el tipo de energía específica sobre el cual trabaja.

La elaboración de mapas de actores, siguiendo una clasificación o agrupamiento de los mismos, representa gráficamente los principales actores en materia de energías renovables, que surge del análisis individual y colectivo todos los trabajos presentados

Palabras clave

Actores en materia de energías renovables. Argentina.

Abstract

In this article we have selected projects carried out by students of the Master's Degree in Renewable Energy (FCEFyN 2020). The aim of these projects was to identify the actors involved in the renewable energy sector. The identification of actors was

[76] Centro de Investigaciones Jurídicas y Sociales UNC-CONICET, dramartajulia@gmail.com

carried out from a political, legal and institutional analysis, considering regulations, programs, plans and actions, with different search strategies.

The ways in which they classified the actors, the presentation forms, and the typologies they used show us the importance of collective construction, where it was observed in the analysis how each student's view became more complex by observing the specific type of energy on which he/she worked.

The elaboration of maps of actors, following a classification or clustering of them, graphically represents the main actors in the field of renewable energies, resulting from the individual and collective analysis of all the submitted projects.

Introducción

La identificación de los principales actores en materia de energías renovables supone una construcción compleja, por diversos motivos, donde inciden tanto la variedad de tipo de energías y las actividades que involucra, como los desarrollos alcanzados en el país, entre otros aspectos.

En la tarea de identificar actores que participan en las políticas que promueven las energías renovables en Argentina se considera no sólo la tarea de los investigadores involucrados en el proyecto que ya cuentan con entrenamiento en la búsqueda de información, el análisis y la identificación específica de los actores, sino también las referencias en la bibliografía a ciertos autores.

Además de lo antes mencionado, en el marco de los trabajos prácticos realizados en la maestría en generación de energías renovables nos propusimos invitar a los alumnos a aportar a la identificación de actores relevantes en materia de energías renovables a partir del análisis político, jurídico e institucional. Esto es considerar desde las normativas, programas, planes y acciones los principales actores.

La elaboración de mapas de actores siguiendo una clasificación o agrupamiento de los mismos nos permitió contar con un conjunto de trabajos realizados a partir de los cuales se generó un primer mapa de identificación de actores en materia de energías renovables que surge del análisis individual y de la sistematización realizada de todos los trabajos presentados.

Las modalidades en que agruparon los actores, las formas de presentación, las tipologías que utilizaron los alumnos también son motivo de análisis que nos permiten profundizar en las tareas realizadas y los resultados alcanzados.

La construcción colectiva se realizó en el análisis del práctico donde pudo observarse a partir de dos trabajos como se complejizaba la mirada de cada alumno observando el tipo de energía específica sobre el cual trabaja.

La propuesta de identificación de actores (descripción)

El punto de partida para el análisis lo realizamos desde la lectura del libro sobre "La disputa por la construcción de la política ambiental en Argentina", (Juliá, 2019), lo que supone conocer una forma de identificación de los actores.

En todas las aproximaciones realizadas a la temática de las políticas ambientales, de las instituciones, de las normativas están presentes los actores, esperando ser descubiertos, analizados, considerados en los estudios sobre el tema. En realidad, son los verdaderos protagonistas de las políticas ambientales los que las diseñan, debaten, disputan, ejecutan y en nuestro caso construyen en distintos momentos.

A los actores que intervienen en la construcción de las políticas, en los diferentes espacios, áreas, territorios es necesario considerarlos en cada política objeto de análisis. Y otro supuesto del cual partimos, es que son numerosos los actores que intervienen en la construcción, por lo que nos interesa observar quienes participan en la construcción en cada área y cómo podemos describir esto. (Juliá, 2019).

Los trabajos parten de una definición de lo que es un actor social, tomando un conjunto diverso de definiciones y conceptos desde distintas perspectivas. Así, un actor es todo individuo que se encuentra o forma parte de un grupo, organización, entidad o institución del sector público, social, privado, no gubernamental o agencia internacional que tenga relación directa o indirecta con el proyecto a ejecutar" (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Trabajo sobre CTBN)

En los análisis en materia de conflictos podemos encontrar algunas aproximaciones de interés: "En cualquier conflicto es normal que bajo la noción de sujetos aparezca una gran diversidad de personas e instituciones que cuentan con una relevante cantidad de características. Hablar de actores es hacer referencia a los sujetos que están implicados de una manera principal en el conflicto" (Calvo Soler, 2014:84)

El aporte de los conceptos permite tener una visión amplia de los actores para luego pasar a la técnica para su identificación y utilizar el mapeo. Cuando se estudia el uso de los mapas o las formas de representar nuevos problemas, en particular mapear distintos actores, nos encontramos con una producción nueva, a pesar que se destaca que "Los mapas son representaciones ideológicas. La confección de mapas es uno de los principales instrumentos que el poder de dominación ha utilizado históricamente para la apropiación utilitaria de los territorios" (Santos, 2015:7).

Por todo lo que venimos describiendo y analizando, considero el mapeo como una práctica, acción de reflexión en la cual el mapa es solo una de las herramientas que facilita el abordaje y la problematización de territorios sociales y geográficos. Es una técnica que nos permite visualizar los actores en un momento, sus relaciones y vinculaciones y plasmar la complejidad en forma gráfica. (Juliá, 2019)

En las tipologías utilizadas en nuestro trabajo sobre disputas en la construcción de políticas, partiendo de la identificación de actores regionales en dos grandes grupos (gubernamentales y no gubernamentales), la propuesta de trabajo de identificación fue la siguiente:

A partir de la lectura y en la problemática que trabajan en el proyecto inicie la búsqueda de actores.

- ✓ Actores gubernamentales involucrados directa o indirectamente en la temática de trabajo
- ✓ Organismos descentralizados del estado
- ✓ Organismos de control y fiscalización de la actividad
- ✓ Organismos privados vinculados a la gestión
- ✓ Organismos internacionales
- ✓ Actores económicos
- ✓ Asociaciones sobre la temática
- ✓ Fundaciones u otras organizaciones que trabajen en el tema.
- ✓ Otros actores.

Organice un mapa de actores de acuerdo a los que identifique.

- ✓ Elaboración de mapa
- ✓ Descripción de actores relevados

Esta referencia inicial para agrupar de alguna manera los actores les dio una referencia acerca de la variedad y lugares, que les ayudó a los alumnos en la búsqueda, y cada uno indagó de manera particular aportando su visión actual.

El marco jurídico, político e institucional

Ubicarse en nuestro sistema jurídico, político e institucional es algo que los alumnos aprendieron en el desarrollo de los módulos y les sirve de base para la búsqueda e identificación de los actores.

El primer análisis es el marco normativo vigente en materia de energías renovables y qué actores aparecen en las leyes sobre el tema. La lectura de las normativas con

objetivos específicos les permite profundizar en los contenidos concretos de cada ley acerca de los actores referenciados, el rol que tienen en la implementación y aplicación.

La lectura de cada ley nos conduce de manera directa a los aspectos institucionales: la ubicación de la autoridad de aplicación de la ley, qué referencias a sectores de la administración realiza la normativa, qué organismos se ven involucrados; son indicios que nos llevan a una búsqueda más profunda.

Las políticas de promoción del uso de las energías renovables requieren un análisis desde la consideración de los actores que participan tanto en su diseño y elaboración, como en la ejecución o implementación de las mismas.

La formulación de políticas y su aplicación suponen una negociación entre diversos actores. El escenario en el que se adoptan decisiones (sobre políticas) es la arena de negociación de las políticas, es decir, el espacio en el cual diferentes grupos y actores interactúan y negocian sobre aspectos del ámbito público, y en el que los acuerdos concertados también generan, en su momento, cambios en las reglas formales (las leyes) (Banco Mundial, 2017:17).

Un aspecto central en la construcción de las políticas son los actores que intervienen y cómo en los estudios se van incorporando la consideración en la influencia que tiene cada tipo de actor en la agenda pública y en cada uno de los procesos que se desarrollan.

Cuando se analiza la gobernanza ambiental en los procesos de globalización se destaca, entre otros aspectos, que aparecen en escena una multiplicidad de actores que van más allá del actor estatal y sus organismos de gobierno, los legisladores, los organismos de evaluación y control ambiental, los consultores de política ambiental, las entidades especializadas empresariales, y por cierto los movimientos sociales, indígenas y ambientalistas; la gobernanza ambiental está siendo demandada por la sociedad civil y en todos lados se hace sentir la demanda por una democratización de las decisiones de política pública y privada que dicen relación e impactan el medio ambiente (Parker Gumucio, 2014:4).

Cada proyecto de trabajo permite una aproximación diferente, una temática específica donde profundizar, por una parte, los actores que son comunes a todas las energías renovables y por otra, a otros que se particularizan en determinados tipos de energías o actividades que se desarrollan.

Los actores de acuerdo a los proyectos

1- Paneles fotovoltaicos de energía solar para abastecimiento de una pequeña población[77]

Los actores fueron determinados en base al proyecto en tratamiento: Generación de energía eléctrica a partir de paneles fotovoltaicos (energía solar) para abastecimiento de una pequeña población e inyección de excedentes a la red. Ésta es realizada por una Cooperativa de la localidad, la cual está inscripta en el registro para generación distribuida. Los usuarios-generadores se registran en ella y se auto proveen de energía y, además, pueden inyectar los excedentes que tengan a la red. Estos generadores son industrias pequeñas (Principalmente PyMEs) o usuarios residenciales.

Se ordenan los distintos actores respecto a si son o no organismos gubernamentales. Se colocó en distintos casos legislación destacable que se halla involucrada o que involucra a los actores.

Se han evaluado, además, aquellos actores que intervienen tanto en materia energética como ambiental.

ORGANISMOS GUBERNAMENTALES	ORGANISMOS NO GUBERNAMENTALES
Ministerio de Economía de la Nación: Secretaría de Energía (Sergio Enzo Lanziani), Subsecretaría de Energía Eléctrica y de Planeamiento Energético. AFIP (Ley 25.019; 26190; 27424; 24065)	Usuario Autogenerador Usuario-Generador PyMEs (Ley Provincial 8599, Ley Nacional 26190, 27424, 24065)
Dirección Nacional de Energías Renovables (Ángel Guillermo Martín Martínez)	Grandes Usuarios (Ley 24065, 27424)
ENRE (Federico José Basualdo Richards) (organismo descentralizado). (Ley 24065)	Transportista (Ley 27424, 24065)
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Juan Cabandié), Secretaría de Política Ambiental en Recursos Naturales y Cambio Climático,	Distribuidor (Ley 27424, 24065) CAMMESA

[77] Trabajo práctico de Cecilia Bertolino.

ORGANISMOS GUBERNAMENTALES	ORGANISMOS NO GUBERNAMENTALES
Secretaría de Desarrollo Sostenible e Innovación	
Secretaría de Vivienda, Obras y Servicios Públicos (Ley Prov 8599) Ministerio de Servicios Públicos, Secretaría de Desarrollo Energético (Ley Provincial 8810; 10397; 10604) Ministerio de Finanzas (Ley 10604) Dirección General de Rentas (Ley 10604)	MEM: Mercado Eléctrico Mayorista (Ley Provincial 8599, Nacional 25019, 24065, 26190, 27424)
Comisiones de: Ciencia y Tecnología e Innovación Productiva; Energía y combustibles; economías y desarrollo regional; recursos naturales y conservación del ambiente urbano. (Cámara de Diputados) Comisiones de: Ambiente y desarrollo sustentable; Economías Regionales; Economía Social, Micro, Pequeña y Mediana Empresa; minería, energía y combustibles. (Cámara de Senadores) Comisiones de: asuntos ecológicos del Poder Legislativo Provincia de Córdoba; de Agricultura, ganadería y recursos renovables; y de agua, energía y transporte.	Personas físicas o jurídicas declaradas en quiebra Personas físicas o jurídicas denunciados formalmente o querellados penalmente por delitos comunes que tengan conexión con el incumplimiento de sus obligaciones tributarias o la de terceros (Ley 26190)
Poder ejecutivo municipal	Población aislada del sistema eléctrico
ERSeP (Ley Provincial 10604)	Universidades e institutos de investigación (Ley 25.467, 26190), proyectos de extensión, colegios
Consejo Federal de la Energía Eléctrica (CFEE) (Ley 25019; 24065)	Comercializadores Cooperativas suministradoras de energía eléctrica. (Ley Nacional 24065, 27424)
EPEC: Empresa Provincial de Energía de Córdoba	Distintas ONG (como ser CADER, Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN), Energizar, ASADES)

ORGANISMOS GUBERNAMENTALES	ORGANISMOS NO GUBERNAMENTALES
CAPEC	Medios periodísticos locales, regionales (televisivos, radio, web)
Ministerio de Educación y de Turismo de la Nación (Programa PERMER; Ley 25675)	Cooperativas y mutuales financieras locales, entidades financieras bancarias locales/provinciales/nacionales
Entidades bancarias/ financistas provinciales/ nacionales	
COFEMA (Ley 25675)	
Internacionales: Elementos que involucran distintos actores: Cumbre de la Tierra de Estocolmo (1972), Conferencia sobre el Medioambiente y Desarrollo de Río de Janeiro (1992), Conferencia de Kioto (1997), Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de Johannesburgo (2002), Conferencia sobre Desarrollo Sostenible Río+20 (2012) FMI, PNUMA	

2- Energía solar térmica[78]

1- Actores gubernamentales involucrados directa o indirectamente en la temática de trabajo

Ministerio de Economía
Ministerio De Ambiente y Desarrollo Sostenible
Ministerio de Servicios Públicos de Córdoba
ENARGAS (Ente Regulador del Gas)
COFEMA (Consejo Federal de Medio Ambiente)
INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial)
ENRE (Ente Nacional Regulador de la Electricidad)
ERSeP (Ente Regulador de Servicios Públicos)

2- Organismos descentralizados del estado

IEASA (Integración Energética Argentina S.A.)
CADER (Cámara Argentina de Energías Renovables)

[78] Trabajo práctico de Agustina Regali

CARESOL (Cámara Argentina de Energía Solar)

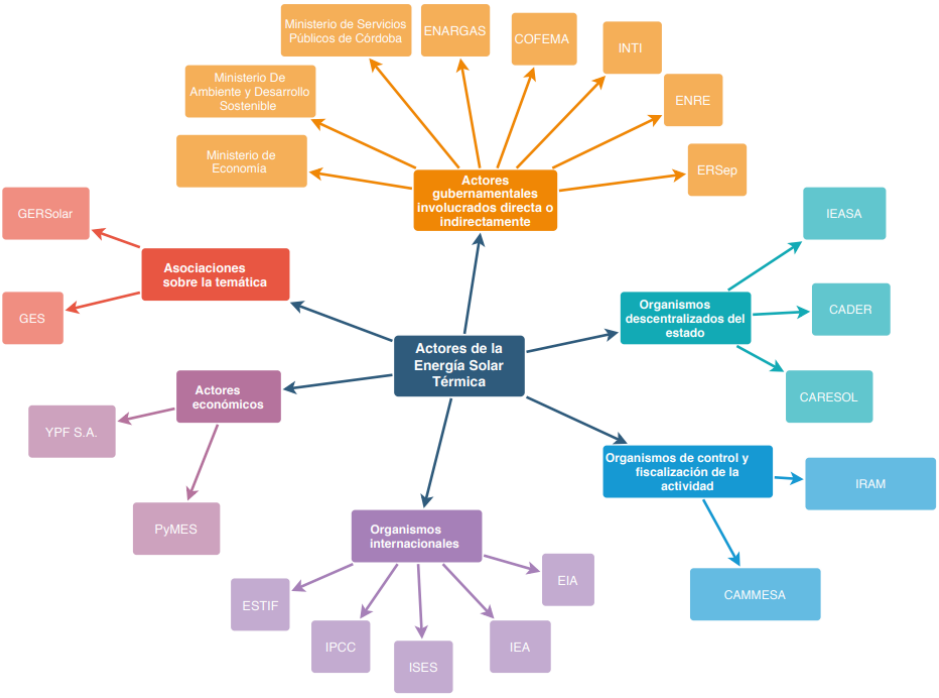
3- Organismos de control y fiscalización de la actividad
CAMMESA (Compañía Administradora del Mercado Eléctrico Mayorista)
IRAM (Instituto Nacional Argentino de Normalización y Control)

4- Organismos privados vinculados a la gestión

-

5- Organismos internacionales
EIA (Energy Information Administration)
IEA (International Energy Agency)
ISES (Internatinal Solar Energy Society)
IPCC (International Pannel on: Climate Change) ESTIF (European Solar Thermal Industry Federation)

6- Actores económicos
PyMES (Pequeñas y Medianas Empresas)
YPF S.A.
7- Asociaciones sobre la temática
GERSolar (Grupo de Estudios de la Radiación Solar de la Universidad Nacional de Luján)
GES (Grupo de Energía Solar de la Universidad Nacional de Rio Cuarto)



3- Energía geotérmica de baja entalpía[79]

La identificación de actores en tabla realizada para esta problemática nos muestra las complejidades a la hora de identificarlos. Luego de la tabla, se presentan los criterios a través de los cuales se identificaron y seleccionaron dichos actores.

Sector	Nacionales	Provinciales/Locales
Gubernamentales	• Secretaría de Energía • Dirección de Planificación Energética	• Ministerio de servicios públicos (autoridad de aplicación de ley de uso racional de la energía) • APRHi (interacción con aguas subterráneas) • Subsecretaría de regularización dominial y recupero de la vivienda social • ERSeP

[79] Trabajo práctico de Manuel Reyna

Sector	Nacionales	Provinciales/Locales
Organismos descentralizados del Estado	• Centro Experimental de Vivienda Económica (CONICET) • Consejo Federal de Energía • Universidad Nacional de Córdoba • Universidad Tecnológica Nacional	• EPEC • ISEA (UNC) • Universidad Católica de Córdoba
ONGs	• Asociación GAIA	• 3C construcciones ecológicas • Fundación Tierra Vida • Eco-inclusión • EcoSuyana • Fundación Mundo Müller
Asociaciones y fundaciones	• IRAM • Eficiencia Energética en Argentina (Financiado por la Unión Europea) • Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente	• Foro Ambiental Córdoba
Movimientos sociales	• Red Nacional de Acción Ecológica (RENACE)	• Ecologistas en acción • Hijos del Churqui
Partidos políticos	Únicos partidos políticos que tienen la cuestión ambiental energética en sus plataformas electorales: • Frente de Todos: "empoderando a la ciudadanía a través de buenas prácticas […] en el ahorro de energía" • PRO: "Diversificación de la matriz energética"	Únicos partidos políticos que tienen la cuestión ambiental energética en sus plataformas electorales: • Frente de Todos: "Uno de los mayores desafíos que enfrenta nuestra sociedad es la lucha contra el cambio climático" • Encuentro Vecinal Córdoba: "Promoción de las energías renovables y desarrollos productivos tecnológicos que mitiguen la contaminación de nuestros ecosistemas"
Medios	• Energía Estratégica • La Izquierda Diario	• Diversos medios provinciales

Sector	Nacionales	Provinciales/Locales
	• Otros diarios y medios en general	
Representantes de actividades	• Cámara Argentina de la Construcción • Cámara de fabricantes de electrodomésticos	• Colegio de Arquitectos de Córdoba • Colegio de Ingenieros Civiles de Córdoba
Instituciones financieras	• Bancos Nación, Macro, Hipotecario, Galicia, Santander y otros que trabajan con Procrear.	• Bancor (programa dale ECO)
Otros	• Pastorales sociales Conferencia Episcopal Argentina • Laudato Si Argentina • Federación Argentina de Iglesias Evangélicas	• Pastorales sociales Arquidiócesis de Córdoba (vivienda y medio ambiente) • Comipaz
Internacionales	• OECD • United Nations Environmental Program Finance Initiative • UN Energy • World Energy Council	

Se relevaron los actores según los siguientes criterios:

- Que tuvieran una preocupación particular por la combinación de ambiente y cuestión energética. Por eso, por ejemplo, se incluyeron únicamente los partidos políticos que tuvieran en sus plataformas electorales estos temas de manera desarrollada a nivel provincial o nacional.
- Que fueran autoridad de aplicación específica de alguna ley que regule algún aspecto del proyecto en particular. Allí se encuentra el APRHi y la Subsecretaría de regularización dominial y recupero de la vivienda social o la Dirección de Planificación Energética.
- Que impactaran de manera tangencial sobre los objetivos del proyecto: grupos que tratan cuestiones de la vivienda social, grupos de investigación, cámaras empresariales, etcétera.

4- Biogás[80]

1- Actores gubernamentales involucrados directa o indirectamente en la temática de trabajo:

[80] Trabajo práctico de Salvador Degano

Poder Ejecutivo

Nacional: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Economía; Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.

Provincial: Dirección General de Energías Renovables y Comunicación; Secretaría de Ambiente; Ministerio de Agricultura y Ganadería; Ministerio de Industria, Comercio y Minería.

Poder Legislativo

Nacional: Comisión ambiente y desarrollo sustentable; Comisión agricultura, ganadería y pesca; Comisión de minería, energía y combustibles.

Provincial: Comisión de asuntos ecológicos; Comisión de agricultura, ganadería y recursos renovables; Comisión de agua, energía y transporte.

Poder Judicial

Nacional: Ministros de la Corte. Oficina de justicia ambiental; Secretaría de juicios ambientales de la Corte; Comisión de ambiente y sustentabilidad de la Corte.

Provincial: Tribunal Superior de Justicia; Fiscalía general; Camaristas; Jueces.

2- Organismos descentralizados del estado:

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; Ente Nacional Regulador de la Energía; Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; Instituto Nacional de Tecnología Industrial; Instituto Nacional del Agua; Servicio Meteorológico Nacional.

3- Organismos de control y fiscalización de la actividad:

Secretaría de Energía (Ministerio de Economía); Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable; Ministerio de Agua Ambiente y Servicios Públicos (Córdoba).

4- Organismos privados vinculados a la gestión:

-

5- Organismos internacionales:

International Renewable Energy Agency; International Energy Agency; International Solar Energy Society; United Nations.

6- Actores económicos

Empresas de energía solar térmica y de desarrollos de proyectos de biogás; Empresas agroindustriales.

7- Asociaciones sobre la temática

Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES);
Asociación Argentina de Instaladores de Energías Renovables;

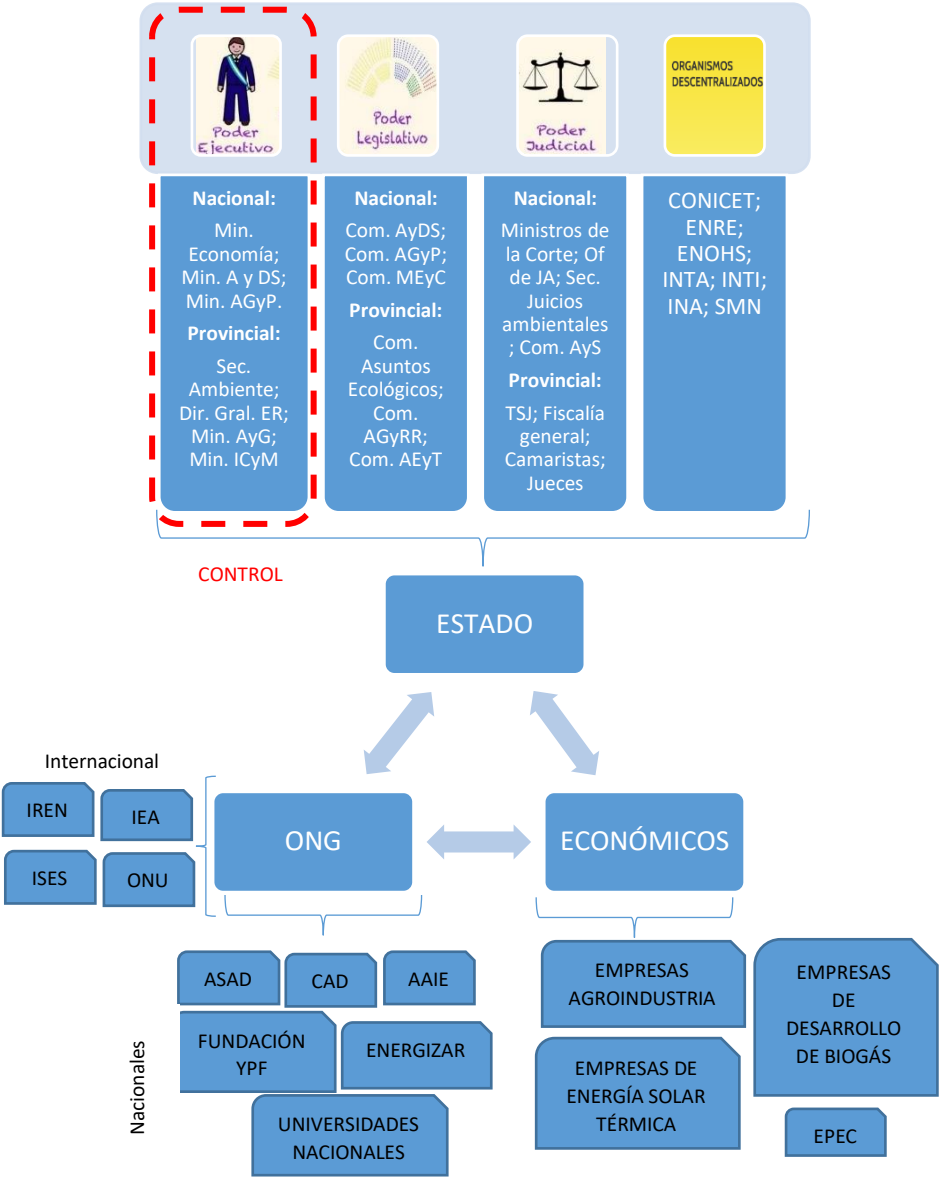
8- Fundaciones u otras organizaciones que trabajen en el tema.

Energizar; Cámara Argentina de Energías Renovables; Fundación YPF;

9- Otros actores.

Universidad Nacional de Córdoba; Universidad Nacional de Villa María; Universidad Nacional de Río Cuarto; Universidad Tecnológica Nacional; EPEC.

Mapa de actores



Descripción de actores relevados

Los actores correspondientes al poder ejecutivo, legislativo y judicial controlan, formulan leyes e imparten justicia, respectivamente, en el ámbito

que involucra el presente proyecto. Los organismos descentralizados del estado aportan fundamentalmente información específica y de calidad tanto sobre el mercado energético como sobre las tecnologías disponibles. Los organismos internacionales nombrados, así como las asociaciones y fundaciones nacionales indicadas anteriormente, proveen información general y nuclean actores individuales que indirectamente afectan o se ven afectados por el proyecto. Las empresas mencionadas influyen con su interés por el desarrollo del proyecto o por su influencia en los precios de la energía (EPEC).

5- Biomasa[81]

Actores Gubernamentales	Actores No Gubernamentales
1. Ministerio de Servicio Públicos 2. Secretaría de agricultura, ganadería, pesca y alimentos (ley 26093, art 15, subs5) 3. Secretaría de Pequeña y Mediana Empresa (ley 26093, art 15, subs6) 4. Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (ley 26093, art 15, inciso 7) 5. Ministerio de producción 6. Subsecretaría de Pequeña y Mediana Empresa (ley 26093, promoverá la adquisición de bienes de capital por parte de las pequeñas y medianas empresas destinados a la producción de biocombustibles.) 7. ENRE (Ente Nacional Regulador de Electricidad) 8. ERSeP 9. ENERGAS 10. INTI	1. Comisión nacional asesora para la Promoción de la Producción y uso sustentable de los biocombustibles, cuya función es asistir y asesorar a la autoridad de aplicación (art 3 ley 26093) 2. Prestador del servicio público de distribución de energía eléctrica o distribuidor: a la figura creada por el artículo 9° de la ley 24.065, Régimen de Energía Eléctrica 3. Sujetos Beneficiarios de la promoción de la ley 26093, art13 4. Usuario- Generador (Ley 27424, art 3, inciso j) 5. CAMMESA 6. ASADES: Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente 7. CADER: es una asociación sin fines de lucro que tiene por objeto fomentar el desarrollo

[81] Trabajo práctico de Sofía Neyra.

Actores Gubernamentales	Actores No Gubernamentales
11. Dirección general de energías renovables y comunicación en la secretaría de desarrollo energético. 12. Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP) dicta las normas complementarias necesarias para instrumentar y regular los aspectos impositivos 13. CARE (Cámara Argentina de Energías Renovables)	sostenible del mercado de energía a partir de fuentes renovables 8. **Medios de comunicación:** ECONO JOURNAL, ENERGÍA LIMPIA XXI, ENERGÍA ESTRATÉGICA 9. MEM (mercado eléctrico mayorista) 10. YPF 11. UNESCO 12. BANCO MUNDIAL 13. FAO 14. Organización mundial de la salud 15. Protocolo de koyto (porque nos condiciona con elementos a tener en cuenta) 16. **INTERNACIONAL:** EIA (Energy Information Administration), IEA (International Energy Agency) 17. Universidad Nacional de Córdoba 18. CONICET

6- Eficiencia Energética[82]

Actores Gubernamentales			
Nacionales			
Entes Centralizados			**Entes Descentralizados**
Ministerio de Economía	Secretaria de Energía	Subsecretaria de Energías Renovables	

[82] Trabajo práctico Lourdes Marini

		Subsecretaria de Planeamiento energético	
		Subsecretaria de Coordinación Institucional de Energía	
			Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS)
			Unión Industrial Argentina.
Ministerio de Obras Públicas (DECRETO 140/2007)			
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Secretaria Cambio Climático		
	Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA)- LEY NACIONAL N° 25.675		
Ministerio de desarrollo y hábitat			
Ministerio de Ciencia y Tecnología (DECRETO 140/2007)			
			INDEC
			CAMMESA (actores económicos)
			AFIP (LEY 27.424)
			ASOCIACIÓN EMPRESARIA ARGENTINA
			INTA- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
			INTI- Instituto Nacional de Tecnología Industrial
Provincial			
Ministerio de Servicios Públicos	Secretaria de Energías Renovables		

Ministerio de Coordinación	Secretaria de Medio Ambiente y Cambio Climático
Comisión de asuntos ecológicos del Poder Legislativo	
Ente Regulador de los Servicios Públicos de Córdoba (ERSeP)	
ACTORES NO GUBERNAMENTALES	
Nacional	
Integración Energética Argentina (IEASA)	
Sistema de Normalización IRAM	
Federación de Cooperativas Eléctricas de Argentina (FACE)	
Internacional	
Banco mundial*	
Unión Europea*	
Acuerdo Paris*	
Protocolo de KYOTO	
Eqo Nixus*	
Sistema de certificación Internacional. ISO	
Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)*	
Provincial	
Epec	
Federación de Cooperativas Eléctricas de Córdoba (FECESCOR)	

***Banco Mundial: Proyecto de CEE en Argentina.** El proyecto que actualmente se encuentra en ejecución se basa en el estudio de prefactibilidad para la implementación de un sistema de Certificados de Eficiencia Energética (CEE) en Argentina para promover el uso responsable de la energía y la mitigación de las emisiones de CO2equ. El mismo forma parte del programa Partnership for Market Read (PMR) y cuenta con financiamiento del Banco Mundial.

***Unión Europea**: https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-en-sectores-productivos/redes-de-aprendizaje-de-eficiencia-energetica

***Cambio Climático** – **Acuerdo de París**: La República Argentina ratificó, en 1994, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)25 mediante la sanción de la Ley N° 24.295. De esta manera, nuestro país asumió el compromiso de presentar informes nacionales incluyendo los elementos relevantes para el logro de los objetivos de la CMNUCC, y en particular la publicación de los inventarios nacionales de GEI (Gases de Efecto Invernadero) y los programas nacionales que contengan medidas para mitigar el cambio climático y facilitar la

adaptación. En cumplimiento de dicho compromiso, Argentina ha presentado sus Comunicaciones Nacionales26 e Informes Bienales de Actualización (BUR, por sus siglas en inglés)27, conteniendo ambos una actualización regular de sus inventarios de emisiones de GEI.

***Eqo Nixus**: EQO-NIXUS is a global consulting firm specialized in the provision of multidisciplinary advisory, management and training services. We are fully acquainted of the latest scientific and technological developments relevant to address climate change economic, environmental and social challenges.

***Organización Latinoamericana de Energía (Olade) -**
https://nuso.org/articulo/que-pueden-hacer-las-politicas-energeticas-por-la-integracion/

7- Energía Solar Fotovoltaica[83]

Actores gubernamentales:

Poder ejecutivo nacional:

- Subsecretaría de Energías Renovables
- Secretaría de Energía
- Ministerio de Economía
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
- Ministerio de Desarrollo Productivo

Poder ejecutivo provincial:

- Dirección General de Energías Renovables
- Ministerio de Servicios Públicos

Poder legislativo nacional:

Diputados:

- Comisión de energía y combustibles
- Comisión de ciencia, tecnología e innovación productiva
- Comisión de economías y desarrollo regional
- Comisión de recursos naturales y conservación del ambiente humano

[83] Trabajo practico Marco Gauna

Senadores:

- Comisión de ambiente y desarrollo sustentable
- Comisión de ciencia y tecnología
- Comisión de economía nacional e inversión
- Comisión de Economías Regionales, Economía Social, Micro, Pequeña y Mediana Empresa
- Comisión de minería, energía y combustibles

Legislatura Córdoba:

- Comisión de agricultura, ganadería y recursos renovables
- Comisión de ambiente
- Comisión de economía, presupuesto, gestión pública e innovación
- Comisión de educación, cultura, ciencia, tecnología e informática
- Comisión de industria y minería
- Comisión de promoción y desarrollo de las comunidades regionales
- Comisión de promoción y desarrollo de economías regionales y pymes

Poder judicial nacional:

- Comisión de proyectos legislativos
- Comisión de Mercosur
- Comisión del interior
- Oficina de justicia ambiental bajo superintendencia de la Corte
- Comisión de ambiente y sustentabilidad de la Corte.

Poder judicial provincial:

- Secretaria y Relatoria civil y comercial

Organismos descentralizados del estado:

- ENRE (Nacional)
- ERSeP (provincial)
- Universidad Nacional de Córdoba
- Conicet

Organismos de control y fiscalización de la actividad:

- Empresas Distribuidoras de Energía Eléctrica
- CAMMESA

- IRAM
- AEA

Organismos privados vinculados a la gestión:

- Pymes del sector
- Fabricantes de equipamiento
- Empresas consultoras
- Instaladores calificados
- Otros privados alcanzados por acciones en el sector

Organismos internacionales:

- BID (Banco Interamericano de Desarrollo)

Actores económicos:

- BICE (Banco Inversión y Comercio Exterior)
- Banco de la Provincia de Córdoba

Asociaciones sobre la temática:

- Cámara argentina de energías renovables (CADER)
- Asociación de la pequeña y mediana empresa (APYME)
- Cámara de la Industria Eléctrica de Córdoba (CADIEC)
- Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES)
- Asociación Argentina de Instaladores de Energías Renovables (AAIER)
- Colegio Profesional de Ingeniería Civil de Córdoba (CIC)
- Colegio de Ingenieros Especialistas de Córdoba (CIEC)

Fundaciones sobre la temática:

- Fundación Energizar
- Fundación Renovables
- Fundación Relevando Peligros

Poder ejecutivo nacional:

- Subsecretaría de Energías Renovables
- Secretaría de Energía
- Ministerio de Economía
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
- Ministerio de Desarrollo Productivo

Poder ejecutivo provincial:

- Dirección General de Energías Renovables
- Ministerio de Servicios Públicos

Poder judicial nacional:

- Comisión de proyectos legislativos
- Comisión de Mercosur
- Comisión del interior
- Oficina de justicia ambiental bajo superintendencia de la Corte
- Comisión de ambiente y sustentabilidad de la Corte.

Poder judicial provincial:

- Secretaria y Relatoria civil y comercial

Organismos descentralizados del estado:

- ENRE (Nacional)
- ERSeP (provincial)
- Universidad Nacional de Córdoba
- Conicet

Organismos internacionales:

- BID (Banco Interamericano de Desarrollo)

Actores económicos:

- BICE (Banco Inversión y Comercio Exterior)
- Banco de la Provincia de

Poder legislativo nacional:

Diputados:

- Comisión de energía y combustibles
- Comisión de ciencia, tecnología e innovación productiva
- Comisión de economías y desarrollo regional
- Comisión de recursos naturales y conservación del ambiente humano

Senadores:

- Comisión de ambiente y desarrollo sustentable
- Comisión de ciencia y tecnología
- Comisión de economía nacional e inversión
- Comisión de Economías Regionales, Economía Social, Micro, Pequeña y Mediana Empresa
- Comisión de minería, energía y combustibles

Legislatura Córdoba:

- Comisión de agricultura, ganadería y recursos renovables
- Comisión de ambiente
- Comisión de economía, presupuesto, gestión pública e innovación
- Comisión de educación, cultura, ciencia, tecnología e informática
- Comisión de industria y minería
- Comisión de promoción y desarrollo de las comunidades regionales
- Comisión de promoción y desarrollo de economías regionales y pymes

Organismos privados vinculados a la gestión:

- Pymes del sector
- Fabricantes de equipamiento
- Empresas consultoras
- Instaladores calificados
- Otros privados alcanzados por acciones en el sector

Organismos de control y fiscalización de la actividad:

- Empresas Distribuidoras de Energía Eléctrica
- CAMMESA
- IRAM
- AEA

8- Energía eólica[84]

ORGANISMOS INTERNACIONALES

- Naciones Unidas, UNESCO, PNUMA, CEPAL, Banco Mundial, FMI, BID, FAO, OMS

ACTORES GUBERNAMENTALES

A nivel Nacional

- Ministerio de Economía: Subsecretaría de Energías Renovables
- Ministerio de desarrollo territorial y hábitat: Subsecretaría de Políticas de Vivienda e Infraestructura
- Ministerio de agricultura, ganadería y pesca: Dirección General de Programas y Proyectos Sectoriales y Especiales (DIPROSE) recibirá las propuestas para la asignación de Fondos para la Gestión Ambiental Sustentable con recursos del Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP).
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible: Desarrollo sostenible e innovación (Proyecto Eficiencia Energética y Energía Renovable en la Vivienda Social Argentina)
- AFIP (como autoridad de aplicación fiscal en ley 27.191 y 27.424)

A nivel provincial

- Ministerio de Servicios Públicos: Dirección general de Energías Renovables y comunicación
- Ministerio de Coordinación: Secretaría de Ambiente
- Ministerio de Agricultura, Industria, para algunos programas o políticas especificas
- Dirección General de Rentas (instrumentar los beneficios impositivos)
- ERSeP

Organismos descentralizados

A nivel nacional

- ENRE
- CAMMESA
- ASADES: Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente: fue creada el 3 de junio de 1974 bajo la denominación Asociación

[84] Trabajo práctico María Florencia Bianco

Argentina de Energía Solar-ASADES, en la ciudad de San Miguel, provincia de Buenos Aires

- Consejo Federal de Energía Eléctrica
- Consejo Federal de Energía
- Consejo de Energías Renovables (si se crea, todavía es un proyecto)
- INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial)

A nivel provincial

- EPEC
- CAPEC

Poder legislativo

- Tanto en el ámbito del Congreso de la Nación como en la Legislatura provincial se identifican las comisiones internas que tratan las temáticas ambientales o están directamente vinculadas a ellas
- Cámara de Diputados: Comisión agricultura y ganadería, Energía y combustibles, recursos naturales y conservación del ambiente urbano
- Cámara de Senadores: Comisión Ambiente y desarrollo sustentable, Comisión agricultura, ganadería y pesca, de minería, energía y combustibles
- En la provincia de Córdoba: comisión de asuntos ecológicos del Poder Legislativo, de Agricultura, ganadería y recursos renovables, de agua, energía y transporte

ACTORES NO GUBERNAMENTALES

ONGs - Asociaciones y Fundaciones:

- Ingeniería sin fronteras Argentina
- CADER: es una asociación sin fines de lucro que tiene por objeto fomentar el desarrollo sostenible del mercado de energía a partir de fuentes renovables, incluyendo bioenergías, energía eólica, energía solar FV, geotérmica, solar térmica, pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, mareomotriz y undimotriz.

- 500RPM: organización sin fines de lucro dedicada a la transferencia tecnológica del aerogenerador de baja potencia más utilizado en el mundo.
- AAEE: Asociación Argentina de Energía Eólica fue creada en 1996 como una organización sin fines de lucro, no gubernamental.
- Cámara Eólica Argentina (CEA) es una asociación civil que nace a fines de 2017 con el fin de favorecer el desarrollo y potenciación del sector eólico argentino.
- CEC: COMITÉ DE ENERGÍAS CÓRDOBA: Posee varias comisiones de trabajo abocadas a temas relacionados a las energías renovables
- CAPEC: Consejo Asesor de Política Energética de Córdoba

Medios de comunicación

- https://energiasrenovables.com.ar/
- ECONO JOURNAL: https://econojournal.com.ar/
- https://eficienciaenergetica.net.ar/
- ENERGÍA LIMPIA XXI: https://energialimpiaparatodos.com/
- ENERGÍA ESTRATÉGICA: https://www.energiaestrategica.com/

Ejemplo de un medio Internacional: https://www.electrive.com/

Representantes de actividades

En la actividad industrial: la unión industrial (nacional o provincial), cámaras que agrupan actividades y a sectores emitiendo opinión desde su condición

- YPF: Los Grandes Usuarios, como YPF, tienen la opción de autogenerar esa energía renovable o proveerse mediante un contrato de compra-venta con un generador de energía renovable. YPF no sólo trabaja para autoabastecerse, sino que crece para ofrecer energías renovables a grandes usuarios a través de contratos de abastecimiento. Actualmente tienen un proyecto de instalación de un parque eólico al sur del país. El Parque Eólico se conectará al Sistema Argentino de Interconexión (SADI) con una potencia de 100 megawatts, comparable a la energía que consumen 130.000 hogares. La energía del parque va a fluir hacia Comodoro Rivadavia por las líneas de 132 kilovolts. Lo que no se consuma en esta ciudad continuará hacia Pico Truncado donde se incorporará a la línea de

500 kilovolts hacia el resto del país. Además, YPF ofrece cursos y seminarios de formación sobre las distintas energías.

- Siemens Gamesa: su presencia en 90 países del mundo y un equipo global de 27.000 empleados abarca el diseño de turbinas eólicas onshore y offshore.
- Genneia: se caracteriza por la utilización de tecnologías de última generación en equipamiento térmico y ser uno de los principales inversores en proyectos de energías renovables en el país.
- EOLOCAL: fabricación de aerogeneradores de baja potencia
- INVAP: Fabrica y prueba aerogeneradores de baja potencia

Sumado a asociaciones de profesionales: colegios de ingenieros, de agrónomos, etc.

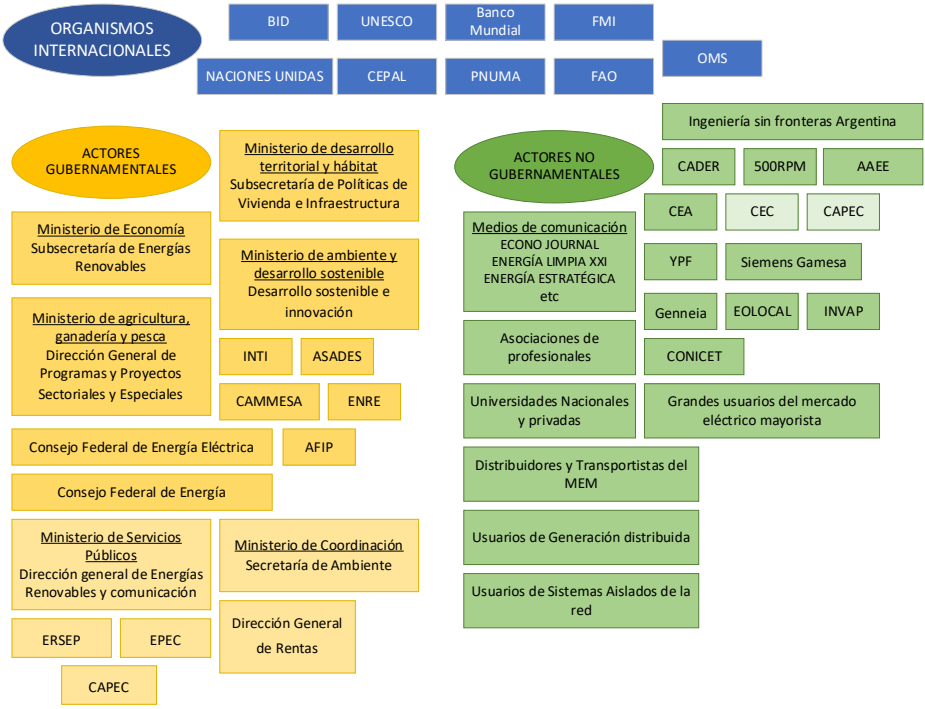
<u>Instituciones de educación / Investigación</u>

- Universidades, escuelas (docentes)
- CONICET
- Redes de Educación en Energías Renovables.

<u>Otros</u>

- Grupos de opinión que se han detectado y se diferencian de los anteriores: Iglesia (Encíclica Laudato Si), actores eventuales frente a problemas concretos (ciudadanía), familia, grupos artísticos, proyectos de investigación de diferentes equipos académicos, proyectos de extensión, otras personas jurídicas, etc.
- Grandes usuarios del mercado eléctrico mayorista
- Distribuidores y Transportistas del MEM
- Usuarios de generación distribuida
- Usuarios de sistemas aislados

Mapa de actores



Reflexiones finales sobre el capítulo

El primer comentario es sobre la importancia de identificar y profundizar en la multiplicidad, variedad y complejidad de los actores que participan en diferentes momentos asociados a las energías renovables.

Cada proyecto sobre algún tipo de energía renovable identifica actores gubernamentales y no gubernamentales, nacionales e internacionales, públicos y privados de enorme diversidad donde cada alumno ha utilizado diferentes estrategias de búsquedas para la identificación de los actores relevantes en su temática.

El marco normativo, político e institucional de las energías renovables nos muestra una parte de la situación general, los principales aspectos a tener en cuenta pero comprender el escenario en que se implementan las políticas formuladas en las normas y como las ejecutan las áreas de la administración de acuerdo a la gestión gubernamental que se trate, también permite identificar actores que está incidiendo

directa o indirectamente en las políticas y normas, en su modalidad de aplicación y en posibles cambios que se puedan generar o proponer.

La identificación de los actores fue el primer paso de un trabajo que integra conocimientos acerca de las políticas, las normas y las instituciones y por supuesto de las definiciones de actores de diverso tipo y representación en la realidad.

Seleccionamos en diferentes trabajos los listados, la identificación y en algunos se incorporaron los mapas elaborados, de tal manera de observar en cada proyecto los análisis y diseños realizados.

El segundo aspecto que se trabajo es tratar de mapear los actores mostrar sus vinculaciones y representaciones en un formato específico. La representación gráfica nos permite visualizar la variedad, diversidad, entidad de cada actor y la tarea de ubicarlo en un espacio específico.

Todos los trabajos representan un análisis que aporta a la visión de los actores que participan en la discusión, desarrollo de actividades y que pueden estar en tensión y disputa en la formulación y ejecución de las políticas en materia de energías renovables.

BIBLIOGRAFÍA

Banco Mundial (2017), Informe sobre el desarrollo mundial 2017: La gobernanza y las leyes, cuadernillo del “Panorama general”, Banco Mundial, Washington DC.

CALVO SOLER, R. (2014) Mapeo de conflictos. Técnica para la exploración de los conflictos. Gedisa. Barcelona.

CASAR, M. A. y MALDONADO C. (2010) “Formación de agenda y procesos de toma de decisión” En Merino, M y Cejudo G. M (comp.) Problemas, decisiones y soluciones, Fondo de Cultura Económica, Centro de estudios Económicos, México.

CEJUDO, G. M. (2010) “Discurso y políticas públicas, enfoque constructivista” En Merino, M y Cejudo G. M (comp.) Problemas, decisiones y soluciones, Fondo de Cultura Económica, Centro de estudios Económicos, México.

DURÁN, D. (2013) Proyectos ambientales y sustentabilidad. Lugar, Buenos Aires.GIMÉNEZ T.V. (2016) Justicia ecológica en la era del antropoceno. Trotta, Madrid.

GUDYNAS, E. (2001). Actores sociales y ámbitos de construcción de políticas ambientales. Ambiente & Sociedade, (8), 5-19. Campinas. https://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X200100080000275.

LA DISPUTA POR LA CONSTRUCCIÓN POLÍTICA AMBIENTAL EN ARGENTINA HERNÁNDEZ TRILLO, F. (20159 Federalismo ambiental en América Latina: una revisión CEPAL, Santiago de Chile.

MELO ESCRIHUELA, Carme "La democracia ecológica: fundamento, posibilidades, actores" Revista Estudios Políticos (nueva época) Num.162, octubre-diciembre, Madrid.

MERLINSKY, G (2013). Cartografía del conflicto ambiental en Argentina. CICCUS, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

O'RYAN, R SCHAPER, M (2017) "Marco conceptual" en Rovira, Patiño y Shaper (Comp.) Ecoinnovación y producción verde. Una revisión sobre las políticas de América Latina y El caribe. CEPAL, Canadá.

PARKER GUMUCIO, C. (2015) "El mundo académico y las políticas públicas frente a la urgencia del desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe", Polis, en línea, 39.http//polisrevuesporg/10469.

CAPÍTULO 16: IMPLEMENTACIÓN DE LAS POLÍTICAS: EL CASO DEL PROGRAMA DE ENERGÍA RENOVABLE EN MERCADOS RURALES (PERMER)

Federico José Strauss Bertolini[85], Marta S. Juliá[86]

Introducción

El Programa de Energía Renovable en Mercados Rurales (PERMER) es una política nacional destinada al fomento del uso de energía proveniente de fuentes renovables, precursora entre las que posteriormente se desarrollaron en el país en dicha temática. El Programa fue creado para afrontar la problemática de la falta de acceso a la energía eléctrica en poblaciones rurales aisladas, orientándose al abastecimiento domiciliario y al de instituciones públicas que presten servicios básicos, como escuelas, centros de salud, destacamentos policiales, y parques nacionales y provinciales.

En Argentina, esta problemática se origina con la planificación de las primeras redes eléctricas y su posterior expansión a nivel nacional, que consideró inviable desde el punto de vista económico la penetración de las redes eléctricas convencionales en lugares remotos y de baja densidad poblacional.

A principios de la década del 90, con la sanción de la Ley Nº 24.065, se estableció como uno de los objetivos de la policita nacional energética *"Promover la operación, confiabilidad, igualdad, libre acceso, no discriminación y uso generalizado de los servicios e instalación de transporte y distribución de electricidad"*, erigiéndose el Estado como el responsable de propender a la universalización del acceso a la energía eléctrica. Con este norte legal, la problemática del acceso a la energía eléctrica en comunidades aisladas, comienza a ser abordada a partir de soluciones basadas en la generación autónoma *in situ*, aprovechando las fuentes renovables disponibles en

[85] Abogado, egresado de la Facultad de Derecho de la UNC, integrante del equipo de investigación sobre "Disputas y debates ambientales en Argentina: la construcción de la política sobre uso de energías renovables y su impacto normativo y político" Proyecto Consolidar 2018-2021 Res. SECyT 411/18.
[86] Centro de Investigaciones Jurídicas y Sociales UNC-CONICET, dramartajulia@gmail.com

cada zona, principalmente solar y eólica, rediseñando el modo de producir y consumir energía. Ejemplo de ello fue el caso del Programa de Abastecimiento Eléctrico a la Población Rural Dispersa de Argentina (PAEPRA)[87], implementado en el año 1995, dirigido a asistir económica y técnicamente a las regiones excluidas del suministro eléctrico centralizado. Este programa constituye el antecedente inmediato del PERMER, y fue reemplazado por este último a finales del año 1997. En forma contemporánea, se sanciona la Ley N° 25.019 mediante la cual se declara de interés nacional la generación de energía eléctrica de origen eólico y solar en todo el territorio nacional, promoviendo el uso y la investigación de energías no convencionales, y cuya principal estrategia de promoción consistió en el otorgamiento de beneficios fiscales y tributarios.

En este contexto, mediante el Decreto N° 1119/1999 emanado de Poder Ejecutivo Nacional, se aprobó el Modelo de Convenio de Préstamo para el desarrollo del PERMER, el cual recibió financiación por parte del Banco Mundial, a través del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), estando a cargo de la ejecución del mismo, la entonces Secretaria de Energía dependiente del Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos de la Nación, ámbito en el cual se conformó la Unidad Coordinadora del Proyecto (UCP), encargada de gestionar la ejecución del Programa.

Para la efectiva implementación del Programa, se requirió de la gestión coordinada entre los Gobiernos Provinciales, a través de sus organismos competentes, y el Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Energía, mediante la celebración de Convenios de Participación para adherir al Programa y acceder a la financiación prevista en el Convenio de Préstamo. En una segunda instancia, la ejecución del Programa, requiere de la celebración de Acuerdos de Implementación entre las provincias y los concesionarios[88], con el objeto de la instalación y mantenimiento de los equipos. En este marco, como se adelantó, la Unidad Coordinadora de Proyecto tiene a su cargo el seguimiento integral de los proyectos, mediante tareas tales como la fiscalización de los contratos, supervisión de las obras, emisión de certificaciones,

[87] A diferencia del PERMER, este programa preveía tanto el tanto el uso de sistemas de abastecimiento de energía eléctrica renovable, como el de aquellos basados en hidrocarburos, principalmente *diesel*.

[88] En un principio, el Convenio de Préstamo celebrado con el BIRF, establecía entre sus condicionamientos que las concesiones debían otorgarse a empresas de capitales privados. Sin embargo, a partir del año 2003 se implementaron flexibilizaciones que abrieron la posibilidad de otorgar la concesión a empresas públicas, y cooperativas.

monitoreo de las instalaciones y de la operación de los equipos, y del mantenimiento de los mismos.

Implementación del Programa

El objetivo central del PERMER es proveer la tecnología necesaria para la generación autónoma de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables como la solar, hidráulica, o eólica, dependiendo de la disponibilidad de la misma, tanto para viviendas individuales dispersas, como para edificios públicos dispersos, y pequeños conglomerados aislados sin acceso a la energía eléctrica, o con acceso mediante sistemas basados en hidrocarburos como el *diesel*. En el caso de trataste de conglomerados aislados, el Programa prevé la instalación de pequeñas plantas de generación de energía renovable y las correspondientes líneas de trasmisión y distribución, en caso de ser necesario.

Los equipos provistos se destinan principalmente a la iluminación y comunicación, con la posibilidad de conectar algunos electrodomésticos y dispositivos de bajo consumo, dependiendo de la potencia instalada. Sin embargo, el Programa también prevé la instalación de sistemas solares autónomos de bombeo y almacenamiento de agua, para el consumo humano y para otros usos productivos como el riego. Otra de las posibilidades que brinda el Programa es la provisión de equipos solares térmicos destinados a la cocción de alimentos, calefacción de ambientes, y calefones solares. También se contempla la provisión de boyeros eléctricos solares, destinados al manejo de ganado bovino, caprino y ovino, como así también al pastoreo, para pequeños emprendimientos productivos familiares o comunitarios.

Dentro del Programa se puede distinguir entre dos tipos de usuarios. Por un lado, los usuarios residenciales que hacen un uso doméstico de la energía, quienes están obligados a pagar una tarifa a la concesionaria por la instalación y mantenimiento de los equipos, la cual es fijada independientemente por cada Unidad Ejecutora Provincial del PERMER de cada gobierno provincial, en conjunto con el concesionario eléctrico. Paralelamente, el otro tipo de usuario se identifica con aquellos establecimientos públicos dedicados a la prestación de servicios básicos de atención médica, educación[89] y seguridad. En este caso no recae sobre los usuarios la

[89] En relación a las instituciones públicas, el Programa fue mayormente implementado en establecimientos educativos rurales o aislados, garantizando no solo el acceso a la energía eléctrica, sino también a la conectividad. En este caso el financiamiento para la adquisición e

obligación de pagar una tarifa, estando a cargo de los estados provinciales y/o del concesionario provincial la instalación y mantenimiento de los equipos.

La tecnología instalada a través del PERMER es preponderantemente de equipos fotovoltaicos[90], siendo Jujuy el mejor ejemplo de ello ya que, además de haber sido la primera provincia en implementar el Programa, forma parte de la región de la Puna, contando con uno de los niveles de radiación solar más altos del mundo, además de tener una amplia cantidad de pobladores rurales sin posibilidades de acceso a la red eléctrica.

También se incorporaron como parte del Programa aerogeneradores de baja potencia, como el caso de Chubut, única provincia que adhirió al PERMER particularmente para el aprovechamiento del recurso eólico. Sin embargo, los equipos instalados presentaron diversas dificultades mecánicas y eléctricas que requerían un proceso de seguimiento y mantenimiento complejo que no pudo ser abordado de forma correcta por la provincia. La asistencia técnica y el mantenimiento fueron deficientes debido a problemas de logística (difícil acceso a los lugares de las instalaciones y falta de recursos económicos), pero sobre todo por no contar con un organismo concedente del servicio ya que nunca se conformó una unidad ejecutora provincial. Este tipo de problemas generaron una percepción negativa de los usuarios y la sociedad respecto a los aerogeneradores. Además, se plantean otros aspectos negativos como que generan ruidos, producen interferencias en la radio o televisión, o simplemente que no funcionan bien. Frente a estas dificultades, los responsables provinciales del PERMER decidieron que en la nueva etapa del programa se van a instalar sistemas fotovoltaicos ya que requieren menos mantenimiento. Esta opción ya fue la elegida por otras provincias con recurso eólico medido por los mismos motivos. De este modo, se prefiere tener una capacidad de generación menor pero menores costos de operación y mantenimiento. (CONICET – Fundación YPF).

instalación de la tecnología necesaria, provino en un 80% del préstamo BIRF y en un 20% por el Ministerio de Educación de la Nación.

[90] Los paneles fotovoltaicos licitados son de baja potencia para el uso residencial (hasta 150Wp) aunque generalmente los sistemas instalados fueron de 100Wp y en otros casos de 50Wp. Por otra parte, para la producción eléctrica destinada a usuarios de servicios públicos, se instalaron mini-redes híbridas (fuentes convencionales y no convencionales) y sistemas de paneles fotovoltaicos de hasta 250Wp. En diversas situaciones se produjo la re-potenciación de los sistemas para ampliar sus posibilidades. (Schmukler - Garrido, 2015, p. 12.84).

Evolución del programa

En la trayectoria del Programa se pueden identificar tres etapas: una inicial desde 1999 al 2003, en donde se determinan y planifican las líneas principales de acción del programa, como así también se realizan los primeros estudios e instalaciones. Una segunda etapa se desarrolla a partir del año 2003, en la que se revisa la diagramación inicial del Programa, los términos del financiamiento del Banco Mundial y también se realizan diversas modificaciones con el objetivo de mejorar los procesos de interacción entre los actores involucrados y los distintos elementos involucrados.

Por último, comienza una tercera etapa en la que se gestiona y se obtiene un nuevo préstamo, en el año 2015, por una suma total que representa más del doble de la cantidad total de los dos préstamos anteriores, lo que permitirá ampliar notablemente la cantidad de usuarios, como así también la potencia instalada, permitiendo otro tipo de usos de la energía. (Schmukler - Garrido, 2015, p. 12.84).

El primer Convenio de Préstamo celebrado entre el Estado Nacional y el Banco Mundial, aprobado mediante el mencionado Decreto N° 1119/1999, fue por la suma de 30 millones de dólares, a lo cual se sumó a una donación del Fondo Fiduciario Mundial para el Medio Ambiente por el monto de 7.2 millones de dólares. Esta **primera etapa** del PERMER se orientó principalmente a resolver la falta de acceso a la energía por parte de viviendas y poblaciones rurales aisladas y excluidas de las redes eléctricas convencionales. La posibilidad de generar en forma autónoma e *in situ* energía proveniente de fuentes renovables, abrió las puertas de la electrificación rural a un costo relativamente bajo para dicho sector, favorecido por el subsidio estatal destinado a la compra e instalación de la tecnología necesaria. Sin embargo, en estos primeros años, el Programa no alcanzó el desarrollo esperado debido a dificultades que se presentaron, tales como aquellas originadas en determinados condicionamientos rígidos establecidos en el Convenio de Préstamo[91], la conflictiva o escasa interacción entre los gobiernos provinciales y los concesionarios privados, las dificultades en la realización de estudios de mercado en profundidad, y en las licitaciones internacionales para la adquisición de tecnología, las que se vieron profundamente afectadas por la gran devaluación y recesión económica de fines de

[91] Como se mencionó anteriormente, el carácter exclusivamente privado requerido para las empresas concesionarias, limitó drásticamente los posibles actores a participar en dicha instancia, excluyendo la participación de concesionarios de gestión estatal o cooperativas.

los años noventa y principios de los años 2000, caracterizados por una profunda crisis económica, social e institucional.

La depresión económica que sufrió el país durante estos años, dio paso a la necesidad de flexibilizar algunos de los condicionamientos establecidos en el Convenio de Préstamo, a los fines de la subsistencia del Programa frente a una nueva realidad socioeconómica adversa. De este modo, a partir del año 2003[92], en la **segunda etapa** del PERMER, se llevaron adelante nuevas negociaciones con el Banco Mundial, que culminaron con adendas realizadas al Convenio, entre las cuales la más importante radicó en, como se anticipara, la posibilidad de otorgar las concesiones no solo a empresas privadas, sino también a empresas públicas o cooperativas. Estas readecuaciones dieron un nuevo impulso al Programa que permitió su continuidad y consolidación en el tiempo, lo cual posibilitó la concreción del segundo Convenio de Préstamo celebrado entre el Estado Nacional y el Banco Mundial, aprobado mediante el Decreto N° 2104/2009, por la suma de 50 millones de dólares, con lo cual se logró financiar el 100 por ciento de los equipos residenciales a instalarse, dejando la operatividad y mantenimiento en manos de los concesionarios.

En esta segunda etapa se logró el afianzamiento del PERMER, llegándose a instalar aproximadamente 30.000 equipos hacia el año 2015, en su gran mayoría residenciales. Pero es durante la **tercera etapa**, la cual continua en la actualidad, cuando se proyecta una expansión mayor, a partir de la aprobación del tercer Convenio de Préstamo celebrado entre el Estado Nacional y el Banco Mundial, aprobado mediante el Decreto N° 1968/2015, por la suma de 200 millones de dólares[93], lo que posibilitará instalar aproximadamente 45.000 sistemas más, ampliando así la cantidad de usuarios y del alcance del Programa en las distintas provincias, como así también de la potencia instalada, permitiendo un mejor uso y mayor diversificación en la generación de la energía eléctrica. (Schmukler - Garrido, 2015, p. 12.84).

---

[92] Respecto a la institucionalidad del Programa, a partir del año 2003 y hasta el 2015, la Secretaría de Energía pasó a depender orgánicamente del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.

[93] A este monto se le suman los aportes realizados por el Estado Nacional por la cifra de u$s 10.850.000, y por las provincias por u$s 5.739.000, y también las inversiones realizadas por concesionarios privados por el monto de u$s 23.500.000, estas últimas en particular destinadas a conglomerados rurales aislados. (Subsecretaría de Energía de la Nación, Unidad Coordinadora del Proyecto. *Manual de Operaciones PERMER*, 2015)

El tercer convenio del PERMER se firmó en octubre de 2015[94] con vencimiento el último día octubre del 2020, aunque tuvo un alto nivel de subejecución entre 2016 y 2019, ya que durante ese período se utilizó sólo el 15 por ciento de los recursos destinados para el desarrollo energético rural. Es por ello que, en noviembre del 2020, la Secretaría de Energía de la Nación confirmó la prórroga del plazo del préstamo para el Programa (que fuera denominado PERMER II a partir del 2015), hasta junio del 2022, con monto disponible asciende aproximadamente a 170 millones de dólares[95].

A continuación, se exponen algunas cifras oficiales publicadas en el "*Balance de gestión en energía 2016-2019. Emergencia, normalización y bases para la transformación*" (diciembre 2019), por la entonces Secretaría de Gobierno de Energía, dependiente del Ministerio de Hacienda.

Provincia	Sistemas fotovoltaicos instalados en hogares rurales	Sistemas fotovoltaicos instalados en escuelas rurales	Boyeros solares entregados a pequeños productores	Inversión en Dólares Estadounidenses (U$S)
Buenos Aries	170	130	-	5.585
Catamarca	1.527	46	-	4.039.403
Chaco	1.055	-	-	2.000.000
Chubut	1.100	14	-	sin datos
Córdoba	3.500	57	204	4.190.000
Corrientes	140	72	205	4.520.000
Entre Ríos	552	-	-	1.000.000
Jujuy	33	-	255	2.443.000
La Pampa	595	-	124	1.954.400
La Rioja	957	25	202	1.999.228
Mendoza	-	7	-	490.000
Neuquén	681	17	-	2.600.000
Rio Negro	-	18	-	1.100.000

[94] Entre los años 2015 y 2018, la Secretaría de Energía se eleva al rango de Ministerio de Energía. A partir del 2019, el entonces Ministerio vuelve al rango de Secretaría, dentro de la órbita de Ministerio de Economía.

[95] Fuente: *https://www.argentina.gob.ar/noticias/la-secretaria-de-energia-acordo-con-el-banco-mundial-la-extension-del-prestamo-para-el*

Provincia	Sistemas fotovoltaicos instalados en hogares rurales	Sistemas fotovoltaicos instalados en escuelas rurales	Boyeros solares entregados a pequeños productores	Inversión en Dólares Estadounidenses (U$S)
Salta	5.063	260	232	22.187.735
San Juan	140	-	-	550.000
Santiago del Estero	22.000	150	-	11.440.000
Tucumán	-	-	219	170.000
SUBTOTALES	**37.513**	**796**	**1.441**	**60.689.351**

Gestión ambiental y social del proyecto

A partir del año 2006, comenzaron a realizar evaluaciones y monitoreos a los fines de conocer los impactos ambientales y sociales generados en la implementación del PERMER, y desarrollar las medidas de prevención y mitigación adecuadas. Los resultados de dichos estudios quedaron plasmados en el Manual de Gestión Ambiental y Social del Proyecto (MaGAS), cuya última versión revisada data de octubre del año 2014.

El objetivo general del Manual es presentar, sobre la base del diagnóstico ambiental y social, metodologías, instrumentos, procedimientos y responsabilidades para la gestión ambiental y social, para ser aplicadas por la UCP durante la ejecución del Proyecto, con el fin de cumplir con la legislación ambiental y social local y con las Políticas de Salvaguarda del Banco Mundial. La UCP como responsable de la ejecución del Proyecto, supervisa la aplicación del MaGAS por parte de las provincias participantes, quienes serán las responsables de asegurar su ejecución y cumplimiento. (Subsecretaría de Energía de la Nación - UCP. 2015).

En el aspecto social, se busca asegurar que las actividades del proyecto se desarrollen en un entorno de inclusión y consenso social entre los beneficiarios[96], para lo cual se debe garantizar la disponibilidad y accesibilidad a la información previa, así como también instancias de consulta y participación, a los fines de evaluar eventuales impactos y transformaciones socioeconómicas y culturales. En este aspecto se advirtieron impactos positivos como consecuencia de las mejoras en las condiciones

[96] El Anexo 3 del MaGAS, incluye un Marco de Planificación para Pueblos Indígenas, donde se establecen procedimientos a seguir cuando exista población indígena u originaria en las áreas de influencia de los subproyectos, sistematizando posibles impactos sobre los pueblos y posibles medidas de mitigación.

lumínicas, en la comunicación, en el acceso a la información y a la educación, lo cual contribuye a su vez al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de zonas rurales aisladas.

Desde el punto de vista ambiental, la promoción del uso de fuentes de energía limpias, el uso sustentable de los recursos naturales y la reducción del uso de la vegetación existente como combustible, contribuyen a detener el proceso de desertificación y a la disminución de la contaminación ambiental. (Secretaría de Energía de la Nación - UCP. 2014).

La experiencia y las lecciones aprendidas indican que la utilización de fuentes renovables de generación como los sistemas solares y eólicos de pequeña envergadura no provocan impactos ambientales ni sociales adversos significativos en instalaciones individuales como las que provee el PERMER y requieren de planes de manejo sencillos y acordes a cada región de la provincia. En comparación con los servicios individuales, los servicios colectivos que se ofrecen a través de la construcción y operación de miniredes ameritan un análisis particular. En función de las características de las obras que involucran presentan mayor o menor sensibilidad ambiental y social, dependiendo de la magnitud y complejidad de los emprendimientos y de su localización, por lo tanto, requieren un proceso de evaluación y un plan de manejo acordes en relación a estos aspectos. (Secretaría de Energía de la Nación - UCP. 2014).

Reflexiones finales

El uso de las energías renovables no solo impacta positivamente en la diversificación de la matriz energética y en la medida de mitigación de los efectos del cambio climático, reduciendo las fuentes de energías fósiles que originan los gases de efecto invernadero que lo causan, sino que también representa la posibilidad de proporcionar acceso a la energía a la población rural dispersa, aportando a mejorar la calidad de vida de estas comunidades. Esto último propicia ni más ni menos que el respeto de un derecho universal que hoy se podría discernir del *Derecho a la Vivienda Digna*, reconocido desde la Declaración Universal de los Derechos Humanos de 1948 (DUDH), desarrollado en el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC) de 1966, y más recientemente propuesto como el N° 7 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015-2030) por la Organización de las Naciones Unidas, el cual consiste en "*Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos*".

Esta convergencia de impactos positivos en lo social, ambiental, y también en lo económico, ya que el PERMER prevé la instalación de equipos destinados a usos productivos, se encuentra presente desde el diseño, desarrollo, y evolución en la implementación del Programa, y explica en gran medida las progresivas renovaciones de los préstamos otorgados por el Banco Mundial a través del BIRF, su continuidad como política de estado, y su consolidación como la principal política pública de escala nacional orientada a la universalización del acceso a la energía mediante el uso de fuentes renovables.

Asimismo, la experiencia recogida a lo largo de más de 20 años de existencia del Programa, resalta la importancia del accionar articulado, los controles y soportes en la red de actores que intervienen en la implementación del PERMER, desde las gestiones realizadas ante el Banco Mundial, los convenios celebrados entre la Nación y las Provincias, y el funcionamiento coordinado entre la UCP y las Unidades Ejecutoras Provinciales, desde la organización del sistema de concesión para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos, hasta la adecuada capacitación de los usuarios, y la evaluación de los impactos ambientales y sociales generados.

BIBLIOGRAFÍA

CONICET – Fundación YPF. (2017) *Energías Renovables en Argentina: Visiones y perspectivas de los actores sociales. Hacia un análisis integral de los Sistemas Tecnológicos Sociales, desarrollo productivo y sustentabilidad socio-ambiental*. Recuperado de: http://energiarenovableysociedad.com/img/InformefinalPIOYPF_2017_01-06.pdf

Ministerio de Hacienda. Secretaría de Gobierno de Energía. (2019) *Balance de gestión en energía 2016-2019. Emergencia, normalización y bases para la transformación*. Recuperado de: http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/sintesis_balance/2019-12-09_Balance_de_Gestion_en_Energia_2016-2019_final_y_anexo_pub_.pdf

Schmukler, María y Garrido, Santiago. (2015) Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 19, pp.12.35-12.46, 2015. *Energías Renovables y Políticas de Electrificación Rural en Argentina. Análisis De La Trayectoria Socio-Técnica Del Proyecto De Energías Renovables En Mercados Rurales (Permer*). ISSN 2314-1433. Recuperado de: http://asades.org.ar/revistaaverma/Energias%20renovables%20y%20politicas%20de%20electrificacion%20rural%20en%20argentina.%20analisis%20de%20la%20trayect

oria%20socio-tecnica%20del%20proyecto%20de%20energias%20renovables.%20en%20mercados%20rurales%20[2015%20-%20Tema%2012].pdf.pdf

Schmukler, María y Garrido, Santiago, et al. (2016) Acta de la XXXIX Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 4, pp. 12.39-12.48. ISBN 978-987-29873-0-5. *Políticas Públicas y Estrategias Institucionales Para el Desarrollo e Implementación de Energías Renovables en Argentina (2006-2016)*. Recuperado de: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/57335/CONICET_Digital_Nro.204af99f-4cdb-4f5d-9924-b4a1c2687316_G.pdf?sequence=8&isAllowed=y

Secretaría de Energía de la Nación. Unidad Coordinadora del PERMER. (2014) *Marco Para el Manejo Ambiental y Social del PERMER II*. Recuperado de: https://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7640

Silvina Belmonte – Judith Franco, et al. (2017) *Experiencias de Energías Renovables en Argentina. Una mirada desde el territorio*. Universidad Nacional de Salta. EUNSa. ISBN 978-987-633-523-2. Recuperado de: http://iec.unq.edu.ar/index.php/es/novedades/item/263-nuevo-libro-experiencias-de-energ%C3%ADas-renovables-en-argentina-una-mirada-desde-el-territorio

Subsecretaría de Energía de la Nación. Unidad Coordinadora del PERMER. (2015) *Manual de Operaciones PERMER*. Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_operativo.pdf

ISBN 978-987-88-0807-9

UNC
Universidad
Nacional
de Córdoba