# ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS SUSTENTABLES PARA LA OBTENCION DE FIBRAS NATURALES: CASOS DEL ALGODON Y LA LANA

MAESTRÍA INTERDISCIPLINARIA EN ENERGÍA
CEARE
Centro de Estudios de la Actividad Regulatoria Energética

Facultad de Derecho
Universidad de Buenos Aires

GABRIELA OBERLANDER

2015

Directora: Mg. Arq. Gabriela Casabianca
Codirector: Prof. Jorge Oscar Sito
Director de Beca Maestría: Dr. José Luis Caivano

Jurados

Ing. Claudio Carpio
Dr. Arq. John Martin Evans
Ing. Marcelo Zogbi

## Agradecimientos

Agradezco especialmente a Griselda Lambertini, por el apoyo brindado en cada instancia durante el desarrollo de la maestría, a Raúl Bertero por la confianza y la ayuda, y a todo el equipo del CEARE, a Adriana Katurchi y a Mirta Gariglio.

Agradezco la importante ayuda y el apoyo genuino de mi compañero de clase Fernando Pino.

Agradezco a todos los compañeros y profesores de la Maestría, mencionando a Carlos Tanides, Alejandro Zitzer, Andrés Napoli, Daniel Fernández y Mariela Beljansky.

Agradezco a José C. Boczar, Roberto Rivas, Marcia Scrimini, a Mario G. Elvira y a Mario Hugo Mondino por su ayuda y el compromiso con la transmisión de información y conocimientos. También a Diego Bela, al equipo de Gloria Rótolo, Roberto Saez y Rodolfo Bongiovanni, y a Randolph Davis.

Gracias a Jorge Oscar Sito, al Dr. José Luis Caivano y a mi familia.

Agradezco especialmente a mi directora de tesis, Gabriela Casabianca.

## Resumen

Esfuerzos conjuntos, aún diferenciados, se encuentran reorientando las actuales tendencias con nuevos lineamientos para reducir las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), y preservar el agotamiento de los combustibles fósiles y de los recursos en general. Entre las medidas adoptadas para hacer frente a estos problemas, son fundamentales la sustitución de las fuentes energéticas no renovables por fuentes renovables y el incentivo para el cuidado de los suelos, el agua y los bosques, entre otros recursos naturales.

Los procesamientos agropecuarios e industriales son actividades muy importantes para propulsar el cambio, ya que su accionar regional interviene directamente y en escala considerable sobre los recursos, y por lo tanto, es crucial que sus prácticas sean cuidadas. Esta tesis se focalizó en el estudio de la procedencia del suministro energético requerido por los primeros procesos productivos relacionados con la obtención de las fibras naturales textiles del algodón y la lana en la Argentina, y la consideración de las posibles alternativas energéticas sustentables.

Argentina debe asumir su responsabilidad en y con el planeta. No valorar adecuadamente los recursos fósiles (especialmente el gas natural), desestimando sus costos y descuidando la mesura en el consumo energético, además de la falta de cuidado de los suelos, los bosques y la fauna, es también una manera de demostrar el abuso de la apropiación sin concientización del valor y del costo ambiental. Como ejemplos se pueden mencionar los fertilizantes que se utilizan en el cultivo del algodón y que afectan la salud de los usuarios, la ausencia de parámetros de eficiencia energética en los procesos del desmote y en los procesos industriales de la lana, el uso directo e indirecto de combustibles fósiles, los GEI no asumidos emergentes de la cría ovina y el uso descuidado de los suelos; todas estas actividades se realizan sin asumir sus consecuencias en el medio ambiente y en los recursos disponibles.

Para revertir la tendencia en la producción primaria del algodón y de la lana, es necesario contar con nuevas estrategias y una adecuada planificación. En esa línea de trabajo, esta tesis propone contribuir al desarrollo sustentable de los primeros procesos productivos en la obtención de ambas fibras naturales, en relación con el suministro energético.

La relación entre la industria regional y su suministro energético fue abordada desde una perspectiva general e integradora, analizándose las distintas variables involucradas, los actores intervinientes y las cuestiones que deberían profundizarse para implementar las acciones de cambio. Se distinguen algunas alternativas energéticas sustentables destinadas a la actividad agropecuaria vinculada con el sector textil, y con sus primeros procesos industriales, que en relación al consumo eléctrico nacional se corresponden con la categoría de *grandes usuarios*. De esta manera se consideró que la industria a nivel regional puede ser estructurada con una generación eléctrica planificada, regional y renovable.

En la conclusión del trabajo se han elaborado sugerencias, partiendo de la base de que la estrategia y su implementación constituyen temas concernientes a una política de estado. El estudio de esta tesis aspira a aportar información a los decisores de políticas públicas, impulsando un compromiso con las autoridades regionales, para promover el desarrollo y la optimización productiva y energética de estas actividades, de gran relevancia socio-económica en regiones del norte y sur del país con el fin de contribuir, desde las industrias del procesamiento primario del algodón y la lana, al desarrollo sustentable.

# Índice General

Agradecimientos ……...……ii
Resumen……iii
Índice general…….iv-v
Índice de figuras……..vi-vii
Índice de tablas……...viii
Lista de abreviaturas, siglas y acrónimos…….…….……ix-x

1 **Introducción al tema de la tesis**……1
1.1 Tendencias en fuentes energéticas nacionales y marco del trabajo……..3
1.2 Tendencias globales: cuidado de los recursos, asumiendo responsabilidades…….7
1.2.1 Normativas…….9
1.2.2 Evaluación del Ciclo de Vida (ECV) de productos y servicios……...10

2 **Presentación al tema de la producción de fibras textiles: algodón, lana, y consumo de energía**…….14
2.1 Algodón……..17
2.1.1 Algodón en Argentina…….21
2.1.2 Producción……...22
2.1.3 Proyectos y procesos……...25
2.1.4 Respecto a las ECV…….28
2.2 Energía en la producción de algodón…….32
2.2.1 Parámetros de consumo de combustible fósil en la cosecha……...32
2.2.2 Patrones de uso de electricidad en desmotadoras de algodón…….33
2.2.3 Uso de combustible fósil en el cultivo-cosecha y de energía eléctrica en el desmote…….35
2.2.4 Relevamiento para el caso del algodón……...36
2.3 Lana…….....…44
2.3.1 Lana en Argentina……...49
2.3.2 Proyectos…….54
2.3.3 ECV de la lana…….59
2.3.4 Impacto ambiental de la producción de lana……...60
2.3.5 Huella de carbono……63
2.4 Uso de la energía acorde a la ECV…….64
2.4.1 Relevamiento para el caso de la lana……...66
2.5 Diagnóstico sobre el consumo de energía en los procesos primarios industriales de las fibras de algodón y lana tal grandes usuarios……...69

3 **Alternativas energéticas**……..73
3.1 Energía en el país, marcos, redes y renovables……..75
3.2 Energías renovables……79
3.2.1 Eólica……...80
3.2.2 Solar: térmica y fotovoltaica……...…….81
3.2.3 Consideraciones de biomasa……83
3.2.4 Consideraciones de cogeneración……86
3.3 Ejemplos de energías renovables: tendencias…….87
3.3.1 Casos generales……88
3.3.2 Casos específicos…….89
3.3.3 Casos específicos en Argentina……...90

4 **Alternativas energéticas renovables en función de los requerimientos de los procesos de algodón y lana y la disponibilidad del recurso**……...92
4.1 Conclusiones……..96
4.2 Sugerencias elaboradas a partir del estudio……98

**Bibliografía**……...103

**Anexos**
Anexo I: clasificación de las fuentes de energía, según su origen, transformación y uso (Fernández y Barragán, 2013a)……...109
Anexo II: cuestionario-cuadro efectuado a productores algodoneros……..110
Anexo III: informe de agencia de Basail……..111
Anexo IV: nómina de productores algodoneros consultados sin obtención de respuesta……..113
Anexo V: cuestionario-cuadro efectuado a los productores de los primeros procesamientos industriales de la lana……114
Anexo VI: nómina de empresas que desarrollan las primeras instancias industriales de la lana, consultadas sin obtención de respuesta……...115
Anexo VII: marco regulatorio que atañe al sistema eléctrico nacional……116
Anexo VIII: secuencia de procesos requeridos para la transformación de biomasa en energía (Beljansky, 2012:12)……..119

## Índice de figuras

Figura 1: fases de la ECV relacionadas entre sí. Adaptado de ISO 14040:2006 por Beverley, 2012:29……...11
Figura 2: producción mundial de algodón, lana y fibras sintéticas o artificiales y su evolución temporal (CIRFS, 2015)…….14
Figura 3: participación de las principales fibras textiles en el mercado global 2014 (Lenzing, 2014)……...14
Figura 4: etapas de procesamiento y destino del cultivo de algodón (MECON, 2011:3)……15
Figura 5: cadena de procesamientos y destinos de la lana y co-productos (UIA, 2004:2)…..16
Figura 6: los diez mayores productores mundiales de algodón 2014/2015 (Statista, 2015)…20
Figura 7: distribución territorial de los sectores de producción primaria y desmote, 2010 (MECON, 2011:7)……..22
Figura 8: evolución de superficie sembrada en relación al sistema de *surcos estrechos* (Piedra, 2011-2012)……28
Figura 9: características generales de la prodcucción algodonera en Argentina……..31
Figura 10: consumo energético de las desmotadoras en Chaco, referencias de julio 2014 a junio 2015 (Fuente: Secheep)…….39
Figura 11: consumo por desmotadoras, incluyendo la hilandería y tejeduría, y la hilandería. Energías y potencias en MWh (Fuente: EDESE S.A.)……...40
Figura 12: consumo total de energía de todas las desmotadoras años 2013, 2014 y 2015. Potencia máxima años 2013, 2014 y 2015 (Fuente: EDESE S.A.)……40
Figura 13: energía y potencia por desmotadoras, junio 2015 (Fuente: EDESE S.A.)…….41
Figura 14: consumo energético por mes de las desmotadoras, años 2013, 2014 y 2015 (Fuente: EDESE S.A.)……41
Figura 15: gráfico de la energía consumida por las desmotadoras; años 2013, 2014 y 2015 (Fuente: EDESE S.A.)……41
Figura 16: consumo energético de cinco desmotadoras en Santa Fe (Fuente: EPE)……...42
Figura 17: consumo energético de la desmotadora situada en El Colorado (Fuente: REFSA, Formosa)…….42
Figura 18: consumo energético de la desmotadora situada en Villa Dos Trece (Fuente: REFSA, Formosa)……...……43
Figura 19: consumo energético desmotadora en Corrientes, período agosto 2014 a julio 2015 (Fuente: DPEC)……..43
Figura 20: consumo energético de la desmotadora en Salta, período enero 2014 a julio 2015 (Fuente: EDESA)……44
Figura 21: producción mundial de lana, en miles de kg. limpios (Elvira, 2015:5)……..48
Figura 22: valores porcentuales de las características de la lana total exportada por Argentina en la zafra 2014/2015 (FLA, 2015)……49
Figura 23: la evolución del stock y la distribución regional de los ovinos en Argentina (Mueller *et al*., 2013)……..50
Figura 24: distribución geográfica y sistemas de producción ovina en Argentina (Mueller *et al*., 2013)…….51
Figura 25: población ovina y producción lanera total por provincias, zafra 2014/2015 (FLA, 2015)……...53
Figura 26: características generales de la prodcucción de lana en Argentina……..58
Figura 27: el consumo energético y las emisiones de dióxido de carbono equivalente en la producción de 1 t de *top* de lana (Barber y Pellow, 2006, citado por Beverley, 2012:42)……..65

Figura 28: impactos en la demanda de energía, en la emisiones con PCG, en la eutrofización, acidificación, ozono y desperdicios en la producción de 1m$^2$ de alfombra de 2.600 g (Potting y Blok, 1995 citados por Beverley, 2012:43)……...65
Figura 29: consumo energético suministrado por DPEC a la Cooperativa de lanas en Corrientes, período agosto 2014 a julio 2015 (Fuente: DPEC)……..69
Figura 30: abastecimiento energético global de fuentes primarias, de 1971 a 2013 (OECD/IEA, 2015:6)……..73
Figura 31: participación estimada de las energías renovables en el consumo mundial de energía, para año 2013 (REN21, 2015:27)…….....74
Figura 32: participación estimada de energías renovables en la producción global de electricidad (REN21, 2015:31)……...74
Figura 33: participación de energías renovables en la producción de electricidad. Por continentes: 2000 al 2014 (Enerdata, 2015)……...75
Figura 34: mapa energético de distribución troncal en Argentina (Cammesa, 2015)……..…….76
Figura 35: regiones en Argentina: potencia instalada por región (Cammesa, 2014:16,30)….78
Figura 36: participación porcentual de energías renovables en la generación eléctrica servida al MEM (Cammesa, 2014:37)……79

## Índice de tablas

Tabla 1: producción anual algodonera por provincia 2014/2015…….21
Tabla 2: clasificación de las desmotadoras por su capacidad productiva……24
Tabla 3: relevamiento del consumo energético a dos empresas desmotadoras de algodón….69
Tabla 4: relevamiento a distribuidoras, de la demanda energética de los grandes usuarios desmotadores……..70
Tabla 5: relevamiento del consumo energético a empresas industriales laneras…….71
Tabla 6: relevamiento a distribuidoras, de la demanda energética de los grandes usuarios que procesan la lana……...71
Tabla 7: proyectos construidos de energía eólica en Argentina (Adaptado de Fernández y Barragán, 2013a:10,11; y comunicación con Fernández)...……....81
Tabla 8: plantas de aprovechamiento fotovoltaico en funcionamiento en Argentina (Adaptado de Zitzer, comunicación personal)……..82
Tabla 9: alternativas energéticas sustentables para los primeros procesos en la obtención del algodón……...94
Tabla 10: alternativas energéticas sustentables para los primeros procesos en la obtención de la lana……..…96

## Lista de abreviaturas, siglas y acrónimos

Cammesa……..Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A.

CI……..……Comercio Internacional

CBD……..…....Convenio sobre Diversidad Biológica

CC…….Cambio Climático

CDS……..…Comisión sobre Desarrollo Sustentable

CITES……..…….Convención sobre Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora silvestre con peligro de extinción.

CMDS……..…Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sustentable

CMMAD…….….Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (WCED, *World Commission on Environment and Development*)

CMNUCC…….....Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, *United Nations Framework Convention on Climate Change*)

CNUMAD……Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (UNCED, *United Nations Conference on Environment and Development*)

COP…….…Conferencia de las Partes

COPROLAN…….....Cooperativa de Productores Laneros

DEA…….Demanda de Energía Acumulada

DECC……...Departamento de Energía y Cambio Climático

DPEC……...Dirección Provincial de Energía de Corrientes

ECV…….…Evaluación del Ciclo de Vida (LCA, *Life Cycle Assessment*)

ELS…….….*Extra long staple*

ENARSA……..Energía Argentina S.A.

ET…….Estación Transformadora

FCIPA……..Fondo de Compensación de Ingresos para la Producción Algodonera

FLA……..Federación Lanera Argentina

FO……...…….Fuel Oil

FRAO……...Fondo para la Recuperación de la Actividad Ovina

GATT……..….Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (*General Agreement on Tariffs and Trade*)

GEI…….....…….Gases de Efecto Invernadero

GM……..Genéticamente Modificados

GOTS…….….*Global Organic Textile Standards*

IEA……...*International Energy Agency*

INTA……Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

INTI……..Instituto Nacional de Tecnología Industrial

IPCC…….*Intergovernmental Panel on Climate Change*

ISO…….…….Organización Internacional para la Estandarización (*International Standards Organization*)

IWTO…….….*International Wool Textile Organization*

MEM…..…….Mercado Eléctrico Mayorista

NEA……Noreste Argentino

NOA……Noroeste Argentino

NU…….…..Naciones Unidas (UN, *United Nations*)

OMC…….....Organización Mundial del Comercio

ONG……Organización No Gubernamental

ONU……....Organización de las Naciones Unidas

PAS……..*Publicly Available Specification*

PA…….Potencial Acidificación

PCG……..Potencial de Calentamiento Global (GWP, *Global Warming Potential*)

PE…… Potencial eutrofización

PETA……*People for the Ethical Treatment of Animals*

PNUMA……...Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

PROCALGODÓN.....Programa de Asistencia para el Mejoramiento de la Calidad de la Fibra de Algodón

PROLANA……..Programa Nacional de Calidad de Lanas

RAMCC……...Red Argentina de Municipio Frente al CC

REFSA…….Recursos y energía Formosa S.A.

SADI……....Sistema Argentino de Interconexión

SAGPyA……..Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos

SE…….....Secretaría de Energía

SETA……Sub-Estación Transformadora Aérea

UE…….Unión Europea

# 1. Introducción al tema de la tesis

El tema de la investigación surgió luego de haber cursado la Maestría Interdisciplinaria en Energía, como una propuesta para vincular la orientación profesional personal proveniente de la industria textil con las inquietudes y conocimientos adquiridos en el cursado: la diversificación de la matriz energética con energías renovables, el cuidado de los recursos naturales, la activación socio-económica productiva, y la organización de estos aspectos en estrategias integradoras.

Siguiendo la línea de estas cuestiones integradas, la tesis tomó como objeto de estudio las características del consumo y las fuentes de energía destinadas a fines productivos en relación con la obtención de las fibras de algodón y de lana. Dichas fibras textiles fueron elegidas para el análisis por ser las fibras naturales de mayor preponderancia en el país. La instancia de la obtención fue tomada como foco de estudio por constituir el comienzo productivo del proceso, ligado geográficamente al cultivo de la tierra y a la ganadería en el territorio argentino. A nivel nacional ambas producciones primarias competen al ámbito del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.

Los primeros procesamientos industriales de estas materias primas textiles se realizan en el país, requiriendo de una estimable cantidad de electricidad para su funcionamiento. El abastecimiento suministrado por las instalaciones del Sistema Argentino de Interconexión (SADI) eléctrica, es operado por el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), y servido a las industrias textiles categorizadas (en la mayoría de los casos) como Grandes Usuarios por las distribuidoras.

Respecto a la generación eléctrica, en el sector energético nacional, como en gran parte del mundo, existe una fuerte preocupación relacionada con la necesidad de diversificación de la matriz vigente. Este cambio del enfoque se debe al reconocimiento de la alta dependencia de los combustibles fósiles, básicamente petróleo y gas[1], a la escasez del suministro de dichas reservas, con la consecuente necesidad de importar suministros faltantes, y también debido a la necesidad de reducir las emisiones de GEI. Estos motivos, siguiendo a las tendencias generales y mundiales, condujeron hacia la consideración de las energías renovables[2] como fuentes de energía alternativas.

La inquietud sobre las posibilidades de diversificación de la matriz energética, especialmente con foco en la incorporación de energías renovables, vinculada con la industria y específicamente con la industria textil regional, dio motivación a la presente tesis. De esta manera se planteó el estudio y relevamiento de la procedencia (fuentes y cantidad) de la energía eléctrica y el combustible fósil requeridos en los procesos productivos de la producción primaria del algodón (cultivo y desmote) y en los primeros procesos relacionados

[1] De los distintos tipos componentes de generación eléctrica (térmica, hidráulica, nuclear, eólica, solar) la térmica, básicamente constituida por combustibles fósiles, es la principal. Dentro de los combustibles, el *gas natural* representa la mayor participación con un 70% (entre fuel oil, gas oil, carbón mineral y biocombustible), así se explica su dependencia y las importaciones. La generación de energía eléctrica en Argentina en el 2014 se midió con un 63.46% de origen térmico, un 31% de hidroelectricidad, un 4 % de nuclear, un 0.48% de eólica/solar y un 1% de importación (Cammesa, 2014:10).

[2] Las fuentes de energía renovable conocidas son la radiación solar, la energía eólica, la hidráulica, mareomotriz, geotérmica y la biomasa. Los combustibles fósiles, el carbón, el petróleo, el gas natural, y el uranio de la energía nuclear, son conocidos como fuentes de energía no renovable. Anexo I: fuentes de energía, según su origen, transformación y uso.

con la obtención de la lana. Consecuentemente, se planteó un análisis de las alternativas sustentables contemplando las posibilidades de aprovechamiento de energías renovables.

Así, el objetivo general fue analizar las características actuales del suministro energético requerido por las actividades productivas primarias del algodón y la lana, y estudiar las posibles alternativas sustentables involucrando directamente a las mismas industrias, analizando las posibilidades para las alternativas de autogeneración o generación distribuida con origen en energías renovables. La necesidad de una planificación integradora, buscando la sustentabilidad en cada una de las actividades, condujo a estudiar en profundidad a las características de los procesos productivos vinculados. De esta manera resultó fundamental el desarrollo descriptivo de ambas industrias involucradas, destacando las primeras actividades con uso significativo de la energía eléctica: el desmote del algodón y los lavaderos de lana.

Esta tesis aspira a vincular de una forma integrada dos instancias que necesariamente están relacionadas: el abastecimiento energético y la industria, agregando como directriz la componente renovable y el potencial de la autogeneración industrial. Por lo tanto, partiendo de las condiciones actuales respecto al suministro energético y una actividad productiva puntual, se propuso observar las alternativas para concebir ambas instancias de manera integradora, apuntando no sólo a la diversificación de la matriz energética, sino también a la generación distribuida con fuentes renovables y al uso responsable de los insumos energéticos por parte de la industria. Las alternativas propuestas se analizaron sobre la premisa de que la posibilidad de generar la propia energía de origen renovable, puede ayudar a la internalización de los costos ambientales, que muchas veces no tenidos en cuenta, o bien con dificultad para ser identificados entre los numerosos factores involucrados.

El estudio se inscribe tanto en las cuestiones productivas del sector de la producción primaria de las fibras de algodón y de lana, como en el sector del abastecimiento energético de dichas actividades e industrias. Se aspiró así a indagar la factibilidad de brindar ciertas posibilidades de independencia y aporte por parte de la misma industria a la generación y desarrollo de las energías renovables.

Los objetivos específicos planteados son:

- Observar la procedencia y la cantidad de energía empleada por parte de la industria de estudio, en los diferentes centros productivos nacionales, considerando la actividad desarrollada y las normativas. Este primer objetivo respondió a la necesidad de reconocimiento del campo de estudio.
- Investigar ejemplos internacionales que abastezcan sus requerimientos energéticos con energías renovables o autogeneradas, considerando los casos de países productores de algodón y de lana. La propuesta de ejemplos internacionales tiene como fin encontrar referentes en funcionamiento que sugieran o refuercen las ideas de las posibles alternativas sustentables.
- Analizar los diferentes procesos intervinientes, a fin de poder detectar potenciales aprovechamientos de recursos regionales y energías renovables.
- Estudiar las posibles alternativas desde el punto de vista productivo y regulatorio.
- Estudiar y elaborar posibles propuestas integradoras acorde a las actividades productivas del algodón y la lana, la energía requerida, las características de los procesos, materiales y locaciones.

Para la elaboración de una propuesta referente a posibles alternativas sustentables o de autogeneración del abastecimiento de energía eléctrica, el trabajo se dividió en diferentes secciones. En el punto **1** se presenta la introducción a la temática general, siguiendo con la presentación de los aspectos generales involucrados. Entre los temas desarrollados se incluyen actuales tendencias en fuentes energéticas, explicitando la necesidad de la diversificación de la matriz nacional, las tendencias globales en materia energética y la asunción de las responsabilidades emergentes, incluyendo sintéticamente tópicos como la modalidad que adquiere la producción y el comercio de los bienes y servicios a nivel internacional, derivando en las normalizaciones y los estándares, y en la herramienta de la ECV.

El punto **2** aborda la presentación específica al tema de las fibras textiles propuestas en el estudio, el algodón y la lana, y el análisis del consumo energético de sus procesos productivos. Además se consideraron aspectos relevantes en cuanto a sus ciclos productivos, los impactos ambientales y otras consideraciones adicionales, presentando las variables intervinientes y el mapa de circulación. En la síntesis sobre el consumo de energía eléctrica en la instancia de la producción primaria industrial de las fibras de algodón y lana en Argentina, se reconoce que la cantidad de energía demandada a la red o a las distribuidoras energéticas hace que queden incluidas en la categoría de grandes usuarios.

El punto **3** presenta una síntesis de las energías renovables disponibles, sus características y su actualidad en Argentina. Se hace referencia a la energía solar fotovoltaica y térmica, a la energía eólica y se incluyen algunas consideraciones sobre biomasa y la cogeneración. Se exponen además ejemplos de uso energías renovables con fines similares en el ámbito internacional, en casos generales y específicos, y con mención a casos en Argentina.

El punto **4** describe la factibilidad de aprovechamiento de los recursos energéticos renovables para los procesos de algodón y lana analizados, con el fin de proponer alternativas energéticas sustentables acorde a los requerimientos y a la disponibilidad de los recursos. El estudio concluye con el aporte de ideas y sugerencias que podrían ser elaboradas en otras instancias, debido a la profundidad requerida en cada especialidad productiva y en cada tipo de energía propuesta.

### 1.1 Tendencias en fuentes energéticas nacionales y marco del trabajo

En el libro *Energías Renovables ¿Por qué debería ser prioritario cumplir el objetivo del 8% al 2016?* (Villalonga, 2013), se presenta el objetivo estratégico del cambio plasmado con miras a la diversificación de las fuentes energéticas renovables y a la eficiencia energética. Se reconoce la existencia de gran cantidad de recursos naturales en nuestro país aprovechables como fuentes renovables: eólica[3], solar y biomasa; y los grandes potenciales de ahorro energético en los principales sectores: industria, transporte y doméstico/comercial. El aprovechamiento de la energía se atribuye a una política sostenible con un uso consciente, y por sobre todo, a la necesidad de que estas políticas sean implementadas. El trabajo propuesto en la presente tesis se basa en el potencial plasmado de estas energías renovables destacadas y en el potencial de un sector industrial activo frente a la generación energética.

[3] La Patagonia, gran parte del área pampeana y Cuyo poseen condiciones óptimas para emprendimientos eólicos. Aproximadamente el 70% del territorio nacional posee vientos que permiten el aprovechamiento para producir energía.

La Ley Nacional 25.019, aprobada en 1998 y reglamentada en 1999, fue el primer régimen de promoción de las energías renovables y su integración al mercado eléctrico, principalmente con la generación eólica y solar. La demora en varias resoluciones técnicas de la Secretaría de Energía (SE) hizo que su aplicación se retrasara hasta el 2001, momento coincidente con el proceso recesivo económico del país. Con la paralización de las inversiones y la devaluación del 2001/2002 el régimen quedó desactualizado. El *fin de la convertibilidad* hizo que la herramienta de promoción de la Ley 25.019 (el pago de $ 0,01 por cada kWh volcado a las redes de distribución) quede sin efecto[4].

Recién en el 2002 como resultado del proceso global surgido en la Cumbre de Johannesburgo, Sudáfrica, también llamada Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sustentable (CMDS) organizada por las Naciones Unidas (NU), se planteó la adopción de una nueva meta para la inserción de las energías renovables. La Cumbre de Johannesburgo, siguiendo con los acuerdos previos desarrollados por las NU, por los principios desarrollados en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, 1992, y la Declaración del Milenio en Nueva York, 2000[5], generó la "Declaración de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible" y el "Plan de Aplicación de Johannesburgo"; a su vez hubo dos eventos parlamentarios convocando a introducir la legislación y a las redes internacionales para la aplicación.

En la Declaración se asumió la responsabilidad colectiva de impulsar los pilares del desarrollo económico, el desarrollo social y la protección ambiental, siendo requisitos indispensables para el desarrollo sostenible; el Plan de Aplicación comprometió a que todo eso fuera materializado. Se asumieron acciones conjuntas y específicas con plazos para su cumplimiento, entre ellas la transferencia de técnicas y conocimientos sobre agricultura sostenible, combatir la desertificación y mitigar los efectos de sequías y de inundaciones, y mejorar el acceso a fuentes confiables y accesibles de servicios de energía. No se logró consenso en torno a la propuesta de la región latinoamericana de aumentar en un 20 % para el año 2020 el uso de fuentes de energía no contaminantes. Sí hubo consenso para comprometer el acceso a las técnicas modernas de biomasa y a las fuentes y suministros de combustible de madera, al uso sustentable de la biomasa y otras fuentes renovables de energía. Entre las iniciativas es importante mencionar el apoyo a la transición hacia el uso más limpio de los combustibles y a desarrollar políticas energéticas nacionales y marcos regulatorios para ayudar a crear condiciones económicas, sociales e institucionales en el sector de la energía con el fin de facilitar el acceso a servicios de energía confiables, accesibles, económicamente viables y sanos. Además se menciona fortalecer el desarrollo industrial para erradicar la pobreza con una gestión sostenible de los recursos naturales (Naciones Unidas, 2002).

En el año 2004, la SE propuso la meta del 8% de participación de las fuentes renovables en la matriz de generación eléctrica nacional en un plazo de 10 años, quedando plasmado en la Ley Nacional 26.190, 2006. Dicha Ley estableció el régimen del fomento nacional para el uso de fuentes renovables destinada a la producción de energía eléctrica. La Ley fue reglamentada en el 2009, y aún estando vigente, varias de las medidas promocionales no se han puesto en marcha. Los objetivos de la Ley 26.190 fueron actualizar el régimen establecido en la Ley

[4] Cuando la norma fue aprobada ese incentivo de un centavo se correspondía a un centavo de dólar por kWh.

[5] En la *Cumbre de la Tierra*, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) adoptó el Programa 21, con un plan de acción global a favor del desarrollo sostenible que incluyó en el párrafo 7 de la Declaración sobre Ambiente y Desarrollo, el principio de las responsabilidades comunes diferenciadas. La *Declaración del Milenio* reafirmó valores, principios y metas globales. En la Cumbre de Johannesburgo se retomaron dichos principios para ser concretizados.

25.019 (1998), ampliar las energías renovables con la inclusión de otras fuentes, más allá de la eólica y la solar, y establecer una meta legalmente vinculante en la integración de esas fuentes en el sistema eléctrico nacional. Además, siguiendo con los lineamientos de la Ley 25.019, con respecto al pago se incorporaron en el Artículo 14 los valores máximos, y criterios nuevos para cuantificar el valor definitivo de la remuneración[6].

Varios de los mecanismos de promoción no se han puesto en marcha. La estructura de precios dentro del sistema eléctrico hace que las remuneraciones adicionales no resulten suficientes para impulsar el desarrollo de las energías renovables, dada la brecha existente entre los costos de generación y los precios del mercado. Al mantenerse bajas las tarifas eléctricas y no reflejar los verdaderos costos del sistema, la sostenibilidad económica de la generación y la distribución eléctrica no resulta firme y el Estado es quien realiza los aportes a través de subsidios.

Otra Ley surgida en el 2006 fue la 26.093, introduciendo entre otros elementos promocionales el corte obligatorio con *biocombustibles* de los combustibles utilizados en el transporte. Dicha Ley estableció para el año 2010 el mezclado de biocombustibles con combustibles fósiles, con un corte en *biodiesel* y *bioetanol* del 5% en gasoil y nafta respectivamente; de esta manera, los biocombustibles fueron incorporados en la actividad energética. Estos biocombustibles no habían sido incluidos dentro de las fuentes renovables descriptas en el Artículo 4 de la Ley 26.190. En el sector eléctrico, a diferencia de lo acontecido con los combustibles, aún no se han logrado los objetivos esperados. La incorporación de las fuentes renovables en la matriz de generación eléctrica nacional en la proyección 2010-2030, acorde a la Ley 26.190, se propuso alcanzar un 8% en el 2016 y un 9% en el 2030.

De manera simultánea a esa reglamentación (Ley 26.190, en 2009) el Gobierno Nacional lanzó el Programa GENREN, llamando a la licitación de proyectos de generación eléctrica en base a energías renovables (orientado hacia la meta del 8%), para realizar contratos a precios pactados por 15 años[7]. Fueron instalados menos del 10% de los proyectos acordados, ya que hubo dificultades para la obtención de financiamiento de proyectos basados en los pagos comprometidos por el Estado Nacional por los próximos 15 años. Durante el año 2010 se realizó una nueva licitación, denominada GENREN II, resultando otra convocatoria para aquellos que habían adquirido pliegos en la anterior licitación, y que adjudicaría otros 200 MW eólicos.

En 2011 la SE emitió la Resolución 108/2011, habilitando la realización de contratos de abastecimiento entre el MEM y ofertas de generación a partir de fuentes renovables, como manera de promover las alternativas renovables. Tal como se explicitó en la Ley 24.065, dentro de los objetivos de la política nacional en materia de energía eléctrica, además de proteger los derechos de los usuarios, el foco se orientó al estimulo de las inversiones, asegurando el suministro a largo plazo. Por lo tanto, dada la necesidad de expansión de la oferta de generación con energías alternativas, la Dirección General de Asuntos Jurídicos

[6] El valor definitivo de la remuneración adicional se relacionó con dependencia a las normativas y con criterios relacionados al aporte, como la contribución a la sustitución de combustibles (50%), la contribución participativa de la industria nacional y oportunidades de creación de empleo (40%), o la rápida puesta en marcha de los proyectos (10%).

[7] Con un sistema de funcionamiento *feed in tariff*, garantizando a los generadores integrantes del programa un precio de la energía que produzcan y vendan en el MEM. El Banco de Inversión y Comercio Exterior S.A. apareció como administrador de las garantías de los proyectos; para los objetivos del programa se creó un fideicomiso.

dependiente de la Subsecretaría Legal del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, resolvió la habilitación de contratos de abastecimiento entre el MEM y las ofertas de disponibilidad de generación y energía asociada a partir de fuentes renovables, presentadas por parte de Agentes Generadores, Cogeneradores o Autogeneradores.

Como tendencias globales en las políticas de uso racional de la energía, entre otras cuestiones, fue destacado el aprovechamiento de las energías renovables a baja escala utilizada por los usuarios en sistemas integrados a la red: la *microgeneración*; por ejemplo con sistemas fotovoltaicos de generación distribuida o con generación eólica a baja escala.

Con respecto a la generación de renovable distribuida, se consideró beneficiosa la posible reducción de la demanda de la red, y a su vez la probable disminución de las pérdidas de energía en la transmisión, haciendo de esta manera más eficiente al sistema de generación y de distribución. También se reconoció el gran potencial de eficiencia de la generación de energía renovable del lado de la demanda, es decir, generada en el mismo sitio donde es utilizada. A nivel global en los últimos años se han incrementado las inversiones en renovables, destacándose el caso de la energía eólica y el de la energía solar fotovoltaica[8]. De la misma manera se destacó la gestión del servicio eléctrico mediante la red de distribución eléctrica "inteligente", *smart grid*, con la utilización de *TIC´s* (tecnologías de la información y comunicación) para optimizar la generación y la distribución de la electricidad con el fin de equilibrar mejor la oferta y la demanda.

En el territorio nacional en general, admitiendo la existencia de diferencias regionales y estacionales, se reconocieron condiciones propicias para el aprovechamiento de la *microgeneración*, tanto de la energía solar distribuida en espacios urbanos, como de la eólica. Específicamente en los sitios del país donde la energía eléctrica no posee el nivel de subsidio con el que cuenta el área metropolitana de Buenos Aires, la generación distribuida sería una solución competitiva. Con criterios unificados, el incentivo de cada jurisdicción a los usuarios generadores, disponiendo normativas técnicas que regulen el servicio eléctrico (potencias y parámetros) de los equipos y posibiliten la integración a la red, ayudaría a la evolución del sistema (Villalonga, 2013:63). Existen experiencias de instalaciones fotovoltaicas integradas a la red, pero al no estar permitidas dentro del marco regulatorio actual, ni contar con un régimen de promoción, no se han implementado.

En el país, las acciones se dirigen hacia el desarrollo de las energías renovables para cumplir con la meta del 8% al año 2016, incluyendo la continuación de las obras en el sistema de transporte eléctrico nacional, la integración de las renovables con la red de transmisión y distribución, y también considerando la generación distribuida con energías renovables, y la gestión eficiente de la oferta y la demanda eléctrica.

Argentina también ha asumido el compromiso global de reducir sus emisiones de GEI. En el encuentro la $COP_{21}$ (Conferencia de las Partes, edición 21°) oficiado en París, en diciembre de 2015, se espera que Argentina asuma compromisos de mitigación con acciones vinculantes. Por lo pronto, disminuir los subsidios a los combustibles fósiles y emprender acciones concretas de eficiencia energética e implementación de las energías renovables al sistema, constituye en parte una manera de asumir responsabilidades respecto al

[8] Este último caso con dos variantes: las instalaciones fotovoltaicas que operan como grandes generadores en el mercado eléctrico mayorista (*utility-scale* PV) y las aplicaciones que generan energía desde el lado del usuario en instalaciones hogareñas, edificios o industrias: la generación distribuida integrada a la red (*rooftop* PV).

calentamiento global. Las acciones de cada gobierno deben orientarse a evitar el aumento promedio global de la temperatura a 1,5°C o 2°C. En este marco, aportar consideraciones sobre la expansión e inserción de las energías renovables, y simultáneamente considerar el incremento de la participación de la industria local en su desarrollo, es parte del desafío de esta tesis.

### 1.2 Tendencias globales: cuidado de los recursos, asumiendo responsabilidades

Las tendencias globales replantean el ejercicio de las actividades en relación al consumo energético, integrando conjuntamente los desafíos de cuidar los recursos y producir de manera sustentable. Manufactureros textiles rediseñan sus procesos y productos con el fin de reducir el impacto negativo en el ambiente; los objetivos son la disminución del consumo energético, el reemplazo de los combustibles fósiles por las energías renovables, el cuidado del agua, la adecuada gestión de los desperdicios, de las emisiones, del uso de los procesos y productos tóxicos. También la preservación de los suelos y la fauna requieren atención. Estas medidas suelen activarse cuando las compañías o los productores cuentan, por ejemplo, con incentivos fiscales o con marcos legales directores.

Los procesos productivos, profundamente relacionados con las cuestiones comerciales, recién fueron considerados o referenciados como un componente de impacto ambiental después de la segunda Guerra Mundial, con la reconstrucción del sistema internacional del comercio (GATT: Secretaría del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio, 1947, citado por Martins, 2014). Se estima que su escasa aparición anterior se debió a la poca percepción de su impacto, que sólo consideró la polución generada por el transporte de productos, no estimando la implicancia del uso de insumos, la energía, la producción de residuos, entre otros aspectos. La preocupación internacional sobre el impacto del crecimiento económico en el desarrollo social y el medio ambiente fue emergente a partir de la década del 60’ y más marcada en la década del 70’. Actualmente el impacto en los recursos y el ambiente, en parte atribuido como consecuencia de acciones humanas, es mensurado en múltiples aspectos y dimensiones.

En 1972 las NU organizaron la primera gran conferencia sobre cuestiones ambientales internacionales en Estocolmo, Suecia, el encuentro fue llamado la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Ambiente Humano. Para dicha conferencia se pidió a la GATT (Secretaría del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio) que hiciera un aporte; se preparó entonces un estudio que despertó cierta preocupación por parte del comercio internacional debido a las posibles repercusiones que pudieran ocasionar las políticas de protección ambiental. El estudio fue titulado: “La lucha contra la contaminación industrial y el comercio internacional”, 1971 (OMC, 2015). La Conferencia de Estocolmo resultó en 26 principios y un plan de acción con 109 recomendaciones; también se estableció el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el cual funcionó como la *conciencia ambiental* del sistema de las NU (PNUMA, 2015).
Posteriormente se realizó el acuerdo de la Ronda de Tokio, con un “Código de Normas” de regulaciones técnicas, estudiando hasta que punto las medidas ambientales podían constituir obstáculos al comercio. En 1975, se llevó a cabo la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), con el acuerdo de los gobiernos de preservar a los animales y plantas silvestres que vieran amenazadas su supervivencia con peligro de extinción a causa de las actividades comerciales (CITES, 2013). Se potenciaron entonces los debates en torno a las cuestiones ambientales de escala global

como el agotamiento de la capa de ozono o el Cambio Climático (CC), estableciéndose nuevos Acuerdos Multilaterales Ambientales. En 1983 la Organización de las Naciones Unidas (ONU) estableció la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD), también conocida como la Comisión de Brundtland, reconociendo que el desarrollo económico y social se estaban desarrollando a costa de un alto costo ambiental. A través del informe "Nuestro Futuro Común" (ONU, 1987), también conocido como Informe Brundtland, se definió por primera vez la noción de *desarrollo sostenible*, como *aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones.*

Desde 1987 comenzó a trabajarse en el tratado internacional del Protocolo de Montreal, asumiendo el compromiso de tomar las medidas necesarias para proteger la capa de ozono, debiendo reducir o eliminar la producción y el uso de las sustancias que la agotan. En 1989 en la Convención de Basilea (sostenida por el PNUMA) se trataron cuestiones referidas al control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.

En la CNUMAD de Río, 1992, el reconocimiento de la relación entre ambiente y el comercio internacional condujo a la necesidad de establecer políticas compatibles y direccionadas para un desarrollo sustentable. Los resultados de la conferencia arribaron a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), al Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD), al plan de acción de la "Agenda 21", al establecimiento de la Comisión sobre Desarrollo Sustentable (CDS) y a la Declaración de Río. Dentro de los Acuerdos Multilaterales Ambientales los principales fueron: CITES, el Protocolo de Montreal, la Convención de Basilea, el CBD, la CMNUCC de la cual resultó el Protocolo de Kyoto (con el acuerdo internacional de reducir las emisiones de seis GEI), el Convenio de Rotterdam (procedimiento para determinados productos químicos y pesticidas peligrosos en el Comercio Internacional), y el Convenio de Estocolmo (sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes, y la regulación del tratamiento de las sustancias tóxicas).

A fines de los 90' se trataron cuestiones como las definiciones ecológicas, el comercio de organismos genéticamente modificados o los subsidios "ambientalmente perversos" (los que pueden promover, directa o indirectamente, la sobreutilización de recursos naturales, polución u otros impactos ambientales); también cuestiones relacionadas con la cadena de abastecimiento, y el uso de esquemas de contratación ecológica del sector privado. De esta manera se reorganiza la producción internacional y las relaciones entre exportadores, distribuidores y consumidores. La Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sustentable del 2002 (Johannesburgo) planteó los plazos para el cumplimiento de las metas, con el fin de reducir el hambre, mitigar la degradación ambiental y el agotamiento como consecuencia de la explotación de los recursos, la contaminación producto de las emisiones, entre otras acciones.

Como causas de la degradación ambiental se encontraron *fallas de mercado* y *fallas de políticas*, como la falta de contabilización de los costos totales de los agentes económicos, por ejemplo las externalidades ambientales, o la indefinición o definición deficitaria de los derechos de propiedad de los recursos naturales. Fue importante definir el principio de responsabilidad y su incorporación en las políticas ambientales; primero surgió la idea de que el *contaminador* es el *pagador* (NU, 1997, citado por Martins, 2014), luego dicha idea fue criticada ya que resultó poco precisa la definición de *contaminador*, apoyándose en el productor. Y se reconoció que también el consumidor debería responsabilizarse. La alternativa fue que el *utilizador de un recurso* sea el *pagador*. Estos principios ayudaron a que no recaiga toda la responsabilidad en los países productores con legislación restrictiva,

“beneficiándose” los consumidores; y a que no haya cambios de locaciones hacia lugares con poca legislación y quede sin internalizarse el costo ambiental, evitando también los “paraísos de polución” (la secuencia evolutiva de la conciencia ambiental y lo tópicos fueron trabajados desde la tesis de Martins, 2014:14,15-18,22).

### 1.2.1 Normativas

Se conformaron normas de comportamiento explícitas con el fin de orientar el accionar responsable e intentar sistematizar los requerimientos necesarios para que la producción no impacte destructivamente al ambiente. A partir de la década del 90’ (luego de la Cumbre de Río), distintos organismos de estandarización, entre ellos la Organización Internacional para la Estandarización (ISO, *International Standards Organization*, fundada en 1947), delinearon ciertas consideraciones y prácticas respecto a los bienes y servicios, y sus impactos ambientales.

Por ejemplo, la familia ISO 14000 tiene el objetivo de determinar el equilibrio entre la rentabilidad comercial y el cuidado del impacto ambiental. La normativa se enfocó en proporcionar a todo tipo de organizaciones, una herramienta con un estándar internacional de la gestión ambiental, considerando los procesos productivos y sus efectos derivados. La adhesión a los estándares de comportamiento, por parte de las empresas y organizaciones, fue merecedora de la certificación del *sistema de gestión ambiental* obteniendo el “*sello verde”* y sirvió como instrumento comunicador (ISO 14000, 2009).

La ISO 14001, con  una primera publicación en 1996, una segunda en 2004 y una tercera en 2015, especificó los requisitos legales y significativos necesarios para que una organización de cualquier tipo, que desee establecer, mantener o mejorar el sistema de gestión ambiental, pueda hacerlo en conocimiento y conformidad con la norma. De esta manera la herramienta proporciona una guía para que los objetivos sean desarrollados en relación con una política ambiental. La norma actualizada concibió a la gestión ambiental dentro de la planificación estratégica de la organización (ISO 14001, 2015).

Las familia ISO 9000, publicada por primera vez en 1987 y con una cuarta edición en el 2015, se destinó a empresas y organizaciones, brindando los requisitos necesarios para que los productos y servicios sean gestionados con estándares de calidad. Esta norma internacional proporciona los conceptos fundamentales, los principios y el vocabulario para los sistemas de gestión de la calidad (ISO 9000, 2015).

La ISO 9001 estableció los requisitos de un sistema de gestión de calidad para cualquier tipo de organización, pudiendo certificar el estándar (sin ser un requisito) y eventualmente asegurar a los clientes la calidad de los servicios ofrecidos. En su quinta revisión disponible desde el año 2015, los estándares de la calidad del sistema de gestión fueron actualizados en consideración a la situación contemporánea, en cuanto a los avances tecnológicos, a la diversidad empresarial y al comercio global, en pos de ganar eficiencia y satisfacción (ISO 9001, 2015).

La *Global Organic Textile Standards* (GOTS) constituyó una normativa con reconocimiento internacional, mediante el certificado de las fibras orgánicas. Tal certificación exige el cumplimiento de los requisitos establecidos para que una fibra asegure su condición orgánica. Para ser certificados como GOTS los productos textiles, concebidos desde su procesamiento

y en toda la cadena de provisión textil, deben encontrarse constituidos con un mínimo de 70% de fibras certificadas orgánicas y cumplir con los criterios sociales mínimos (GOTS, 2014). La adhesión a este tipo de normas de comportamiento ambiental, con la implementación de las políticas afines, contó con el instrumento comunicacional de las *ecoetiquetas,* que sirvieron como elemento soporte de información para el consumidor, acerca del ciclo de vida del producto, servicio o empresa. Con esta herramienta se estimuló a la competitividad de la buena gestión ambiental, también reconociendo que su empleo e imagen sirvió como estrategia de marketing. Al respecto "*se aspira a que la información volcada y comunicada en el etiquetado ecológico pueda influir en las decisiones de los consumidores*" (Beverley, 2012:27).

Los etiquetados requieren ser certificados por una tercera entidad, pudiendo ser desarrollados por organizaciones sin fines de lucro, Organizaciones No Gubernamentales (ONG), programas gubernamentales, o instituciones privadas. Entre los certificadores más importantes se reconocen a *Eco-Label* (países de Unión Europea), a las GOTS (Alemania), a *Organic Content Standard* (USA), *Good Environmental Choice Australia*, *Blue Angel* (Alemania), *Nordic Ecolabel* (Swan, países nórdicos), *Ecologo* (Canadá), *Bluesign* (Suiza), *Korea Eco-Label*, *Eco Mark* (Japón), *Hong Kong Eco-Label*. También hay sistemas de certificación ambiental aplicables a empresas textiles: ISO 14001, *Sistema Comunitario de Ecogestión y Auditoria* (EMAS), o *Oeko-Tex Standard 1000* (Martins, 2014:31).

### 1.2.2 Evaluación del Ciclo de Vida (ECV) de productos y servicios

Entendiendo que un proceso productivo generalmente incluye diversas instancias y materias, como insumos, condiciones espaciales de un laboratorio, cierta geografía o clima, traslados, desechos, entre otros requerimientos, se realizó la observación y el estudio de cada instancia, de todos los factores intervinientes y de los impactos ambientales ocasionados. La complejidad que conlleva un análisis de ese tipo (sobre cualquier proceso productivo), incluyendo la cuantificación de los insumos e impactos, hizo que fuera necesario contar con una norma guía. Así, la Evaluación del Ciclo de Vida, contenida en la ISO 14040 de gestión ambiental, brindó los principios y el marco de una ECV estándar, para un producto o un servicio (ISO 14040, 2006).

Se entiende como *ciclo de vida* a los sucesivos e inter-vinculados estadios de un sistema de producción, como eslabones de una cadena, desde la adquisición o generación de las materias primas hasta las disposiciones finales, como residuos, o bien materias reutilizadas o recicladas. Por lo tanto, la ECV se constituye por la compilación y la evaluación de los factores intervinientes en el ciclo (entradas, salidas) y el potencial impacto ambiental del sistema a través de todo el ciclo (IWTO, 2013:14). Al desglosarse e identificarse cada una de las partes de un ciclo de vida de un producto o servicio, la ECV permite identificar las causas de un determinado impacto, y en consecuencia la orientación hacia las posibilidades de mejoras o mitigación, tanto respecto al tratamiento ambiental como a la eficiencia productiva. La norma ISO 14040 propuso cuatro fases para un estudio de ECV, la primera consistente en la definición del objetivo: producto, proceso o actividad de análisis, el contexto y el alcance o los límites de la evaluación. La segunda fase incluye el análisis del inventario del ciclo de vida, identificando y cuantificando los componentes del proceso, unidades y elementos. La tercera fase consta de la evaluación del impacto potencial en los escenarios definidos y la cuarta corresponde a la instancia interpretativa, analizando los escenarios en el contexto de la definición del objetivo y los desarrollos subsecuentes para mejorar los procesos.

Beverley propuso un cuadro mostrando que las fases de una ECV normalmente constituyen un proceso interactivo, como lo indican las flechas en ambos sentidos (Beverley, 2012:29).

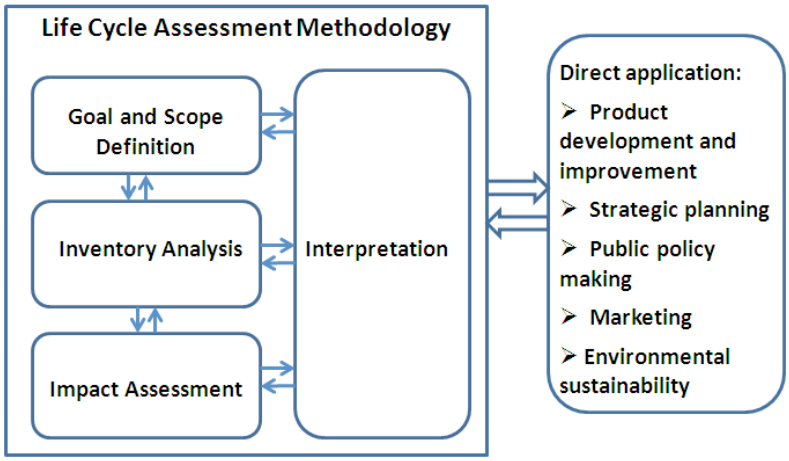



Figura 1: fases de la ECV relacionadas entre sí. Adaptado de ISO 14040:2006 por Beverley, 2012:29.

Los principios y el marco de la ECV normalizados en la ISO 14040, fueron completados en la ISO 14044 con los requisitos y las directrices (ISO 14044, 2006). Otros estándares constituyen normas complementarias al estudio de la ECV, como la ISO 14020 que establece los principios generales en el desarrollo y uso de las etiquetas, y las declaraciones ambientales (ISO 14020, 2000). También la ISO 14067, basada en las normas ISO 14040 e ISO 14044, resultó complementaria; allí se especifican los principios, requisitos y directrices para la cuantificación y comunicación de la huella de carbono de un producto (ISO 14067, 2013). Otra norma complementaria es la ISO 14046, especificando los principios, requisitos y directrices relacionados con la evaluación de la huella hídrica de los productos, procesos y organizaciones; dicha norma contempla el impacto que ocasionan las emisiones de la atmósfera y el suelo en el agua, aclarando de que no incluye a todas las emisiones (ISO 14046, 2014).

Respecto a la huella de carbono, también se cuenta con la norma PAS 2050 (*Publicy Available Specification*), publicada por *British Standards Institution*, y elaborada para proporcionar a las organizaciones un método para medir la huella de carbono de las actividades productivas. En la publicación se especifica un protocolo para evaluar las emisiones de GEI en el ciclo de vida completo de un producto o servicio, y con ello poder identificar los puntos críticos de emisión y entonces tomar acciones para poder reducirlos (BSI, 2011). En esa misma línea, y también considerando el ciclo de vida completo de un producto, se publicó el protocolo *Greenhouse Gas Protocol*. Dicha herramienta propuso una guía de estándares para que las organizaciones puedan cuantificar, gestionar e informar acerca de sus emisiones de GEI (WRI y WBCSD, 2011). (IWTO, 2013:8; Beverley, 2012:30; Matlock, 2008:3). La evaluación del ciclo completo tiene el objetivo de cubrir toda la vida del producto. Los estudios parciales, en cambio, se concibieron considerando partes específicas dentro de la cadena.

La evaluación del impacto ambiental del ciclo de vida, mediante el análisis de la compleja interacción entre un producto y el ambiente en todos los procesos de la cadena, fue

desarrollada inicialmente para ser usada en las industrias manufactureras y de transformación industrial. Luego su empleo se extendió a la agricultura y a otros sectores; sin embargo, su aplicación sobre procesos o instancias dependientes de factores naturales o sistemas biológicos, resulta más compleja. En esos casos, muchas veces las variables suelen ser cambiantes y no controlables, como ocurre con el clima, o por ejemplo con la dificultad de cuantificar la cantidad de agua de lluvia usada en un cultivo. Esta circunstancia dejó demostrado que la herramienta de la evaluación del impacto ambiental para una actividad relacionada directamente con la naturaleza no alcanza resultados precisos en su general, en comparación con evaluaciones realizadas en industrias bajo controles rigurosos. En ese sentido, el cultivo o la producción de forraje y cría relacionados con las fibras naturales dependen sustancialmente de factores biológicos y naturales, implicando condiciones variables que hacen que una estandarización inclusiva y global para los diferentes sitios resulte improbable. (Beverley, 2012:15).

Estas complejidades han traído controversias en el momento de aspirar a la obtención de valores generales representativos y comparables. Por ejemplo, se han comparado ECV de diferentes tipos de fibras, con *inputs* de energía, agua, uso de suelo e impactos ambientales tales como los GEI, e inclusive la toxicidad para humanos o seres acuáticos; con estos parámetros se compararon diferentes tipos de fibras, clasificándolas por sus menores o sus mayores impactos. De esta manera, se clasificaron a las fibras con la categoría A correspondiente a menores impactos y como fibras E a las obtenidas con mayores impactos y, de acuerdo con esa categorización, el algodón (convencional), la lana, la viscosa y el nylon fueron clasificados con la letra E, el poliéster y el acrílico se clasificaron con la letra D, y el lino con la letra C (Martins, 2014:28).

Esas generalidades comparativas tuvieron grandes críticas basadas en argumentos lógicos, ya que se cuestionó la validez de la información, al comparar y englobar (como en el caso de la lana), cuestiones de índole diferente. Por ejemplo, no es lo mismo comparar dos condiciones de producción de fibras sintéticas en dos países del mundo, que comparar dos procesos productivos de fibras naturales, en distintas culturas, condiciones geográficas, climáticas, sociales, que claramente no pueden igualarse en cuanto a procesos, procedimientos, empleo de insumos y, por lo tanto, a impactos ambientales. A diferencia de muchas fábricas o locaciones industriales, donde los funcionamientos son en gran parte independientes de sus sitios, los lugares de granjas, campos, cultivos o pastoreos, suelen ser muy variados y por lo tanto difíciles de encajar en la metodología de la ECV. Dichas observaciones se ejemplificaron mencionando que la evaluación del impacto ambiental ocasionado por la producción de tejidos de poliéster fabricados en Estados Unidos o en Asia podrían compararse *acertadamente*, pero tejidos de lana producidos en Nueva Zelanda o en China podrían tener impactos ambientales muy diferentes. La dependencia de las características del sitio demostró tener más influencia en los resultados de la ECV que los factores dependientes de la actividad (Cowell y Clift, 1997, citados por Beverley, 2012:31).

Por lo tanto, aún reconociendo la importancia de la ECV como herramienta de análisis, en este estudio no será empleada con esos fines debido a que el objetivo propuesto no intenta cuantificar los impactos ambientales sino relevar las características cualitativas del tipo de fuente energética empleada y así poder analizar las posibilidades del abastecimiento con fuentes de mayor sustentabilidad.

Tampoco se hace foco del estudio en el ciclo de vida de un producto o servicio, sino que la propuesta se efectuó definiendo un segmento específico del proceso productivo en la

obtención del algodón y de la lana. Dentro de esos procesamientos se consideraron las primeras instancias y, aún dentro de aquellos procesamientos *primarios,* también se hizo un recorte de estudio eligiendo a los procesos con mayores requerimientos de energía eléctrica, es decir, no fue relevado el consumo en los procesos en los cuales la demanda eléctrica no fuera representativa. Más allá del recorte, en ambos procesos primarios relacionados con el agro, tanto en el caso del cultivo del algodón como en el caso de la cría ovina para la lana, se consideraron aspectos emergentes contemplando, por ejemplo, las posibles alternativas de uso de la biomasa.

De esta manera, dichos procesos productivos regionales y su segunda etapa de procesamiento industrial, fueron abordados en profundidad para poder reconocer la necesidad, el empleo y la procedencia de la energía. La eficiencia energética de los procesos, aún siendo un aspecto fundamental y necesariamente previo ante cualquier planificación de cambio de fuentes energéticas, no fue relevada ya que su estudio merece un desarrollo en detalle específico para cada caso, y el trabajo de esta tesis propone una visión macro.

Aunque el presente estudio no se basa en las ECV como herramienta guía, los parámetros (y alertas) explicitados brindan información y fueron utilizados para conocimiento del campo de estudio. Los estudios realizados aportaron visiones fundamentales para cualquier abordaje que pretenda analizar a los sistemas productivos en relación con el ambiente, los recursos y la sustentabilidad.

## 2 Presentación al tema de la producción de fibras textiles: algodón, lana y consumo de energía

El algodón y la lana, siendo las principales fibras naturales empleadas en el mundo, han disminuido progresivamente su participación en el campo de las fibras textiles en los últimos años. Esta disminución en el uso se correspondió con la sustitución por parte de fibras artificiales y, fundamentalmente, debido al gran despliegue de las nuevas fibras sintéticas con nuevas posibilidades de producción, versatilidad y diseño.

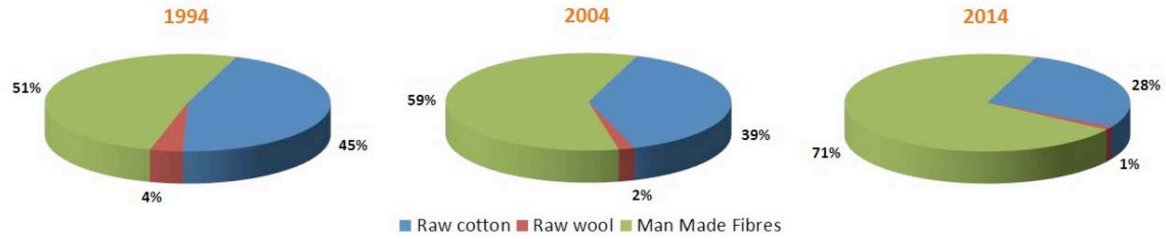



Figura 2: producción mundial de algodón, lana y fibras sintéticas o artificiales y su evolución temporal (CIRFS, 2015).

Para el año 2014 se estimó un volumen de mercado global de fibras de 89,4 millones de toneladas de los cuales, con valores aproximados, se atribuyó un 62,6% a las fibras sintéticas, un 29,4% a las fibras de algodón, un 6,7% a las fibras regeneradas de celulosa y un 1,3% a las fibras de lana (Lenzing, 2014).

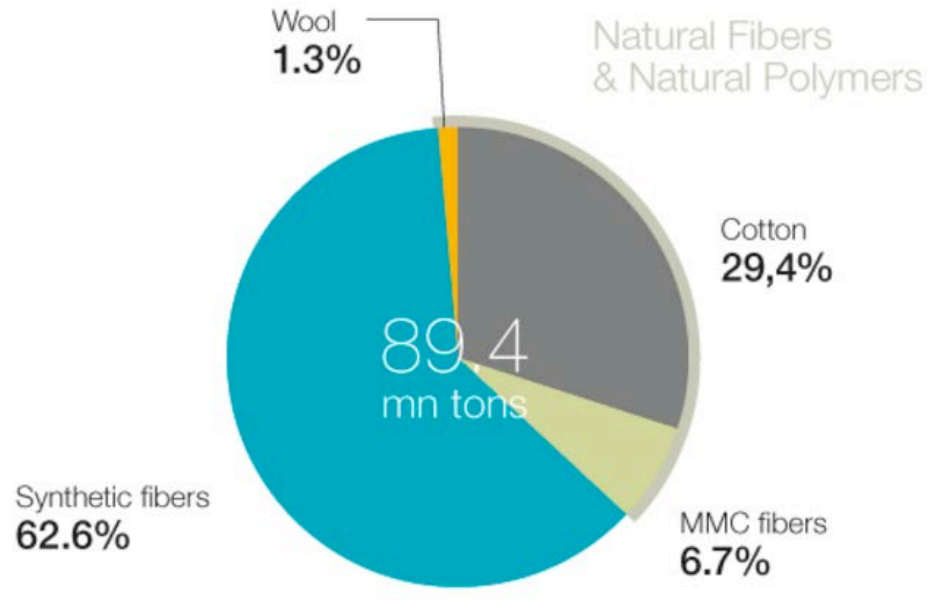
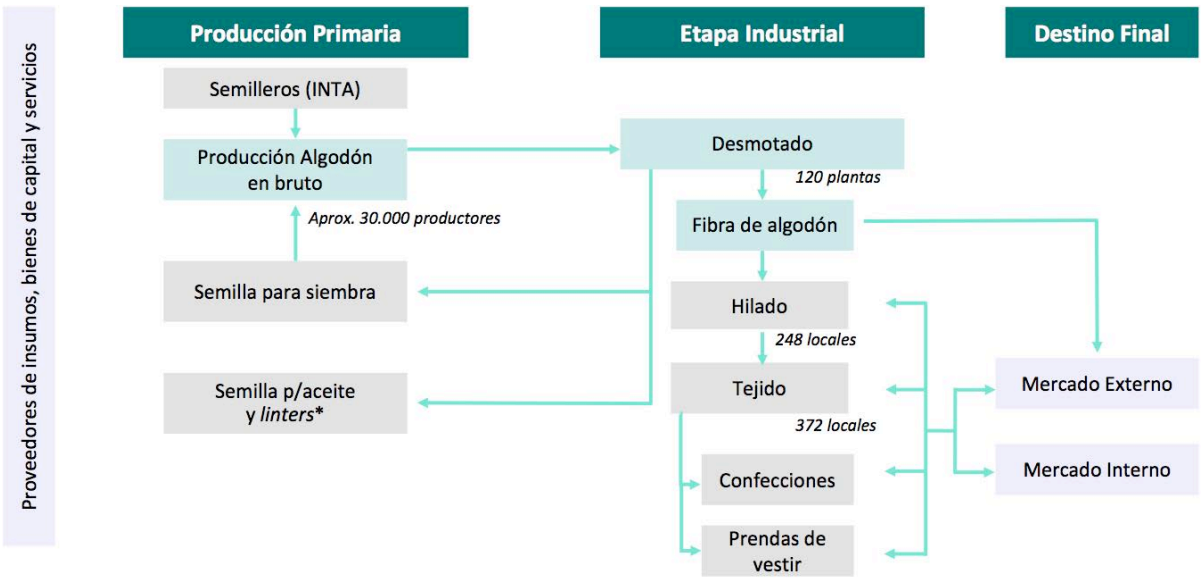



Figura 3: participación de las principales fibras textiles en el mercado global 2014 (Lenzing, 2014).

Aún atendiendo a la disminución en la participación de las fibras naturales en relación a la producción de fibras totales, especialmente por el incremento de las fibras sintéticas, el algodón y la lana continúan siendo actividades relevantes a nivel regional y global. Su producción resulta significativa en las economías regionales y en los usos del suelo. El algodón es clasificado como una fibra textil de origen vegetal y la lana como una fibra textil de procedencia animal.

La producción primaria del algodón, mediante los procesos de cultivo y cosecha, obtiene como producto el algodón en bruto en forma de capullo, que comprende la corteza, la fibra y las semillas. Luego de ser cosechado, eliminada su humedad y separadas sus impurezas, el algodón es derivado directa o indirectamente (a través de un agente comercial conocido en Argentina como acopiador) al desmote. El desmote es la etapa de transformación agroindustrial a través de la cual se separa la fibra de la semilla y de la cáscara. Luego se limpia la fibra y se conforma el fardo para su comercialización en el mercado interno e internacional. El producto principal del desmote es la fibra y el secundario, la semilla.

La semilla se maneja a granel y sus destinos básicos son la industria aceitera y el uso como forraje para ganado vacuno y como semilla para siembra. De la semilla se aprovecha el *linter* (conformado por las fibrillas debiendo removerse de la semilla y ser empacado como si fuera un fardo de algodón) que generalmente se usa como algodón hidrófilo, ya que es un material limpio. La *cáscara* se aprovecha como fuente de proteínas en la alimentación de animales (pellets), y del *núcleo* se obtienen aceite y harina. El aceite se utiliza con fines alimenticios y como materia prima para obtener *biodiesel*; también se obtiene glicerina (alimentación humana, fármacos, cosméticos, industria del tabaco, espumas poliuretánicas, resinas alquídicas, alimentación animal, emulsificante). La industrialización de la semilla del algodón afianzó la sustentabilidad de su cadena agroindustrial y los residuos también tienen posibilidades de uso en otras actividades industriales (Mundo Algodonero; De la Fuente, 2013:419).




*Fuente: DIAR-DIAS en base a Indec e INTA.*
*Nota: (*) Fibras cortas que rodean la semilla. Utilizadas para producir fibras artificiales y papel.*

Figura 4: etapas de procesamiento y destino del cultivo de algodón (MECON, 2011:3).

Dentro del proceso productivo de la lana se distinguen dos grandes etapas, la primera compuesta por el procesamiento de la materia prima realizada en el campo a través del manejo ovino, instancia compartida con el procesamiento de los co-productos: carne y leche ovina. La segunda instancia corresponde a los procesamientos industriales.

La materia prima textil, constituida por la lana sucia, responde a un ciclo anual caracterizado por tres etapas: la señalada, la encarnerada y la esquila[9]. Las dos primeras son actividades ganaderas que determinan su duración por el proceso biológico del animal o por la especialización de sus productores, por ejemplo si se realiza inseminación artificial. La esquila, el acondicionamiento y el envasado se realizan en galpones adecuados. Se considera un ciclo completo desde la encarnerada de un año a la del año siguiente.

El proceso industrial, que comienza una vez obtenida la lana esquilada se realiza en las plantas manufactureras con la actividad de clasificar las lanas sucias (según la finura y la determinación del tipo industrial); luego se separan las grasas y otras sustancias extrañas, sin remover la materia vegetal, que se elimina posteriormente mediante químicos o dispositivos mecánicos sin afectar las fibras. Las instancias industriales siguientes corresponden al cardado, peinado, estiramiento, bobinado en *tops* (lana peinada), y al hilado (Báez Mendoza, 2005). Luego los productos son comercializados.

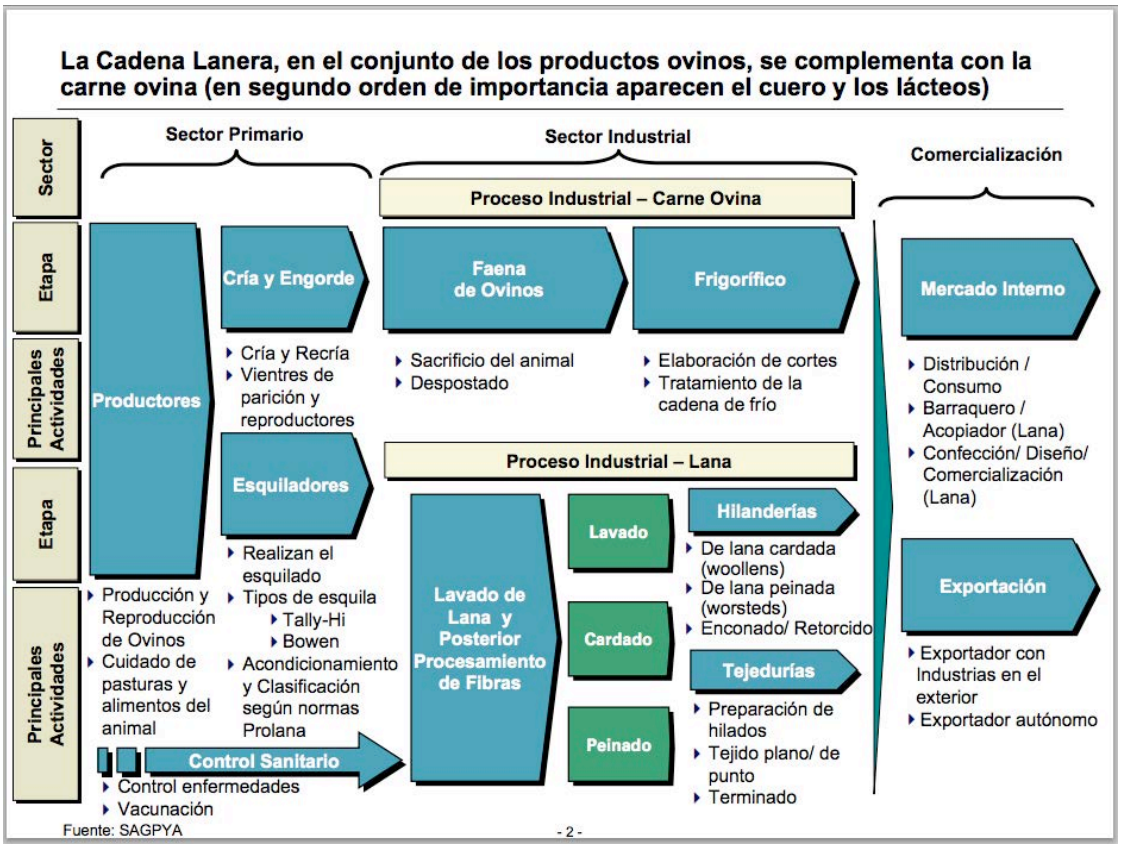



Figura 5: cadena de procesamientos y destinos de la lana y co-productos (UIA, 2004:2).

[9] La *encarnerada* constituye el proceso de servido del carnero a la oveja, puede ser de manera natural en el campo corral, o con inseminación artificial. La *esquila* puede realizarse en dos momentos distintos, dependiendo del productor, de acuerdo con la ubicación del establecimiento y las condiciones de la majada; la esquila pre-parto es 20 días antes de parir, y la esquila post-parto es 2 meses después de parir. La esquila es a tijera o con máquina. La *señalada* indica el proceso de colocación en el animal de la señal de propiedad del campo, la señal se registra en el *registro nacional de propietarios*.

En los procesos que intervienen en la obtención primaria tanto del algodón como de la lana, ya sea durante el cultivo o durante el pastoreo ovino, el consumo de energía eléctrica no aparece como un valor relevante. En estas instancias, agrícolas o ganaderas, se ha detectado el consumo de combustible durante el cultivo y la cosecha del algodón, principalmente por el uso de los tractores; y en el caso de la lana, sobresale la importancia en el cuidado de los suelos y la huella de carbono del proceso.

El consumo de energía eléctrica comienza a ser significativo en la etapa industrial, en los procesos del desmote del algodón y en los procesos de lavado, peinado y cardado en la producción de las fibras de lana; estos datos de consumo han sido relevados durante el trabajo de investigación realizado en esta tesis. Sin embargo, con la finalidad de conocer el campo de estudio, se ha profundizado la descripción de todas las instancias intervinientes en los primeros procesos productivos para ambos casos.

## 2.1 Algodón

El algodón, tanto por fibra (producto principal) como por semilla (producto secundario) se reconoce como un *commodity* importante para las economías regionales. Su producción y la industria textil derivada resultan significativas tanto para las economías de los países desarrollados como en vías de desarrollo. El cultivo se encuentra ampliamente distribuido en más de cien países, ocupando el 2% de la tierra arable mundial, luego de los granos (incluyendo el cultivo de la soja) (Wakelyn, 2010, citado por De la Fuente, 2013:413).

La planta de algodón es una dicotiledónea que pertenece al orden Malvales, a la familia de las Malváceas, a la tribu Gossypieae y al género *Gossypium*. Según estudios de base molecular, la tribu Gossypieae tuvo antecedentes de su existencia de al menos 12,5 millones de años, con distribución en tres centros primarios de diversificación: Australia, África y el sur de la península Árabe, y el oeste del centro y sur de México. Actualmente se reconocen treinta y tres especies pertenecientes al género *Gossypium*, de las cuales solo cuatro fueron domesticadas con interés comercial: *Gossypium hirsutum* (especie tetraploide) desarrollada en Estados Unidos a partir del algodón nativo de México y América Central, incluyendo a la mayoría de las variedades comerciales de *Upland cotton* o algodón de fibra corta; constituye casi el 90% del algodón bruto producido en el mundo. *Gossypium barbadense* (otra especie tetraploide) con orígenes en Sudamérica, caracterizada por producir las fibras más largas (más de 35 mm) y finas con valor de *micronaire*[10] menor a 4. Con su carácter extra largo o *extra long staple* (ELS) constituye el 8% de la producción mundial, e incluye a las variedades comerciales egipcia, americana/egipcia y Sea lsland. Egipto y Sudán son los principales productores de ELS; *Pima*, como también se llama a las ELS americana/egipcia, se produce en el oeste de Estados Unidos y en Sudamérica. Las especies *Gossypium arboreum* y *Gossypium herbaceum* (ambas diploides) son asiáticas y europeas, sus fibras son cortas y gruesas (largo de 9,5 a 19 mm y un *micronaire* mayor a 6), se cultivan en India, Pakistán, Myanmar, Bangladesh, Tailandia y Vietnam (De la Fuente, 2013:413).

[10] El *Micronaire* o grosor de fibra es un índice de finura y madurez de la fibra. Las mediciones pueden ser influidas durante el periodo de crecimiento entre los 20 y 60 días después de floración por condiciones ambientales tales como estrés hídrico, altas temperaturas, baja radiación solar, deficiencias en nutrientes (De la Fuente, 2013:422).

El algodón crece como arbusto perenne con hábitos de crecimiento indeterminados, adaptado a climas subtropicales o templados, también pudiendo encontrarse en climas semiáridos. Se cultiva en áreas que tradicionalmente son demasiado secas para otros cultivos, requiriendo un gran volumen de agua para su crecimiento. A su vez, la planta es muy sensible a la lluvia cuando es excesiva o cuando el fruto alcanza su madurez; la humedad suele ser un factor causante de enfermedades, por eso suele cultivarse en zonas áridas, donde la humedad no es un problema, y el agua se provee por sistemas de irrigación (Matlock, 2008:2).

Las semillas pueden poseer un tratamiento previo con reguladores de crecimiento para maximizar la producción de estructuras reproductivas (importancia económica), o con fungicidas y pesticidas para aumentar la resistencia a las enfermedades y las plagas. Durante el ciclo de crecimiento también es común la aplicación de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, y químicos para controlar enfermedades. La rotación del cultivo también es un mecanismo conocido para ayudar a reducir las plagas y a conservar los nutrientes del suelo (Martins, 2014:43). Entre los elementos de importancia que requiere el cultivo del algodón se menciona al nitrógeno, el fósforo, el potasio, además del riego y los reguladores de crecimiento (debido al carácter indeterminado del algodón y su condición de especie perenne). La temperatura se reconoce como el principal factor ambiental que controla el tiempo de las etapas de desarrollo del algodón (De la Fuente, 2013:434,435).

El concepto de *tiempo térmico* fue ampliamente utilizado para predecir la duración de los diferentes estados de desarrollo en distintos cultivos. En el algodón se pueden diferenciar tres grandes etapas: la vegetativa de 0 a 35 días después de la emergencia, la reproductiva de 35 a 90 (DDE) y la madurez de 90 a 140 (DDE) (Constable, 1977; Constable y Shaw, 1988, citados por De la Fuente, 2013:423). Las fibras y las semillas del interior del *fruto* son liberadas cuando el crecimiento alcanza su instancia de madurez, llegando el momento de su cosecha. Luego de la cosecha se procede a la etapa del desmote, en la que se separa la basura, se regula la humedad, y se separan las fibras de la semilla y de la cáscara. Luego las fibras son compactadas y embaladas en fardos.

Al igual que otros cultivos, el algodón también se produce en sistemas orgánicos y no transgénicos, y puede certificarse como tal cuando es cultivado libre de pesticidas y productos químicos sintéticos. La certificación fue implementada en el período 1989-1990 y más de 20 países intentan producir algodón orgánico. Desde el año 2001 Turquía se ha destacado como el mayor productor; también se destacan India y Estados Unidos. En el 2005 la producción total de orgánicos fue de 25.000 t, lo cual constituyó menos del 0,12% de la producción total mundial (De la Fuente, 2013:437).

El análisis mediante la ECV determinó que ambos tipos de cultivos, el algodón convencional y el orgánico, tienen alarmantes impactos ambientales, reconociendo que el impacto ambiental del cultivo de las fibras de algodón convencional es mayor en comparación con el de las semillas orgánicas. El impacto ambiental del cultivo convencional se atribuye al uso de fertilizantes sintéticos de nitrógeno, fertilizantes de fosfato, cloruro de potasio, pesticidas, riego, laboreo-cultivo y transporte, mientras que en el caso del algodón orgánico se debe al uso de cloruro de potasio, fosfato de roca, estiércol, compuesto, riego, labranza y transporte. Entre los efectos del impacto ambiental del cultivo del algodón se encuentran el agotamiento

abiótico, la acidificación[11], el calentamiento global, la toxicidad humana y del agua dulce, de sus sedimentos y de la tierra. En ambos tipos de cultivos se observa que el riego es el principal impacto ambiental debido a las altas necesidades hídricas (Murugesh, 2013).

En la industria textil el algodón comparte la oferta con otras fibras naturales y con las fibras sintéticas; en la década del 50' ocupaba un 70% pasando en el 2000/01 al 40% (ICAC, 2009, citado por Martins, 2014). Durante los primeros cinco años del siglo XXI se observó un proceso acelerado de expansión del cultivo del algodón a nivel mundial, coincidente con la rápida adopción de cultivares de algodón genéticamente modificados (GM). La campaña 2007/08 utilizó variedades de algodón GM en el 50% del área de siembra mundial[12]. En el 2009/10 se produjeron 22 millones de toneladas en el mundo, ocupando aproximadamente una participación del 33% respecto a las otras fibras textiles, incluyendo a otras naturales, a las regeneradas y a las sintéticas (Martins, 2014:56; De la Fuente, 2013:416; Elvira, 2015:1).

Asia y América fueron los mayores productores de algodón desde 1960 a 2013, mientras que África registró un crecimiento siendo el tercer continente con mayor producción. Europa decreció su producción y Oceanía registra un crecimiento gradual. Hasta 1990 los tres mayores productores fueron EEUU, la Unión de las Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) y China. De 1990 en adelante, con la disolución de la URSS (1990/91), India pasó a formar parte de los tres mayores productores, juntamente con EEUU y China. China se convirtió en el mayor productor a partir de los años 80'; el crecimiento significativo aconteció desde el fin de la Guerra Civil y la fundación de la República Popular China hasta 2010. India viene verificando un incremento desde el año 2000 (Martins, 2014:56).

Durante los últimos 30 años el liderazgo como mayor productor lo mantuvo China, con un pico de 8 millones de toneladas en el 2008/09, y 6,6 millones de toneladas producidas en el 2012/13 (De la Fuente, 2013:416). Al liderazgo de China le siguió la producción de India, Estados Unidos, Pakistán, y Brasil. China e India fueron destacados, no sólo a nivel de producción, sino también en cuanto a área cultivada. En cuanto al rendimiento se destacó Brasil, seguido de China, estando India en último lugar. Las diferencias del rendimiento se relacionaron con los costos de producción y la adquisición de tecnología (Martins, 2014:57).

[11] La acidificación de suelos y de agua puede aumentar con las actividades agrícolas y por el uso de los químicos y combustibles fósiles en los procesos, manufacturas y transporte.

[12] Los programas de desarrollo de variedades estuvieron en un principio limitados exclusivamente al mejoramiento genético convencional; luego se incluyó la biotecnología (tecnología de ADN recombinante) que produjo el algodón *biotech* o transgénico. Estos materiales tuvieron tendencia a generar mejoras en el rendimiento con compromiso de calidad medioambiental a través del menor uso de agroquímicos. La introducción de algodón GM se realizó por primera vez en 1996, con la incorporación del Bacíflus *thuringiensis* (St), posicionando al cultivo como uno de los primeros en incorporar el uso de la biotecnología. Nueve países (representando el 59% del área de siembra mundial) permitieron usar algodón GM: Argentina, Australia, China, Colombia, India, Indonesia, México, Sudáfrica, y Estados Unidos (ICAC, 2010, citado por De la Fuente, 2013:437). En 2003/2004 cerca del 30% de la producción mundial de algodón era *biotech*, en 2004/2005 ascendió a 35% y en 2007/08 casi la mitad del mundo produjo algodón con cultivares GM (ICAC, 2010, citado por De la Fuente, 2013:437). Las variedades GM tienden a mejorar la resistencia a plagas y la tolerancia a herbicidas. La resistencia a insectos de la familia de los lepidópteros fue conferida mediante la incorporación de genes Bt (Bt alfaendotoxina), logrando reducir el uso de los insecticidas que afectan a los insectos benéficos. Por otra parte, los cultivares herbicidas-tolerantes permiten el uso de productos más seguros, menos persistentes para el control de un amplio espectro de malezas que reducen rendimiento y calidad de fibra. Las variedades INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) han sido populares, sin embargo en los últimos años otras variedades de compañías privadas lideraron el mercado con sus eventos biotecnológicos disponibles (Bt, RR), tales como DP 404, DP 402, NuOpaL. Entre las variedades INTA actuales se encuentran: Guazuncho 3 y 2000, Chaco 530, Oroblanco INTA, La Banda INTA, Cacique INTA, Gringo INTA, Mataco INTA, Porá INTA, entre otras (De la Fuente, 2013:437).

Australia tuvo una rápida expansión en los años 80’ y 90’, y en la última década fue registrada una disminución por graves problemas de sequía; el reciente registro de 2014/2015 da cuenta de un nuevo incremento productivo (ascendió alrededor de 501.000 toneladas métricas). Australia lideró el ranking mundial con los rendimientos promedio nacionales y con la calidad de las fibras de algodón (De la Fuente, 2013:416; Statista, 2015). El gráfico siguiente muestra a los países productores de algodón más importantes del mundo en el año agrícola 2014/2015.

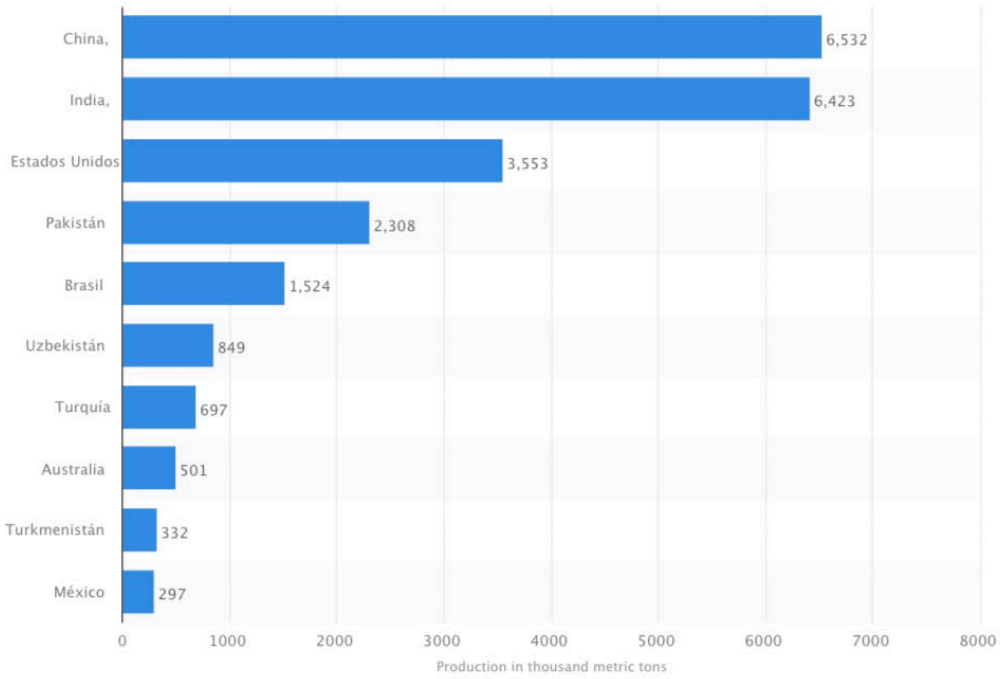



Figura 6: los diez mayores productores mundiales de algodón 2014/2015 (Statista, 2015).

A pesar de que el algodón blanco es el más popular comercialmente, en los últimos años se retomó el interés por los algodones pigmentados o coloreados naturalmente, los cuales son mutantes espontáneos de los algodones blancos y han existido desde hace 5000 años. El rendimiento es muy bajo y la fibra es muy corta y débil para su manufactura, no obstante en los últimos 15 años se ha intensificado su mejoramiento. Son cultivados en China, Perú e Israel, y los colores principales son el marrón, verde y algo de rojo[13].

El algodón principalmente es producido entre las latitudes 37° N Y 32° S, pero también se cultivó más al norte hasta el 43° N en Asia central y 45° N en China. En la Argentina la región algodonera se concentró principalmente entre los 25° y los 31° de latitud sur; dichas áreas de siembra se expandieron hacia el norte y hacia el sur. Algunas posibles causas de dicha expansión se atribuyen al nuevo sistema de siembra denominado *surcos estrechos* con altas densidades, logrando estabilizar significativamente la producción, y acarreando el uso de las nuevas máquinas cosechadoras *stripper* de bajo costo de adquisición y mantenimiento, y mejores precios.

[13] El color marrón se atribuye a la presencia de taninos en las vacuolas del lumen de las fibras, los diferentes colores de marrón y rojo amarronado a un Iípido bipolimerizado (suberina) ubicado entre las lamelas de micro fibrillas celulósicas en la pared secundaria.

### 2.1.1 Algodón en Argentina

El sector agroindustrial de la producción primaria del algodón en Argentina encuentra sus mayores áreas dedicadas al cultivo en gran parte del noreste argentino (NEA), integrado por las provincias de Corrientes, Chaco, Formosa y Misiones, por parte del noroeste argentino (NOA), integrado por las provincias de Catamarca, Jujuy, Salta, Santiago del Estero y Tucumán, y por partes del litoral. Las áreas con mayor superficie sembrada, volumen de producción, productores e industrias de desmote e hilado se encuentran principalmente en Chaco, Santiago del Estero y en menor medida en Santa Fe. Con menores extensiones de cultivo se pueden mencionar las provincias de Salta, Córdoba, San Luis, Formosa y Corrientes. Las distintas geografías determinan los tipos de cultivo, distinguiendo por ejemplo a las prácticas de regadío o de secano, con variables físico-biológicas diferentes y por lo tanto, determinando los tipos de sistemas de producción. De esta manera se encuentra diferenciadamente al subsistema de producción de cultivos con secano por ejemplo en Chaco, Formosa y Santa Fe, y al subsistema bajo riego, en parte de Santiago del Estero, Salta, Catamarca, San Luis y Córdoba[14]. Dependiendo de la provincia, la siembra suele realizarse entre septiembre y octubre, y la cosecha desde febrero del siguiente año hasta julio. La fecha se retrasa con el desplazamiento a mayores latitudes (De la Fuente, 2013:434,417; Lacelli, 2014; MECON, 2011:4).

La producción anual nacional de algodón en el período 2013-2014 fue de 1.019.653 toneladas, en el período 2014-2015 se registraron 795.345 t. En el período 2014-2015 las provincias algodoneras produjeron 326.120 t en Santiago del Estero, 296.475 t en Chaco, 112.880 t en Santa Fe, 30.380 t en Salta, 18.000 t en Formosa, 7.560 t en San Luis, 1.770 t en Entre Ríos, 1.060 t en Corrientes, y 1.100 t en Córdoba (MAGyP, 2015).

| Producción anual de algodón en toneladas por provincia 2014/2015 | | |
|---|---|---|
| Santiago del Estero | 326.120 | 41% |
| Chaco | 296.475 | 37.27% |
| Santa Fe | 112.880 | 14.19% |
| Salta | 30.380 | 3.81% |
| Formosa | 18.000 | 2.26% |
| San Luis | 7.560 | 0.95% |
| Entre Ríos | 1.770 | 0.22% |
| Corrientes | 1.060 | 0.13% |
| Córdoba | 1.100 | 0.13% |
| Total | 795.345 | 100% |

Tabla 1: producción anual algodonera por provincia 2014/2015, adaptado de MAGyP, 2015.

La distribución territorial registrada en el año 2010 muestra la tendencia coincidente de las tres principales provincias productoras algodoneras del país: Santiago del Estero, Chaco y Santa Fe. Sin embargo en el último registro, Santiago del Estero superó la producción de Chaco.

[14] Fuente: Diego Bela Ingeniero Industrial de la EEA Sáenz Peña-Chaco, comunicación personal.

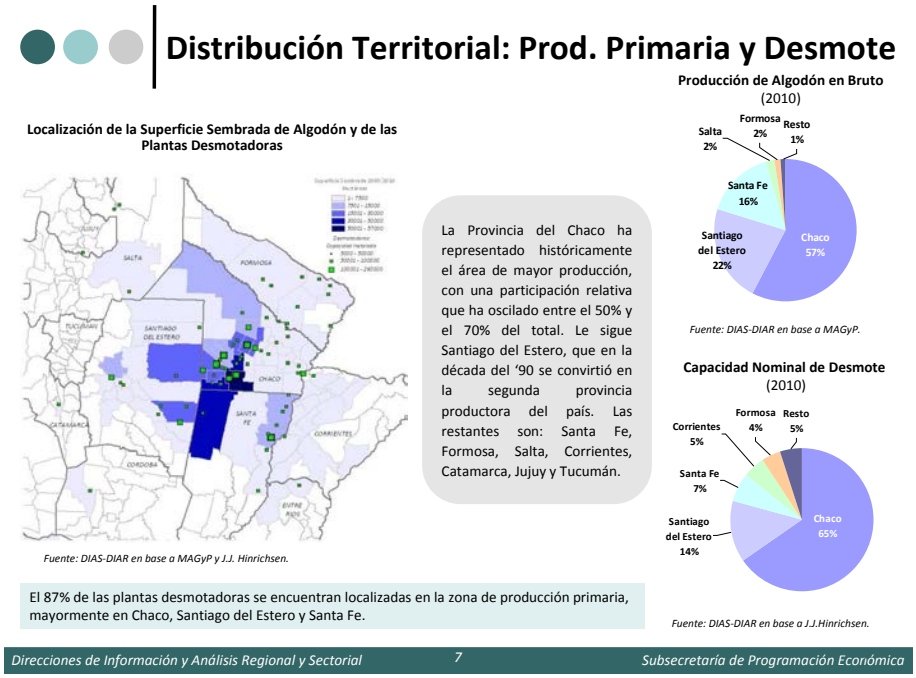



Figura 7: distribución territorial de los sectores de producción primaria y desmote, 2010 (MECON, 2011:7).

### 2.1.2 Producción

La producción primaria del algodón en bruto iniciada con el cultivo se abastece de insumos y servicios agropecuarios de la industria agroquímica, por ejemplo con semillas, herbicidas, insecticidas, fungicidas, reguladores de crecimiento, defoliantes, etc., y por maquinarias agrícolas como tractores, implementos, cosechadoras. La instancia generalmente requiere de la asistencia de profesionales independientes o de organismos oficiales, y de empresas contratistas, por ejemplo para los servicios de laboreo de suelo, siembra y aplicaciones de agroquímicos (en forma terrestre o aérea).

En Argentina la producción primaria del algodón fue clasificada según el tamaño de las explotaciones de superficie sembrada, y las características estructurales y organizativas. De esta manera esquemáticamente se distinguieron cuatro sistemas de producción: los sistemas productivos del minifundio, la pequeña y la mediana empresa, y las grandes empresas agropecuarias. El primer estrato generalmente se caracterizó por recibir apoyo a través de programas del gobierno nacional, provincial y/o municipal. El segundo y el tercer tipo de productores se relacionó con los propietarios de la tierra que la trabajan y que compran sus insumos en cooperativas o empresas privadas. El último estrato divisó a los productores propietarios, que además son arrendatarios de las tierras y poseen altos niveles tecnológicos y maquinarias actualizadas (Elena *et al*, 2008).

El 83% de los productores algodoneros son minifundistas, con menos de 10 has y ocupación del 20% de la superficie sembrada. Un 2,8% de los productores corresponde a los grandes productores con más de 100 has y el 25,6% de la superficie ocupada (MECON, 2011:9).

El algodón cosechado (en forma de capullo con corteza, fibras y semillas), una vez eliminada la humedad y separadas las impurezas, es derivado al desmote, directamente o indirectamente a través del agente comercial *acopiador*. En el desmote comienza la etapa de transformación agroindustrial donde se separan la fibra de la semilla y de la cáscara, obteniendo los productos, subproductos y residuos[15] (Elena *et al*, 2008).

En el territorio nacional se destacan dos tipos de empresas desmotadoras, las cooperativas constituidas por pequeños y medianos productores que procesan el algodón y se encargan de su comercialización, y las empresas privadas que operan predominantemente con medianos y grandes productores a quienes compran su algodón directamente o a través del acopiador. Ambos tipos de empresas pueden ser sólo prestadoras de servicios, y así efectuar el desmote a terceros, sean productores, comerciantes u otros desmotadores.

A mediados de la década del 80' las cooperativas representaban más de la mitad de la producción (55%), luego las empresas privadas tuvieron mayor participación con un 70%. En el país se estimaron 120 plantas desmotadoras, con capacidad de procesamiento aproximada de 1,8 millones de toneladas de algodón en bruto. Las empresas más importantes, alrededor de 20, son mayormente consignatarias de firmas internacionales, explicando gran parte de las exportaciones. Las cooperativas no realizan exportaciones directamente sino a través de los representantes de dichas empresas (MECON, 2011:10).

Los insumos y servicios para el sector del desmote son considerados de carácter industrial, y generalmente son abastecidos por proveedores con representaciones del exterior. Para desmotar el algodón en bruto se utilizan dos sistemas: el de sierra-costilla, mayoritariamente utilizado, y el de rodillos para longitudes de fibra superior a 45 mm. De 111 plantas desmotadoras relevadas en Argentina y distribuidas en la región algodonera, solo 72 operaron durante la campaña 2009/10 (MAGYP-INTA, 2010, citado por De la Fuente, 2013:442). De las maquinarias del parque nacional de desmote se observó diversidad de capacidades operativas diarias declaradas, número de cuerpos de desmote y número de sierras (del sistema generalmente utilizado de sierra-costilla).

Las desmotadoras se clasificadan en tres categorías: de baja capacidad, de capacidad media y de alta producción, con distintas características productivas como muestra la tabla 2. Por lo tanto, la capacidad operativa se relaciona con los distintos parámetros de las plantas desmotadoras (MECON, 2011:10).

[15] Según referencias de la campaña 2006/07, del total de algodón en bruto: 549.952 t, se obtuvo 177.000 t de fibra (32%), 302.473 t de semilla (55%) y residuos (13%). La fibra suele abastecer al consumo interno de la industria textil, exportando excedentes y sólo importando en años con déficit de producción. De los usos de la semilla se distinguió la siembra (4,5%), la obtención de aceite (63,10%), el forraje para ganado bovino (28,10) y la exportación a países vecinos (4,30 %). Los residuos y subproductos del desmote también tienen diversos destinos: la fibrilla para la elaboración de algodón hidrófilo, papel, pañales y otros productos textiles. Las impurezas como carpelos, fragmentos de tallos y ramas para combustible, ladrillería, fertilizantes orgánicos, etc. Como subproductos del proceso aceitero se obtiene linters, tortas, pellets y expellers, que son usados como suplemento del ganado bovino.

| Clasificación de desmotadoras por categorías | | | |
|---|---|---|---|
| Categoría | Producción | Características | % dentro del desmote total |
| De baja capacidad | hasta 200 t/día | desmotadoras convencionales en general antiguas | 31% |
| Capacidad media | entre 201 y 400 t/día | surgen antes de los 90' y no poseen tecnología avanzada | 27% |
| Alta producción | más de 400 t/día | equipos instalados en los 90', cuentan con tecnología e infraestructura avanzada | 42% |

Tabla 2: clasificación de las desmotadoras por su capacidad productiva.

Luego del desmote la fibra es secada, limpiada y enfardada, generalmente en fardos de 180 a 250 kg; así es transportada hacia los territorios provinciales donde se ubica la industria textil del hilado y tejido. El transporte principalmente se efectúa por camión, con poco uso del transporte fluvial y ferroviario, cuyo uso no ha sido alentado en las últimas décadas, en relación con las políticas de privatizaciones y concesiones de la década de los 90', quedando como resultado una infraestructura deficitaria sin que se haya revertido esta situación aún.

Por otro lado, los subproductos de la semilla (el linter, la cáscara y el núcleo) se derivan para sus destinos en la industria aceitera en la Provincia de Santa Fe, al uso como forraje para ganado vacuno o para siembra. De esta manera, la semilla para siembra proveniente de lotes de cultivos sembrados y registrados para tal fin se derivan del propio sector de producción primaria del desmote (Elena *et al*, 2008).

Históricamente, el sector algodonero de las provincias del NEA, del NOA y del litoral fue relevante en el desarrollo socio-económico regional, tanto para el caso de los pequeños productores como para la agricultura familiar, el minifundio, y los medianos y grandes productores. A partir de la década del 90', como consecuencia de mejoras en los precios internacionales, el sector algodonero argentino tuvo volúmenes récords en producción y exportación de fibra (Elena *et al*, 2008). Hacia la segunda mitad de esa década hubo un importante desarrollo del sector algodonero argentino. El alza de los precios internacionales y la demanda de Brasil impulsaron la incorporación de nuevas tecnologías y la modernización de los equipos, tanto para la instancia del agro como para la del desmote.

Finalizando la década, a partir de 1998 y como consecuencia de adversidades climáticas, de la caída de los precios internacionales, del incremento en la volatilidad de los mercados y del posicionamiento tecnológico de cultivos competidores, se inició una etapa crítica para las principales provincias productoras. Todo ello provocó una desaceleración, una eventual parálisis y un retroceso del sector algodonero, generando un endeudamiento generalizado de los productores y las desmotadoras. En ese contexto se inscribió el desplazamiento hacia el cultivo de soja.

Tras la devaluación del peso en el 2002, la industria textil presentó un significativo crecimiento. Entre el 2003 y el 2004 se registró una suba del 50% alcanzando con ello nuevamente niveles récords de producción, y conduciendo a nuevas inversiones. En el 2009

el nivel de actividad cayó, como producto de la crisis internacional, y se intensificó el uso de los precios de referencia como medidas de resguardo. En el 2010, con una mayor demanda interna y la aplicación de herramientas de protección comercial, el sector volvió a crecer. Los niveles destacados de exportación ocurrieron a mediados de la década del 90' y luego en el 2010. Argentina no es en general un importador de fibra de algodón, excepto cuando su producción no logra abastecer a la industria local (MECON, 2011:13,14,16,17).

En los últimos 20 años las superficies sembradas oscilaron entre 158.209 has y 1.133.500 has, la producción entre 201.506 t y 1.346.940 t de algodón en bruto (cosechado sin procesos posteriores de separación de fibra) y los rendimientos medios entre 965 kg/ha y 1.698 kg/ha (Piedra, 2009-2012).

Considerando en Argentina los rendimientos de algodón en bruto de alrededor de 1.200 kg/ha y un rendimiento al desmote del 33%, se alcanza una media de 396 kg/ha, valor por debajo de la media mundial de 750 kg/ha (De la Fuente, 2013:418). En base a una estimación de producción nacional de algodón de 30.000 productores y 120 plantas de desmote, el rendimiento promedio de producción primaria fue de 350/380 kg/ha, inferior a la media mundial de 600kg (MECON, 2011:4,9).

### 2.1.3 Proyectos y procesos

Las distintas situaciones mencionadas, como los mercados oscilantes, las condiciones climáticas y los aspectos tecnológicos, hicieron que en Argentina se padezcan períodos de gran inestabilidad, resultando en circunstancias perjudiciales para la cadena agroindustrial nacional (Piedra, 2009-2012). Como respuesta a este contexto y para mejorar la sustentabilidad en las dimensiones económica, ambiental y social, desde el INTA se propuso el Proyecto Integrador[16] atendiendo a las demandas de nuevas tecnologías y mejoras en la cantidad y calidad de los productos y subproductos, requerido por los territorios algodoneros[17]. Analizando las oportunidades, se definieron objetivos, productos y actividades que conforman el mapa de innovación institucional del proyecto para la cartera 2013-2018 (Mondino). Se incluyó la coordinación de recursos institucionales, conjuntamente con el Gobierno Nacional, Gobiernos Provinciales, Universidades, y otras instituciones del sector público y empresas del sector privado, destinados al mejoramiento genético, la protección vegetal, el manejo sustentable del cultivo, el territorio, la calidad de la fibra y propuestas estratégicas en general.

Operativamente, enmarcó los Proyectos Específicos para la adaptabilidad, productividad y calidad del algodón argentino (productos de nutrición, pérdidas de cosecha) y PROCALGODÓN (Programa de Asistencia para el Mejoramiento de la Calidad de la Fibra de Algodón), considerando también las tecnologías de manejo sustentable para el suelo y el ambiente, el impacto y la sustentabilidad de los sistemas. La heterogeneidad territorial del

[16] Enmarcado en el Convenio de Vinculación Tecnológica firmado con los gobiernos de las principales provincias algodoneras (Chaco, Formosa, Santiago del Estero y Santa Fe), por medio del cual las partes se comprometieron al aporte de fondos y a la realización de trabajos de investigación en biotecnología destinados a combatir el picudo algodonero; también incluyendo el *Procalgodón*, creado en el marco de un convenio INTA-Ministerio de Agricultura de la Nación.

[17] Programa de mejoramiento genético, gestionado por el INTA a través de la Estación Experimental Agropecuaria –EEA- Sáenz Peña en la provincia de Chaco y del Centro Regional Chaco-Formosa, procurando nuevos cultivares para introducir mejoras en la calidad de la fibra.

sector primario de la producción textil en el norte de país, requirió de gestión, generación y difusión de tecnologías acorde con las condiciones ambientales y singularidades de las regiones algodoneras (Bonacic Kresic). De esta manera ajustándose y adaptándose según los diferentes sistemas productivos (convencional, siembra directa), recursos ambientales (riego, secano) o estrato de productores (pequeños, medianos, grandes), se buscó desarrollar tecnologías de manejo de cultivo y cosecha adaptadas a las diferentes áreas agroecológicas y sistemas productivos.

Los principales parámetros se establecieron en función de la calidad de fibra y semilla y por el conocimiento del potencial de los productos y subproductos del desmote; también se consideró la mejoría de la gestión comercial generando un sistema de información económica (Mondino, 2009-2012), y la definición de estrategias conjuntas entre el sector público y el privado para enfrentar a la "superplaga" de la producción: el *picudo algodonero*[18].

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca estableció mediante la Resolución 782/2012 el Fondo de Compensación de Ingresos para la Producción Algodonera (FCIPA) según las provincias con especialización algodonera, para que sean financiadas las acciones necesarias para garantizar la sustentabilidad del cultivo del algodón, atenuando los efectos de las caídas productivas y de las oscilaciones bruscas y negativas de los precios[19].

Como políticas públicas, planes y programas de apoyo productivo, se contó con el Plan Sustentable y Fomento de la Producción Algodonera, con el FCIPA (Ley 26.060) gestionado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, y con los programas de apoyo y asistencia técnica a pequeños y medianos productores del sector, en Chaco, Formosa, Corrientes y Santiago del Estero (MECON, 2011:18).

Históricamente el algodón se sembró en sistemas de cultivo de baja densidad de plantas, con una distancia entre surcos de 0,9 a 1 metro, obteniendo plantas con numerosas ramificaciones y ciclos largos. El sistema de cosecha era de tipo manual o mecanizado con cosechadoras *picker* que "arrollaban" la fibra de las capsulas (mediante un husillo rotativo montado en dos

[18] Programa Nacional de Prevención y Erradicación del Picudo Algodonero, dependiente de INTA-SENASA. En el ámbito del Convenio de Vinculación Tecnológica INTA-Provincias Algodoneras. Si bien las plagas que afectan el algodón son: Trips, Pulgón, Broca, Oruga del capullo, Oruga de la hoja, Chinches horcias, Lagarta Rosada y Picudo del Algodonero. Por su actualidad y daño potencial, se destacó el *picudo algodonero, Anthonomus Grandis Boheman*. El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, centralizó la coordinación de las acciones para lograr la erradicación y control del picudo del algodonero del país. El Director Nacional de Protección vegetal mediante la Disposición Nº 5/2013. Bs. As., 27/9/2013, fijó las fechas anuales obligatorias para la siembra del algodón y para la destrucción de rastrojos del cultivo de algodón, para determinadas provincias: Catamarca, Chaco, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, La Rioja, Misiones, Salta, San Luis, Santa Fe, Santiago del Estero y Tucumán.

[19] Bs. As., 6/9/2012: visto expediente Nº S01:0197541/2011 del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, la Ley Nº 26.060 y el Decreto Nº 527/2007. La Ley Nº 26.060 tuvo como objetivo principal mitigar los efectos de dos problemas recurrentes en el sector algodonero: las condiciones climáticas y las variaciones bruscas de los precios (la superficie cultivada de algodón vario desde 1.009.800has en la campaña 1995/1996 a 158.210has en la campaña 2002/2003, la más baja desde 1934/1935, pasando por 406.215has en el año algodonero 2004/2005 y alrededor de 315.000 hectáreas para la campaña 2005/2006). Sumado a la inestabilidad de los precios, los costos de producción del cultivo registraron notables alzas derivadas tanto de la situación mundial de precios como de otros factores internos, disminuyendo la rentabilidad de los productores. En épocas de baja rentabilidad los productores cambiaron optando por la siembra de otros cultivos, disminuyendo notablemente la oferta de algodón y afectando toda la cadena productiva. La Ley contempló la fijación de un precio de referencia, el procedimiento de asistencia y contratación de seguros, el pago de compensación, y todo otro acto requerido para la consecución de los fines de la ley. http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/125000-129999/128174/norma.htm.

tambores giratorios por surco) adaptado específicamente para las distancias entre esos surcos, o con *púas*. Usualmente ese tipo de cosechadoras mantenía distancias fijas (aún así se encontraron equipos de distancia regulable). Las cosechadoras *picker* también tuvieron una variante de arrastre, con la ventaja de ser traccionadas por un tractor. En los años 90', se llegó a contar con aproximadamente 1.000 cosechadoras de este tipo en todo el país (De la Fuente, 2013:440,442).

La necesidad de los productores de aumentar la competitividad de la cadena algodonera, promover la calidad del producto y la sustentabilidad de los sistemas productivos llevó a los técnicos de INTA a trabajar en un sistema productivo basado en el estrechamiento de la distancia entre surcos y al aumento de la densidad de plantas que recibió el nombre de *surco estrecho* o *ultra estrecho*. Con surcos de 0,35 a 0,52m de distancia, con gran densidad de plantas de 17 a 19 nudos, una altura final inferior a los 0,9m, y un solo tallo principal. Este sistema de cultivo cambió la arquitectura del sistema, y también exige un buen uso de los reguladores de crecimiento, insecticidas y herbicidas.

La adopción del sistema de producción en *surcos estrechos* fue rápida por parte de los productores grandes y tecnificados. En cambio la implementación fue más lenta y con ciertos límites por parte de los productores pequeños y medianos, ya encontraron dificultades para conseguir las máquinas cosechadoras y las desmotadoras específicas, y además con falta de conocimientos para una correcta conducción del cultivo. Se descartó la posibilidad de usar las cosechadoras tradicionales *picker*, sujetas a las distancias fijas (para 0,9 a 1m) y la cosecha manual también deja de ser popular por los costos de recolección y los conflictos sociales.

La necesidad de contar con nuevas tecnologías o adaptar las conocidas de los surcos convencionales para el cultivo en *surcos estrechos* dio surgimiento a la cosechadora *stripper* (desarrollada en INTA de Reconquista, Santa Fe). Dicha cosechadora, mediante puntones y una plataforma regulable en altura, funciona "arrancando" la cápsula con la fibra. Tuvo variantes *stripper* autopropulsadas y de arrastre. La *stripper de arrastre* fue de bajo costo de adquisición y mantenimiento; su nombre popular es *Javiyu* (significa "capullo" en guaraní). La *stripper de arrastre* tuvo ventajas como la posibilidad de tener integrado un sistema de pre limpieza, disminuyendo el porcentaje de desechos previo al desmote; que en caso contrario, los sistemas limpiadores para la extracción de palos y carpelos y extractores de hojas e impurezas finas debieron incorporarse a las desmotadoras, ya que esta cosechadora acarreó un mayor porcentaje de impurezas comparado con las cosechas manuales o con las *picker*.

La dificultad de conseguir cosechadoras para los medianos y pequeños productores se revirtió con la campaña 2006–2007 INTA y la mayor disponibilidad de maquinarias en la región. Gran porcentaje del área de siembra de algodón en Argentina implementó el sistema de *surcos estrechos* (0,52m entre surcos) y altas densidades (200.000 plantas/ha). Una de las ventajas del sistema de cultivo en *surcos estrechos* y altas densidades se relaciona con el incremento de la radiación fotosintéticamente activa interceptada en las etapas tempranas de pre-floración, facilitando el uso óptimo y anticipado de la radiación solar, con nutrientes y agua (Roche, 2003 citado por De la Fuente, 2013:436).

El relevamiento del parque de equipos cosechadores de algodón en Argentina, efectuado en el marco del Procalgodón, demostró que el 64% de los mismos correspondían a equipos adaptados a cosecha en sistema de *surcos estrechos*. Del parque total de cosechadoras en la Argentina (962), un 60% se atribuyó al sistema *stripper* y el 40% restante al *picker* (MAGYP-INTA, 2011 citado por De la Fuente, 2013:440,442). Los datos fueron

consecuentes con la mayor proporción del sistema de siembra *surcos estrechos*, versus el convencional (con predominio del uso de variedades transgénicas) (Piedra, 2011-2012).

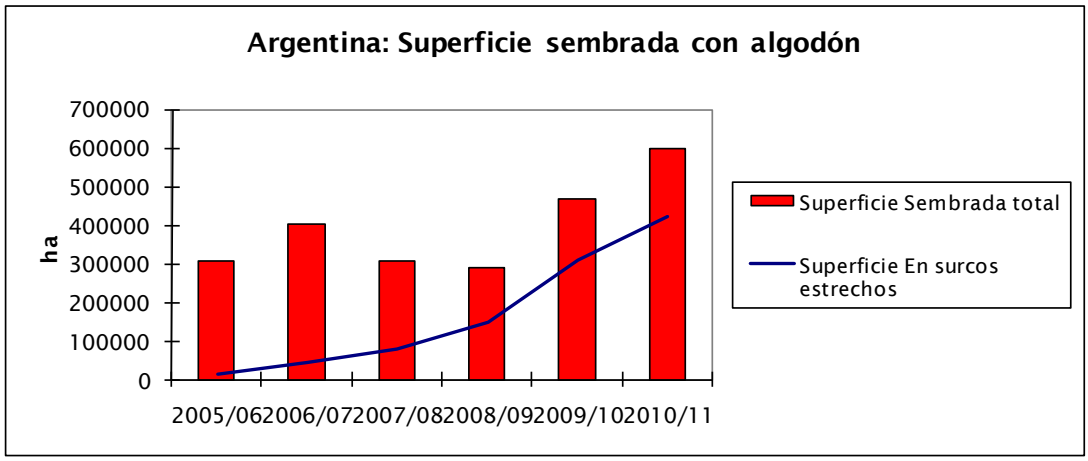



Figura 8: evolución de superficie sembrada en relación al sistema de *surcos estrechos* (Piedra, 2011-2012).

Por lo tanto, en las últimas campañas se incorporaron los avances tecnológicos (de siembra directa en surco estrecho y cultivares GM: Bt y RR) y maquinarias para la cosecha mecánica con sistema de extracción *stripper*, obteniendo un aumento de rendimientos y reducción en los costos de producción (MECON, 2011). Las cosechadoras de arrastre fueron una buena alternativa para los productores pequeños y medianos por su bajo costo de inversión y operativo, requiriendo una potencia de 50HP para realizar su trabajo, posibilitando el uso de un tractor, que la mayoría de los pequeños y medianos productores poseen.

### 2.1.4 Respecto a las ECV

El algodón es una fibra que se considera que acarrea significativos impactos ambientales; de hecho fue estimada como una de las fibras con *mayores* impactos ambientales. La fase del cultivo es caracterizada por poseer elevadas necesidades hídricas[20] y una gran dependencia de productos para el cuidado, entre ellos fertilizantes, pesticidas o reguladores de crecimiento. El consumo intensivo de grandes volúmenes de agua y el uso recurrente de los productos químicos (fertilizantes, pesticidas) tiene como consecuencia la contaminación del suelo y del agua, pudiendo conducir a la eutrofización[21] y a la contaminación del curso del agua por la migración de los contaminantes en el suelo al agua subterránea o por la escorrentía (arrastrando nutrientes y contaminantes de la superficie del suelo al agua), contribuyendo a la pérdida de la biodiversidad, tanto de seres acuáticos como terrestres, alterando o rompiendo la cadena alimenticia.

[20] El algodón suele cultivarse en regiones semiáridas y áridas, con necesidad de utilización intensiva de agua para irrigación; incluso es uno de los cultivos con mayores necesidades hídricas, con lo cual origina o empeora los problemas de la escasez de agua pudiendo inducir al agotamiento del recurso de agua dulce. Referencias de necesidades hídricas del cultivo de algodón son entre: 7.000 a 29.000 l agua/kg algodón con una media aproximada de 8.506 l/kg. Un ejemplo de referencia en China es de 4.710 l/kg, y en India de 20.217 l/kg.

[21] La eutrofización describe a la liberación de nutrientes en las actividades productivas como consecuencia de elevadas concentraciones en las vías navegables, con frecuencia haciendo proliferar algunas especies de fuerte crecimiento y reproducción por exceso de nutrientes; resultando generalmente en una pérdida de biodiversidad. De esta manera, se acumulan residuos orgánicos en el litoral marino, lagos, lagunas, embalses.

La utilización constante de pesticidas, afectando a los microorganismos presentes, provoca la disminución de la calidad fértil conduciendo a la necesidad de aplicación de fertilizantes para reemplazar los nutrientes, pudiendo causar salinización de suelos y consecuentemente la pérdida de productividad. El cultivo de algodón también es responsable de la emisión de GEI, principalmente $N_2O$ (óxido de nitrógeno), $CH_4$ (metano) y $CO_2$ (dióxido de carbono), y a menor escala CO (monóxido de carbono), $NH_3$ (amoníaco), $NO_x$ (óxidos de nitrógeno), $SO_2$ (dióxido de azufre), producto de procesos tales como la aplicación de fertilizantes nitrogenados, la quema de residuos de cosecha y la utilización de maquinaria en las operaciones y transporte: tractores, equipamiento de irrigación y cosecha, camiones.

Por lo tanto, la producción también es asociada con un consumo de energía, principalmente para el transporte, con las consecuentes emisiones contaminantes. El desmote se caracteriza por una elevada dependencia energética, traduciéndose en emisiones de GEI, directas o indirectas, resultante del transporte, la quema de combustible para el funcionamiento de las calderas y la energía eléctrica requerida por los procesos (Martins, 2014:24,45,46).

Si bien se reconocen a nivel global medidas adoptadas en relación con la eficiencia en los métodos de producción, transporte, elaboración de políticas y regulaciones, los objetivos actuales de acción abordan cuestiones referentes a los métodos de producción, de riego en zonas de escasez de agua, a la fragmentación de las instancias productivas que requieren el transporte constante, y a la matriz energética asociada. También se demanda la actualización de normas, políticas, acuerdos y la internalización de los costos ambientales (Martins, 2014:13).

En Argentina el Proyecto Nacional de Cultivos Industriales con un área de investigación vinculada al ciclo de vida de los cultivos industriales, coordinado por el Ing. Rodolfo Bongiovanni, tiene dentro de sus objetivos la aplicación de herramientas de evaluación ambiental en los productos, procesos o sistemas agro-industriales. Los estudios proponen conocer el desempeño energético y ambiental, y aportar información sobre la huella de carbono para poder desarrollar las actividades sustentablemente. Se planteó determinar la eficiencia energética de las labores y actuar sobre el perfeccionamiento de la maquinaria y las prácticas culturales para maximizar el aprovechamiento de la energía, el rendimiento y el resultado económico. Se propuso calcular la huella hídrica en los cultivos industriales, evaluar su incidencia sobre los recursos hídricos regionales y las alternativas para la sostenibilidad del sistema, aportando información sobre el consumo de agua (tipo y volumen) y sus fuentes de provisión, tanto en la fase agrícola como en la etapa industrial.

Dentro de ese marco, del Proyecto Nacional de Cultivos Industriales de INTA, y dentro del Módulo Análisis de Ciclo de Vida, la Estación Experimental Colonia Benítez, INTA, y la Estación Experimental Oliveros, Santa Fe, con un equipo conformado por Roberto Sáez, Flavia Francescutti y Gloria Rótolo en 2014, se analizó el caso del ciclo de vida del algodón en la Provincia de Chaco, Argentina. El objetivo del estudio fue determinar el comportamiento ambiental en la producción del algodón en Chaco e identificar los componentes o procesos que producen mayor impacto, para así poder reconocer los potenciales de mejora, desde las alternativas tecnológicas eficientes y bajo la mirada de la sustentabilidad.

En base al caso de un productor de la Ciudad de Basail, área de influencia de la Estación Experimental de Colonia Benítez, se consideró un rendimiento medio de 1.690 kg/ha: 1 tonelada de algodón en bruto es obtenida de cultivar 0.59 ha. Siguiendo especificaciones

protocolares definidas para el análisis de ciclo de la producción de 1 t de algodón (en bruto) se seleccionaron los factores, del Potencial de Calentamiento Global[22] a 100 años ($PCG_{100}$, kg $CO_2$ equiv/t), el Potencial Acidificación (PA, kg $SO_2$ equiv/t), el Potencial Eutrofización (PE, kg $PO_4^{3-}$equiv/t), y la Demanda de Energía Acumulada (DEA, MJ/t fibra= 1E+03 MJ/t).

En base a un inventario organizado en función de insumos como herbicidas, fertilizantes, semilla, reguladores, defoliantes, y en base a las actividades de cosecha, pulverización y siembra, sus maquinarias y consumos de combustible fósil, se concluye que la producción impacta al calentamiento global. La pulverización, la cosecha y la siembra, actividades relacionadas con el uso de fertilizantes y agroquímicos, constituyen emisiones directas que a su vez contribuyen al impacto en la acidificación y en la eutrofización. Las emisiones indirectas mediante la producción y el traslado de los fertilizantes nitrogenados, glifosato y fertilizantes fosforados, pesticidas y semillas respectivamente, también se reconocieron como influyentes en el calentamiento global.

El uso de los fertilizantes y el glifosato mostró su impacto ambiental mediante emisiones de PCG, PA y PE, en forma directa durante el crecimiento del cultivo y en forma indirecta durante el proceso de fabricación de los mismos. Aunque el propósito en el empleo de los fertilizantes sea incrementar los rendimientos y mantener el balance nutricional del suelo, dado su impacto ambiental el desafío es buscar alternativas ambientalmente sustentables, sin descuidar los niveles de productividad, pero disminuyendo el uso de herbicidas y fertilizantes[23].

[22] El Potencial de Calentamiento Global es una factor de caracterización que describe el impacto de forzamiento radiactivo de una unidad de masa base de un gas determinado de efecto invernadero en relación con una unidad equivalente de dióxido de carbono durante un determinado período (ISO 14067). Se estima la contribución de la unidad funcional en el PCG en unidades de masa (típicamente kg) de CO2-e por unidad de producto.
[23] Información suministrada por comunicación personal: Gloria Rótolo y su equipo, y Marío Hugo Mindino.

Características generales de la producción de algodón en Argentina

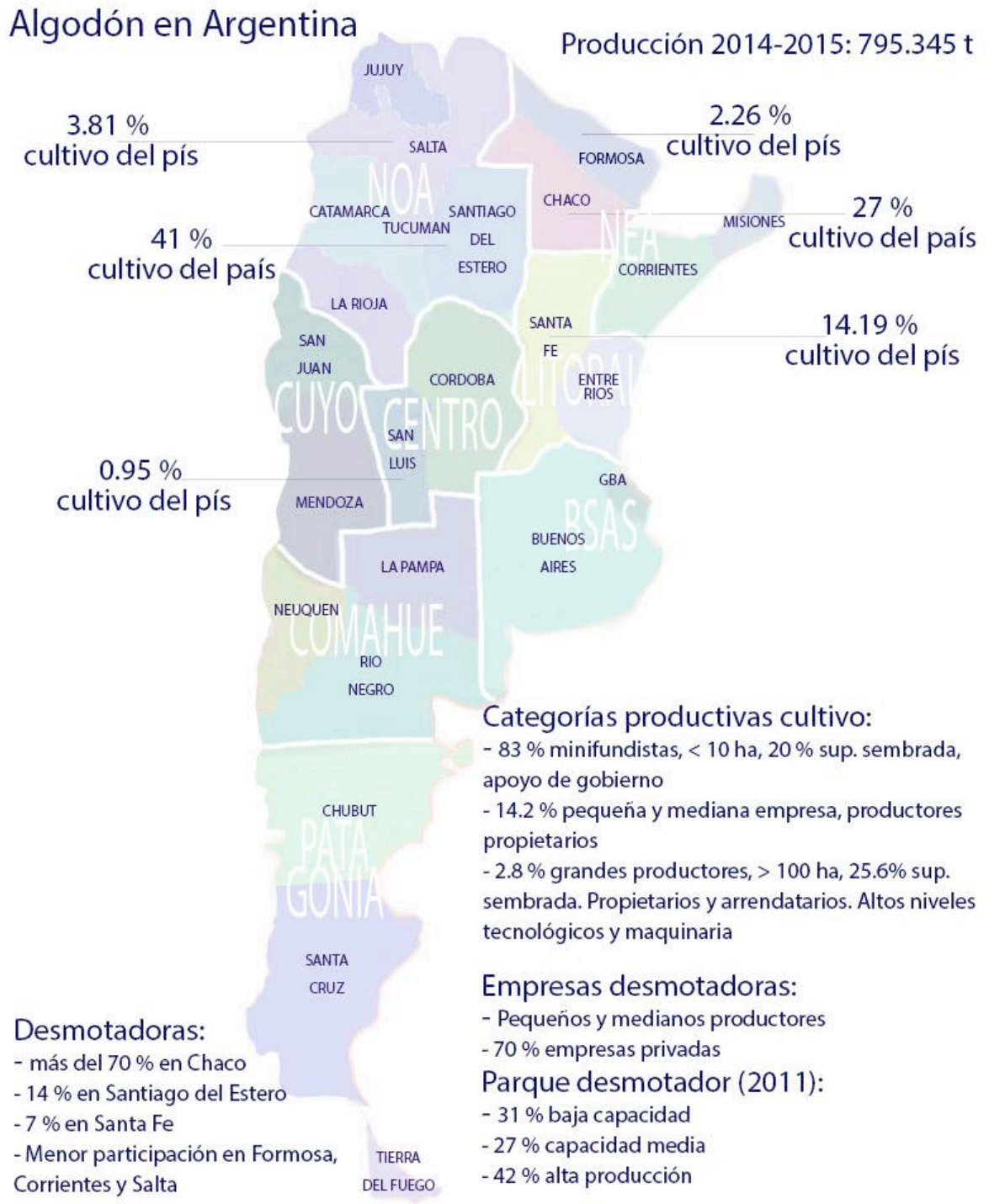



Figura 9: características generales de la prodcucción algodonera en Argentina.

## 2.2 Energía en la producción de algodón

El Centro de Agricultura y Sostenibilidad Rural de la Universidad de Arkansas desarrolló un modelo acerca del uso de la energía en el procesamiento del algodón, identificando una serie de prácticas de la producción en todo el mundo. El estudio se basó en diez regiones (considerando que dentro de un país puede existir variabilidad en las prácticas), según la infraestructura, la topografía, el clima, la cultura, la economía agraria y una variedad de otros factores. La *energía* fue concebida desde un sentido amplio, distinguiendo que la principal diferencia de su uso proviene de la demanda de riego, la fertilización, y los rendimientos (Matlock, 2008:8).

Mediante la ECV se cuantificaron los diversos insumos energéticos, incluyendo la energía mecánica, animal y humana necesarias para producir una unidad de algodón bruto (expresado en toneladas). También se consideró la energía incorporada en el abono, los componentes mecánicos y el estiércol y se analizaron los productos secundarios (semillas, aceites) midiendo el potencial de la energía recuperable. Con el modelo se registró la energía utilizada en la realización de diversas tareas de la producción del algodón, incluyendo la preparación del terreno, siembra, operaciones de campo y cosecha. El promedio de la energía incorporada en la producción de una tonelada de algodón de las diez regiones del mundo estudiadas se extendió de 5600 MJ/t (en América del noreste) a 48.000 MJ/t (en América del Sur no mecanizada).
La ECV de la energía asociada con el uso de estiércol como fertilizante en la producción de algodón, demostró la gran cantidad de energía contenida en él. La cuantificación de ese costo de oportunidad, donde la energía estiércol puede ser prácticamente utilizada, por ejemplo como combustible para la calefacción o para cocinar, aumentó la energía incorporada en la producción de algodón de esos sistemas casi diez veces.

La ECV de los costos energéticos netos de producción, medida como energía incorporada menos energía potencialmente recuperada (aceite de semilla de algodón y harina), mostró que seis de los diez escenarios de producción regionales tenían el potencial de ser sistemas de producción de energía neta. Las variables más sensibles para la producción de energía neta, para el caso del algodón, son el rendimiento y el riego (Matlock, 2008:1).

### 2.2.1 Parámetros de consumo de combustible fósil en la cosecha

Desde la introducción de la *picker* de algodón en 1942 y la comercialización de su sistema de cosecha en 1943 y 1944, el consumo del combustible para las operaciones ha sido una preocupación para la determinación de las estimaciones de los costos de la cosecha. En los sucesivos estudios presentados por Willcutt, *et al* (2008:796,797,799) desde aquella fecha, los registros del consumo se efectuaron con diferentes tipos de cosechadoras y cantidades de hileras. En todos los casos presentados, las cosechadoras utilizaron el combustible para sus motores, relevándose mayor consumo de combustible para la primera cosecha y menor consumo para la segunda. El consumo de combustible fósil incluyó el uso de gasolina y de diesel y las medidas referenciales fueron en horas/fardo, galones (3,785412 l)/acre, y galones/fardo; en los ejemplos no se aclaró la superficie considerada por acre, ni los kg del fardo. En algunos casos se hizo distinción del tipo de suelo, por ejemplo mencionando un tipo de suelo arcilloso.

Desde principios de los 80' no se dispuso de registros de consumo de combustible; los registros posteriores y presupuestos confiaron en estimaciones derivadas de fórmulas, basándose en porcentajes de carga y en los motores disponibles. La Extensión del Servicio de Planificación de Presupuestos para el Algodón de Mississippi State University mostró en 2007 el consumo de combustible para una cosechadora de seis hileras estimado en 16.98 galones/hora y una tasa de rendimiento de 0.145 hora/acre o un consumo eficaz de 2.46 galones/acre. Nelson *et al*, señalan que los agricultores de West Texas estimaron un consumo de combustible de recolectores *pickers* y *strippers* en un promedio de 50 galones/día sobre una jornada de 10 horas.

Willcutt *et al*, efectúan un estudio registrando dos granjas en 2006 y seis en 2007 para establecer una predicción ajustada acerca del uso de combustible. Se consideró el consumo de combustible diario, las horas de operación y las hectáreas cosechadas por seis hileras *picker*. El combustible suministrado a una máquina se midió con medidores de flujo digital en línea calibrados contra un cilindro de combustible. Cada sistema de maquinaria fue supervisado por cinco o más días consecutivos de cosecha y se registraron los cambios en el estado de la operación durante un día completo para determinar la eficiencia de los sistemas de cosecha convencional. El consumo de combustible en el sistema de cosecha convencional por ocho *pickers* de seis hileras registró un promedio de 10.53 galones/hora en el funcionamiento del motor. El consumo de combustible para los motores de los tractores *module builders* registró un promedio de 1.92 galones/hora y los *boll buggies* 2.12 galones/hora, monitoreados en las mismas operaciones. Basado en horas de operación del *picker*, esto tradujo en 0.34 galones/acre y 0.155 galones/fardo para el *module builder* y 0.38 galones/acre y 0.174 galones/fardo para el *boll buggy*; resultando en un total de 0.72 galones/acre y 0.33 galones/fardo.

Los datos no proporcionaron un análisis estadístico; sin embargo, el consumo de combustible de los diferentes sistemas de cosecha varió muy poco entre sí. La disminución histórica del consumo de combustible por fardo se atribuyó al incremento del rendimiento. Los sistemas de manejo *module builder* y *boll buggy* contribuyeron a reducir tiempo improductivo con un pequeño consumo adicional de combustible.

### 2.2.2 Patrones de uso de electricidad en desmotadoras de algodón[24]

El costo de la energía (electricidad y *dryer fuel*) se consideró como la segunda fuente más importante de costos variables de las desmotadoras de algodón después del trabajo estacional. El costo de la electricidad representa el 18% de los costos variables del desmote. Con el objetivo de disminuir costos, la eficiencia energética ha sido un tema de investigaciones, requiriendo identificar la distribución del uso de la energía en las cargas de los motores individuales de las distintas funciones del desmote. De esta manera, dentro del desmote, se individualizaron las cargas de los motores, distinguiéndose los módulos de limpieza de las semillas, las desmotadoras, la limpieza de las pelusas (linter), el prensado del fardo y el transporte del material.

Según la revisión de literatura efectuada por Hardin (2012), el uso energético en el desmotado ha sido registrado en estudios de investigación desde 1930'; destacando que

[24] Hardin, 2012:841,842-848

aunque la capacidad de desmotado y la energía conectada han aumentado significativamente, el uso de la energía promedio sólo varió de 40 a 56 kWh/fardo. Mediante diversas encuestas y revisiones bibliográficas, Hardin concluye que el consumo energético en el desmote muestra una tendencia ligeramente decreciente y que la variación en el uso de la energía entre desmotadoras es significativa, existiendo un rango desde unos 30 kWh/fardo a más de 70 kWh/fardo.

La necesidad de datos adicionales que explicaran mejor las diferencias en el uso de la energía dentro y entre las desmotadoras y la identificación de los factores que afectan el consumo para poder diseñar medidas específicas de eficiencia, orientó el estudio de Hardin (2010-2011) en cuatro regiones de Estados Unidos, en la temporada de desmote. De esta manera, se monitorearon tanto la cosecha *picker* como la *stripper* y se consideraron los estadios de limpieza, los tipos de cultivo, la temperatura y el peso del fardo. Para analizar el consumo eléctrico medio por fardo y la velocidad de procesamiento en las actividades del desmote, fue registrada la potencia, el consumo de energía de los motores y el factor de potencia (los métodos y el análisis fueron especificados en su estudio). El promedio del uso eléctrico se realizó por fardo, considerando fardos de aproximadamente 227 kg; no fue normalizado para el peso, lo que puede generar parámetros y comparaciones ligeramente variables. En el cálculo del promedio del consumo eléctrico se incluyó el efecto del tiempo de inactividad-ocio de la desmotadora; se definió como "tiempo ocioso" a los motores encendidos sin procesar al algodón en cualquier instancia del proceso del desmote.

La demanda de energía total y de los componentes y el factor de potencia fueron comparados con la máquina en ocio y con la máquina a su máxima velocidad de procesamiento (tasa). Los resultados encontraron un consumo de electricidad media de 35,8 kWh/fardo, con una amplia variación de rango entre las desmotadoras de 27,7 a 43,5 kWh/fardo. Las diferencias principalmente fueron atribuidas al equipo instalado, en gran medida responsable de la velocidad de procesamiento y en consecuencia afectando el consumo energético. Dadas las grandes diferencias entre las desmotadoras y dado que el consumo de electricidad por fardo se mantuvo casi constante durante muchos años, Hardin destacó la existencia de un significativo potencial para mejorar la eficiencia energética. Dentro de las distintas instancias, el mayor consumo corresponde al manipuleo de los materiales (más del 56% del uso de la energía eléctrica), sujeto al equipo instalado y a la disposición de la planta; encontrando el mayor consumo en el uso de ventiladores (*fans*) utilizados para el transporte neumático.

Por lo tanto, las diferencias en los materiales de manipulación y la distribución del espacio fueron identificadas como causas significativas en las variaciones del consumo de energía eléctrica entre las desmotadoras. Si bien con medidas tales como la reducción de la velocidad de los ventiladores o el sellado de fugas en las tuberías y separadores, podría reducirse el uso de la energía, se encontró que la cantidad de energía utilizada para el manejo de los materiales depende en gran medida del diseño de la planta de desmotado, factor suele no ser económicamente factible de modificar con facilidad.

Desde la gestión, la eficiencia operativa fue el camino para la reducción del consumo energético. Se reconoció una máxima eficiencia energética operando las desmotadoras a plena capacidad con la frecuencia posible y evitando el funcionamiento en vacío del equipo (“durante períodos más largos que varios minutos”), corroborándose que las desmotadoras requieren casi tanta potencia cuando están paradas como cuando funcionan a plena capacidad. Promediando las instancias del desmote y desmotadoras, se calculó que se

requiere del 71% de la demanda de la potencia máxima estando ociosas[25]; por consiguiente, minimizando el tiempo inactivo en procura del funcionamiento en la capacidad posible también se contribuiría a la eficiencia energética del proceso. El factor de potencia medio fue 0,791, indicador interpretado de que algunos motores no funcionaban cerca de la carga máxima.

Se señalaron otros posibles ahorros energéticos como el reemplazo de los ventiladores por transportadores mecánicos; también evitar los equipos de limpieza innecesarios, entendiendo que lo "innecesario" es variable y dependiente del cultivo, del clima y de las prácticas de cosecha. Por lo tanto, se identificó que el tipo de cultivo también afectaba al consumo eléctrico en el desmotado, principalmente debido a las diferencias de velocidad de procesamiento, y eventualmente por el requerimiento de más instancias de limpieza. Si bien se observaron diferencias en la potencia requerida para cada cultivar, estas no fueron prácticamente significativas. La diferencia de energía entre la demanda más baja 1.053 KW y la más alta 1.064 KW en 40 fardos/h fue menos de 0.3 kWh/fardo[26].

El estudio también propuso un modelo[27] para predecir la potencia requerida y la electricidad utilizada para producir un fardo, con el supuesto de que una desmotadora utiliza una cantidad específica de energía en reposo y consume una energía adicional al procesar el algodón, linealmente proporcional a la velocidad de procesamiento (tasa).

Un estudio llevado a cabo en Australia mostró que el consumo de energía eléctrica del proceso del desmotado varió entre 46.5 y 58.55 kWh/fardo, asumiendo un fardo medio de 217 kg (Anthony & Mayfield, 1994, citado por Martins, 2014:46).

### 2.2.3 Uso de combustible fósil en el cultivo-cosecha y de energía eléctrica en el desmote

La revisión de la literatura acerca de los parámetros energéticos durante las primeras instancias de la obtención del algodón permitió reconocer el empleo de diferentes tipos de energía, mejor explicitados en las instancias del agro. El estudio presente, focalizándose en el requerimiento del combustible fósil y la energía eléctrica, registró particularmente a la necesidad del combustible fósil en el cultivo y la cosecha del algodón. En esa instancia, el consumo de energía eléctrica no resultó significativo como para ser relevado, ya que las actividades principales emplearon máquinas autopropulsadas o de arrastre con empleo de combustible, usualmente gasoil. Por lo tanto, en esa instancia se procuró obtener información acerca de la cantidad y calidad del combustible consumido. En la implementación del sistema de los surcos estrechos y de las cosechadores *stripper* no se indicó alguna alteración respecto al consumo combustible.

[25] Watson *et al.*,1964, encontró que las desmotadoras en ocio requirieron del 79% de su potencia en operación. Wilmot y Watson, 1966 calcularon un valor de 86%; ambos citados por Hardin, 2012.

[26] Griffin 1984, encontró diferencias significativas en la potencia demandada, el uso energético y la velocidad de procesamiento del desmotado en distintos tipos de cultivos. Anthony, 1989, con el desmotado de 20 tipos de cultivares comerciales encontró que la energía total utilizada por desmotadora varió de 35.7 a 51.1 kWh/kg. Boykin, 2007, con 65 cultivares calculó una energía neta de desmotado (restando la potencia requerida con la máquina ociosa a la potencia total, e integrándolo en el tiempo) que varió de 16.4 a 24.3 kWh/kg.

[27] El modelo se desarrolló para predecir la demanda de energía basada en la velocidad de procesamiento, la temperatura de desmote y las etapas de limpieza para cada desmotadora; pretendiendo, con el uso de los parámetros de este modelo, explicar casi todas las variaciones de energía eléctrica usada por fardo.

El uso de la energía eléctrica es relevante en la instancia del desmote. El conjunto de máquinas comandadas por motores eléctricos y el requerimiento energético para su funcionamiento condujo a analizar la cantidad y la procedencia del suministro. Acorde a la investigación citada en la sección anterior, la eficiencia y la velocidad del procesamiento del parque desmotador son factores significativos para el consumo energético. El estudio citado, además puso en evidencia un rango diferencial en el consumo de distintas desmotadoras.

El relevamiento de esta tesis no profundiza en los aspectos de la eficiencia energética de las plantas nacionales, ya que esto se debe realizar en profundidad e *in situ*, observando y analizando cada etapa de funcionamiento. Sí se analizó en la Tabla 2, de la sección 2.1.2, la clasificación de las desmotadoras del país, según el relevamiento del año 2011, mostrándose la composición del parque desmotador, acorde a una categorización de la capacidad operativa del equipamiento, donde se distingue que un 31% del desmote total posee baja capacidad operativa, el 27% una capacidad media, y el 42% una alta capacidad operativa.

En función de los datos, un estudio de eficiencia energética debe contemplar el funcionamiento de cada una de las plantas desmotadoras y detectar los potenciales de ahorro y de mejoras. La reducción de la demanda es la primera acción para lograr mayor sustentabilidad. En ese sentido, la implementación de medidas de eficiencia energética constituye una acción necesaria anterior a cualquier planificación de sustitución de una fuente de energía por otra de menor impacto. Por lo tanto, aunque aquí se desarrollen y se presenten las alternativas sustentables con energías renovables o con autogeneración, el diagnóstico y determinación de medidas de eficiencia energética, incluso considerando la cogeneración, son acciones previas e imprescindibles. Tal como se propuso en los objetivos de esta tesis, el relevamiento buscó obtener información de los requerimientos energéticos de los productores nacionales y la procedencia de su abastecimiento.

### 2.2.4 Relevamiento para el caso del algodón

El relevamiento del consumo energético, tanto a los cultivadores como a las desmotadoras nacionales, se efectuó con referencias adquiridas de la Cámara Algodonera Argentina y de Estaciones de trabajo de INTA. Las respuestas personales fueron escasas, pero referenciales en cuanto a las actividades desarrolladas, a los requerimientos energéticos y a los abastecimiento consecuentes. La información relevada se expone a continuación, incluyendo el caso de un cultivador y casos de firmas desmotadoras.

El modelo del cuestionario-cuadro (Anexo II) enviado por correo electrónico, posterior a un llamado telefónico que presentaba el requerimiento, solicitó en una primera instancia la información de la firma, la locación, el proceso efectuado, sea cultivo o desmote y los Kg de algodón procesados por mes. En el caso de ser una cultivadora, aplicaba la solicitud de la información de las hectáreas de cultivo. Luego, mediante un cuadro, se solicitaba completar el tipo de energía o combustible requerido, con opciones de energía eléctrica, gasoil, diesel y la opción de otros; para cada una de las alternativas de combustible se proponía completar el proceso en el cual se empleaba, la procedencia (de la energía o combustible: sea por conexión a la red, por una fuente determinada, autogenerada, comprada por litro, etc.) y por último se solicitaba la cantidad consumida por mes.

La información obtenida fue la siguiente:

- La Agencia de Basail suministró los datos de un productor de la zona de Colonia Benítez en Chaco. La información fue facilitada por Roberto Alonso André Sáez de INTA en la estación experimental de Colonia Benítez, Chaco, y Gloria Rótolo perteneciente a la estación experimental de INTA Oliveros en Santa Fe (Anexo III). Se reportó un lote dedicado al algodón de 280 ha, con un rendimiento promedio por hectárea de 1.650 t, dando un total de 462.000 t en el predio por campaña. Para el cultivo de una temporada se registró el requerimiento de *gasoil* (comprado) para los procesos de: pre siembra (con un tractor Fiat 650 de 80hp), siembra (sembradora de grano grueso de 16 líneos, Dolbi de arrastre; tractor Zanello articulado doble tracción de 180hp), fertilización, fumigación (fumigadora de arrastre, tractor Fiat 650 de 80hp), para la cosecha (cosechadora Javiyu de INTA, de arrastre sistema *stripper*, tractor Fiat 650 de 80hp y para el elevador (tractor "carancho" de 80hp Fiat 650 con gancho adaptado). Promediando todas las actividades descriptas se estimó un consumo de 65 l/hectárea. También se registró el consumo de *diesel* para el abastecimiento de insumos con una camioneta Ford '98, estimando un promedio de 48 l por campaña (la campaña aproximadamente se corresponde con seis meses)[28].

- La firma Buyatty S.A.I.C.A. ubicada en Las Breñas, Chaco, sin tener hectáreas de cultivo efectúa el servicio de desmote de algodón a terceros, procesando aproximadamente 12.000 t por mes de algodón. Para realizar dicha tarea declaró un consumo de energía eléctrica de aproximadamente de 1.250.000 kWh por mes abastecido por la empresa provincial distribuidora de la zona Secheep con cables de media tensión y una potencia demandada de 1,92 MW. No tiene energía autogenerada. La empresa también informó acerca de un consumo de gas licuado estimado en 60.000 kg por mes comprados a granel en camiones de proveedor GLP.

- La Firma Martín Hermanos S.A. ubicada en Coronel M. Leoncio Rico, en Santiago del Estero, tiene 3.800 hectáreas de cultivo y efectúa las tareas de desmote de algodón, aclarando que sólo trabaja en el desmote de algodón para uso propio en el Campo de Sachayoj (provincia de Santiago del Estero) en los meses de abril-mayo-junio y procesando por día de trabajo (24 hs) aproximadamente 300 t de algodón en bruto. La desmotadora posee varios motores eléctricos que suman aproximadamente la potencia de 1.050 kva. La energía eléctrica es abastecida por dos motores (propios) diesel de 550 HP c/u, pero al no poseer medidor desconocen con exactitud el consumo eléctrico. A su vez, para el desmote se consumen 20.000 kg de gas licuado y 25.000 l de diesel, ambos combustibles comprados. Tanto el estimado del gas como el del diesel se aclara que son valores promedio que varían de acuerdo a los años de clima húmedo o seco.

- La firma Unión Agrícola de Avellaneda Coop. LTDA situada en Avellaneda, provincia de Santa Fe respondió desde el área del desmote que donde se realiza la primera industrialización del algodón los datos son variables; que el energético es el que menos varía por tonelada de algodón desmotado, pero el resto es muy variable de acuerdo a la característica de cada campaña. Se consume energía eléctrica del sistema interconectado y

[28] La temporada del algodón modificó las fechas de siembra y destrucción de rastrojos para la Provincia de Chaco, establecido por la Resolución Senasa Nº 74 del año 2010, a través de la Disposición de la Dirección Nacional de Protección Vegetal Nº 5/2013. Se estableció para la provincia de Chaco la *fecha de siembra* del 1 de octubre al 30 de noviembre; y la *fecha de destrucción de rastrojo* hasta el 15 de junio.

GLP a granel muy variable según campaña, además degasoil para transporte interno de la desmotadora".

Durante el relevamiento se consultó a otros productores algodoneros que no han respondido. En el Anexo IV se encuentra la nómina de los productores consultados.

Profundizando en la búsqueda y comprendiendo el grado de inaccesibilidad de los datos solicitados y también asumiendo que incluso ante la obtención de respuesta, la información recibida podría no ser del todo representativa, se procedió a la averiguación del consumo de las empresas desmotadoras, en su carácter de grandes usuarios energéticos, consultando a los distribuidores de energía eléctrica provinciales. La decisión fue tomada percibiendo que en la mayor parte de los casos el consumo de energía eléctrica es abastecido por las instalaciones del SADI, por las distribuidoras o cooperativas provinciales.

Tal fue el camino seguido, solicitando la información del consumo de las desmotadoras directamente a los distribuidores provinciales y extendiendo el período del pedido de la información hacia la demanda del último año, para conocer la estacionalidad de la actividad.

Comenzando con la Provincia del Chaco, se contactó al distribuidor de energía Secheep. Configurando el mapa de abastecimiento de los distribuidores a las distintas regiones, se introdujo de la siguiente manera: las tensiones en alta tensión transportadas son de 500 kV y 132 kV, en media tensión son de 33 kV y 13,2 kV (una tensión más en media es en 7.6 kV, a partir de un solo cable de la línea de 13.2, habitualmente utilizada en la electrificación rural).

En el caso de Secheep, Transnea (empresa de transporte) le entrega 500 kV de energía en una Estación Transformadora (ET) donde la tensión se reduce a 132 kV. A su vez Secheep tiene gerencias y distritos (siendo la gerencia la localidad más significativa en consumo y los distritos localidades de menor consumo, respecto de una determinada región), por lo tanto, la tensión entregada (de 132 kV) a Secheep es llevada hasta cada una de las gerencias con más de 700 km de línea; cada gerencia recibe en 132 kV. Hasta esa instancia lo transportado es en alta tensión, luego se reduce y envía a los distritos en 33 kV. Tanto las gerencias como los distritos hacen otro rebaje de energía que es para la distribución interna de cada localidad en 13.2 kV, así se distribuye hasta cada Sub-Estación Transformadora Aérea (SETA), donde existen los transformadores de las ciudades, usualmente cerca de una esquina, y donde también hay un rebaje mas. Ya en baja tensión, o sea en 0.4 kV o 380 voltios (como más se conoce), y 220 voltios (cable de la línea de 380 voltios y un neutro).

Por lo tanto, Secheep recibe la energía del MEM a través del SADI. Existen en algunas locaciones las usinas térmicas *Delivery* que ayudan a las líneas de media tensión en las situaciones en que la demanda supera la oferta.

Respecto a la distribución de la energía a las desmotadoras de la Provincia de Chaco, Secheep ha brindado los datos de la facturación (en kWh) de los últimos meses. Los nombres de los usuarios fueron reservados por cuestiones de privacidad, en cambio se ha presentado la información de la localidad de cada una de las desmotadoras.

| Periodo | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Año | 2014 | 2014 | 2014 | 2014 | 2014 | 2014 | 2015 | 2015 | 2015 | 2015 | 2015 | 2015 | Localidad |
| 1 | 334.440,0 | 363.240,0 | 242.640,0 | 28.980,0 | 28.800,0 | 18.720,0 | 13.680,0 | 16.020,0 | 81.360,0 | 313.920,0 | 320.220,0 | 272.520,0 | Pcia. Roque Saenz Peña |
| 2 | 85.920,0 | 141.960,0 | 84.000,0 | 1.800,0 | 2.040,0 | 1.920,0 | 1.680,0 | 1.920,0 | 1.920,0 | 28.200,0 | 57.360,0 | 91.080,0 | Santa Sylvina |
| 3 | 101.304,0 | 125.640,0 | 78.264,0 | 576,0 | 216,0 | 288,0 | 0,0 | 360,0 | 13.680,0 | 82.728,0 | 95.976,0 | 64.368,0 | Santa Sylvina |
| 4 | 302.760,0 | 277.320,0 | 180.480,0 | 171.840,0 | 146.880,0 | 78.360,0 | 72.480,0 | 146.760,0 | 144.000,0 | 185.280,0 | 280.560,0 | 335.400,0 | Quitilipi |
| 5 | 11.520,0 | 366.480,0 | 142.560,0 | 9.000,0 | 9.720,0 | 9.360,0 | 7.920,0 | 10.440,0 | 9.000,0 | 221.400,0 | 505.800,0 | 258.840,0 | Gral Pinedo |
| 6 | 642.480,0 | 706.320,0 | 439.440,0 | 23.760,0 | 21.120,0 | 17.760,0 | 12.720,0 | 18.480,0 | 51.840,0 | 570.240,0 | 516.960,0 | 369.600,0 | Gral Pinedo |
| 7 | 26.890,0 | 24.370,0 | 23.500,0 | 21.180,0 | 23.710,0 | 24.300,0 | 21.850,0 | 26.500,0 | 26.290,0 | 23.860,0 | 19.830,0 | 27.220,0 | Pcia Roque Saenz Peña |
| 8 | 92.220,0 | 130.440,0 | 34.140,0 | 15.360,0 | 5.100,0 | 5.040,0 | 4.980,0 | 5.280,0 | 4.980,0 | 27.840,0 | 85.380,0 | 99.660,0 | Venados Grandes |
| 9 | 144.600,0 | 137.040,0 | 1.680,0 | 1.800,0 | 2.040,0 | 1.560,0 | 1.800,0 | 0,0 | 23.160,0 | 182.160,0 | 193.800,0 | 124.080,0 | Santa Sylvina |
| 10 | 117.600,0 | 86.040,0 | 78.000,0 | 1.920,0 | 1.920,0 | 1.560,0 | 1.080,0 | 1.080,0 | 1.440,0 | 13.560,0 | 61.560,0 | 88.560,0 | Santa Sylvina |
| 11 | 25.020,0 | 113.040,0 | 126.900,0 | 22.440,0 | 0,0 | 60,0 | 0,0 | 0,0 | 180,0 | 30.360,0 | 75.600,0 | 142.740,0 | Avia Terai |
| 12 | 48.720,0 | 88.920,0 | 32.400,0 | 2.280,0 | 840,0 | 0,0 | 0,0 | 1.800,0 | 1.320,0 | 4.800,0 | 41.880,0 | 50.640,0 | Villa Ángela |
| 13 | 269.460,0 | 302.040,0 | 316.620,0 | 244.320,0 | 238.620,0 | 130.500,0 | 18.960,0 | 3.840,0 | 3.960,0 | 65.820,0 | 247.320,0 | 292.680,0 | Charata |
| 14 | 1.920,0 | 2.040,0 | 1.920,0 | 1.800,0 | 2.040,0 | 1.920,0 | 2.160,0 | 2.280,0 | 2.040,0 | 1.920,0 | 1.920,0 | 1.800,0 | Gancedo |
| 15 | 198.600,0 | 280.320,0 | 80.040,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2.520,0 | 236.160,0 | 243.840,0 | 57.120,0 | Villa Ángela |
| 16 | 33.948,0 | 47.748,0 | 18.984,0 | 0,0 | 12,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4.824,0 | 66.036,0 | 33.660,0 | 18.540,0 | Cnel Dú Graty |
| 17 | 6.360,0 | 5.560,0 | 4.760,0 | 4.556,0 | 4.300,0 | 3.384,0 | 3.340,0 | 3.740,0 | 5.880,0 | 7.532,0 | 5.476,0 | 4.848,0 | Tres Isletas |
| 18 | 127.080,0 | 342.600,0 | 186.840,0 | 28.800,0 | 18.600,0 | 14.160,0 | 6.960,0 | 9.240,0 | 45.240,0 | 122.640,0 | 261.840,0 | 216.480,0 | Villa Ángela |
| 19 | 532800 | 414.240,0 | 268.080,0 | 1.200,0 | 7.200,0 | 8.160,0 | 8.160,0 | 11.520,0 | 10.080,0 | 129.600,0 | 284.160,0 | 259.200,0 | Cnel Dú Graty |
| 20 | 5.400,0 | 6.000,0 | 5.160,0 | 4.800,0 | 4.440,0 | 4.800,0 | 4.440,0 | 4.440,0 | 3.960,0 | 4.200,0 | 3.720,0 | 3.960,0 | Gral San Martin |
| 21 | 55.440,0 | 74.400,0 | 125.880,0 | 5.520,0 | 7.080,0 | 3.480,0 | 2.880,0 | 3.000,0 | 2.640,0 | 2.880,0 | 2.520,0 | 2.160,0 | Las Breñas |
| 22 | 5.400,0 | 6.000,0 | 5.160,0 | 4.800,0 | 4.440,0 | 4.800,0 | 4.440,0 | 4.440,0 | 3.960,0 | 4.200,0 | 3.720,0 | 3.960,0 | San Martin |
| 23 | 55.440,0 | 74.400,0 | 125.880,0 | 5.520,0 | 7.080,0 | 3.480,0 | 2.880,0 | 3.000,0 | 2.640,0 | 2.880,0 | 2.520,0 | 2.160,0 | Las Breñas |
| 24 | 35.280,0 | 36.792,0 | 9.720,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 27.432,0 | 8.424,0 | 13.464,0 | 21.096,0 | Quitilipi |
| 25 | 174.000,0 | 271.088,0 | 204.240,0 | 51.536,0 | 9.472,0 | 80,0 | 80,0 | 9.808,0 | 28.144,0 | 178.944,0 | 252.432,0 | 181.088,0 | San Bernardo |
| 26 | 243.120,0 | 384.000,0 | 336.480,0 | 129.720,0 | 11.880,0 | 9.960,0 | 5.640,0 | 7.680,0 | 8.160,0 | 114.120,0 | 156.480,0 | 68.640,0 | J J Castelli |
| 27 | 958.320,0 | 952.200,0 | 880.200,0 | 680.760,0 | 27.360,0 | 8.280,0 | 7.920,0 | 10.080,0 | 9.360,0 | 14.760,0 | 593.280,0 | 1.009.080,0 | Gancedo |
| 28 | 1.920,0 | 1.980,0 | 1.980,0 | 1.980,0 | 1.680,0 | 1.740,0 | 1.740,0 | 1.500,0 | 2.040,0 | 1.980,0 | 2.700,0 | 2.760,0 | Machagai |
| 29 | 266.400,0 | 458.400,0 | 270.480,0 | 200.880,0 | 40.320,0 | 4.560,0 | 0,0 | 0,0 | 24.480,0 | 220.080,0 | 290.880,0 | 251.280,0 | Villa Ángela |
| 30 | 88.670,0 | 75.070,0 | 18.910,0 | 8.220,0 | 130,0 | 170,0 | 140,0 | 170,0 | 20,0 | 77.840,0 | 92.570,0 | 79.240,0 | San Bernardo |
| 31 | 142.200,0 | 285.840,0 | 45.000,0 | 5.280,0 | 5.040,0 | 4.680,0 | 5.160,0 | 4.680,0 | 5.160,0 | 61.440,0 | 73.320,0 | 39.840,0 | Pcia Roque Saenz Peña |
| 32 | 1.224,0 | 1.356,0 | 1.320,0 | 1.584,0 | 1.512,0 | 1.560,0 | 1.656,0 | 1.704,0 | 1.488,0 | 1.428,0 | 1.512,0 | 1.428,0 | J J Castelli |
| 33 | 5.208,0 | 4.992,0 | 6.924,0 | 6.492,0 | 7.764,0 | 6.912,0 | 7.704,0 | 7.236,0 | 7.596,0 | 7.752,0 | 7.296,0 | 6.036,0 | Charata |
| 34 | 166.500,0 | 190.260,0 | 132.480,0 | 72.360,0 | 51.660,0 | 41.580,0 | 50.580,0 | 39.420,0 | 43.560,0 | 100.800,0 | 123.660,0 | 75.600,0 | Pcia Roque Saenz Peña |
| 35 | 3.456,0 | 2.152,0 | 1.728,0 | 2.160,0 | 2.656,0 | 3.192,0 | 3.752,0 | 3.520,0 | 3.120,0 | 2.560,0 | 2.584,0 | 2.664,0 | Hermoso Campo |
| 36 | 166.200,0 | 267.120,0 | 175.920,0 | 6.960,0 | | | | | 120,0 | 118.560,0 | 132.000,0 | 75.360,0 | Pcia Roque Saenz Peña |
| 37 | 15.120,0 | 19.200,0 | 47.040,0 | 64.320,0 | 29.160,0 | 19.440,0 | 13.440,0 | 14.280,0 | 12.840,0 | 13.080,0 | 13.680,0 | 15.000,0 | Avia Terai |
| 38 | 713.760,0 | 1.073.520,0 | 944.400,0 | 449.280,0 | 356.400,0 | 191.520,0 | 37.440,0 | 36.960,0 | 24.960,0 | 181.440,0 | 525.360,0 | 584.640,0 | Las Breñas |
| 39 | 74.340,0 | 77.160,0 | 64.380,0 | 41.820,0 | 5.700,0 | 2.160,0 | 1.860,0 | 2.520,0 | 15.180,0 | 90.960,0 | 52.440,0 | 50.700,0 | Meson De Fierro |
| 40 | 49.920,0 | 50.400,0 | 55.080,0 | 45.720,0 | 53.280,0 | 57.960,0 | 62.760,0 | 61.560,0 | 58.320,0 | 45.480,0 | 46.080,0 | 45.600,0 | Hermoso Campo |
| 41 | 247.440,0 | 366.240,0 | 83.520,0 | 9.360,0 | 7.200,0 | 9.120,0 | 5.040,0 | 8.160,0 | 14.880,0 | 232.800,0 | 320.400,0 | 170.880,0 | Villa Ángela |
| 42 | 56.985,0 | 125.910,0 | 58.710,0 | 0,0 | 15,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3.960,0 | 21.690,0 | 26.130,0 | 22.170,0 | Santa Sylvina |
| 43 | 360,0 | 420,0 | 480,0 | 480,0 | 420,0 | 720,0 | 1.020,0 | 900,0 | 900,0 | 840,0 | 660,0 | 660,0 | Gancedo |
| 44 | 599.280,0 | 670.320,0 | 511.920,0 | 60.000,0 | 21.840,0 | 13.680,0 | 12.480,0 | 16.080,0 | 30.000,0 | 570.000,0 | 677.040,0 | 681.120,0 | Gral Pinedo |
| 45 | 442.320,0 | 346.320,0 | 301.200,0 | 161.280,0 | 204.288,0 | 91.200,0 | 7.920,0 | 8.160,0 | 19.920,0 | 38.160,0 | 23.280,0 | 354.720,0 | Las Breñas |
| 46 | 141.540,0 | 136.320,0 | 150.000,0 | 50.820,0 | 1.320,0 | 1.500,0 | 1.200,0 | 1.320,0 | 1.260,0 | 139.200,0 | 156.120,0 | 182.400,0 | Gral Pinedo |
| 47 | 282.000,0 | 245.760,0 | 110.880,0 | 7.080,0 | 7.440,0 | 7.200,0 | 7.080,0 | 7.680,0 | 7.200,0 | 134.400,0 | 216.000,0 | 209.640,0 | Santa Sylvina |
| 48 | 123.840,0 | 148.320,0 | 151.200,0 | 16.800,0 | 5.760,0 | 4.800,0 | 5.280,0 | 5.280,0 | 5.280,0 | 6.240,0 | 122.880,0 | 185.760,0 | Gral Pinedo |
| 49 | 219.480,0 | 190.800,0 | 189.684,0 | 120.276,0 | 20.760,0 | 3.360,0 | 3.120,0 | 3.840,0 | 4.200,0 | 20.640,0 | 113.040,0 | 73.200,0 | Hermoso Campo |
| 50 | 87120 | 99120 | 67440 | 4200 | 2280 | 2040 | 1800 | 1800 | 1680 | 46680 | 85800 | 73200 | Santa Sylvina |
| 51 | 79740 | 92520 | 32040 | 43020 | 34740 | 31320 | 28620 | 43200 | 86940 | 86220 | 33120 | 23040 | Gral Roca |

Figura 10: consumo energético de las desmotadoras en Chaco, referencias de julio 2014 a junio 2015 (Fuente: Secheep).

- En Santiago del Estero la distribuidora de energía EDESE S.A., con líneas de distribución de 33 y 13,2 kV, provista de energía por el SADI, desde las líneas en 132 kV de Transnoa (Distro responsable de Operación y Mantenimiento del NOA), distribuye en toda la Provincia de Santiago del Estero la generación que en su mayoría (80%) proviene de la ET El Bracho, o sea de Generación Térmica a gas, gasoil y ciclo combinado, de aproximadamente 1000 MW instalados. A partir de febrero del 2014 se conectó a través de la ET Monte Quemado, al norte de Santiago con la línea NOA-NEA abasteciendo el otro 20 %. Esa obra transporta energía en 500 kV a través de 1.208 km y siete ET y posibilita la integración eléctrica en alta tensión del NEA con el NOA, y con el SADI.

Allí se reconoció la distribución a 10 desmotadoras, una textil hilandería y tejeduría, y una hilandería; dichas industrias se distinguieron por tener una actividad anual, y no estacional como las desmotadoras.

| Empresas Desmotadoras | periodo | EP | ER | EV | ET | pot P | pot R | pot V |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 201406 | 54900 | 166500 | 67200 | 288600 | 732 | 753 | 726 |
| 2 | 201406 | 1800 | 137550 | 67650 | 207000 | 297 | 518 | 509 |
| 3 hilandería y tejeduría | 201406 | 414900 | 1072800 | 503100 | 1990800 | 3357 | 3654 | 3384 |
| 4 hilandería | 201406 | 107280 | 274320 | 131400 | 513000 | 864 | 911 | 868 |
| 5 | 201406 | 3600 | 224280 | 86040 | 313920 | 173 | 1361 | 1375 |
| 6 | 201406 | 4860 | 203580 | 89280 | 297720 | 142 | 772 | 792 |
| 7 | 201406 | 30600 | 126000 | 37920 | 194520 | 610 | 611 | 619 |
| 8 | 201406 | 4800 | 352800 | 150240 | 507840 | 91 | 1248 | 1267 |
| 9 | 201406 | 1080 | 139200 | 6240 | 146520 | 24 | 701 | 683 |
| 10 | 201406 | 3360 | 185520 | 76080 | 264960 | 278 | 1193 | 1190 |
| 11 | 201406 | 7200 | 152400 | 52800 | 212400 | 132 | 960 | 948 |
| 1 | 201407 | 57000 | 151800 | 75000 | 283800 | 723 | 765 | 726 |
| 2 | 201407 | 1950 | 107550 | 49950 | 159450 | 315 | 552 | 528 |
| 3 hilandería y tejeduría | 201407 | 444600 | 1166400 | 538200 | 2149200 | 3447 | 3564 | 3438 |
| 4 hilandería | 201407 | 36720 | 95400 | 39240 | 171360 | 662 | 767 | 630 |
| 5 | 201407 | 51480 | 238320 | 106920 | 396720 | 1303 | 1408 | 1372 |
| 6 | 201407 | 3960 | 185760 | 84960 | 274680 | 68 | 803 | 774 |
| 7 | 201407 | 52200 | 149880 | 62160 | 264240 | 595 | 624 | 607 |
| 8 | 201407 | 4800 | 363840 | 137760 | 506400 | 58 | 1258 | 1243 |
| 12 incorporada julio 2014 | 201407 | 48600 | 144360 | 57360 | 250320 | 758 | 805 | 772 |
| 9 | 201407 | 6240 | 192360 | 100440 | 299040 | 24 | 692 | 694 |
| 10 | 201407 | 50400 | 235440 | 108720 | 394560 | 1171 | 1205 | 1188 |
| 11 | 201407 | 45600 | 194400 | 108000 | 348000 | 972 | 960 | 1008 |
| 1 | 201408 | 6000 | 132600 | 42600 | 181200 | 645 | 753 | 720 |
| 2 | 201408 | 1350 | 103950 | 49650 | 154950 | 245 | 515 | 513 |
| 3 hilandería y tejeduría | 201408 | 479700 | 1248300 | 590400 | 2318400 | 4014 | 3996 | 4023 |
| 4 hilandería | 201408 | 99720 | 253800 | 115200 | 468720 | 796 | 814 | 724 |
| 5 | 201408 | 87840 | 275760 | 127800 | 491400 | 1390 | 1498 | 1386 |
| 6 | 201408 | 3420 | 100980 | 99820 | 203220 | 63 | 761 | 761 |
| 7 | 201408 | 50400 | 130680 | 63840 | 244920 | 577 | 587 | 594 |
| 8 | 201408 | 3840 | 285120 | 116160 | 405120 | 77 | 1181 | 1186 |
| 12 | 201408 | 74880 | 204480 | 85680 | 365040 | 773 | 766 | 763 |
| 9 | 201408 | 4200 | 176760 | 93360 | 274320 | 24 | 686 | 686 |
| 10 | 201408 | 90000 | 261840 | 130560 | 482400 | 1162 | 1224 | 1219 |
| 11 | 201408 | 108000 | 248400 | 127200 | 483600 | 1008 | 984 | 996 |
| 1 | 201409 | 4800 | 20700 | 6300 | 31800 | 45 | 651 | 42 |
| 2 | 201409 | 900 | 30450 | 11850 | 43200 | 12 | 482 | 495 |
| 3 hilandería y tejeduría | 201409 | 507600 | 1284300 | 608400 | 2400300 | 4077 | 4005 | 4068 |
| 4 hilandería | 201409 | 95400 | 248400 | 111960 | 455760 | 734 | 756 | 702 |
| 5 | 201409 | 98640 | 281160 | 131400 | 511200 | 1498 | 1501 | 1494 |
| 6 | 201409 | 2340 | 70200 | 69300 | 141840 | 47 | 738 | 785 |
| 7 | 201409 | 46320 | 135000 | 56760 | 238080 | 541 | 542 | 538 |
| 8 | 201409 | 3360 | 242880 | 97920 | 344160 | 53 | 1133 | 1138 |
| 12 | 201409 | 56280 | 165480 | 59880 | 281640 | 746 | 740 | 742 |
| 9 | 201409 | 3960 | 179400 | 100080 | 283440 | 469 | 667 | 656 |
| 10 | 201409 | 98160 | 253200 | 132960 | 484320 | 1104 | 1130 | 1130 |
| 11 | 201409 | 114000 | 265200 | 133200 | 512400 | 984 | 984 | 984 |
| 1 | 201410 | 4800 | 20100 | 5400 | 30300 | 75 | 123 | 42 |
| 2 | 201410 | 900 | 3750 | 1500 | 6150 | 15 | 39 | 11 |
| 3 hilandería y tejeduría | 201410 | 533700 | 1355400 | 627300 | 2516400 | 4140 | 4167 | 4131 |
| 4 hilandería | 201410 | 100800 | 260640 | 119520 | 480960 | 760 | 799 | 781 |
| 5 | 201410 | 81360 | 218880 | 124200 | 424440 | 1260 | 1429 | 1318 |
| 6 | 201410 | 2880 | 27000 | 36900 | 66780 | 38 | 637 | 679 |
| 7 | 201410 | 46200 | 136200 | 58080 | 240480 | 542 | 554 | 548 |
| 8 | 201410 | 3360 | 10560 | 4320 | 18240 | 29 | 82 | 29 |
| 12 | 201410 | 54600 | 159240 | 70920 | 284760 | 788 | 766 | 778 |
| 9 | 201410 | 3720 | 162360 | 85560 | 251640 | 485 | 642 | 634 |
| 10 | 201410 | 30000 | 220320 | 113520 | 363840 | 1085 | 1130 | 1128 |
| 11 | 201410 | 109200 | 232800 | 126000 | 468000 | 972 | 984 | 984 |
| 1 | 201411 | 3900 | 16800 | 4800 | 25500 | 69 | 114 | 39 |
| 2 | 201411 | 600 | 3600 | 1050 | 5250 | 14 | 45 | 9 |
| 3 hilandería y tejeduría | 201411 | 498600 | 1289700 | 621000 | 2409300 | 4050 | 4050 | 3969 |
| 4 hilandería | 201411 | 98640 | 258120 | 118800 | 475560 | 770 | 788 | 770 |
| 5 | 201411 | 66960 | 191880 | 96840 | 355680 | 1055 | 1084 | 1066 |
| 6 | 201411 | 2880 | 5400 | 1980 | 10260 | 27 | 41 | 25 |
| 7 | 201411 | 30480 | 73920 | 33840 | 138240 | 544 | 534 | 546 |
| 8 | 201411 | 2400 | 6720 | 2880 | 12000 | 24 | 62 | 29 |
| 12 | 201411 | 54600 | 159240 | 70920 | 284760 | 788 | 766 | 778 |
| 9 | 201411 | 2040 | 100200 | 54240 | 156480 | 305 | 619 | 614 |
| 10 | 201411 | 2640 | 175200 | 70560 | 248400 | 34 | 1068 | 1061 |
| 11 | 201411 | 4800 | 168000 | 98400 | 271200 | 360 | 936 | 924 |
| 1 | 201412 | 4200 | 17100 | 5400 | 26700 | 66 | 546 | 39 |
| 2 | 201412 | 600 | 2550 | 1050 | 4200 | 20 | 44 | 6 |
| 3 hilandería y tejeduría | 201412 | 333900 | 889200 | 412200 | 1635300 | 3834 | 3879 | 3771 |
| 4 hilandería | 201412 | 96480 | 258120 | 115920 | 470520 | 785 | 806 | 792 |
| 5 | 201412 | 51480 | 161640 | 76320 | 289440 | 1008 | 1012 | 1019 |
| 6 | 201412 | 1980 | 9360 | 5580 | 16920 | 36 | 603 | 608 |
| 7 | 201412 | 12240 | 65640 | 31920 | 109800 | 524 | 530 | 536 |
| 8 | 201412 | 2400 | 6720 | 3360 | 12480 | 29 | 91 | 34 |
| 12 | 201412 | 54600 | 159240 | 70920 | 284760 | 788 | 766 | 778 |
| 9 | 201412 | 840 | 55560 | 1680 | 58080 | 16 | 593 | 290 |
| 10 | 201412 | 1920 | 4800 | 2400 | 9120 | 26 | 98 | 22 |
| 11 | 201412 | 2400 | 25200 | 10800 | 38400 | 636 | 756 | 768 |

| Empresas Desmotadoras | periodo | EP | ER | EV | ET | pot P | pot R | pot V |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 201501 | 4500 | 19800 | 5400 | 29700 | 96 | 111 | 36 |
| 2 | 201501 | 450 | 1800 | 900 | 3150 | 12 | 14 | 6 |
| 3 hilandería y tejeduría | 201501 | 410400 | 1064700 | 480600 | 1955700 | 4131 | 4185 | 4041 |
| 4 hilandería | 201501 | 33480 | 94320 | 33480 | 161280 | 767 | 806 | 742 |
| 5 | 201501 | 2160 | 11160 | 2880 | 16200 | 29 | 54 | 29 |
| 6 | 201501 | 1980 | 4860 | 3600 | 10440 | 34 | 34 | 23 |
| 7 | 201501 | 1200 | 22920 | 7560 | 31680 | 462 | 510 | 504 |
| 8 | 201501 | 2880 | 9120 | 4320 | 16320 | 34 | 72 | 34 |
| 12 | 201501 | 20400 | 59040 | 24960 | 104400 | 726 | 756 | 744 |
| 9 | 201501 | 600 | 960 | 960 | 2520 | 13 | 13 | 7 |
| 10 | 201501 | 1680 | 4080 | 1920 | 7680 | 19 | 22 | 14 |
| 11 | 201501 | 1200 | 4800 | 2400 | 8400 | 24 | 36 | 24 |
| 1 | 201502 | 3600 | 18000 | 4500 | 26100 | 72 | 120 | 33 |
| 2 | 201502 | 600 | 1650 | 900 | 3150 | 9 | 14 | 5 |
| 3 hilandería y tejeduría | 201502 | 475200 | 1230300 | 572400 | 2277900 | 4122 | 4176 | 4095 |
| 4 hilandería | 201502 | 91800 | 237960 | 109080 | 438840 | 770 | 785 | 749 |
| 5 | 201502 | 1440 | 9360 | 1440 | 12240 | 32 | 58 | 25 |
| 6 | 201502 | 2880 | 5400 | 2700 | 10980 | 38 | 59 | 23 |
| 7 | 201502 | 120 | 480 | 240 | 840 | 2 | 2 | 2 |
| 8 | 201502 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 201502 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 201502 | 720 | 1200 | 840 | 2760 | 17 | 16 | 7 |
| 10 | 201502 | 1440 | 4800 | 1680 | 7920 | 50 | 46 | 14 |
| 11 | 201502 | 1200 | 3600 | 3600 | 8400 | 24 | 36 | 24 |
| 1 | 201503 | 5100 | 84600 | 29400 | 119100 | 69 | 777 | 753 |
| 2 | 201503 | 600 | 13350 | 3600 | 17550 | 11 | 513 | 491 |
| 3 hilandería y tejeduría | 201503 | 530100 | 1354500 | 609300 | 2493900 | 4257 | 4284 | 4212 |
| 4 hilandería | 201503 | 105840 | 271800 | 123120 | 500760 | 770 | 817 | 742 |
| 5 | 201503 | 1800 | 7200 | 2700 | 11700 | 42 | 51 | 30 |
| 6 | 201503 | 2880 | 43920 | 2160 | 48960 | 52 | 797 | 29 |
| 7 | 201503 | 1800 | 67200 | 31440 | 100440 | 7 | 607 | 610 |
| 8 | 201503 | 6240 | 139680 | 19200 | 165120 | 58 | 1142 | 1176 |
| 12 | 201503 | 0 | 0 | 0 | 0 | 726 | 756 | 744 |
| 9 | 201503 | 840 | 2400 | 960 | 4200 | 20 | 29 | 7 |
| 10 | 201503 | 1920 | 5040 | 2160 | 9120 | 48 | 62 | 17 |
| 11 | 201503 | 2400 | 6000 | 2400 | 10800 | 24 | 84 | 24 |
| 1 | 201504 | 6000 | 170700 | 81900 | 258600 | 72 | 798 | 786 |
| 2 | 201504 | 1350 | 114450 | 55950 | 171750 | 11 | 522 | 516 |
| 3 hilandería y tejeduría | 201504 | 506700 | 1287000 | 583200 | 2376900 | 4203 | 4158 | 4086 |
| 4 hilandería | 201504 | 103680 | 269280 | 122400 | 495360 | 778 | 810 | 972 |
| 5 | 201504 | 5100 | 160800 | 34500 | 200400 | 84 | 1332 | 1317 |
| 6 | 201504 | 3600 | 207540 | 66420 | 277560 | 81 | 878 | 871 |
| 7 | 201504 | 16440 | 154080 | 86520 | 257040 | 613 | 634 | 632 |
| 8 | 201504 | 5760 | 275520 | 88320 | 369600 | 58 | 1248 | 1248 |
| 12 | 201504 | 120 | 20040 | 2160 | 22320 | 29 | 832 | 762 |
| 9 | 201504 | 1920 | 72720 | 25320 | 99960 | 19 | 743 | 714 |
| 10 | 201504 | 1920 | 30960 | 2880 | 35760 | 19 | 804 | 19 |
| 11 | 201504 | 1200 | 12000 | 3600 | 16800 | 24 | 24 | 24 |
| 1 | 201505 | 6000 | 174000 | 79800 | 259800 | 51 | 798 | 786 |
| 2 | 201505 | 2100 | 100200 | 50550 | 152850 | 11 | 507 | 507 |
| 3 hilandería y tejeduría | 201505 | 477900 | 1208700 | 558000 | 2244600 | 3969 | 4023 | 3987 |
| 4 hilandería | 201505 | 103320 | 261000 | 122760 | 487080 | 788 | 814 | 767 |
| 5 | 201505 | 86100 | 224400 | 86100 | 396600 | 1377 | 1329 | 1326 |
| 6 | 201505 | 3600 | 161100 | 66420 | 231120 | 86 | 878 | 864 |
| 7 | 201505 | 42360 | 114840 | 61800 | 219000 | 608 | 619 | 623 |
| 8 | 201505 | 4320 | 297600 | 108960 | 410880 | 58 | 1296 | 1296 |
| 12 | 201505 | 53160 | 169320 | 31800 | 254280 | 878 | 893 | 881 |
| 9 | 201505 | 3120 | 116160 | 78360 | 197640 | 17 | 720 | 718 |
| 10 | 201505 | 2880 | 121200 | 37680 | 161760 | 26 | 900 | 900 |
| 11 | 201505 | 6000 | 142800 | 9600 | 158400 | 24 | 996 | 960 |
| 1 | 201506 | 6000 | 169800 | 79200 | 255000 | 54 | 795 | 780 |
| 2 | 201506 | 1200 | 108750 | 48900 | 158850 | 9 | 522 | 521 |
| 3 hilandería y tejeduría | 201506 | 422100 | 1083600 | 489600 | 1995300 | 3798 | 3780 | 3690 |
| 4 hilandería | 201506 | 104760 | 271800 | 122400 | 498960 | 803 | 803 | 810 |
| 5 | 201506 | 101700 | 217500 | 63600 | 382800 | 1365 | 1326 | 1320 |
| 6 | 201506 | 3780 | 201960 | 77580 | 283320 | 56 | 878 | 869 |
| 7 | 201506 | 60600 | 131640 | 72960 | 265200 | 611 | 610 | 614 |
| 8 | 201506 | 4320 | 322560 | 123360 | 450240 | 58 | 1296 | 1296 |
| 12 | 201506 | 80760 | 233880 | 76680 | 391320 | 882 | 893 | 893 |
| 9 | 201506 | 3360 | 120480 | 76920 | 200760 | 16 | 698 | 698 |
| 10 | 201506 | 3120 | 183840 | 66000 | 252960 | 31 | 943 | 938 |
| 11 | 201506 | 68400 | 240000 | 122400 | 430800 | 1032 | 1044 | 1056 |
| 1 | 201507 | 6000 | 159300 | 51900 | 217200 | 63 | 795 | 756 |
| 2 | 201507 | 900 | 99150 | 39150 | 139200 | 23 | 504 | 504 |
| 3 hilandería y tejeduría | 201507 | 408600 | 1056600 | 474300 | 1939500 | 3231 | 3249 | 3276 |
| 4 hilandería | 201507 | 59760 | 159120 | 73800 | 292680 | 756 | 792 | 756 |
| 5 | 201507 | 96900 | 236400 | 124800 | 458100 | 1443 | 1416 | 1431 |
| 6 | 201507 | 35640 | 121860 | 73260 | 230760 | 873 | 866 | 864 |
| 7 | 201507 | 47040 | 131160 | 61080 | 239280 | 593 | 598 | 596 |
| 8 | 201507 | 5280 | 314880 | 120000 | 440160 | 53 | 1296 | 1301 |
| 12 | 201507 | 92280 | 234720 | 96600 | 423600 | 865 | 886 | 881 |
| 9 | 201507 | 2400 | 132000 | 58200 | 192600 | 17 | 694 | 692 |
| 10 | 201507 | 3360 | 208320 | 109440 | 321120 | 55 | 994 | 1008 |
| 11 | 201507 | 99600 | 259200 | 144000 | 502800 | 1032 | 1056 | 1044 |

Figura 11: consumo por desmotadoras, incluyendo la hilandería y tejeduría, y la hilandería. Energías y potencias en MWh (Fuente: EDESE S.A.).

| | ENERGIA | | |
|---|---|---|---|
| MWh | AÑO 2013 | AÑO 2014 | AÑO 2015 |
| ENERO | 2.587 | 2.512 | 2.347 |
| FEBRERO | 3.016 | 2.884 | 2.789 |
| MARZO | 3.677 | 3.149 | 3.482 |
| ABRIL | 4.412 | 3.494 | 4.582 |
| MAYO | 4.596 | 3.280 | 5.174 |
| JUNIO | 4.572 | 4.937 | 5.566 |
| JULIO | 4.503 | 5.498 | 5.397 |
| AGOSTO | 4.312 | 6.073 | 0 |
| SEPTIEMBRE | 3.485 | 5.728 | 0 |
| OCTUBRE | 3.287 | 5.152 | 0 |
| NOVIEMBRE | 3.309 | 4.393 | 0 |
| DICIEMBRE | 2.767 | 2.956 | 0 |

| | POTENCIA MAXIMA EN MW | | |
|---|---|---|---|
| MW | AÑO 2013 | AÑO 2014 | AÑO 2015 |
| ENERO | 3,9 | 4,1 | 4,2 |
| FEBRERO | 3,9 | 4,2 | 4,2 |
| MARZO | 3,9 | 4,5 | 4,3 |
| ABRIL | 3,9 | 4,1 | 4,2 |
| MAYO | 3,5 | 3,8 | 4,0 |
| JUNIO | 3,8 | 3,7 | 3,8 |
| JULIO | 3,6 | 3,6 | 3,3 |
| AGOSTO | 3,6 | 4,0 | 0,0 |
| SEPTIEMBRE | 4,1 | 4,1 | 0,0 |
| OCTUBRE | 4,2 | 4,2 | 0,0 |
| NOVIEMBRE | 4,2 | 4,1 | 0,0 |
| DICIEMBRE | 4,2 | 3,9 | 0,0 |

Figura 12: consumo total de energía de todas las desmotadoras años 2013, 2014 y 2015. Potencia máxima años 2013, 2014 y 2015 (Fuente: EDESE S.A.).

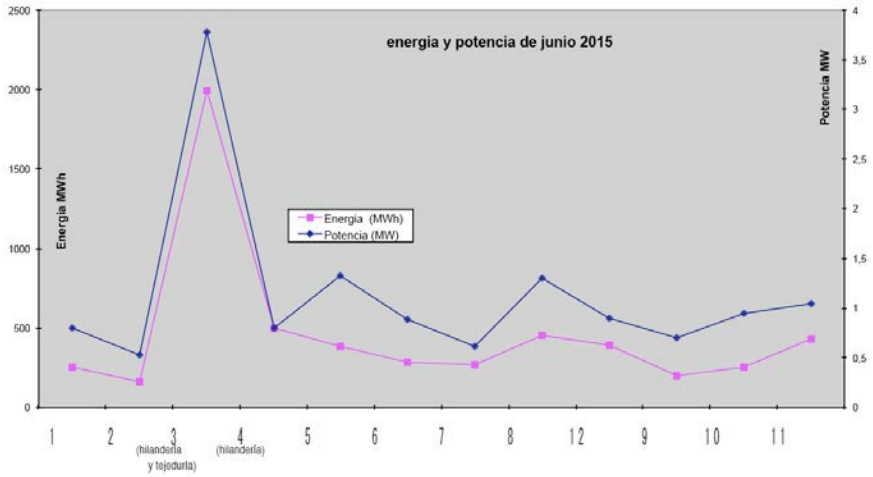



Figura 13: energía y potencia por desmotadoras, junio 2015 (Fuente: EDESE S.A.).

Considerando solamente las desmotadoras (incluyendo la desmotadora incorporada en julio 2014 y no considerando a la textil hilandería y tejeduría y a la hilandería) hubo un aumento del 76 % de la demanda del 2014 con respecto al 2013; de enero a julio del 2015 hubo un crecimiento del 48 % comparado con el mismo periodo del 2014.

| | ENERGIA MWh | | |
|---|---|---|---|
| | AÑO 2013 | AÑO 2014 | AÑO 2015 |
| enero | 96 | 81 | 230 |
| febrer | 123 | 88 | 72 |
| marzo | 928 | 228 | 487 |
| abril | 1.694 | 758 | 1.710 |
| mayo | 2.010 | 782 | 2.442 |
| junio | 1.738 | 2.433 | 3.071 |
| julio | 1.755 | 3.177 | 3.165 |
| agosto | 1.338 | 3.286 | 0 |
| septie | 399 | 2.872 | 0 |
| octubr | 96 | 2.155 | 0 |
| novier | 80 | 1.508 | 0 |
| diciem | 92 | 850 | 0 |

Figura 14: consumo energético por mes de las desmotadoras, años 2013, 2014 y 2015 (Fuente: EDESE S.A.)

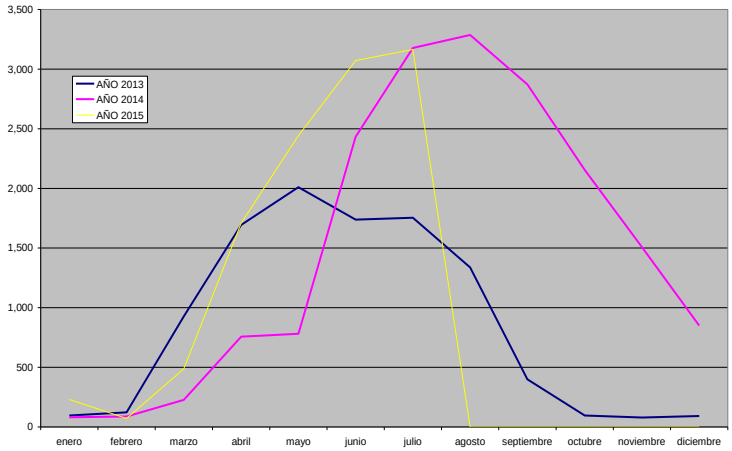



Figura 15: gráfico de la energía consumida por las desmotadoras; años 2013, 2014 y 2015 (Fuente: EDESE S.A.).

- En Santa Fe, la distribuidora provista por Cammesa (Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A.) es EPE. Respecto a las grandes demandas por facturación mensual del desmotado de algodón se reconocieron 5 suministros: tres ubicados en Villa Ocampo, uno en Las Toscas y el otro en la localidad de Villa Minetti. Se informaron los consumos en las tres bandas horarias (pico, resto y valle) de enero 2014 a junio 2015.

| Año | Mes | Consumos Energía Activa Pico (kW/h) | Consumos Energía Activa Resto (kW/h) | Consumos Energía Activa Valle (kW/h) | Suma de Total Consumos |
|---|---|---|---|---|---|
| 2014 | 1 | 8729 | 23712 | 9834 | 42275 |
| 2014 | 2 | 7049 | 22394 | 4810 | 34253 |
| 2014 | 3 | 5609 | 25144 | 9428 | 40181 |
| 2014 | 4 | 8631 | 95204 | 15615 | 119450 |
| 2014 | 5 | 12234 | 135978 | 24406 | 172618 |
| 2014 | 6 | 10121 | 250221 | 89534 | 349876 |
| 2014 | 7 | 10757 | 250100 | 110586 | 371443 |
| 2014 | 8 | 6453 | 243880 | 104217 | 354550 |
| 2014 | 9 | 4339 | 206954 | 90163 | 301456 |
| 2014 | 10 | 10689 | 174533 | 73671 | 258893 |
| 2014 | 11 | 4523 | 38819 | 17496 | 60838 |
| 2014 | 12 | 7359 | 14649 | 9274 | 31282 |
| 2015 | 1 | 3694 | 13505 | 4162 | 21361 |
| 2015 | 2 | 5246 | 11496 | 6383 | 23125 |
| 2015 | 3 | 4379 | 33229 | 10815 | 48423 |
| 2015 | 4 | 8350 | 64910 | 14599 | 87859 |
| 2015 | 5 | 5782 | 93892 | 12487 | 112161 |
| 2015 | 6 | 6095 | 180579 | 47043 | 233717 |

Figura 16: consumo energético de cinco desmotadoras en Santa Fe (Fuente: EPE).

- En Formosa, REFSA (Recursos y energía Formosa S.A.) es la distribuidora de energía que reconoció dos grandes usuarios desmotadores abastecidos por media tensión. Por un lado se reconoció a la desmotadora situada en el Colorado que le compra la energía directamente al generador Hiniuig, hidroeléctrica Nihuil, pagándole un peaje a REFSA. Por el otro se reconoció a la desmotadora localizada en Villa Dos Trece, que es un gran usuario de la distribuidora REFSA (GUDI).

REFSA (RECURSOS Y ENERGIA FORMOSA S.A.)
INFORME GENERADO EL 21/08/2015
RAZON: … DIRECCION:RUTA N 90 ACCESO SUR LOCALIDAD: EL COLORADO
NUMERO DE MEDIDOR ACTIVA : 133103 MEDIDOR REACTIVA : 133103 GENERADOR : HINIHUIG
TARIFA GUMT2 (> 300Kw)

| PERIODO | CONTR.HP | REGIS.HP | CONTR.NP | REGIS.NP | C.PUNTA | C.RESTO | C.VALLE | TOT. ACTIVA | C.REACTIVA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2015/ 7-0 | 612,00 | 24,48 | 626,40 | 576,00 | 2.030,40 | 17.683,20 | 4.320,00 | 24.033,60 | 6.523,20 |
| 2015/ 6-0 | 612,00 | 21,60 | 626,40 | 583,20 | 2.044,80 | 33.163,20 | 9.360,00 | 44.568,00 | 15.998,40 |
| 2015/ 5-0 | 612,00 | 18,72 | 626,40 | 599,04 | 1.857,60 | 69.264,00 | 19.872,00 | 90.993,60 | 32.716,80 |
| 2015/ 4-0 | 612,00 | 27,36 | 626,40 | 583,20 | 1.742,40 | 38.966,40 | 14.299,20 | 55.008,00 | 19.051,20 |
| 2015/ 3-0 | 612,00 | 18,72 | 626,40 | 79,20 | 1.540,80 | 2.520,00 | 2.376,00 | 6.436,80 | 2.390,40 |
| 2015/ 2-0 | 612,00 | 24,48 | 626,40 | 63,36 | 1.339,20 | 2.030,40 | 2.203,20 | 5.572,80 | 1.886,40 |
| 2015/ 1-0 | 612,00 | 14,40 | 626,40 | 28,80 | 1.382,40 | 1.728,00 | 2.347,20 | 5.457,60 | 1.598,40 |
| 2014/12-0 | 612,00 | 20,16 | 626,40 | 21,60 | 1.454,40 | 1.670,40 | 2.520,00 | 5.644,80 | 1.656,00 |
| 2014/11-0 | 612,00 | 14,40 | 626,40 | 21,60 | 1.396,80 | 1.281,60 | 2.188,80 | 4.867,20 | 1.281,60 |
| 2014/10-0 | 612,00 | 17,28 | 626,40 | 24,48 | 1.857,60 | 1.857,60 | 2.865,60 | 6.580,80 | 2.073,60 |
| 2014/ 9-0 | 612,00 | 20,16 | 626,40 | 21,60 | 2.131,20 | 2.332,80 | 3.052,80 | 7.516,80 | 2.750,40 |
| 2014/ 8-0 | 612,00 | 21,60 | 626,40 | 31,68 | 2.203,20 | 3.513,60 | 3.009,60 | 8.726,40 | 648,00 |

Figura 17: consumo energético de la desmotadora situada en El Colorado (Fuente: REFSA, Formosa)

REFSA (RECURSOS Y ENERGIA FORMOSA S.A.)
INFORME GENERADO EL 21/08/2015

LISTADO DE CONSUMOS HISTORICOS DE GRANDES USUARIOS

REFSA (RECURSOS Y ENERGIA FORMOSA S.A.)
INFORME GENERADO EL 21/08/2015
RAZON: … DIRECCION LOCALIDAD: VILLA DOS TRECE
NUMERO DE MEDIDOR ACTIVA : 1977834 MEDIDOR REACTIVA : 1977834
TARIFA T3 MT2 ( > 300 Kw)

| PERIODO | CONTR.HP | REGIS.HP | CONTR.NP | REGIS.NP | C.PUNTA | C.RESTO | C.VALLE | TOT. ACTIVA | C.REACTIVA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2015/ 7-0 | 794,88 | 720,00 | 796,32 | 711,36 | 7.027,20 | 66.960,00 | 3.254,40 | 77.241,60 | 38.160,00 |
| 2015/ 6-0 | 794,88 | 714,24 | 796,32 | 695,52 | 9.964,80 | 84.153,60 | 3.052,80 | 97.171,20 | 41.587,20 |
| 2015/ 5-0 | 794,88 | 763,20 | 796,32 | 770,40 | 11.448,00 | 82.324,80 | 2.880,00 | 96.652,80 | 40.262,40 |
| 2015/ 4-0 | 794,88 | 658,08 | 796,32 | 658,08 | 7.387,20 | 65.793,60 | 2.894,40 | 76.075,20 | 35.136,00 |
| 2015/ 3-0 | 794,88 | 604,80 | 796,32 | 705,60 | 4.996,80 | 27.950,40 | 3.628,80 | 36.576,00 | 26.136,00 |
| 2015/ 2-0 | 794,88 | 25,92 | 796,32 | 27,36 | 2.188,80 | 3.772,80 | 3.038,40 | 9.000,00 | 16.862,40 |
| 2015/ 1-0 | 794,88 | 24,48 | 796,32 | 28,80 | 2.318,40 | 4.017,60 | 3.456,00 | 9.792,00 | 19.152,00 |
| 2014/12-0 | 794,88 | 23,04 | 796,32 | 21,60 | 2.318,40 | 3.513,60 | 3.484,80 | 9.316,80 | 19.915,20 |
| 2014/11-0 | 794,88 | 23,04 | 796,32 | 21,60 | 1.872,00 | 2.952,00 | 2.592,00 | 7.416,00 | 35.683,20 |
| 2014/10-0 | 794,88 | 28,80 | 796,32 | 28,80 | 2.836,80 | 5.040,00 | 3.528,00 | 11.404,80 | 0,00 |
| 2014/ 9-0 | 794,88 | 24,48 | 796,32 | 31,68 | 2.318,40 | 5.673,60 | 2.822,40 | 10.814,40 | 20.174,40 |
| 2014/ 8-0 | 794,88 | 758,88 | 796,32 | 789,12 | 11.116,80 | 102.254,40 | 3.283,20 | 116.654,40 | 52.315,20 |

Figura 18: consumo energético de la desmotadora situada en Villa Dos Trece (Fuente: REFSA, Formosa)

- En Corrientes la DPEC, Dirección Provincial de Energía de Corrientes, que no gestiona como empresa sino como una Dirección dependiente de la provincia, le distribuye a una desmotadora como gran usuario.

Actividad: Desmote de Algodón **… SA**

| | Kw-hs | | | | Kvar-hs | Kw | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **MES/AÑO** | **EN.ACT.UNICA/PICO** | **EN.ACT.RESTO** | **EN.ACT.VALLE** | **EN.ACT.TOTAL** | **EN.REACTIVA** | **POT.REGIST.PICO** | **POT.REGIST.RESTO** | **POT.REGIST.VALLE** |
| ago-14 | 34200 | 96360 | 45120 | 175680 | 40800 | 402,00 | 391,20 | 392,40 |
| sep-14 | 21720 | 63600 | 21960 | 107280 | 14280 | 310,80 | 326,40 | 282,00 |
| oct-14 | 23520 | 69840 | 30840 | 124200 | 31800 | 320,40 | 357,60 | 344,40 |
| nov-14 | 27120 | 83160 | 39120 | 149400 | 42000 | 346,80 | 360,00 | 360,00 |
| dic-14 | 23160 | 72720 | 32280 | 128160 | 35040 | 321,60 | 292,80 | 313,20 |
| ene-15 | 23160 | 72720 | 32280 | 128160 | 35040 | 321,60 | 292,80 | 313,20 |
| feb-15 | 33615 | 91935 | 46170 | 171720 | 47385 | 348,84 | 345,24 | 346,68 |
| mar-15 | 29280 | 84360 | 39840 | 153480 | 41280 | 365,52 | 357,72 | 362,52 |
| abr-15 | 28920 | 83880 | 38280 | 151080 | 39720 | 371,76 | 366,00 | 344,76 |
| may-15 | 25560 | 75960 | 35160 | 136680 | 36360 | 342,84 | 352,08 | 328,08 |
| jun-15 | 27120 | 81960 | 38880 | 147960 | 38760 | 306,96 | 359,52 | 348,84 |
| jul-15 | 27120 | 84120 | 37200 | 148440 | 47040 | 317,40 | 340,08 | 331,92 |

Figura 19: consumo energético desmotadora en Corrientes, período agosto 2014 a julio 2015 (Fuente: DPEC).

- En Salta la distribuidora es EDESA, y reconoció el consumo de una desmotadora con planta ubicada en el Departamento Anta, al este de la Provincia.

| | ENERGIA kWh | | | ENERGIA | POTENCIA kW | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PERIODO | PUNTA | RESTO | VALLE | REACTIVA | POT_PUNTA | POT_RESTO | POT_VALLE |
| 201401 | 6.000 | 24.000 | 9.000 | 33.000 | 90 | 180 | 60 |
| 201402 | 6.000 | 18.000 | 9.000 | 45.000 | 60 | 150 | 60 |
| 201403 | 9.000 | 21.000 | 6.000 | 15.000 | 60 | 120 | 60 |
| 201405 | 12.000 | 240.000 | 123.000 | 153.000 | 180 | 1.200 | 1.140 |
| 201404 | 6.000 | 168.000 | 51.000 | 99.000 | 150 | 1.200 | 1.140 |
| 201406 | 12.000 | 294.000 | 147.000 | 195.000 | 180 | 1.290 | 1.230 |
| 201407 | 9.000 | 192.000 | 102.000 | 120.000 | 210 | 1.350 | 1.230 |
| 201408 | 9.000 | 297.000 | 144.000 | 198.000 | 150 | 1.320 | 1.230 |
| 201409 | 9.000 | 138.000 | 69.000 | 81.000 | 120 | 1.260 | 1.200 |
| 201410 | 9.000 | 33.000 | 9.000 | - | 150 | 210 | 120 |
| 201411 | 9.000 | 24.000 | 9.000 | - | 120 | 150 | 90 |
| 201412 | 9.000 | 27.000 | 12.000 | - | 150 | 150 | 90 |
| 201501 | 9.000 | 27.000 | 12.000 | - | 90 | 150 | 90 |
| 201502 | 9.000 | 24.000 | 9.000 | - | 90 | 210 | 60 |
| 201504 | 9.000 | 234.000 | 9.000 | 99.000 | 180 | 1.380 | 180 |
| 201503 | 9.000 | 27.000 | 12.000 | - | 120 | 240 | 90 |
| 201505 | 15.000 | 297.000 | 15.000 | 123.000 | 270 | 1.410 | 180 |
| 201506 | 12.000 | 303.000 | 78.000 | 186.000 | 180 | 1.380 | 1.320 |
| 201507 | 9.000 | 363.000 | 144.000 | 267.000 | 180 | 1.440 | 1.350 |

Figura 20: consumo energético de la desmotadora en Salta, período enero 2014 a julio 2015 (Fuente: EDESA).

En Córdoba la distribuidora de energía es EPEC y no tiene cargado en el sistema la actividad de los clientes, con lo cual no les es posible discriminar a los grandes usuarios algodoneros. También se ha contactado a las dos federaciones que coordinan las cooperativas eléctricas: FACE y FECESCOR pero no se ocupan de grandes usuarios de algodón, atribuyendo esa tarea a EPEC. En el caso de San Luis la distribuidora es EDESAL y no se obtuvo respuesta.

La información acerca del consumo de las empresas desmotadoras fue posible por encontrarse identificadas por las respectivas distribuidoras (integrantes del SADI) como grandes usuarios, y por la amabilidad de cada distribuidora en brindarla.

## 2.3 Lana

La lana proveniente de las ovejas es una fibra clasificada como natural animal. Una vez procesada constituye un producto primario y un co-producto junto con la carne y eventualmente con la leche. La ganadería constituyó el mayor uso de la tierra en el mundo, con tierra para pastoreo y tierra cultivada para alimentación de grano, cubriendo el 80% de la tierra usada para la agricultura. La producción del ganado compite con otros usos de la tierra agrícola y no agrícola, y también constituye una actividad complementaria en los sistemas agrícolas mixtos. Gran parte de las tierras utilizadas para el pastoreo del ganado rumiante suelen encontrarse en zonas áridas y semi-áridas, siendo generalmente terrenos no adecuados para el cultivo o producción de otros alimentos o fibras. La expansión del sector, con buenos

manejos agrícolas, ganaderos y ambientales, puede contribuir a objetivos más amplios del desarrollo agrícola en general y a la ocupación humana (Beverley, 2012:15).

Dentro del proceso productivo de la lana se distinguen dos grandes etapas: la primera constituida por la obtención de la materia prima, realizada en el campo a través del manejo ovino, y la segunda realizada por la industria textil. La materia prima, denominada lana sucia, se encuentra sujeta a un ciclo anual caracterizado por tres etapas: la señalada, la encarnerada y la esquila. Las dos primeras actividades ganaderas tienen su duración determinada por el proceso biológico del animal o por la especialización de sus productores, por ejemplo con la eventual realización de inseminación artificial. Diferenciadamente, las actividades de esquila, acondicionamiento y envasado, son realizadas en galpones adecuados. Un ciclo completo es considerado desde la encarnerada de un año a la del año siguiente[29].

Se llama Zafra a la actividad productiva anual, con inicio el 1 de julio con las primeras esquilas y culminación el 30 de junio del año siguiente, adecuándose a las tareas realizadas en Australia y haciendo coincidir las fechas de ambos calendarios productivos (Australia y Argentina)[30].

Los sistemas de producción ovina en el mundo se distinguen en dos modalidades. Por un lado, la producción extensiva o semiextensiva, aludiendo a la cría y al pastoreo en grandes establecimientos alambrados, citando como ejemplos a modalidades desarrolladas en Australia, Argentina, Estados Unidos, Sudáfrica y Uruguay. Y por el otro lado los sistemas de producción intensivo, donde la cría y el pastoreo tienen lugar en predios pequeños, con vigilancia más estrecha y estabulación invernal, como se practica en algunos países de la Unión Europea y en Nueva Zelanda (UIA, 2004:3).

La segunda etapa del procesamiento de la lana (una vez realizada la esquila) tiene lugar en las plantas manufactureras dando inicio a la instancia industrial. Dicha etapa comienza con la clasificación de las lanas sucias, según la finura y la determinación del tipo industrial, sigue luego con la separación de la grasa y otras sustancias extrañas, y continúa con la eliminación de las materias vegetales (cuidando la integridad de las fibras) a través de químicos o dispositivos mecánicos. El procesamiento industrial primario concluye con las actividades del cardado, el peinado, el estiramiento, el bobinado de los *tops*, para posteriormente proceder con el hilado y tejido. (Báez, 2005).

Resumiendo, las típicas instancias y procedimientos de la cadena productiva de la lana distinguen a la cría y la esquila del animal, al desengrasado (lavado) y el armado del *top*, al procesamiento de la lana o estambre, hilado, tejido, fregado y teñido (estándar) con ácido complejo metálico (Beverley, 2012:21).

La cría de ovinos para la producción lanera se lleva a cabo en más de un centenar de países del mundo. La diversidad de la actividad incluye diferentes escalas, condiciones geográficas,

[29] En Argentina el período de la *encarnerada* suele ser de marzo a mayo. La *esquila*, a tijera o a máquina, realizada a pre-parto, 20 días antes de parir, en Argentina suele corresponder al período agosto-septiembre, y la esquila post-parto, 2 meses después de parir, a octubre-noviembre. La *señalada* registrada en el registro nacional de propietarios coincide en el período de octubre a diciembre (Báez, 2005). Las dos diferentes modalidades de esquila, pre y post parto, producen una diferenciación en el precio asociado a la calidad comercial. La esquila pre-parto logra excelentes largos de fibras en los *tops* (lana peinada) y buenas resistencias, haciéndola más valorada industrialmente, en especial por la resistencia a la tracción de las mechas (Elvira, 2008:6,9).

[30] Información suministrada por comunicación personal: Elvira Mario, Director Técnico de Laboratorio de Lanas Rawson, INTA EEA Chubut.

climáticas y prácticas agrícolas; las diferencias según las locaciones se perciben en los diferentes tipos de ovejas y productos. Las características diferenciales entre las lanas, como la longitud, finura, carácter, resistencia, densidad, color, suavidad y brillo, dependen del clima, de la raza ovina, la edad del animal, la nutrición, la sanidad y otros aspectos relacionados con el manejo de la majada (UIA, 2004:5).

Las características propias de la lana determinan su uso; por ejemplo, el diámetro de fibra superior a 24,5µm se considera grueso como para usarse en indumentaria. De las ovejas que producen fibras muy gruesas se confeccionan alfombras y tapices; de acuerdo con la *International Wool Textile Organization* (IWTO) el 41% de la producción de la lana del mundo está clasificado como *lana gruesa*. Las fibras largas provenientes de razas de lana larga generalmente producen vellones también gruesos y pesados que son preferidos por los hilanderos a mano, por ser más fáciles de hilar. Las ovejas de lana media son criadas más para el aprovechamiento de su carne que por la fibra, producen un peso de lana más ligero, y son menos valoradas; suelen usarse para hacer mantas, sweaters, calcetines, fieltro. Según la IWTO el 22% de la producción de lana mundial es clasificada como *lana media*. Las *lanas finas*, o sea, de menor diámetro de fibra, producen paños que por lo general son ampliamente valorados, reconociéndoles gran versatilidad de uso. De acuerdo a la IWTO el 37% de la producción de lana se clasifica como *lana fina* (Schoenian, 2014).

La lana es un *commodity* internacional negociado libremente por la oferta y la demanda global, es valorada por el mercado mundial[31] por sus usos, las condiciones estacionales y la demanda de las grandes naciones consumidoras, por ejemplo China (Beverley, 2012:18). La lana cruda generalmente se compra en función de su grado, indicador del diámetro medio y la longitud de las fibras, también considerando la resistencia. El largo de la mecha y su uniformidad determinan el largo medio a obtener en los *tops*, incidiendo en la regularidad y en la calidad de hilado[32] (Elvira, 2015:12).

Respecto al color, en el mercado comercial es más valiosa la lana blanca que de color, u oscura, o la que no puede teñirse, ya que la lana clara o apta al teñido, puede teñirse de cualquier color. Suele evitarse la mezcla de las lanas con *vellones* o *pelos* de ovejas que no acepten el teñido[33]. Por otro lado, las lanas de color natural suelen ser requeridas en los ciertos nichos de mercado.

[31] En 1992, luego de cuatro zafras acumuladas en las barracas australianas, desapareció el precio sostén de la Corporación Lanera Australiana. Hasta ese momento desde allí se regulaba a aquel mercado con un precio sostén y en remate abierto al mejor postor. Cuando se liberó el precio sostén la lana empezó a caer abruptamente, cayó el precio internacional y comenzó a venderse según la oferta y la demanda mundial. Tardaron aproximadamente 10 años en liquidar su stock. Cuando desapareció el stock hubo un quiebre en el precio internacional y comenzó a subir; a partir del 2003 comenzó a venderse lo que se producía anualmente. Esa acumulación de lanas y la pérdida del precio al caer el precio sostén en Australia, provocó una fuerte disminución en el número de cabezas ovinas en el mundo (Australia en 20 años (1990-2010) redujo su stock en 100 millones de cabezas ovinas). La referencia internacional continúa siendo Australia, que vendiéndole el 80% a China, lo convierte en el colocador del precio (Elvira, 2015:2,3; comunicación personal Mario Elvira).

[32] El *coeficiente de variabilidad del diámetro* (CVd) de las fibras es otra característica que comenzó a incidir en el precio de las lanas más finas. Con un bajo CVd %, aumenta la suavidad del hilado y mejora la *mano* de los tejidos. El *factor de confort* (FC) se definió como el porcentaje de fibras menores a 30 micrones. Se demostró que el alto porcentaje de fibras superior a 30 micrones provoca "picor" sobre la piel. El valor de referencia para que el lote de lana no genere picazón es FC > al 96% (Elvira, 2015:14,15).

[33] Hay animales que por su rusticidad tienen fibras estereotípicas, muy frecuentes y altos % en especial sobre los cuartos traseros. Estas fibras por ser de estructura diferente a la lana corriente, tienen por lo general médula interna continua o discontinua o un canal de aire en todo su interior, se llaman fibras meduladas y kemps respectivamente. Estas clases de fibras en la tinción toman matices de color diferentes a la tintura y por ende

El continuo y acelerado aumento en la producción global de las fibras, consecuente con la demanda de la creciente población y el incremento del consumo per cápita, no se verificó para el caso de la lana. La producción de lana en el mundo ha declinado constantemente, cayendo de un 9% en 1977 a un 6,5% en 2007 y alcanzando a representar en la actualidad un valor menor al 1,6% de la producción mundial de fibras. Aún así, la producción de lana constituye una actividad importante para la economía y la forma de vida en muchos países (Elvira, 2015:7,8).

A lo largo de la zafra 2013/14 (finalizada el 30 de junio) en las principales economías ocurrió una lenta recuperación económica; diferenciadamente, en China, el país consumidor de lana más importante, se desaceleró la economía. Mientras China redujo sus importaciones de lana en un 6%, e Italia y Alemania en un 2%, otros países como India y República Checa crecieron un 16% y un 13% respectivamente.

La producción mundial de lana en general registró un incremento en la producción de lanas súper finas en detrimento de la producción de lanas *Merino* finas y medias (mayores a 18.5 micras)[34]. La lana de diámetro medio devino compitiendo con fibras de menor valor (para uso en interiores y revestimientos) y las lanas más gruesas (con sus ventajas cualitativas) se posicionaron en un nicho de mercado para alfombras (Elvira, 2015:2,3).
Por otra parte, en algunos países tradicionalmente laneros continuó observándose la tendencia percibida de cambio hacia la producción de carne ovina utilizando razas carniceras. La sustitución de ovejas destinadas a lana por ovejas destinadas a carne implicó variaciones en el número global de ovejas (Cardellino, *et al.*, 2014:44-46).

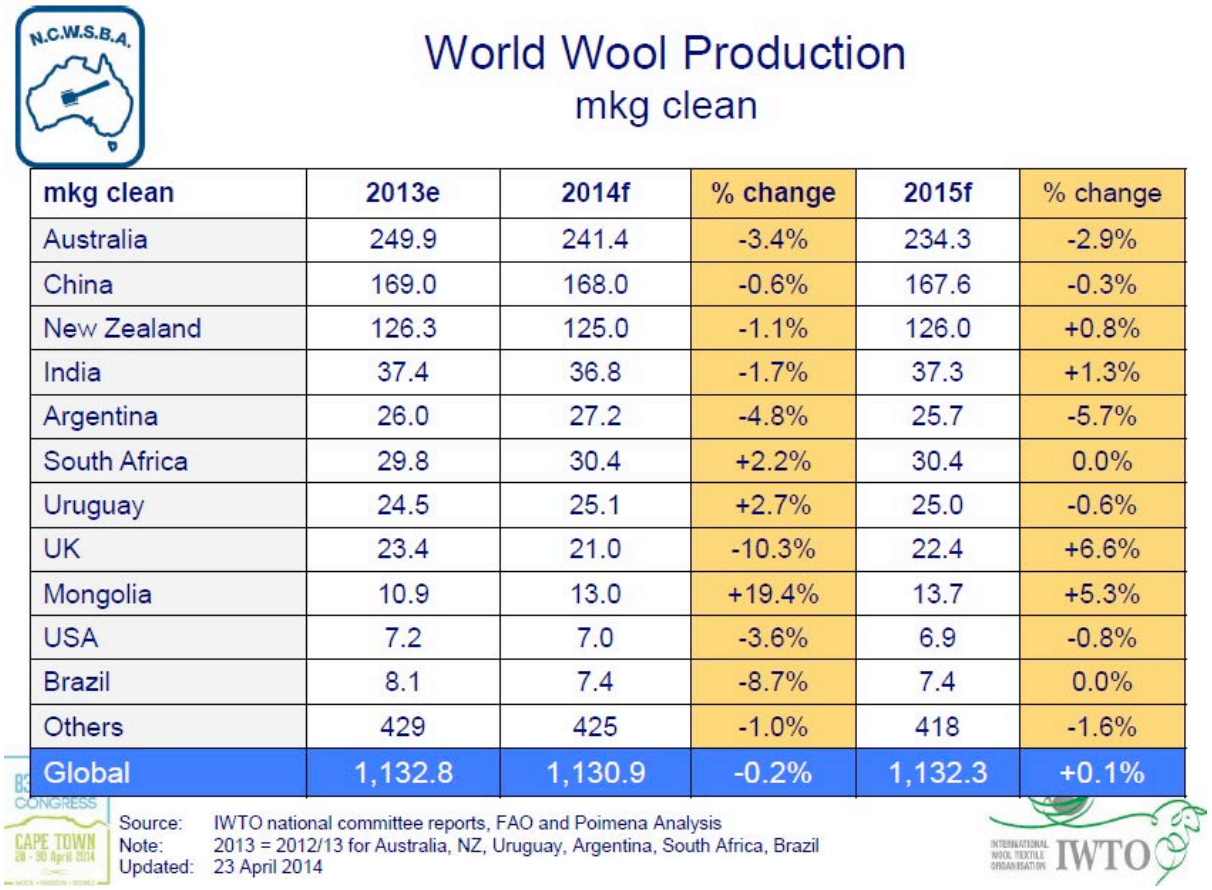
La producción mundial de lana limpia (lana sucia desengrasada) alcanzó su pico en 1991 con 2.01 millones de toneladas y desde entonces ha disminuido en casi un 50% a 1.06 millones de toneladas en 2010. En el 2013/14 la producción mundial de la lana limpia llegó a 1.132 millones de toneladas.

Australia, China, Nueva Zelandia y la ex URSS fueron los países dominantes en la producción de lana limpia. La tendencia de la última zafra registró una disminución de la producción en Australia, China, Nueva Zelanda, India, Reino Unido, EUA y Brasil, y una tendencia de alza en Argentina, Sudáfrica, Uruguay y Mongolia (Beverley, 2012:16,17; Elvira, 2015:4,5).

---

cunado el producto está terminado, se identifican claramente del resto y el producto pasa a ser de segunda por el defecto. Esto debe tenerse en cuenta al momento de la tinción (Elvira Mario Gonzalo Ing. Qco. MSc., comunicación personal). El porcentaje alto de fibras pigmentadas o teñidas en los tops de lana peinada suele ser un factor recurrente de rechazo de un lote de lana peinada en Argentina (Elvira, 2015:14,15).

[34] Tomando como referencia a Australia (zafra 2013/14), la producción de lana de 18.5 micras y más finas creció un 14%, mientras que las de 19 y 20 bajaron poco más de 4%, las de 21 a 24 micras descendieron 14.5% y las de más de 25 micras y más gruesas algo más del 6% (Cardellino, *et al.*, 2014:44-46). Australia totalizó (esa Zafra) con 341 millones de kilos (*Merino*). A mediados de la temporada 2014/15, dado que la primavera fue seca con un menor registro de lluvias (zona *Merino*), se registró una baja estimada del 3,7% en la producción de lana, con 328 millones de Kgs. de lana sucia (Blake, 2014:28).




| mkg clean | 2013e | 2014f | % change | 2015f | % change |
|---|---|---|---|---|---|
| Australia | 249.9 | 241.4 | -3.4% | 234.3 | -2.9% |
| China | 169.0 | 168.0 | -0.6% | 167.6 | -0.3% |
| New Zealand | 126.3 | 125.0 | -1.1% | 126.0 | +0.8% |
| India | 37.4 | 36.8 | -1.7% | 37.3 | +1.3% |
| Argentina | 26.0 | 27.2 | -4.8% | 25.7 | -5.7% |
| South Africa | 29.8 | 30.4 | +2.2% | 30.4 | 0.0% |
| Uruguay | 24.5 | 25.1 | +2.7% | 25.0 | -0.6% |
| UK | 23.4 | 21.0 | -10.3% | 22.4 | +6.6% |
| Mongolia | 10.9 | 13.0 | +19.4% | 13.7 | +5.3% |
| USA | 7.2 | 7.0 | -3.6% | 6.9 | -0.8% |
| Brazil | 8.1 | 7.4 | -8.7% | 7.4 | 0.0% |
| Others | 429 | 425 | -1.0% | 418 | -1.6% |
| Global | 1,132.8 | 1,130.9 | -0.2% | 1,132.3 | +0.1% |

Figura 21: producción mundial de lana, en miles de kg. limpios (Elvira, 2015:5). En relación a las referencias del cuadro, la letra "e" corresponde a cifras cerradas, estadísticamente comprobadas. La "f" se corresponde con cifras pronosticadas, estimadas pero aún no corroboradas con la realidad.

La disminución en la cantidad de ovejas y en la producción de lana indican el retroceso de la actividad productiva e industrial primaria. La desaceleración de la industria China marcó un freno en el uso de productos de lana para consumo interno y para exportación (Elvira, 2015:10). Se detectó como consecuencia que las lanas finas y superfinas comenzaron a mutar de *commodity* a *especiality*, usándose en prendas de alto valor comercial exigidas por un sector consumidor de alto poder adquisitivo a nivel mundial, por países centrales, desarrollados, o identificadas culturalmente con la lana como Alemania, Inglaterra, Italia, Francia o China. También se identificó el interés por nuevos atributos, además de la calidad intrínseca de la fibra o de la confección, como el cuidado del ambiente en la producción: salud ambiental, el cuidado del animal (salud animal) y el cuidado al comercio y a las condiciones laborales justas (*responsabilidad social empresaria)* (Elvira, 2015:11).

Respecto a los tipos de ovejas y las calidades de las lanas, en Australia predominantemente se cría la oveja *Merino* produciendo lana fina para indumentaria. Es percibida una tendencia de producción de lanas cada vez más finas y de mayor valor, tendencia seguida por Argentina, Sudáfrica y Uruguay entre otros países (Elvira, 2015:2,3). Nueva Zelanda se destacó como el mayor productor de lana con cruza de razas tales como la *Lincoln*, *Romney*, *Tukidale*, *Drysdale* y *Elliotdale*, produciendo fibras más gruesas, generalmente utilizadas para la fabricación de alfombras. EUA, Texas, Nuevo México y Colorado cuentan con grandes rebaños de ovinos, destacándose el *Rambouillet* o llamado *Merino francés*; allí también se

destaca la existencia de agricultores de pequeña escala con cría de ovejas especiales para el mercado de hilado a mano (Beverley, 2012:18,20).

Argentina, como exportador de lana, durante la zafra julio 2014-junio 2015 exportó su mayor porcentaje como lana peinada. El mayor porcentaje exportado (41.51%) tuvo como destino a China, incluyendo la exportación de lana sucia, lavada y peinada.

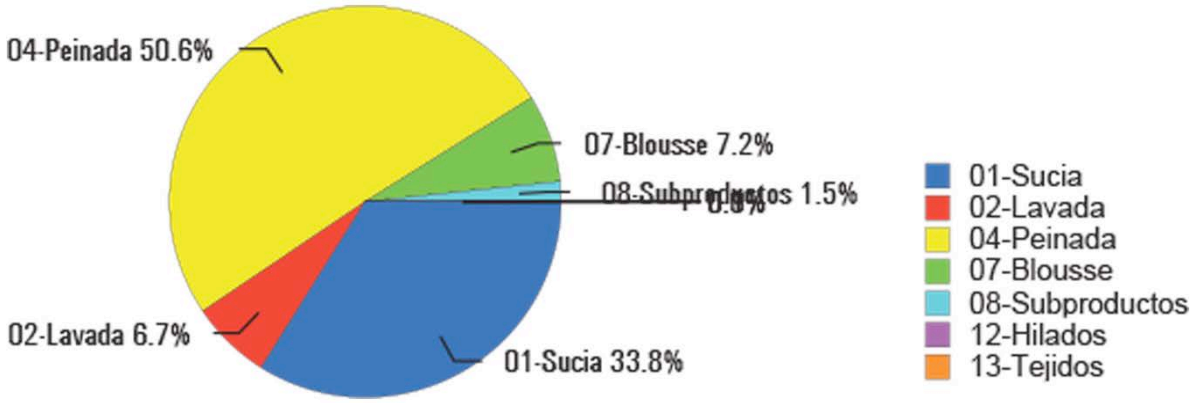



Figura 22: valores porcentuales de las características de la lana total exportada por Argentina en la zafra 2014/2015 (FLA, 2015).

A modo de valores referenciales, de 44.000.000 kg de lana sucia producidas en el país, el 20% no tiene transformación local: ese stock se divide entre el consumo interno y lo exportado en sucio. Al 80% restante se le agrega valor, el 10% sale lavada y el resto sale peinada. El consumo interno se estima aproximado a los 2.000.000 kg, con el valor agregado del producto terminado en prendas[35].

### 2.3.1 Lana en Argentina

Los ovinos cumplieron un rol fundamental en la colonización de la Argentina. Los primeros fueron introducidos al país a mediados del 1500 desde Paraguay, Perú y Chile, y fueron manejados en forma extensiva (sin maximizar la productividad); se mezclaron y dispersaron durante un período prolongado, dando lugar a los ovinos denominados *criollos*. A principios del 1800 comenzaron los intentos de purificar y definir las razas más adaptadas. En esa época también se importaron *Merinos* de España y las variedades *Negretti* y *Electoral* de Alemania que, junto al *Rambouillet* importado de Francia, dieron origen a fines de ese siglo al *Merino* Argentino.

Con el uso de alambrados y el invento del frigorífico, se importaron razas inglesas más carniceras, principalmente *Lincoln* y *Romney Marsh*, y en menor medida *Hampshire Down*, *Oxford Down*, *Shropshire Down* y *Southdown*. Recién entre 1931 y 1947 se introdujo la raza

[35] Información suministrada por comunicación personal: Mario Elvira.

*Corriedale* que se diseminó rápidamente a lo largo del país. Las sucesivas importaciones junto con las demandas del mercado y con la migración de la ganadería hacia zonas más marginales fueron variando las poblaciones. Así se importaron las razas *Polwarth*, *Texel*, *Frisona*, *Ile de France*, *Dohne Merino* y otras. Actualmente las razas *Merino* del tipo australiano y *Corriedale* son las más numerosas (Mueller *et al*., 2013).

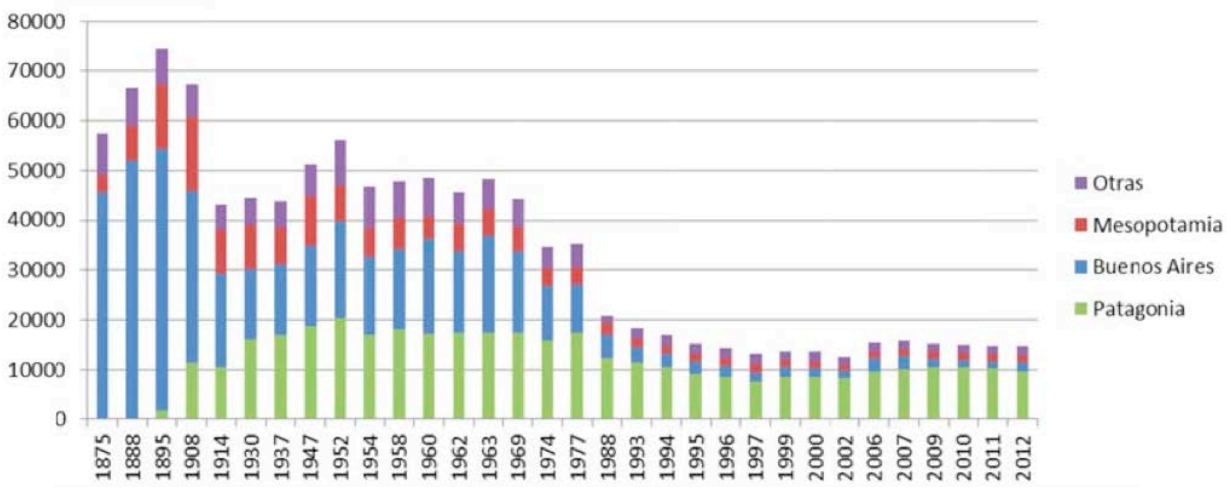



Figura 23: la evolución del stock y la distribución regional de los ovinos en Argentina (Mueller *et al*, 2013).
Se evidencia el auge a fines del siglo XIX en la provincia de Buenos Aires y su reducción y desplazamiento hacia zonas patagónicas.

La producción ovina argentina en general es de doble propósito, con carne[36] y lana, basada principalmente en las razas *Merino* y *Corriedale*. Los rebaños productores de leche son muy escasos, ya que no hay tradición de ordeñe ovino en Argentina[37]. Prácticamente no se importa ni lana ni carne ovina al país.
En Argentina aproximadamente unos 70 a 80 mil productores crían un total de 14-15 millones de ovinos a lo largo del país. Las principales regiones de crianza son la Patagonia, con dos tercios del total de los animales; le siguen regiones en La Pampa representando aproximadamente un 15%, Mesopotamia con un 10-15%, y el NOA con un aproximado 5-10% (el margen de diferencia porcentual radica en las diferencias de las fuentes consultadas).

[36] En los sistemas patagónicos convencionales de producción de carne, las ovejas se encastan una vez por año en otoño. En las demás regiones el encaste suele ser menos estacional, puede ser en otoño o primavera o incluso durante el año. Las tasas reproductivas, medidas como corderos logrados a la marcación o destete por oveja encastada, dependen de las razas, las condiciones ambientales y los sistemas de producción.
[37] Se estima que funcionan unos 31 rebaños comerciales de producción de leche en los cuales se ordeñan unas 80 ovejas en cada uno. Además hay unos 200 rebaños familiares en los cuales se ordeñan unas 20 ovejas. Esto hace un total de 6480 ovejas en ordeñe. Los rebaños productores de leche se basan en ovejas de raza *Frisona* o *Pampinta* (3/4 *Frisona* y 1/4 *Corriedale*) y una producción promedio de 80-90 litros/oveja/lactancia. A partir de estas cifras se estimó una producción anual de aproximadamente 550.000 litros de leche que se transforman en aproximadamente 82.000 kg de quesos semiduros (estimación para 2012) (Mueller *et al*., 2013).

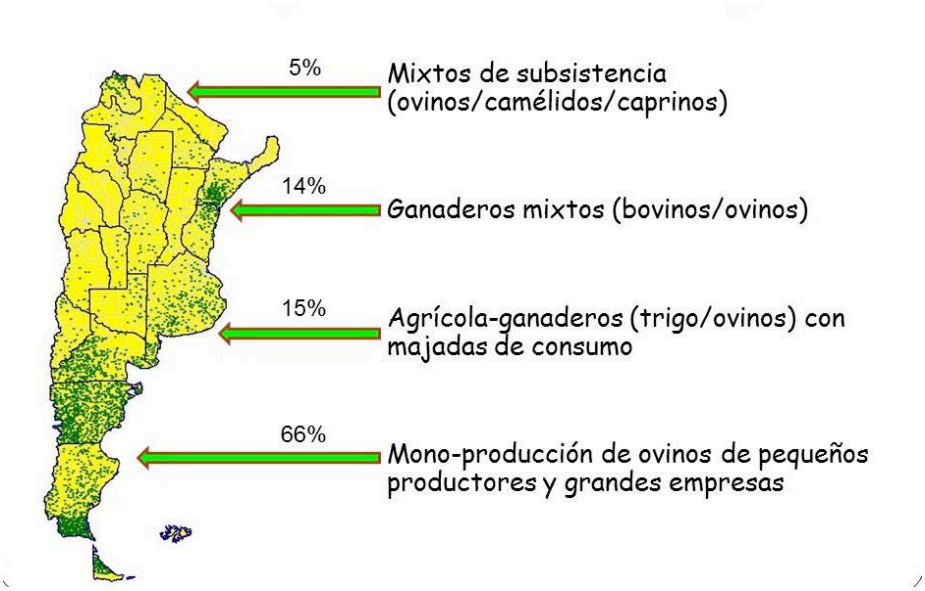



Figura 24: distribución geográfica y sistemas de producción ovina en Argentina (Mueller *et al*., 2013).

Para Argentina, aún con una poca participación relativa en el mercado mundial como país productor de lana (menos del 2%), la producción ovina resultó sustancial en y para la región patagónica (el tercio sur del país, con 787,000 $km^2$), ya que es prácticamente el único producto agropecuario producido sobre el pastizal natural, dejando de lado los valles y las zonas irrigadas. Dos tercios de los ovinos se crían en forma de mono-cultura extensivo, 1 oveja cada 10 hectáreas, en pastizales naturales durante todo el año (Mueller *et al*, 2013). En términos cuantitativos, la Patagonia produce alrededor del 65-70% de la lana de Argentina, predominantemente *Merino*. Allí es donde se ha forjado la *tradición ganadera ovina*, con mayor adopción de tecnología para el mejoramiento genético de las majadas y métodos adecuados para la cosecha de la lana (Elvira, 2008:2).

La Patagonia, al sur del paralelo 40º, es una extensa región árida que se describe como un desierto frío con precipitaciones anuales que varían de 100 mm a 300 mm y con temperaturas medias diarias de 0°C a 15°C, con mínimas de -20°C. Los vientos provenientes del Océano Pacífico (oeste) son secos, fríos y fuertes y se desplazan hacia el Océano Atlántico, ocasionando nevadas importantes en invierno y heladas durante todo el año. Las capas de nieve pueden permanecer varias semanas, y periódicamente se sufren los efectos de erupciones volcánicas y sequías prolongadas. Los niveles de producción ovina dependen fuertemente de las fluctuaciones ambientales, aunque los productores y el estado se esfuercen por contrarrestarlos a través de prácticas de manejo y subsidios específicos.

Las capacidades de carga varían de 1 ovino/ha a 0.1 ovino/ha. Hay alrededor de 8.000 establecimientos ganaderos de los cuales un 70% son emprendimientos familiares que no llegan a 1.000 cabezas, representando el 13% de la población total. El 30% de los establecimientos ganaderos se encuentra constituido por grandes compañías, que superan las 1.000 cabezas, representando el 87% de la población total; existen empresas con más de 50.000 ovinos. La productividad varía entre las estancias y las zafras, aunque con *Merino* es común un porcentaje de parición entre el 60 y el 70%, con un promedio de lana por animal de 3,5 a 4 kg y un rinde de lavado del 55 al 60%. La finura de los animales adultos oscila en

20,3 micrones. Los *Merinos* criados en la precordillera andina son conocidos por su escaso material vegetal y suavidad (Mueller *et al*., 2013; Cardellino y Mueller, 2014).

La población ovina de Río Negro se distribuye a lo ancho de la provincia, en la parte sur de este a oeste, en su mayoría con pequeños productores de *Merino* de lanas finas y superfinas. Chubut se caracteriza por ser la provincia con mayor producción de lana y precios más elevados, con lanas finas y superfinas de *Merinos* de alto valor en el mercado internacional. Posee productores de distintos estratos como los pequeños o medianos con menos de 1.500 ovinos, representando al 70 % del total, contando con aproximadamente un 20% del stock ovino provincial. La Provincia de Chubut también cuenta con el *Polo Industrial de Trelew*, con concentración comercial, industrial y exportadora del 100% de la lana patagónica y un alto porcentaje de lanas de otras regiones. La Provincia de Santa Cruz se caracteriza por tener una distribución muy amplia de diámetros medios de fibras y es productora de *Merino* y *Corriedale*. La población de *merinos* está localizada principalmente en la zona norte provincial. En general la provincia posee establecimientos ganaderos medianos a grandes con un promedio de 20.000 hectáreas y aproximadamente 6.000 animales de esquila. Sin distinción entre las provincias, las lanas *Merino* de la Patagonia se destacan por su color blanco y por el brillo (Elvira, 2008:2).

La segunda área de ovinos más importante es la región plana pampeana, con suelos ricos dedicados intensivamente a cereales, lechería y cría vacuna. El clima es templado con inviernos y veranos suaves, con promedios respectivos de 12ºC y 25ºC. El promedio de las lluvias es de 1.000 mm. Los ovinos son criados en explotaciones mixtas y constituyen una actividad secundaria, usualmente para consumo familiar, con ventas ocasionales de lana. En La Pampa el rebaño típico es de 200 animales y existen muy pocas excepciones de rebaños que superen las 1.000 cabezas. Las razas principales son *Corriedale*, *Romney Marsh* y *Lincoln*, y se hallan pocos rebaños *Merino*. Hay razas carniceras como *Hampshire Down* y *Texel* que se usan para el consumo o la venta de la producción de corderos. Los ovinos pastan en sectores chicos del campo, en establos o en pasturas previamente a ser consumidas por el vacuno.

La tercera región ovina es la Mesopotamia, ubicada entre los ríos Paraná y Uruguay, juntándose con el Rio de La Plata, cercano a Buenos Aires. La región es húmeda, subtropical y con elevadas temperaturas estivales. Allí el ovino también es minoritario prevaleciendo la cría del vacuno. Lo más común son las razas *Corriedale*, *Polwarth* y *Romney Marsh* con majadas de 200 o más animales; existen pocos rebaños *Merino*. Principalmente en la Provincia de Buenos Aires y en las provincias de la Mesopotamia, los ovinos se encuentran en sistemas de producción mixtos: agrícola-ganaderos, típicamente trigo-ovinos, y mixtos ganaderos, típicamente bovinos-ovinos.

La cuarta región es el NOA y el altiplano andino, e incluye a Jujuy, a Salta, a Catamarca y algo de La Rioja. La región se encuentra a 3.500 - 4.000 metros de altitud con una gran amplitud térmica y lluvias de verano favoreciendo el pastaje. Los sistemas son ganaderos extensivos y mixtos ovino-caprino-camélido. Los ovinos se crían junto a las llamas y a veces cabras, en unidades chicas. La productividad en general es baja, la carne provee al consumo familiar y la lana es usada para vestimenta. Hay un esquema pastoril con un cuidador, no se hace forraje, los terrenos son fiscales, y existe poco alambrado. En muchos casos no se encuentran satisfechas las condiciones mínimas de las viviendas de los criadores. La raza principal es la nativa *Criolla* con diferentes transiciones a *Corriedale*; otras razas han

fracasado en su adaptación por el áspero ambiente y la baja de rentabilidad (Mueller *et al*, 2013; Cardellino, 2014; Elvira Mario comunicación personal).

La producción anual de lana en Argentina oscila entre los 45 y 60 millones de kilos base sucia. La raza *Merino* participa en un 60% del total poblacional, un 33% es *Corriedale* y el 7% restante es *Criolla* o cruzas. Esta composición de razas refleja las finuras: un 50% *Merino* con promedio 20,0 a 20,5 micrones y un 40% de *Corriedale* que promedia los 29 micrones (Cardellino, 2014).

| | 2014/2015 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Ovinos** Sheep | **Toneladas sucias** Greasy tons | | | |
| | | **Total** | Fina Fine | Mediana Medium | Gruesa Coarse |
| Buenos Aires | 1.300.000 | **7.470** | 400 | 6.670 | 400 |
| Catamarca | 135.000 | **450** | | 400 | 50 |
| Chaco | 75.000 | **250** | | 250 | |
| Chubut | 3.600.000 | **14.400** | 14.200 | 200 | |
| Córdoba | 235.000 | **950** | | 650 | 300 |
| Corrientes | 730.000 | **3.250** | 550 | 2.700 | |
| Entre Ríos | 370.000 | **1.680** | 300 | 1.380 | |
| Formosa | 50.000 | **170** | | 170 | |
| Jujuy | 400.000 | **1.380** | | 1.380 | |
| La Pampa | 270.000 | **1.250** | 200 | 950 | 100 |
| La Rioja | 40.000 | **170** | | 170 | |
| Mendoza | 40.000 | **170** | | 170 | |
| Misiones | 30.000 | **80** | | 80 | |
| Neuquén | 100.000 | **500** | 300 | 200 | |
| Río Negro | 850.000 | **3.250** | 3.250 | | |
| Salta | 75.000 | **280** | | 230 | 50 |
| San Juan | 25.000 | **80** | | 80 | |
| San Luis | 50.000 | **170** | | 70 | 100 |
| Santa Cruz | 1.550.000 | **7.700** | 3.600 | 4.100 | |
| Santa Fe | 25.000 | **90** | | 90 | |
| Santiago del Estero | 125.000 | **470** | | 470 | |
| Tierra del Fuego | 310.000 | **1.700** | 200 | 1.500 | |
| Tucumán | 25.000 | **90** | | 90 | |
| Totales | **10.410.000** | **46.000** | **23.000** | **22.000** | **1.000** |

Figura 25: población ovina y producción lanera total por provincias, zafra 2014/2015 (FLA, 2015).

Las distintas regiones, con sus variedades en los sistemas de producción reconocen distintas problemáticas. En la Patagonia la producción ovina depende en gran medida de los factores ambientales y enfoca su tendencia hacia la mejora en la calidad de la lana. Así, por ejemplo el *Dohne Merino* y el *Merino Mocho* son usados en el *Corriedale* para mejorar la finura, o se atiende el tema de la incierta adaptación de los *Merinos* a las intensas y prolongadas condiciones climáticas frías. En el resto del país la producción ovina depende destacadamente de los factores económicos y sociales. Allí los niveles de producción y los tamaños de los rebaños se relacionan con la rentabilidad relativa de la actividad ovina *versus* otras actividades y de su complementariedad con ellas. En varias de estas regiones se detectó una tendencia de destierro de la ganadería hacia zonas más marginales, debido a la expansión de la agricultura, movimiento que se está estabilizando actualmente. A su vez fue notable el cambio del enfoque productivo lanero hacia el carnicero, debido al aumento de los costos internos y a la escasa mano de obra dispuesta para los ovinos laneros. El cambio encontró a su favor la menor dependencia a los precios del mercado internacional y la existencia de un mercado insatisfecho. El interés en las razas carniceras y cruzas se localizó particularmente en La Pampa y en la Mesopotamia (Mueller *et al*, 2013).

Respecto a la primera etapa industrial de la lana, en el *Polo Textil Lanero de Trelew* se concentraron las barracas acopiadoras de lana sucia para la exportación y la industria. Allí se localizan las principales industrias *topistas* (productoras de lana peinada), proveedoras de materias primas para las hilanderías situadas en el exterior. Se reconocieron 10 empresas principales operadoras en el comercio nacional de lanas, comercializando y/o industrializando: Chargeurs, Fuhrmann, Unilan Tw, Fowler, Ituzaingó, Lempriere, Lanera Austral, A.D.F., Arg. Wool y Pelama. El resto de las empresas tienen menor implicancia. Las principales firmas se distinguen por sus especialidades y por el valor de las mercaderías exportadas, adquiriendo distintos pesos comerciales. En lanas sucias exportadas se destacó principalmente Lempriere, seguido por Fowler y Fuhrmann. En lanas lavadas las principales firmas fueron Chargeurs y A.D.F. En lanas peinadas las firmas Ituzaingó, Chargeurs, Fuhrmann y Unilan concentraron aproximadamente un 70% de las exportaciones (Elvira, 2008:4).

La capacidad instalada de las peinadurías superó al volumen de producción de lanas, existiendo una cierta capacidad ociosa. Las peinadurías que se fueron instalando en los países asiáticos como China e India, debido al diferencial de costo de mano de obra, influenciaron sobre la venta de materias primas sin valor agregado. En el caso de la lana *Merino,* los volúmenes exportados mostraron una notable cantidad exportada en estado sucio y lavado (Elvira, 2008:3,4). Otras productoras de las primeras instancias industriales laneras se localizan en Corrientes, como la cooperativa Coprolan de Curuzu Cuatiá, efectuando los procesos de lavando y peinando, y Fowler con instalaciones en Lanús Este, en el Gran Buenos Aires.

### 2.3.2 Proyectos

La producción de lana ovina en Argentina, desde el punto de vista geopolítico, ocupa un territorio que supera el 30% del país y un porcentaje de exportación que supera el 80% de la producción. Estas dimensiones hacen considerar el peso que tienen las medidas del gobierno en el sector, tanto en producción como en comercio. Así, las políticas de estado resultan fundamentales para los productores, requiriendo del acompañamiento en el largo plazo de los procesos productivos, que generalmente son lentos (Paz, 2014:16,17).

Las actividades de producción lanera fueron respaldadas por las prácticas de asistencia promovidas por el Programa Nacional de Calidad de Lanas, PROLANA[38]. El programa fue creado por organismos públicos y privados, nacionales y provinciales con el propósito de asistir al productor lanero para el mejoramiento de la calidad de la lana, la presentación y las condiciones de venta. De esta manera se impulsó la adopción de determinadas prácticas tecnológicas como la esquila *Tally-Hi* de alto rendimiento, una clasificación en el propio galpón de esquila siguiendo protocolos supervisados y un sobreprecio, el acondicionamiento básico de la lana en estancia, el envasado en material no contaminante y el análisis de laboratorio de las lanas producidas[39]. Cerca del 40% de la producción de lana, principalmente de origen patagónico sigue los protocolos, y dos laboratorios de IWTO certifican las muestras (Mueller *et al*., 2013; Cardellino, 2014:40-43).

En el mercado interno argentino, junto al inicio del programa para el mejoramiento de la calidad de lana Prolana, surgió la necesidad de establecer un precio orientativo de referencia para cada uno de los tipos de lana ofrecidos; de esta manera se generó el Sistema de Información de Precios y Mercados denominado SIPyM. Dicha información actualizada a diario publica los valores de referencia para las lanas producidas en el país[40] (Elvira, 2015:7).

Debido a los programas implementados: Provino[41] y Prolana, en los últimos años se destacó una tendencia hacia el aumento de la productividad de la carne ovina a través de técnicas de evaluación, el incremento en la reproducción y las modificaciones genéticas (los cambios genéticos se basaron en importaciones de germoplasma y en la selección del Provino). Y a través del Prolana los resultados evidenciaron mejoras en la calidad y finura de las lanas, particularmente *Merino*, y la reducción en la contaminación con fibras extrañas (yute y otras) y fibras coloreadas o teñidas. El programa basado en protocolos de esquila, acondicionamiento y clasificación, incluyendo el certificado de calidad, fue implementado por los productores de ovinos contando con el apoyo del Estado para las inversiones en infraestructura, la retención de vientres, genética, comercialización y capacitación. El apoyo se canalizó a través de instrumentos de financiación provistos por la Ley 25.422[42] de la Recuperación del Ganado Ovino, y con la descentralización operativa, que estableció unidades ejecutoras provinciales (UEP) integradas por funcionarios, profesionales y los propios productores (Mueller, 2013).

[38] El programa se instrumentó a través de la resolución 1139/94 de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación (SAGPyA) en diciembre de 1994. Son participantes y beneficiarios los productores, empresas de esquila, esquiladores, acondicionadores y clasificadores de lanas en estancia, empresas laneras, institutos tecnológicos nacionales, gobierno nacional y gobiernos provinciales.

[39] El acondicionamiento y el envasado tienen como objetivo la obtención de vellones limpios y libres de contaminantes, como lana pigmentada (negra, de lunares), coloreada (manchada por orina, con pinturas no lavables), con problemas de coloración (lanas amarillas), evitando la incorporación de toda clase de materiales extraños como arpilleras, plásticos, hilos, colillas, alambres. Asimismo se separan los vellones en un mínimo de clases de lana dentro del lote, asegurando cierto grado de uniformidad. El envasado se realiza en fardos o bolsones nuevos, de polietileno de 200 micrones de espesor u otro material aprobado por la FLA. El análisis de laboratorio permite a los productores conocer las características de su lote, virtudes y defectos, consecuentemente su valor y posibilidades de mejoras. La información del análisis de laboratorio, junto con la información de precios del mercado, permiten la valoración de la lana.

[40] www.prolana.gob.ar

[41] Servicio Argentino de Información y Evaluación Genética de Ovinos, Caprinos y Cámelidos.

[42] http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=66876

La Ley 25.422 dictada por el Congreso de la Nación Argentina (2001) contempla la producción de lana orgánica. Su objetivo principal consiste en la recuperación del ganado ovino según la adecuación y la modernización de los sistemas productivos para permitir su sostenibilidad a través del tiempo, manteniendo e incrementando las fuentes de trabajo y la radicación de la población rural. Para ello se estableció en el presupuesto anual y un monto destinado a integrar el Fondo para la Recuperación de la Actividad Ovina (FRAO). También señala que la ganadería ovina debe llevarse a cabo mediante el uso de prácticas enmarcadas en criterios de sustentabilidad de los recursos naturales.

A pesar de los desarrollos implementados, se percibió la necesidad de adicionar cambios en el paradigma de la producción ovina. En la región patagónica, por la desestabilizadora situación de la producción efecto de las contingencias climáticas, con grandes nevadas, sequías y cenizas volcánicas, que exige medidas en los sistemas de producción y mayor control; en las demás regiones, debido a otras actividades agropecuarias en competencia con la ovina (Alvarez, 2012). Los productores de ovinos argentinos, ubicados geográficamente dispersos entre sí, y caracterizados por practicar diversos sistemas de producción, no se han agremiado en una asociación de productores como en otros países. La dispersión y las diferencias del ejercicio podrían ser la causa.

No ha tenido lugar un portavoz representativo o una estrategia política común; en cambio se crearon asociaciones de los criadores de las diferentes razas para la promoción y mejoras de sus respectivas razas. En algunas regiones los productores se organizaron en cooperativas o sociedades rurales con énfasis en la temática ovina. Un ejemplo es la Cooperativa de Productores Laneros (Coprolan) de la provincia de Corrientes con 600 socios dedicados al acopio, procesamiento y exportación de lana. Otros productores acordaron estrategias de diferenciación y comercialización como por ejemplo Estancias de Patagonia S.A., que acopia y exporta el 50% de la carne ovina del país, o el Grupo Camarones que produce y comercializa lana diferenciada, o la red *Ovis XXI* de Chubut que, integrando a técnicos, cabañeros, productores comerciales e industriales, ofrece reproductores y lana certificada de manejo sustentable. Por otro lado, algunas universidades y fundamentalmente el INTA, apoyan a los productores de ovinos a través de una red de agencias de extensión y estaciones experimentales con sus laboratorios de diagnóstico de enfermedades y laboratorios de lana. El 95% de la primera venta de lana se realiza en base a certificados de calidad emitidos por los laboratorios de lana del INTA (Mueller, 2013).

La principal diferencia entre la producción ovina convencional y la orgánica es la exigencia de contar con un estudio de pastizales que permita ajustar la carga animal, considerando las precipitaciones, para evitar que el sobrepastoreo deteriore el recurso. Además se debe contar con herramientas de manejo que logren la mayor eficiencia de producción, acorde al establecimiento y a chequeos que evalúen su condición y tendencia. El eje principal de una producción orgánica es la sustentabilidad del recurso; la certificación lo comunica explícitamente, asegurando la calidad del proceso y del producto, obtenidos bajo un sistema sostenible con cuidado ambiental y socialmente justo. La *buena producción* y su certificación, además de facilitar el acceso al mercado internacional, en Argentina cuenta con una reducción en la retención a las exportaciones con respecto a la lana convencional.

Si bien se conoce que la producción ovina en la Patagonia es orgánica en ciertos aspectos, como en las prácticas e insumos sanitarios que emplea, o por desarrollarse en campos naturales sin la aplicación de insumos químicos para aumentar la productividad (solamente se prohibió el uso de organofosforados y organoclorados, prácticamente en desuso), se destacó

la importancia de contar con un plan sanitario y la supervisión de médicos veterinarios.

La Patagonia es un ecosistema frágil que ante un manejo descuidado presenta efectos generalmente irreversibles. Un tercio de su superficie presenta signos de agotamiento de suelos evidenciando desertificación como producto del sobrepastoreo histórico (Funes, 2014:64). Con respecto a esa situación, provocada por el exceso de los ovinos para producir más lana, junto con las duras condiciones climáticas de los pastizales naturales de la región y luchando contra este problema, la compañía *Patagonia Inc*. (establecida en California, Estados Unidos) se asoció con *The Nature Conservancy Argentina* y *Ovis XXI*, para la producción de lana de buena calidad y modo sostenible, conservando pastizales y con cuidado del medio ambiente. *Patagonia Inc.* se comprometió a comprar la lana a *Ovis XXI*, siempre que la organización certifique sus productos como provenientes de productores responsables que cuidan y restauran los pastizales, manteniéndose en instrucción constante por parte de *The Nature Conservancy*.

A pesar de los cuidados impulsados, recientemente la empresa de indumentaria *Patagonia Inc.* detuvo la compra de lana a la red *Ovis XXI*, después de la publicación de un video sobre crueldad animal en las granjas ovinas. La organización PETA (*People for the Ethical Treatment of Animals*) advirtió que en la cadena de proveedores de la lana en Australia, Estados Unidos y Argentina, la crueldad es parte de la producción e interpuso una denuncia ante las autoridades argentinas, citando a la Ley Federal de Protección Animal de Argentina (Agenhoy, 2015).

Características generales de la prodcucción de lana en Argentina

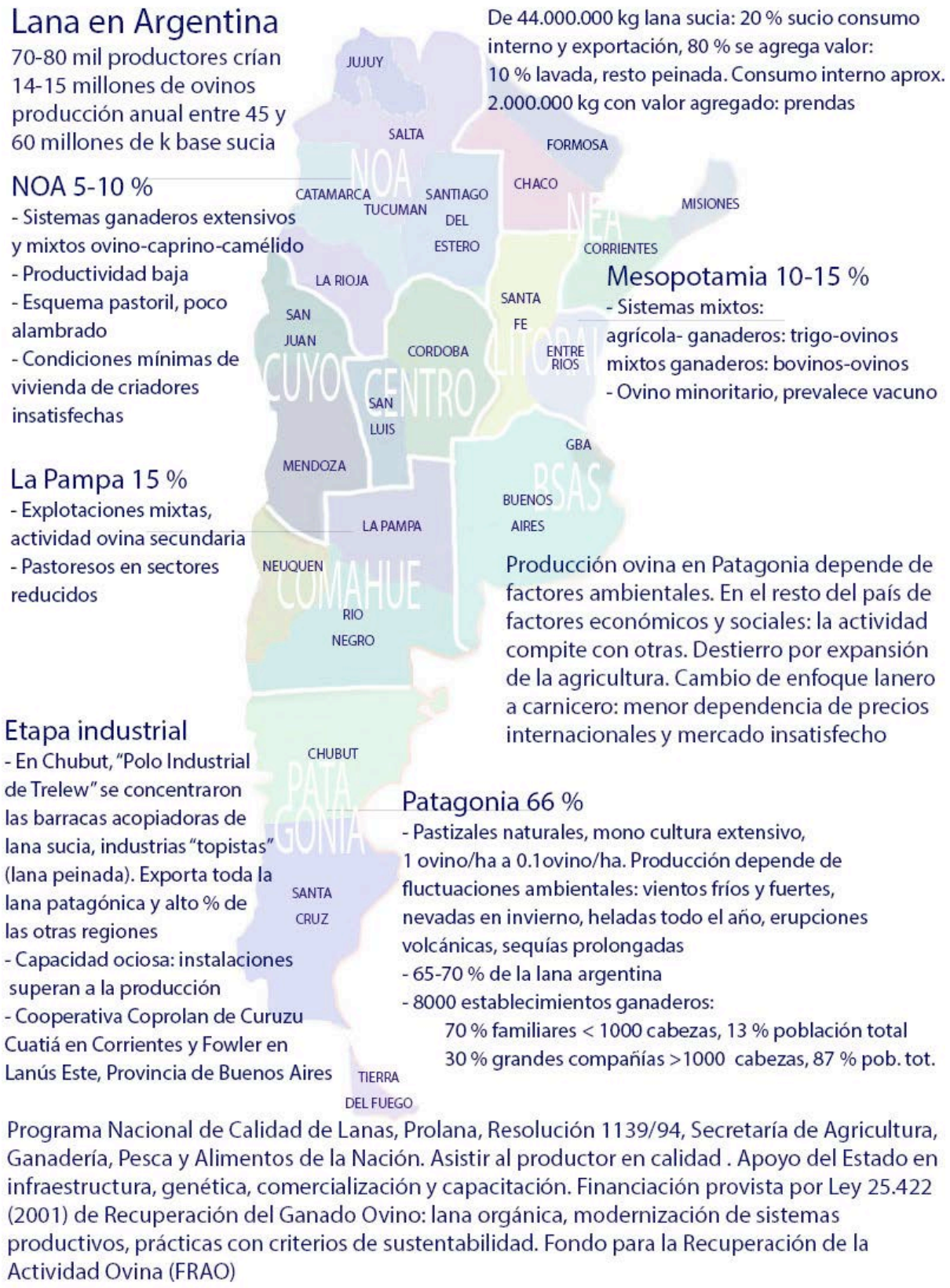



Figura 26: características generales de la prodcucción de lana en Argentina.

### 2.3.3 ECV de la lana

La ECV de la lana permitió detectar las categorías de impacto ambiental de su proceso productivo. Con esta herramienta fueron comparados productos alternativos y en ambos casos, aparecieron controversias que evidencian cuestiones aún no resueltas. Con la revisión de nueve estudios disponibles de la ECV de la lana recopilados por Beverley (2012) quedó manifiesto el cuestionamiento acerca de la viabilidad de un alcance global para los impactos ambientales de la cadena productiva de la lana. Fue polémica la posibilidad de la representatividad generalizada de una práctica efectuada con tanta diversidad y sujeta a sitios tan diferentes, además de haberse hallado dificultades comparativas desde el punto de vista metodológico, habiendo considerado parámetros o recortes diferentes.

Los estudios compilados presentan diferencias en su alcance, en la calidad de los datos, los métodos y las conclusiones. Algunos estudios se abocaron específicamente a la cadena de suministro de la lana mientras otros tenían el objetivo de producir amplias evaluaciones medias para industrias de lana nacionales o globales. Debido a la enorme diversidad en las cadenas productivas de la lana alrededor del mundo, incluso con metodologías variables y con limitaciones en la disponibilidad y calidad de los datos, se señaló la improbabilidad de obtener de un único valor representativo global de su impacto ambiental que permita una comparación precisa y justa con otras fibras naturales o sintéticas.

Como ejemplo, en la comparación de estudios de ciclos de vida de fibras naturales en relación con fibras sintéticas (publicaciones de la compañía europea MADE-BY, 2011, citado por Beverley, 2012), la lana resultó particularmente mal calificada. Ese ejemplo basado en la interpretación de análisis tan amplios, inevitablemente debió apoyarse en análisis de ciclos de vida simplificados, en el relleno de datos ausentes, o en alguna generalización fundada en algún caso particular.

Las limitaciones existentes para la generalización de los análisis de ciclo de vida de tan diversos sistemas productivos de la lana, en parte se explica por los propios orígenes de la herramienta, ya que inicialmente las ECV fueron desarrolladas para cuantificar los impactos ambientales del procesamiento industrial. La adaptación del estudio al proceso de la lana, proceso dependiente de factores naturales, se encontró con cuestiones de difícil acceso, cuantificación o normalización, particularmente en la fase de explotación, instancia vinculada al uso del agua y de la tierra, y a las emisiones netas de los GEI, junto con el secuestro de carbono. Aún no se encontró una resolución global en este punto.

Aunque no se hayan podido establecer resoluciones de carácter global acerca del tratamiento de la evaluación y del impacto ambiental de la lana, los estudios revelaron importantes cuestiones clave. Una de ellas se relaciona con la asignación de la carga ambiental entre los co-productos de la lana: las carnes, los nutrientes de desechos y cueros que se producen en asociación con la lana pueden tener las asignaciones de la carga ambiental realizadas de diferentes maneras, por ejemplo si se conciben con criterios físicos (peso) o con criterios económicos[43]. Otra cuestión relevante y que presenta cierta dificultad para ser determinada, es la delimitación específica del estudio respecto al alcance del ciclo de vida: si es

[43] Por ejemplo la lana de oveja puede ser producida en sistemas de agricultura mixta con ganado vacuno y cultivo, y la asignación de insumos, como el fertilizante, a empresas diferentes en la misma propiedad requiere asunciones de las partes en la carga ambiental. La asignación por criterios económicos fue la opción más común en los estudios de ECV existentes, aún así ese método de asignación es el menos recomendado de las tres alternativas presentadas en la ISO 14044:2006.

considerado desde el inicio del proceso hasta su disposición final, o bien mediante el recorte de una instancia. Otro aspecto controversial, aún no resuelto es la dificultad que presenta el establecimiento de parámetros sobre el uso de la tierra y el agua.

Respecto al uso de la tierra, se intenta detectar el daño causado a los ecosistemas asociado con su ocupación durante un determinado período de pastoreo. Desde esa perspectiva, a grandes rasgos, se diferencia el pastoreo extensivo del intensivo. En el primer caso, el ganado ovino pastorea en extensas praderas o estepas naturales, que frecuentemente no son adecuadas para otros usos de producción. Ante esa situación y con buenas prácticas de gestión, se supone que el uso de la tierra para la cría de ganado ovino no necesariamente equivale a un impacto negativo sobre el ambiente, no ocurre lo mismo en los cultivos intensivos.

Con respecto al uso del agua, aún no se halló en las ECV un método estandarizado para relevar su alteración. En casos en que el agua no representa un recurso escaso, su uso se ha desestimado como una categoría de impacto. Por otro lado, la cuantificación de la amplia gama de valores de uso de agua asociada con la producción ganadera refleja en mayor medida las diferencias metodológicas que las diferencias reales en su consumo. En este aspecto se destacó que numerosos huecos de información son completados, en los ejemplos de programas de gobierno respecto al CC o por la industria, con datos no del todo fiables.

Otro aspecto de importancia resaltado en las conclusiones del análisis citado, responde a la concepción de la *unidad funcional* y la necesidad de que las dimensiones empleadas sean explicitadas, para poder comparar cuestiones semejantes y evitar errores. De esta manera, la unidad funcional medible puede proporcionar una referencia para normalizar los datos de entrada y de salida, permitiendo evaluar estudios o comparar productos semejantes. Por ejemplo 1 kg de lana debe ser especificado como lana sucia (con grasa) o limpia[44] (Beverley, 2012:33).

Debido a la diversidad de variables y características expuestas en el caso de la lana, las ECV y los impactos ambientales demandan especificidad en las descripciones, metodologías claras y análisis rigurosos, no para alcanzar determinaciones globales sino para posibilitar la identificación de las situaciones críticas y vislumbrar las alternativas de posibles mejoras (Beverley, 2012:iii,v).

### 2.3.4 Impacto ambiental de la producción de lana

La observación con la mirada de la sustentabilidad a la cadena de suministro y producción de la lana (insumos del sector ganadero, procesamiento, distribución), identificó como impactos ambientales a las emisiones de GEI con PCG[45] o *huella de carbono*, al agotamiento de los

[44] La lana limpia se constituye por la lana que fue tratada en medios acuosos u otros, eliminando sus grasas naturales, ceras, proteínas y otros componentes, así como suciedad, aceite y otras impurezas. El *top* de lana continua, sin torsión, es como una cinta producida a partir de la cardadora (Beverley, 2012:xi-xiii).

[45] Para estimar la contribución en el PCG, (kg) de $CO_2$-e, de la lana, debe aclararse la unidad funcional; por ejemplo si es en función de la producción de 1 kg de lana sucia. En los pastoreos se reconocieron emisiones de metano de los residuos (estiércol y orina), y el óxido nitroso de los desechos y de la aplicaciones de fertilizantes, como fuentes importantes de GEI. El secuestro del carbono en la vegetación y en los suelos generalmente no es incluido en los estudios de ECV. En las fases de transformación de la lana, y en los usos posteriores del producto, se detectaron principalmente las emisiones de $CO_2$ (fuente de GEI) provenientes de los combustibles fósiles utilizados para la electricidad y el transporte.

recursos según el uso del agua[46] y el suelo[47], el uso de la energía, la eutrofización[48], la acidificación[49], los contaminantes (respiratorios inorgánicos), y el agotamiento general de las reservas de minerales y fósiles (Beverley, 2012:28,39).

En la etapa de explotación agrícola se destacó el impacto causado por las emisiones de GEI, por el uso del agua, del suelo y de la energía. Se reconoció que las emisiones de GEI se deben al metano[50] entérico y al óxido nitroso[51] derivados intrínsecamente de la cría ovina, asociado con el proceso biológico digestivo de los rumiantes. Por lo tanto, al ser estas emisiones inherentes a la digestión del rumiante y al uso de la tierra para el pastoreo, se asume que son inevitables, aunque exista un gran espectro de condiciones geográficas y climáticas y diferentes eficiencias tecnológicas de procesamiento en la cría de ovejas. Ese impacto llamó la atención al debate del CC, debido a que su contribución en las emisiones continuaría siendo alto para el caso de la lana (Beverley, 2012:vi).

Diferenciadamente, otros impactos ambientales de la cría ovina se encontraron en mayor medida dependientes del clima y de la intensidad del sistema de manejo. Por ejemplo el pastoreo extensivo de pasturas naturales en los climas donde la vivienda no es necesaria en los meses de invierno, con bajo *input*, se entendió como un sistema de menor impacto en relación con los sistemas que conllevan mayores necesidades de grano, importación de alimento o calefacción. Otro ejemplo es el caso de severas sequía en zonas de pastoreo, que implicó procedimientos ampliamente alterantes respecto al uso de la energía o del agua, con mayores impactos ambientales (Beverley, 2012:18,20).

Los co-productos resultaron ser un aspecto crítico en la evaluación del impacto ambiental del proceso de la lana debido a la asignación de las cargas del impacto a los diferentes agentes involucrados. Un ejemplo es la carne, o las ovejas para el sacrificio, o inclusive considerando

[46] La clasificación tradicional en el uso del agua –considerando las medidas del agua bruta extraída del ambiente natural en miles de litros (kl) en función de la unidad de producto- está siendo cuestionado por enfoques que consideran los tipos de agua utilizados e incluyen el nivel de estrés hídrico de una región (Beverley, 2012:37).

[47] Los usos y los cambios de los suelos intentan captar el impacto de los ecosistemas asociados con la ocupación humana de la tierra durante cierto período. Con frecuencia los datos son insuficientes sobre el uso histórico de la tierra, o poseen grandes incertidumbres en la atribución del cambio a condiciones del ámbito natural (por ejemplo sequía) vs factores antropogénicos (por ejemplo, sobre-pastoreo). Por otra parte, existe una amplia variedad de tierras y de prácticas de su manejo (Beverley, 2012:38).

[48] Los fertilizantes y abonos de escorrentía en las actividades agrícolas pueden aumentar las concentraciones de nitrógeno y fósforo causando floraciones de algas en ríos y estuarios. La eutrofización puede conducir a un estado de hipoxia (falta de oxígeno) o a la liberación de toxinas, haciendo peligrosas las vías navegables para uso humano o animal. La eutrofización es raramente un problema en la ganadería ovina extensiva pero en sistemas mixto de cultivo y pastoreo o en sistemas especiales de intensas lluvias, el uso de fertilizantes en pastos o cultivos y la concentración de estiércol y la orina pueden estar sujetos a problemas de lixiviación o escorrentía. Los impactos pueden gestionarse *reciclando* los desechos animales.

[49] Emisiones de compuestos acidificantes como el dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, amoniaco y compuestos orgánicos volátiles pueden ser transportados en la atmósfera o disueltos en las corrientes de agua y re-depositados en los suelos, bajando el ph. Las sustancias ácidas pueden afectar a la salud de los cultivos, las pasturas de árboles y otras plantas haciéndolas menos vigorosas y más susceptible a enfermarse. La deposición ácida también pueden afectar negativamente a la fauna de los ríos y lagos, dependiendo del hábitat o del agua potable.

[50] El gas metano ($CH_4$) producido durante los procesos industriales y naturales, también incluye a los procesos digestivos de los animales rumiantes como las ovejas y el ganado. Como GEI es 25 veces más fuerte que el dióxido de carbono. Es decir, tiene un PCG de 25, dentro de un horizonte temporal de 100 años, ya que para 20 años este valor de PCG es de 62 (IWTO, 2013:15).

[51] El óxido nitroso es un fuerte GEI con un PCG (a un horizonte de 100 años) de 298 veces más que el dióxido de carbono. Es liberado a la atmósfera como resultado de aplicaciones de abonos nitrogenados o por los desechos animales, estiércol y orina.

al abono como un co-producto de la producción si se lo utiliza como reemplazo del fertilizante. O bien el caso de los sistemas mixtos con agricultura donde algunos insumos son compartidos. Tratándose de ganado rumiante, la emisión del metano producido durante su proceso digestivo, evidenció que el proceso excede a la cadena del suministro de la lana (Beverley, 2012:31,34,35). Esta última situación, donde los factores naturales y antropogénicos se juntan, pone de manifiesto la dificultad en la atribución de ciertos impactos ambientales a un producto determinado; aún así, es posible distinguir en algún caso los límites cuantitativos, según las crías *naturales* y las crías *inducidas* por obra humana y con fines comerciales.

Los procesos del lavado de la lana, el postprocesado, incluyendo el acopio, las peinadurías, el cardado y las demás etapas de fabricación textil, dependientes en gran medida del tipo de producto y las circunstancias del país, también fueron asociados con los impactos de los recursos hídricos, energéticos y las emisiones[52]. Por lo tanto, las evaluaciones presentadas mostraron la amplia categorización de los factores de impacto y también dejaron al descubierto las problemáticas de abordaje respecto a ciertas variables. Dentro de los aspectos no resueltos en relación con los impactos ambientales en el uso de la energía, del agua, de la tierra y de las emisiones de GEI, se evidenció por ejemplo la necesidad del uso de energía y de agua en asociación con la fabricación y el transporte de los fertilizantes. También sobre del impacto de los fertilizantes nitrogenados (abonos nitrogenados bajo diferentes regímenes de riego o de precipitación) como la urea, pudiendo provocar importantes emisiones de GEI[53], o incluso dejando entrever algún potencial de alternativas de las tasas variables de las emisiones de metano de las ovejas, bajo diferentes dietas y suplementos o cuestionando qué sucede con el metano tras la expulsión por el animal.

Sobre el uso de la energía y el agua, se evidenciaron los vacíos de información existente en función de la gran variedad de tipos de cría ovina, procesamientos y sistemas de producción en todo el mundo. El registro del estadio agrícola se reconoció como el más incierto dentro del proceso productivo de la lana. Se cuestionó si el agua verde de las lluvias, recurso muy utilizado en la agricultura, se debería considerar como categoría de impacto en las evaluaciones y se reconoció que el secuestro del carbono constituía un área donde la guía metodológica del ECV resultaba inadecuada.

Se comprendió entonces que la ECV, aún siguiendo con las guías de procedimiento ISO 14040 e ISO 14044, tiene resultados con alto grado de incertidumbre para determinar el impacto ambiental de la lana a escala global. Sin embargo, se reconoció su carácter genérico, destacando la necesidad de incorporar un margen para diferentes supuestos dentro de los estándares con reglas específicas[54].

[52] Completando cierto ciclo de vida de la lana, su uso como producto y su mantenimiento, aún dependientes de sometimientos particulares, y de difícil cuantificación (debido a la poca fiabilidad de los datos de las prácticas de consumo durante las fases de uso, recicle, reuso o tipo de eliminación) fueron considerados responsables de una parte significante de los impactos ambientales debido al uso energético (electricidad); especialmente en las instancias de lavado y secado, propias de la manutención textil.

[53] Presentado en el Cuarto Informe de Evaluación del *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC); órgano científico intergubernamental establecido en 1988 dentro de las NU para proporcionar evaluaciones científicas, técnicas y socioeconómicas respecto al riesgo del CC antropogénico (Solomon *et al* 2007, citado por Beverley, 2012:48).

[54] Por ejemplo definiendo a la unidad funcional: 1kg de lana sucia o limpia. O respecto a la asignación de las cargas ambientales compartidas o no con co-productos o el tipo de asignación, sea biofísica en la masa o económica. Son tareas complejas de estandarizar, debido a los diferentes tipos de sistemas de producción, incluso con grandes variabilidades como las fluctuaciones de los sistemas y el cambio de los suelos. Los

La idea de particularizar la guía se denominó Reglas de Categoría de Producto, procurando proveer una orientación consistente para un producto en particular. En este caso, las Reglas de Categoría para la Lana deberían superar las inconsistencias surgidas de las diferentes interpretaciones metodológicas de los estándares. Aún con estas salvedades, se sostuvo que la diversidad en los sistemas de producción de la lana en el mundo difícilmente permitan el empleo de la evaluación como promedios mundiales de los impactos (Beverley, 2012: 48,49,51,52,55).

### 2.3.5 Huella de carbono

La huella de carbono es la suma de las emisiones y la absorción de GEI de un sistema de producto; es expresada en equivalentes de dióxido de carbono ($CO_2$). Los GEI son componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y emiten radiación de longitudes de onda específicas dentro del espectro de radiación infrarroja emitida por la superficie terrestre, la atmósfera y las nubes (ISO 14067).

El $CO_2$ es el GEI más importante producido por actividades humanas, especialmente por la quema de combustibles fósiles. Las plantas toman dióxido de carbono en la fotosíntesis y almacenan el carbono como biomasa. El dióxido de carbón equivalente, $CO_2$-e, es la unidad empleada para comparar la fuerza radiante de un GEI a la de dióxido de carbono (ISO 14067). El carbón biogénico es derivado de la biomasa.

La atmósfera, los océanos y los sistemas terrestres son las reservas más importantes de carbono, y el movimiento del carbono entre ellos se llama ciclo del carbono. El carbono existente en la atmósfera como dióxido de carbono puede ser tomado por las plantas en el proceso de fotosíntesis y convertido a carbono orgánico, que se almacena en las plantas y el suelo. En el pastoreo, las ovejas y otros animales consumen plantas y obtienen la energía en compuestos de carbono orgánico. La mayor parte del carbono orgánico consumido por las ovejas retorna rápidamente a la atmósfera como dióxido de carbono a través de la respiración y eventualmente del decaimiento, pero una pequeña cantidad (alrededor del 10%) se convierte en gas metano en el proceso digestivo de la oveja.

En la atmósfera, el metano es gradualmente descompuesto formando dióxido de carbono que nuevamente queda libre para ser captado por las plantas en la fotosíntesis, completando el ciclo entre la tierra y la atmósfera. Mientras el dióxido de carbono y el metano se encuentran en la atmósfera, atrapan el calor, motivo por el cual son considerados GEI. El metano es el más alarmante ya que tiene un impacto como GEI aproximadamente 25 veces más fuerte que el dióxido de carbono (a un horizonte de 100 años). En los últimos 250 años la cantidad de GEI en la atmósfera aumentó considerablemente en gran parte debido a la quema de carbono almacenado en los combustibles fósiles, modificando el equilibrio natural en el ciclo del carbono y aumentando el efecto invernadero responsable del CC. La agricultura y la ganadería contribuyen al ciclo natural del carbono con la cantidad de almacenamiento en las plantas y suelos, resultando muy influyentes en el proceso (IWTO, 2013:5).

---

sistemas de producción con co-productos, o sistemas mixtos, presentan complejidades en las determinaciones, que a su vez se incrementan con las fluctuaciones de los sistemas productivos y los valores históricos acumulados.

El carbono orgánico puro representa el 50 % del peso de la lana, más alto que el algodón (40%) o derivados de pasta de madera celulósica regenerada tal como viscosa (24%). Convertida en $CO_2$ equivalente ($CO_2$-e), 1 kg de lana limpia equivale a 1.8 kg de $CO_2$-e almacenados en una forma duradera y usable. Extendiendo el concepto, el clip de lana mundial (*global wool clip*) representa alrededor de 1.05 millones de toneladas de lana limpia, equivalente a 1.9 millones de toneladas de $CO_2$-e, o 525.000 t de puro carbono derivado del ambiente.

La lana es fácilmente biodegradable, a diferencia de la mayoría de las fibras sintéticas. El carbono en la lana se deriva del carbono de la pastura y por lo tanto secuestrado de la atmósfera. Por lo tanto, y considerando la existencia de los tantos factores intervinientes, un buen proceso de producción de lana, representaría un adelanto (1 a 2 años) del secuestro de carbono de la atmósfera. El carbono de las principales fibras sintéticas como el poliéster o acrílico se extrae a partir de combustibles fósiles: carbón almacenado durante millones de años atrás (comparación sólo referente a este aspecto) (IWTO, 2013:3).

## 2.4 Uso de la energía acorde a la ECV

La cantidad de energía consumida en el ciclo de vida de la lana comprende a la energía utilizada y a la incorporada a los productos, incluyendo a la biomasa y a los combustibles fósiles. En ese sentido, el uso de la energía en las ECV tiene en cuenta la demanda de energía acumulada en el producto.
Por lo tanto, representando a la energía *total* por unidad producida, la categoría energética demostró constituir un indicador de la eficiencia productiva, sin profundizar en los daños o impactos causados en el ambiente por la producción y el uso de la energía.

Según ejemplos de resultados de ECV citados en el texto de Beverley y con respecto al impacto de la categoría del uso energético, Barber y Pellow divulgaron referencias para la fase del agro. Con ese enfoque y considerando la producción de lana *Merino* en Nueva Zelanda, en el estudio se registró un consumo energético de 13.42 MJ por kg de lana sucia y 22.5 MJ por kg de fibra de lana. En el informe se especificó que el uso de la energía en sistemas de explotación intensiva se valuó como un 21% mayor que en sistemas extensivos. También se mencionó que los fertilizantes y combustibles líquidos fueron los contribuyentes más altos respecto al uso de la energía total en el campo, componiendo un estimativo de 19% y 20% respectivamente. En otro reporte proveniente de China, el uso total de la energía fue estimado teniendo en cuenta el procesamiento de la lana, desde la fase del campo hasta alcanzar la instancia de la hilandería. En ese estudio se estimó un consumo de 45.73 MJ por kg de *top* de lana, atribuyéndose el mayor uso de energía al proceso de lavado, con casi el 90% del total del uso energético (Barber y Pellow, 2006, citados por Beverley, 2012:42).

Aún mostrando diferentes enfoques, los dos estudios citados presentan gran incertidumbre debido a la escasez de información, motivo que dificulta un eventual análisis. Su comprensión requiere de un alto grado de interpretación, que incluso no alcanza a aclararse debido a la ausencia de registros, como por ejemplo en la distinción de las energías englobadas.

Otro ejemplo respecto al uso de la energía donde se incorporó el impacto de emisiones con PCG (GWP) fue reportado por Barber y Pellow (2006, citado por Beverley, 2012:42). En el estudio presentado, la unidad de análisis fue la producción de 1 t de *top* de lana *Merino* en

Nueva Zelanda y las dos categorías de impacto fueron la demanda de energía y las emisiones con PCG, que se consideraron para las etapas del campo, del procesamiento (sin especificar actividades) y para el transporte. Las emisiones con PCG consideraron al dióxido de carbono equivalente, sin incluir al metano y al óxido nitroso, gases fundamentales en la etapa del campo y la cría ovina como GEI.

En la Figura 27 se muestra el resultado del estudio considerando el impacto ocasionado en la producción de 1 t de *top* de lana, en función de la energía (MJ/t) demandada en los procesos de campo, en los procesamientos para conformar el *top* de lana, y en el transporte; y en función del PCG emergente de las emisiones de aquellas tres instancias, niendo en consideración las emisiones de dióxido de carbono equivalente.

| | Impact per 1 tonne wool top | | | |
|---|---|---|---|---|
| Impact category | On farm | Processing | Transport | Total |
| Total energy (MJ/t wool top) | 22,550 | 21,700 | 1,490 | 45,730 |
| GWP (t CO2-e/t wool top) | 1,655 | 471 | 103 | 2,229 |

Figura 27: el consumo energético y las emisiones de dióxido de carbono equivalente en la producción de 1 t de *top* de lana (Barber y Pellow, 2006, citado por Beverley, 2012:42).

En un estudio realizado en los Países Bajos, Potting y Blok (1995, citado por Beverley, 2012:42) tomaron como parámetro de estudio el impacto ambiental en la producción de 1 $m^2$ de una alfombra de lana con un peso de 2.600 g. En las categorías de impacto para su producción fueron considerados la energía en MJ, las emisiones con PCG tomando en cuenta los kg de dióxido de carbono equivalente, la eutrofización en kg equivalente (fosfato), la acidificación en kg equivalente (dióxido de azufre), el ozono en kg equivalente, y el desperdicio en kg. En la Figura 28 se muestran los impactos relevados, aunque los resultados presentan bastante incertidumbre y han tenido cuestionamientos acerca de las condiciones del estudio y de los procesos productivos observados, debido a la complejidad de instancias y procesos que lleva la conformación de una alfombra. La siguiente figura muestra los resultados del impacto ambiental de 1m2 de alfombra producida en los Países Bajos:

| Impact category | Impact per 1 sq.metre carpet for 10 yrs |
|---|---|
| Energy use (MJ) | 157 |
| GWP (kg CO2-e) | 64.3 |
| Eutrophication (kg PO4-e) | 1.55 |
| Acidification (kg SO2-e) | 0.17 |
| Ozone (kg ethylene-e) | 0.018 |
| Waste (kg) | 2.6 |

Figura 28: impactos en la demanda de energía, en la emisiones con PCG, en la eutrofización, acidificación, ozono y desperdicios en la producción de 1$m^2$ de alfombra de 2.600 g (Potting y Blok, 1995 citados por Beverley, 2012:43).

El resumen de publicaciones de diversas ECV de la lana respecto al uso de la energía, presentó ejemplos con grandes diferencias metodológicas, diversidad de parámetros, y con falencias de datos, condiciones que impiden efectuar interpretaciones precisas. Por otro lado, en relación con el enfoque propuesto, se pudo percibir que en estos estudios, la inclusión de la energía no discriminó a la componente eléctrica. Hay una alusión implícita (exigiendo una interpretación forzosa) cuando se atribuye a la instancia del lavado representar el 90% del consumo energético total.

Según lo analizado en las secciones anteriores, se desprende que el consumo de electricidad no es significativo en las instancias de campo pero que sí lo es en la primera etapa de procesamiento industrial. Al respecto, incluso en los casos en los cuales se consideró esa instancia, no se ha hecho referencia específicamente al consumo de electricidad.

En el curso de la investigación realizada no se encontraron informes de relevamiento del consumo eléctrico requerido en el procesamiento industrial de la lana, con referencia a las instancias que conducen a la transformación de la lana en bruto (sucia) a la conformación de los *tops* (lavaderos, peinadurías, etc).

### 2.4.1 Relevamiento para el caso de la lana

El relevamiento del consumo energético en las prácticas agrarias-ganaderas del país, además de no haber sido incluido en su totalidad dentro de los objetivos de esta tesis (no se propuso relevar la energía acumulada), resultó ser un procedimiento que usualmente no es aplicado en las prácticas extensivas. La gran extensión de superficies y las variables que intervienen, implican requerimientos de dedicación específica, con tiempos prolongados de estudio, y aún así, con una gran complejidad[55].

El consumo de la energía eléctrica en esa instancia, detectado como no significativo, hizo que su relevamiento fuera desestimado. En cambio, fue considerado y relevado el consumo energético que se realiza en el primer proceso industrial de la lana, es decir, en los procesos post esquila. De esta manera, el relevamiento incluyó a las actividades acopio y lavado, y a las relacionadas con los subproductos del peinado, como por ejemplo en la formación de los *tops*.

El relevamiento se inició mediante el contacto de los productores laneros nacionales; con este fin se contactó a la Federación Lanera Argentina, a la Coordinación Nacional de Prolana y a estaciones experimentales de INTA. En base a los contactos adquiridos fueron efectuadas las consultas. Las respuestas personales han sido mayores en número que en el caso del algodón, aunque insuficientes como para hacer un muestreo representativo. La información solicitada se orientó a conocer las actividades desarrolladas, los requerimientos energéticos y las formas de abastecimiento. El relevamiento se efectuó vía correo electrónico.

El modelo del cuestionario-cuadro (Anexo V) solicita en una primera instancia el nombre de la firma, la locación, el proceso efectuado y la cantidad de lana (kg) procesada por mes. Luego, se solicitó completar el tipo de energía o combustible requerido, con opciones de

[55] Información suministrada por comunicación personal: Nicolás Giovannini, Grupo de Genética y Reproducción INTA EEA Bariloche.

energía eléctrica, gasoil, diesel y la opción de otros. Para cada una de dichas alternativas se proponía completar el proceso en el cual se empleaba, la procedencia de la energía o del combustible (sea por conexión a la red, por determinada fuente, autogenerada, comprado por litro) y por último la cantidad consumida por mes para cada una de las demandas identificadas.

La síntesis de la información obtenida es:

- La firma Unilan Trelew S.A, perteneciente al polo industrial de Trelew, que realiza los procesos de lavado y peinado de lana, posee una superficie de planta media de 15.000 $m^2$-20.000 $m^2$, posee 100 empleados y procesa 750.000 kg de lana mensuales. Consume 700.000 kWh mensuales de energía eléctrica, 260.000 $m^3$ de gas por mes para calefacción y cocina, 1.500 litros de propano[56]/diesel por mes para el elevador y 1.000 litros por mes de nafta/diesel para los vehículos.

La información fue brindada por la empresa, y además por el Ing. Mario G. Elvira[57], en calidad de considerar a dichos valores como consumos promedios de una planta *tipo*, dentro del Polo Industrial de Trelew. Aún siendo una planta *tipo*, fue aclarado que no todas las firmas trabajan al 100% de su capacidad instalada. Desde dichas plantas se exporta la lana en forma de lana lavada y/o peinada al mundo (en un 95%), y la producción de lanas del país está distribuida en todo el mapa (NOA, NEA, Pampa húmeda y Patagonia), siendo la Patagonia la región productora de más del 50% de la lana.

- La Firma Peinaduría Rio Chubut SA es una planta asociada con Chargeurs Wool Argentina, localizada en Chubut. La planta procesa lana ovina con las actividades de lavado, cardado y peinado hasta obtener el *top* de lana. Actualmente la planta trabaja entre un 75 a un 80% de su capacidad. La unidad de producción es *Top+Noil* o *Blousse* (primer subproducto). Procesa aproximadamente 725.000 kg por mes: 24.000/25.000 kg de *Top+Noil* por día dependiendo de la finura. La energía, una vez definido un nivel de producción, tiene un comportamiento de consumo casi fijo, que depende del mix de finura variando entre 1.09 a 1.14 kW/kg de *Top+Noil* procesado. Consume aproximadamente 800.000 kWh por mes de energía eléctrica para los procesos de cardado y peinado. El origen de la electricidad proviene fundamentalmente de la generación de hidroeléctricas, con suministro de La Cooperativa Eléctrica de Trelew y a su vez, ella se provee de Cammesa. El consumo de gas por mes es de aproximadamente 223.300 $m^3$ para el calentamiento de agua, un promedio de 7.700 $m^3$ por día. El gas es abastecido por el distribuidor Cammusi Gas del Sur y el proveedor es Rafael Albanesi (información brindada por la empresa).

- La Firma Fuhrmann S.A. se encuentra en Rawson, Chubut y procesa lana sucia obteniendo lana peinada y subproductos. En esas actividades consume 0.6 a 0.7 kWh por kg de lana sucia procesada aproximadamente y producen unas 20 t de lana sucia por día. El suministro eléctrico proviene de la Cooperativa Eléctrica de Trelew y se aclaró que en la zona existe generación eólica e hidráulica (dos parques eólicos y la represa Ameghino), aunque al depender del SADI, el origen del suministro no puede ser identificado resultando indefinida la trazabilidad del suministro para sus procesos. Consumen gas para la caldera que se usa

[56] La unidad litros corresponde al relevamiento, el consumo de propano comercialmente se expresa en kg.
[57] Director Técnico del Laboratorio de Lanas Rawson, Chubut INTA EEA.

para el lavado de la lana y a el calentamiento del agua. El consumo en marzo 2015 fue de 133.000 $m^3$.

- La firma Lempriere Fox. Lanas con locación en Trelew, Chubut, efectúa la clasificación primaria de la lana cuando la recibe del productor. Por lo tanto consume energía eléctrica para los procesos de descarga y reenfardelaje[58]. Luego la materia es derivada a los siguientes procesos o se envía directamente a la exportación en su estado natural. Allí no se hace el proceso de industrialización, lo envían a façón a las industrias de la zona, como la peinadura del Río Chubut y/o Fuhrman S.A. El consumo de energía aproximado para sus tareas es entre 40 y 50 kWh por mes, y la energía es provista por la Cooperativa de Consumo y Vivienda Limitada de Trelew. Procesa aproximadamente 450.000 kg por mes.

- Fowler S.A solamente mencionó que utiliza energía eléctrica para motores e iluminación, gas para el secado de la lana y diésel para los autoelevadores.

En el Anexo VI se encuentra la nómina de los productores consultados.

Comprendiendo el grado de inaccesibilidad a los datos solicitados, se procedió a consultar a las distribuidoras provinciales por el suministro eléctrico brindado a los productores de lana reconocidos en su categoría energética de grandes usuarios. Se consultó a la Cooperativa Eléctrica de Consumo y Vivienda Ltda. que abastece de energía eléctrica al Parque Industrial Lanero de Trelew; a la Dirección Provincial de Energía de Corrientes, detectando entre sus usuarios a la empresa Coprolan, y a Edesur, conociendo la locación de Fowler en Lanús, en la zona sur del Gran Buenos Aires.

- La Cooperativa Eléctrica de Consumo y Vivienda Ltda. de Trelew en Chubut informó que como agente distribuidor de energía provee en al ámbito de su parque industrial a nueve (9) empresas que utilizan la lana como materia prima en distintos procesos incluyendo lavadero, peinaduría, acopiadores, laboratorios. En total, en el mes de junio 2015 la demanda de energía ascendió a 1.992.451 kWh con una demanda de potencia de 3.644 KW. Teniendo en cuenta la tendencia histórica y la estacionalidad de la actividad proyecta para el año 2015 una demanda de dichas empresas del orden de 20.000.000 kWh/año aproximadamente, con un pico anual de potencia del orden de 4.000 KW. La energía que distribuye la Cooperativa proviene de distintas fuentes a través del SADI y del despacho producido por Cammesa (Fuente: Cooperativa Eléctrica de Trelew).

[58] Reenfardelaje refiere al proceso que se efectúa cuando la lana es recibida de los productores en fardos de aproximadamente 220 kg cada uno y está destinada a la exportación. La lana recibida primero es clasificada y luego es preparada para la exportación, para lo cual se la enfardela en una prensa de alta densidad en fardos de aproximadamente 450/500 kg. El objetivo es aprovechar el espacio de un contenedor de 40 pies, con la carga de los 24/25.000 kg permitidos. De esta manera se abarata el costo del flete, ya que de lo contrario deberían usarse dos contenedores para la misma cantidad de kilos. Raúl E. Zamboni de Lempriere S.A., comunicación personal.

- En Corrientes, la DPEC le distribuye energía a la Cooperativa lanera que desarrolla los procesos de lavado y peinado. El consumo detallado se presenta a continuación:

Actividad: Lavado y Peinado de lanas **Cooperativa Lanera**

| | Kw-hs | | | | Kvar-hs | Kw | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **MES/AÑO** | **EN.ACT.UNICA/PICO** | **EN.ACT.RESTO** | **EN.ACT.VALLE** | **EN.ACT.TOTAL** | **EN.REACTIVA** | **POT.REGIST.PICO** | **POT.REGIST.RESTO** | **POT.REGIST.VALLE** |
| ago-14 | 11856 | 31056 | 12960 | 55872 | 13488 | 176,98 | 184,99 | 164,74 |
| sep-14 | 6768 | 17040 | 6816 | 30624 | 4464 | 157,92 | 177,17 | 159,31 |
| oct-14 | 7824 | 21216 | 8784 | 37824 | 8352 | 169,06 | 170,98 | 156,86 |
| nov-14 | 10608 | 27600 | 11184 | 49392 | 11328 | 179,42 | 170,50 | 162,38 |
| dic-14 | 12480 | 33552 | 13632 | 59664 | 15072 | 187,06 | 189,26 | 168,53 |
| ene-15 | 7488 | 20976 | 7968 | 36432 | 7680 | 109,82 | 125,95 | 114,53 |
| feb-15 | 7776 | 20208 | 8880 | 36864 | 9264 | 135,98 | 122,64 | 113,66 |
| mar-15 | 8832 | 22560 | 9888 | 41280 | 8976 | 128,74 | 135,89 | 125,18 |
| abr-15 | 9792 | 25584 | 11712 | 47088 | 11760 | 146,16 | 139,06 | 144,38 |
| may-15 | 8688 | 23424 | 10512 | 42624 | 9696 | 136,18 | 132,10 | 132,43 |
| jun-15 | 9600 | 22848 | 11136 | 43584 | 9744 | 126,86 | 124,90 | 124,85 |
| jul-15 | 3264 | 7920 | 4416 | 15600 | 1152 | 97,78 | 105,98 | 106,90 |

Figura 29: consumo energético suministrado por DPEC a la Cooperativa de lanas en Corrientes, período agosto 2014 a julio 2015 (Fuente: DPEC).

## 2.5 Diagnóstico sobre el consumo de energía en los procesos primarios industriales de las fibras de algodón y lana como grandes usuarios

Con respecto al consumo energético en el desmote de algodón y en base a las respuestas de los productores industriales, si bien no se pueden considerar como valores representativos de una muestra metodológicamente determinada, se percibió que el combustible fósil se requiere fundamentalmente para los motores de la máquinas y para el transporte, mientras que el consumo eléctrico se relaciona directamente con las actividades del desmote.

| Empresa | Ubicación | Procesamiento mensual (toneladas) | Consumo energía eléctrica (kWh/mes) | Consumo gas licuado (kg/mes) | Consumo nafta/diesel (litros/mes) | Proceso y observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Buyatty S.A.I.C.A. | Las Breñas, Chaco | 12.000 | 1.250.000 | 60.000 | | desmote de algodón |
| Martín Hermanos S.A. | Santiago del Estero | 9.000 | abastecimiento por 2 motores diesel de 550 HP c/u | 20.000 | 25.000 | desmote de algodón: abril, mayo y junio |

Tabla 3: relevamiento del consumo energético a dos empresas desmotadoras de algodón.

La consulta a las distribuidoras provinciales acerca de la demanda eléctrica de los grandes usuarios algodoneros brindó información confiable, ya que corresponde a los registros de facturación. El valor del consumo, registrado en la tabla 4, muestra para cada distribuidora el promedio de kWh servido a sus grandes usuarios desmotadores en el mes de junio 2015. Se puede percibir, además, que la energía eléctrica consumida por las desmotadoras es estacional, con disminución de los consumos durante el verano.

| Provincia | Distribuidora | Desmotadoras | Promedio consumo energía eléctrica por una planta desmotadora, junio 2015 (kWh/mes) | Período estacional 2014-2015 |
|---|---|---|---|---|
| Chaco | Secheep | 51 | 142.516 | mayo a septiembre |
| Santiago del Estero | EDESE S.A. | 10 | 307.125 | marzo a agosto, desfasaje por eventualidades climáticas |
| Santa Fe | EPE | 5 | 46.743 | mayo a octubre |
| Formosa | REFSA | 2 | 70.87 | abril a julio, o extendido hasta agosto |
| Corrientes | DPEC | 1 | 147.960 | no registra |
| Salta | EDESA | 1 | 393.000 | abril a septiembre |

Tabla 4: relevamiento a distribuidoras, de la demanda energética de los grandes usuarios desmotadores.

La distribuidora de Chaco Secheep brindó información sobre la demanda de electricidad de 51 agencias desmotadoras. Considerando el mes de junio 2015, una de las desmotadoras consumió el valor máximo relativo de 1.009.080 kWh. El menor consumo relativo para otra desmotadora en el mismo mes y año fue de 660 kWh. Entre esos extremos, el promedio aproximado consumido por las 51 desmotadoras fue de 142.516 kWh.

En Santiago del Estero, la información proporcionada por la distribuidora de energía EDESE permitió observar que la estacionalidad se puede desfasar durante el año debido a las lluvias. Con lluvias no es posible cosechar el algodón y por lo tanto no se lleva algodón mojado a las desmotadoras. En el mes de junio 2015, se registró un consumo energético total de 5.566 MWh para las 10 desmotadoras, incluyendo a las dos empresas de procesamiento textil (con una potencia total de 13.5 MW). En ese mismo período (junio 2015), el máximo consumo energético de una desmotadora fue de 450.240 kWh, mientras que el menor consumo registrado fue de 152.850 kWh. Considerando las diez empresas desmotadoras, la media de junio 2015 fue de 307.125 kWh. Se destacó que dos empresas demostraron una mayor eficiencia, cuando trabajaron también en horas pico, obteniendo una mejor relación entre energía y potencia.

EPE, en Santa Fe, le distribuye energía a cinco grandes desmotadoras. La facturación mensual de los cinco suministros juntos, permitió conocer que en el mes de junio 2015 el abastecimiento de las cinco desmotadoras fue de 233.717 kWh, promediando el consumo de una desmotadora en 46.743 kWh.

En Formosa se reconocieron dos grandes usuarios desmotadores a través de los datos suministrados por REFSA. Uno compra directamente la energía al generador Hiniuig, de la hidroeléctrica Nihuil, y REFSA le cobra un peaje; el otro compra a la distribuidora REFSA. En junio de 2015 se registró un consumo de 44.568 kWh en un caso, y de 97.171 kWh en el otro, resultando un promedio de 70.87 kWh.

En Corrientes la DPEC le distribuye energía a una desmotadora. En base a la información brindada no se percibió un consumo estacional, ya que la energía consumida resultó similar en el período de agosto 2014 a julio 2015. En el mes de junio 2015 se registró un consumo de 147.960 kWh.

En Salta EDESA le distribuye energía a una planta desmotadora y en el mes de junio 2015 se registró un consumo de 393.000 kWh.

En relación a la primera industrialización de la lana, el relevamiento efectuado mediante la consulta directa a los productores proporcionó información referencial acerca de las demandas energéticas. Chubut es la provincia donde se localizan las principales industrias laneras y fueron empresas de esa región las que respondieron a la solicitud de información.

| Empresa | Ubicación | Capacidad de procesamiento mensual (kg) | Consumo energía eléctrica (kWh/mes) | Consumo gas natural (m3/mes) | Consumo propano/diesel (litros/mes) | Consumo nafta/diesel (litros/mes) | Proceso y observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Unilan Trelew S.A. | Trelew, Chubut Polo Industrial | 750.000 | 700.000 | 260.000 | 1.500 | 1.000 | lavado y peinado |
| Peinaduría Rio Chubut S.A. asociada con Chargeurs Wool | Chubut | 725.000 | 800.000 | 223.300 | | | lavado, cardado, peinado y subproductos |
| Fuhrmann S.A. | Rawson, Chubut | 600.000 | 390.000 | 133.00 | | | lavado, peinado y subproductos |
| Lempriere Fox. Lanas | Trelew, Chubut | 450.000 | 45 | | | | descarga y reenfardelaje |

Tabla 5: relevamiento del consumo energético a empresas industriales laneras.

Las principales actividades responsables del requerimiento energético son el lavado, el peinado, y el cardado, procesos que generan el valor agregado a la lana sucia, para así producir los primeros subproductos de la lana.

En el relevamiento se detectó el uso de la energía eléctrica para motores e iluminación, y se percibió la demanda de gas para calefacción, cocina, calentamiento de agua, para la caldera para el lavado y para el secado de la lana. El propano/diesel fue requerido para un elevador, y la nafta/diesel para el transporte.

Este relevamiento realizado a partir de la información suministrada por las empresas se complementó con la consulta a las distribuidoras provinciales. Se obtuvo información de dos distribuidoras, de la Cooperativa Eléctrica de Consumo y Vivienda Ltda., en Trelew, Chubut, y de la DPEC en Corrientes.

| Provincia | Distribuidora | Empresas laneras | Promedio consumo energía eléctrica por productora lanera, junio 2015 (kWh/mes) | Período estacional |
|---|---|---|---|---|
| Chubut | Cooperativa Eléctrica de Consumo y Vivienda Ltda. | 9 | 221.383 | no fue posible la observación |
| Corrientes | DPEC | 1 | 43.584 | el consumo no evidencia estacionalidad |

Tabla 6: relevamiento a distribuidoras, de la demanda energética de los grandes usuarios que procesan la lana.

En Trelew, el agente distribuidor de energía provee a nueve empresas laneras, incluyendo lavaderos, peinadurías, acopiadores, laboratorios y en el mes de junio 2015 se registró una demanda total (de las nueve firmas) que superó a 1.992.451 kWh, con una demanda de potencia de 3.644 KW. El promedio de aquella demanda por planta productora es un consumo individual de 221.383 kWh.

En Corrientes la DPEC le distribuye energía a la reconocida Cooperativa Lanera provincial y la información brindada permite la observar un consumo parejo durante el año, exceptuando una disminución en julio, aunque sin indicar un consumo estacional. En el mes de junio 2015 se registró un consumo de 43.584 kWh.

En las consultas directas a los productores no se hallaron casos de autogeneración mediante energías renovables. Pensar en la concreción de esa posibilidad requiere de una optimización previa del sistema productivo. En las dos instancias industriales analizadas, las plantas desmotadoras y las empresas que procesan la lana, antes de proceder a la planificación y sustitución de las fuentes energéticas de origen fósil por fuentes renovables, debería hacerse un estudio de diagnóstico con el objetivo de conocer la situación específica del consumo energético, eléctrico y térmico en las instalaciones industriales, con la finalidad de detectar las oportunidades de ahorro de energía y disminuir las ineficiencias.

# 3 Alternativas Energéticas

A principios del siglo XIX ,el 95% de la energía primaria consumida en el mundo procedía de fuentes renovables. Un siglo después con los nuevos avances y descubrimientos, ese porcentaje disminuyó al 38% hasta alcanzar una participación registrada del 16% a principios del presente siglo (Fouquet, 2009 citado por André *et al*, 2012).

La situación mundial alarmante respecto al CC producto de las emisiones de GEI y el inminente agotamiento de los recursos fósiles, ya hace unos años muestra esfuerzos globales para retornar a la generación energética con fuentes y procesos de sistemas renovables. En muchos países industrializados la proporción de energías renovables creció de manera considerable en las últimas décadas. La inversión total en el mundo en energías renovables, en el año 2004 fue de 22.000 millones de dólares, pasando a 130.000 millones de dólares en 2008, a 160.000 millones de dólares en 2009 y a 211.000 millones de dólares en 2010. A principios del 2011, al menos 118 países tenían políticas de apoyo a las energías renovables o algún tipo de objetivo o cuota a nivel nacional (REN21, 2011 citado por André *et al*, 2012). En el 2013 la inversión en energías renovables fue de 232 billones de dólares, y en 2014 de 270 billones de dólares (REN21, 2015:19).

Aún con estos avances, persiste un alto grado de dependencia de los combustibles fósiles, principalmente al petróleo, al gas natural y al carbón.

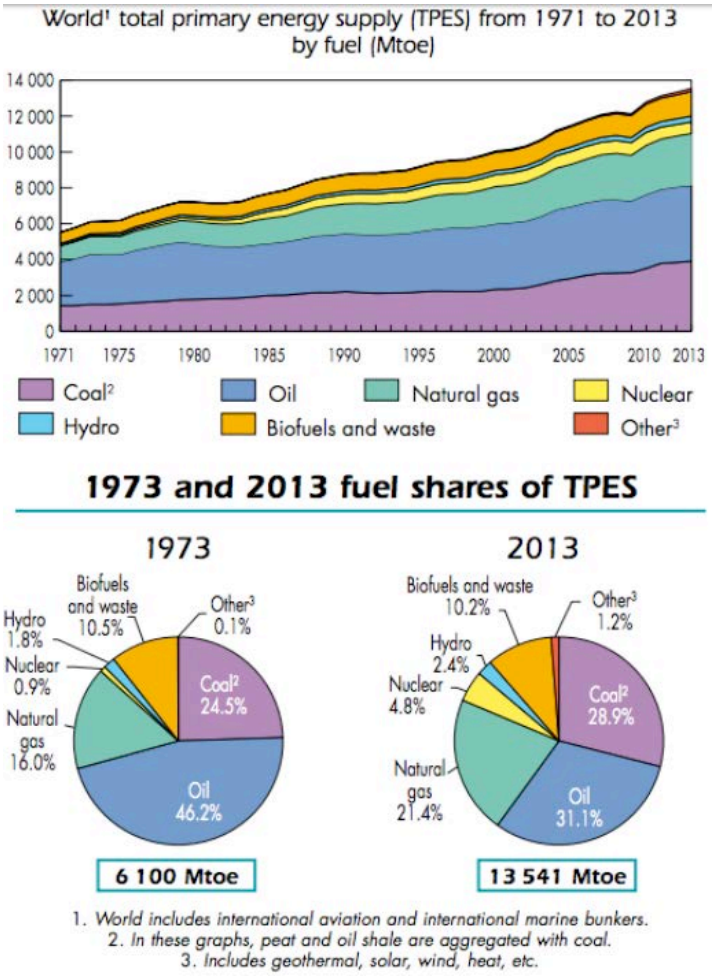



Figura 30: abastecimiento energético global de fuentes primarias, de 1971 a 2013 (OECD/IEA, 2015:6).

Una estimación de todas las energías renovables dentro del consumo global de energía en el 2013 estimó una participación del 19.1%, en relación con un 78.3% aportado por combustibles fósiles y un 2.6% por energía nuclear. Las energías renovables totales se distinguieron en biomasa tradicional (9%), y en "renovables modernas", incluyendo a la energía geotérmica, a la hidráulica, eólica, solar, y a los biocombustibles.

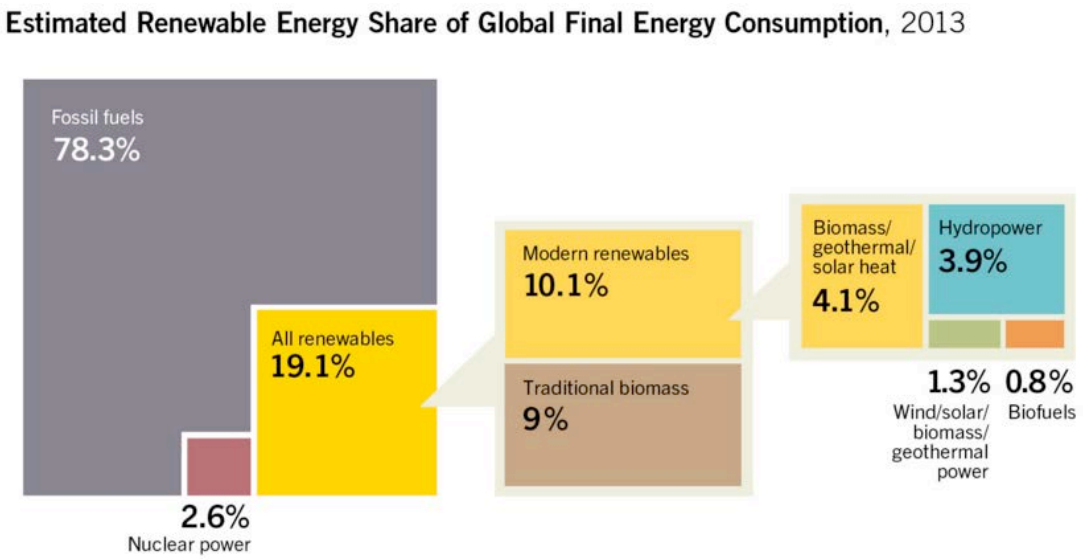



Figura 31: participación estimada de las energías renovables en el consumo mundial de energía, para año 2013 (REN21, 2015:27).

Con respecto a las fuentes energéticas empleadas para la producción de electricidad, a nivel global en el año 2014 a las energías renovables se les atribuyó una participación del 22.8%; el 77.2% de la participación le correspondió a los combustibles fósiles y de origen nuclear. Dentro de las fuentes renovables, la hidroeléctrica es la fuente con mayor participación.

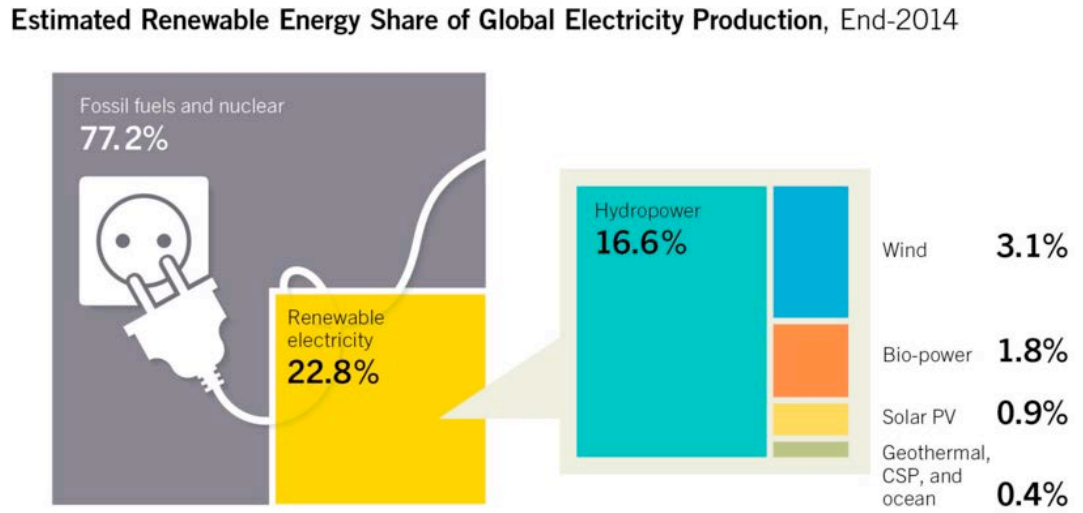



Figura 32: participación estimada de energías renovables en la producción global de electricidad (REN21, 2015:31).

La inclusión de las fuentes renovables en las matrices energéticas del mundo es un denominador común de la actualidad de cada país. En la producción de electricidad en el mundo, según la figura 33, se observa que desde el año 2009-2010 en adelante se produce un gradual incremento en la participación de las energías renovables, que se acentúa en los últimos dos años. El incremento gráficamente detectado es mayor para Europa y Norteamérica.

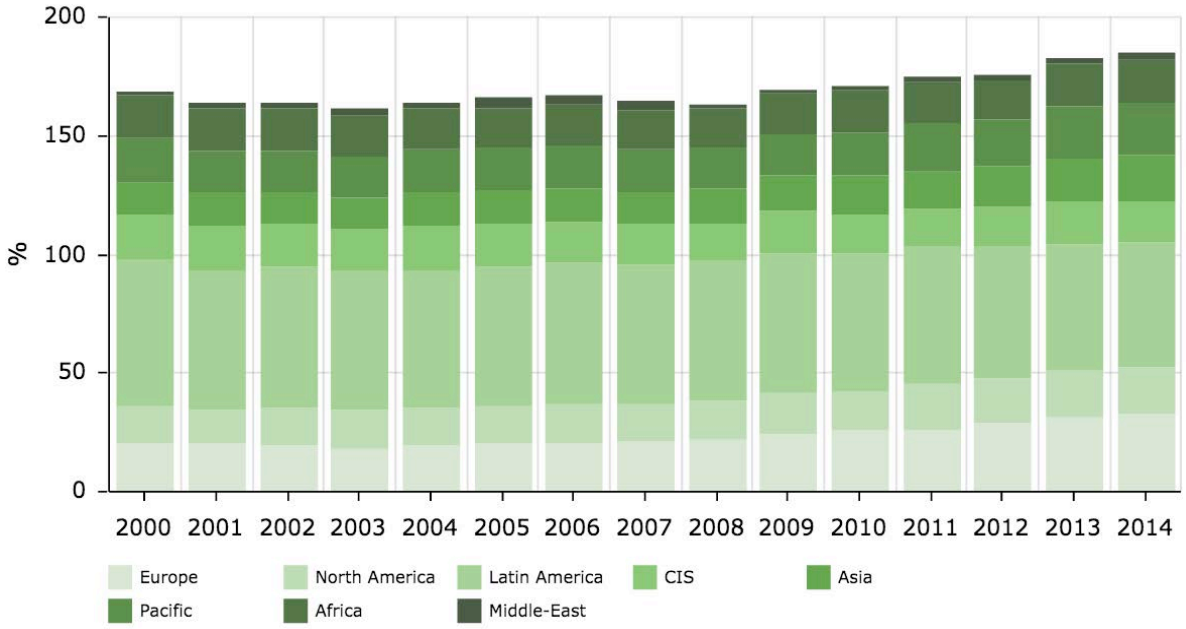



Figura 33: participación de energías renovables en la producción de electricidad. Por continentes: 2000 al 2014 (Enerdata, 2015).

Las políticas con respecto a las energías renovables en el mundo indican la aspiración de sustituir a los combustibles fósiles en cuatro mercados distintos: en el de generación de electricidad, en las aplicaciones térmicas, como el calor para los procesos industriales, la calefacción, la refrigeración y la producción de agua caliente en el sector doméstico; en los combustibles para el transporte y en los servicios energéticos de sitios que no tienen conexión a la red, por ejemplo en el ámbito rural en países menos desarrollados.

El consumo de gas natural y de varios de los combustibles fósiles en los últimos años, y a nivel mundial, no mostraron una reducción de su uso; contrariamente, se registraron incrementos. La tendencia de su consumo, de mayor velocidad respecto a su capacidad de extracción, acelera su agotamiento.

### 3.1 Energía en el país, redes, marcos y renovables

El Anuario del año 2014 de Cammesa registró para Argentina un consumo medio diario de gas destinado a generación de 39.3 $Mm^3/d$. Dicho valor fue mayor que el registrado para el año 2013, que había alcanzado una media de 38.3 $Mm^3/d$. El gasoil disminuyó su consumo, pasando de 2.600.000 $m^3$ en el año 2013 a 1.800.000 $m^3$, en el 2014, debido a que su suministro fue reemplazado por el Fuel Oil (FO), que incrementó su participación en un

16.6% en relación al año 2013 Cammesa (2014:3,4). La participación porcentual por combustible (Equivalente Gas Diario) en el año 2014 fue: gas natural: 71.6%, (39.3 $Mm^3$/día), FO: 15.8%, (8.7 $Mm^3$/día), gasoil: 9.2% (5 $Mm^3$/día), carbón mineral: 3.2% (1.8 $Mm^3$/día) y biocombustible: 0.1% (0.1 $Mm^3$/día) (Cammesa, 2014:45).

Respecto al sistema de electricidad nacional, la mayor parte de la Argentina está conectada por el SADI, cuyo sistema es abastecido por el MEM y administrado por Cammesa, regulando el mercado de la generación eléctrica. De esta manera, los diferentes equipos de generación se encuentran en todo el territorio nacional, y mediante los equipos instalados en el SADI se distribuye la energía a todas las regiones a las cuales llegan las líneas de transmisión.

Tierra del Fuego es la única provincia excluida del MEM-SADI (De Dicco, 2014:12). El mapa de las provincias se distingue por siete regiones: 1- NOA: Jujuy, Salta, Tucumán, Santiago del Estero, Catamarca y La Rioja. 2- NEA: Formosa, Chaco, Corrientes y Misiones. 3: CUYO: Mendoza y San Juan. 4: LIT, GBA, BAS: Santa Fe, Entre Ríos, Área Metropolitana de Buenos Aires y Buenos Aires. 5: CENTRO: Córdoba y San Luis. 6- COMAHUE: Neuquén, Río Negro y La Pampa. 7- PATGONIA: Chubut y Santa Cruz.

En el mapa elaborado por Cammesa es posible visualizar la distribución actual de las redes de abastecimiento energético del país.

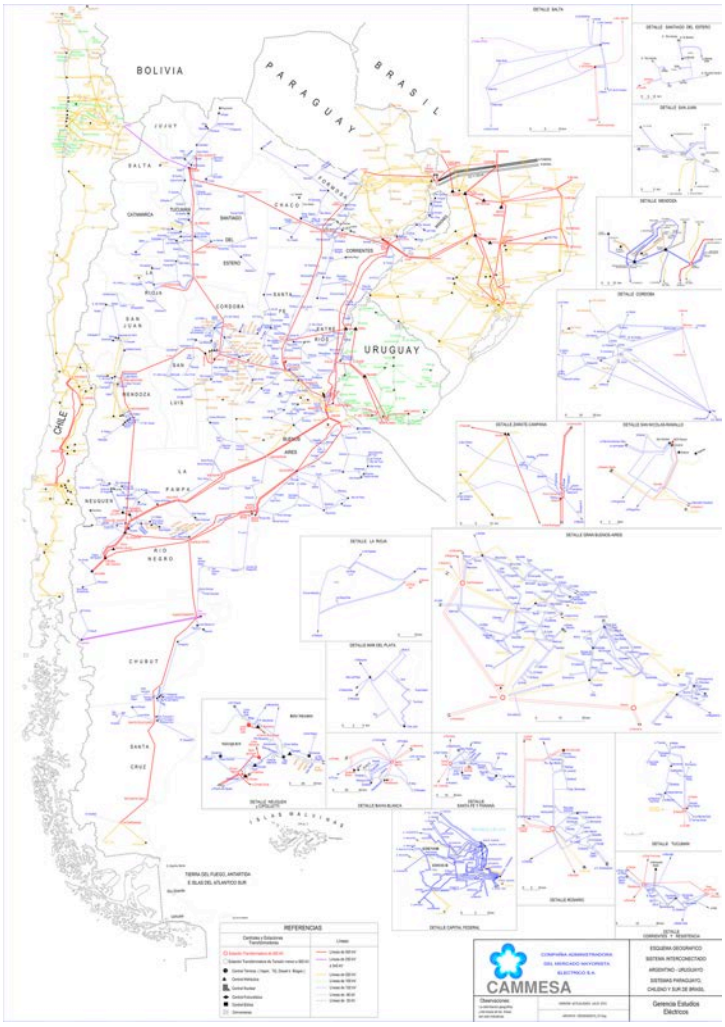


Figura 34: mapa energético de distribución troncal en Argentina (Cammesa, 2015).

El sistema nacional es centralizado, con lo cual la accesibilidad se encuentra sujeta a la ampliación de las líneas de transporte. La transmisión de 500 kV fue extendida con 65 km entre las estaciones de Rosario Oeste y Coronda; ese vínculo de 65 km paralelo a uno existente entre ambas estaciones tuvo por objeto reforzar la capacidad de evacuación del Sistema de Transmisión en el Litoral, particularmente en relación al aumento de potencia instalada en el nodo Coronda, con la incorporación de la Central Térmica Vuelta de Obligado. También aspirando a mejorar la confiabilidad y seguridad de abastecimiento de la demanda en la zona sur de la Provincia de Santa Fe (Cammesa, 2014:7).

Las demandas al MEM distinguidas por tipo de agente se repartieron en un 79% para los distribuidores, un 20% entre los grandes usuarios menores y mayores del MEM y un 1% para autogeneradores (Cammesa, 2014:17).

Respecto a la generación energética nacional ingresante durante el año 2014 estuvo en el orden de los 40 MW, dentro de los cuales se destacó el ingreso de la segunda etapa del parque eólico Arauco, con 25 MW. Prontamente se espera el ingreso de nueva potencia, que sumaría alrededor de 2.600 MW: contando con la C.T. Vuelta de Obligado con 560 MW, la C.T. Rio Turbio con 240 MW, la C.T. Guillermo Brown con 600 MW, los cierres de los ciclos combinados B. López y Ensenada-Barragán con 450 MW adicionales y la nueva central nuclear Atucha II con 740 MW. Esta última convirtiéndose en la de mayor potencia instalada en el SADI, sustituyendo el consumo de 4,7 millones de litros de gasoil por día al reemplazar a la generación térmica en base a combustible fósil. La principales cuencas son Comahue, Río Paraná y Río Uruguay (Cammesa, 2014:3).

En el balance anual de energía entre la demanda y la generación, la generación térmica representó 83.265 GWh, la hidráulica 40.663 GWh, la nuclear 5.258 GWh, de importación[59] 1.390 GWh, y las energías renovables 629 GWh. La generación térmica representó y continúa representando la fuente con mayor crecimiento (progresivo), considerando los últimos años. La generación se reparte según las disponibilidades geográficas de generación, y la consecuente potencia instalada. La generación por región, y por participación porcentual de la fuente de suministro, para el año 2014 fue:

NOA: 8% hidráulica, 2% eólica, 90% fósil
NEA: 90% hidráulica, 10% fósil
CUYO: 64,5% hidráulica, 35% fósil, 05% solar
LIT, GBA, BAS: 90% fósil, 7% hidráulica, 3% nuclear
CENTRO: 46% fósil, 32% hidráulica, 22% nuclear
COMAHUE: 75% hidráulica, 25% fósil
PATGONIA: 52% hidráulica, 35% fósil, 14% eólica.
(Cammesa, 2014:31)

[59] Cuando la demanda supera a la generación suele importarse la energía a Brasil y Paraguay, con la generación de las represa Itaipú (Brasil-Praraguay), y Yacyretá (Argentina-Paraguay): comprando la energía de las turbinas correspondientes a Paraguay. En el anuario 2014 se registraron importaciones de Uruguay en primer lugar y en segundo lugar de Paraguay (Cammesa, 2014:52)

## Potencia Instalada por Región y Tipo de Generación al 31/12/2014 – MW (*)

| Región | TV | TG | CC | DI | Térmica |
|---|---|---|---|---|---|
| CUY | 120 | 90 | 374 | 0 | 584 |
| COM | 0 | 209 | 1282 | 73 | 1564 |
| NOA | 261 | 1008 | 829 | 249 | 2347 |
| CEN | 200 | 511 | 534 | 76 | 1321 |
| GBA-LIT-BAS | 3870 | 2012 | 5984 | 413 | 12280 |
| NEA | 0 | 46 | 0 | 247 | 293 |
| PAT | 0 | 160 | 188 | 0 | 348 |
| TOTAL | 4451 | 4035 | 9191 | 1059 | 18736 |
| % Térmicos | 24% | 22% | 49% | 6% | 100% |

| Región | Térmica | Hidráulica | Nuclear | Eólica | Solar | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CUY | 584 | 1071 | 0 | 0 | 8 | 1663 |
| COM | 1564 | 4692 | 0 | 0 | 0 | 6255 |
| NOA | 2347 | 217 | 0 | 50 | 0 | 2615 |
| CEN | 1321 | 918 | 648 | 0 | 0 | 2887 |
| GBA-LIT-BAS | 12280 | 945 | 362 | 0 | 0 | 13587 |
| NEA | 293 | 2745 | 0 | 0 | 0 | 3038 |
| PAT | 348 | 519 | 0 | 137 | 0 | 1004 |
| TOTAL | 18736 | 11106 | 1010 | 187 | 8 | 31048 |
| % Térmicos | 100% | | | | | |
| % TOTAL | 60% | 36% | 3% | 1% | 0% | 100% |

| | |
|---|---|
| POTENCIA DISPONIBLE EN UNIDADES MÓVILES | 329 |

(*) Potencia Instalada= Potencia Efectiva de Agentes Generadores, Cogeneradores y Autogeneradores
(MW) TV: Turbo Vapores
TG: Turbinas de Gas
CC: Ciclos Combinados
DI: Motores Diesel

Figura 35: regiones en Argentina: potencia instalada por región (Cammesa, 2014:16,30).
La generación térmica se encuentra dividida según la fuente primaria del abastecimiento empleado.

El sistema energético nacional, en todas sus dimensiones, se encuentra sujeto a la legislación argentina. Diferentes jerarquías legales y regulatorias, como leyes de la Constitución Nacional, Resoluciones ministeriales, normas o reglamentos, enmarcan los comportamientos energéticos. En el Anexo VII se presenta el marco regulatorio relacionado con el sistema eléctrico nacional.

Acorde a la tendencia mundial de direccionar la generación energética hacia fuentes renovables, en las últimas décadas el sistema nacional comenzó a precisar del marco legislativo y regulatorio para su fomento y aplicación. De esta manera, por ejemplo, la Ley 25.019/1998 fomentó el uso de la energía eólica y solar para generación eléctrica. En la Ley 26.190/2006 se fomentó, con una meta explícita, el uso de fuentes renovables destinadas a la producción eléctrica y en la Ley 26.093/2006 se introdujo el corte obligatorio con

biocombustibles de los combustibles utilizados en el transporte. Dadas las actuales circunstancias globales, aún quedan pendientes otros usos energéticos y tratamientos por legislarse y reglamentarse, por ejemplo en cuestiones relacionadas al manejo de las emisiones y la huella de carbono.

El fomento a la inclusión de fuentes renovables al sistema también contó con la Resolución 712/2009 que impulsó el ingreso de nueva oferta de generación eléctrica utilizando fuentes renovables y habilitando la realización de contratos de abastecimiento con el MEM. Así ENARSA (Energía Argentina S.A.) instrumentó un proceso licitatorio llamado GENREN, a través de la Licitación Pública Nacional e Internacional EE Nº 01/2009, convocando a ofertas de provisión de energía eléctrica a partir de fuentes renovables por un total de 1.015 MW de potencia instalada. Durante el año 2010 se realizó una nueva licitación que se denominó GENREN II. En 2011 la SE emitió la Resolución 108/2011, habilitando la realización de contratos de abastecimiento entre el MEM y las ofertas de generación a partir de fuentes renovables, como manera de promover las alternativas renovables.

### 3.2 Energías renovables

En el año 2014 se cubrió con energía renovable el 1.5% de la demanda del MEM, que tiene valores de participación inferior a los valores comprometidos: el compromiso legalmente vinculado con la Ley 26.190/2007 estipuló la participación de las renovables en el 8% al año 2016.

En el año 2014 se registró una generación de renovable total de 1882 GW, valor distribuido entre biodiesel: 1.6 GWh, biomasa: 113.7 GWh, eólica: 613.3 GWh, hidro: 1034.5 GWh, solar: 15.7 MW y biogás: 103 MWh. La figura 36 grafica la participación porcentual de las distintas fuentes renovables: biodiesel: 3%, biomasa: 8%, eólica: 23%, hidráulica: 62%, solar: 1%, biogás: 4% (Cammesa, 2014:37).

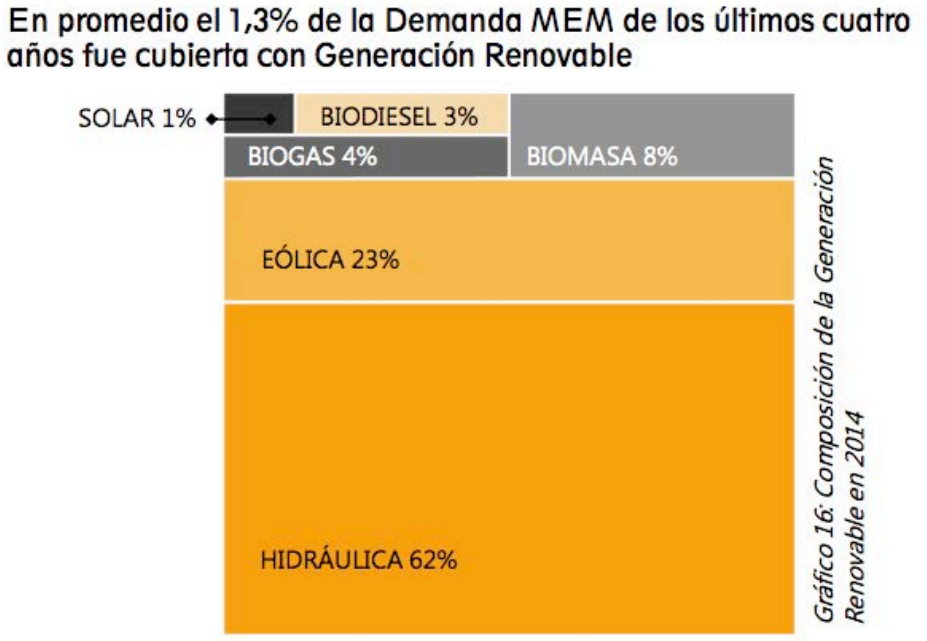



Figura 36: participación porcentual de energías renovables en la generación eléctrica servida al MEM (Cammesa, 2014:37).

### 3.2.1 Eólica

La energía eólica se considera una energía limpia, renovable y sostenible, con una baja huella de carbono. Como se obtiene a partir de la energía cinética generada por el efecto de las corrientes de aire (viento), se encuentra distribuida en todo el mundo. Mediante un *aerogenerador* la energía cinética del aire es transformada en energía mecánica, y luego en energía eléctrica.
Es una energía percibida como económica, aunque se le reconoce la gran barrera de implementación debido a que las inversiones iniciales en infraestructura son muy altas. Además de esta dificultad, tiene la gran desventaja de depender en la irregularidad del viento. Otra cuestión negativa de los parques eólicos es que generalmente son ubicados en áreas rurales, y existe cierta resistencia en la ocupación de los paisajes. Su implementación también debe considerar el ecosistema aéreo, estudiando el comportamiento de aves y murciélagos, y su preservación (Fernández y Barragán, 2013d:27; 2013a).

Para instalar un parque eólico en territorio provincial nacional, de acuerdo con el Art. 124 de la Constitución Nacional se debe poseer una autorización Provincial y los requisitos de conexión, tales como el tipo de parque eólico determinado por las tensiones, evitando las desconexiones, se establecieron en los procedimientos técnicos de Cammesa, el Anexo 40 y el N°4 (Fernández y Barragán, 2013b).

La estrategia energética nacional incluye la política de incentivos para la inserción de energías renovables en la matriz energética nacional y en ese sentido la energía eólica cuenta con el procedimiento de obtención de PPA[60], contemplando las relaciones gubernamentales, las relaciones con los operadores del mercado eléctrico y con asociaciones e instituciones locales (Fernández y Barragán, 2013c).

La elección de los equipos eólicos debe considerar, entre múltiples factores, la turbina que mejor se adapte a las condiciones de viento del emplazamiento y maximizar el *factor de capacidad* (horas equivalentes), los costos de los equipos y de operación, la fiabilidad, la calidad, y los aspectos técnicos tales como la integración y el cumplimiento con el código de red; la disponibilidad de repuestos y la capacidad de adaptación a futuros requerimientos (Fernández y Barragán, 2013c).

[60] PPA es una forma de financiación que permite a los propietarios (mineros, industriales, agrícolas y otros) acceder a los beneficios de la generación de energía renovable sin necesidad de poseer el equipo y la inversión total necesaria. PPA es un mecanismo de contrato ya utilizado por los generadores de energía y que en la última década sirvió para financiar activos de energías renovables (Energía Estratégica, 2015).

Los proyectos construidos de energía eólica en Argentina son:

| Nombre del Parque | Ubicación | Observaciones |
|---|---|---|
| Antonio Morán | Comodoro Rivadavia, Chubut | posee los aerogeneradores instalados pero la mayoría se encuentran inoperativos. |
| Arauco | Aimogasta, La Rioja | Generación annual promedio 46 GWh |
| Diadema | Diadema, Chubut | Generación annual promedio 28 GWh |
| El Jume | El Jume, Santiago del Estero | está operativo con 4 aerogeneradores IMPSA, y una potencia total que asciende a los 8.4 MW |
| Loma Blanca | Trelew, Chubut | En construcción |
| Eólico Rawson | Rawson, Chubut | Generación annual promedio 296 GWh |
| Malaspina | Malaspina, Chubut | En proceso |
| Koluel Kayke | Koluel Kayke, Santa Cruz | Aprobado |
| Gastre | Gastre, Chubut | Aprobado |
| Madryn | Madryn, Chubut | En construcción |

Tabla 7: proyectos construidos de energía eólica en Argentina (Adaptado de Fernández y Barragán, 2013a:10,11; y comunicación con Fernández).

La distribución de los parques eólicos en el país da cuenta del potencial energético de aquella fuente en todo el territorio. Se observa, condiciendo con las características geográficas y climáticas, que en el sur del país es donde se encuentran las mejores condiciones para el aprovechamiento.

### 3.2.2 Solar: térmica y fotovoltaica

Aunque el recurso de la radiación solar es abundante, está condicionado por tres aspectos: la intensidad de radiación solar recibida por la tierra, los ciclos diarios y anuales a los que está sometida, y las condiciones climatológicas de cada emplazamiento[61]. La energía solar es un recurso renovable, libre, no genera ruidos y es calificada como no contaminante.

Se llama energía *solar pasiva* cuando el calor es aprovechado directamente del sol sin necesidad de sistemas mecánicos adicionales y *solar térmica* cuando la radiación solar es aprovechada para producir agua caliente de baja temperatura, para uso sanitario o calefacción, o bien para calentamiento directo de aire. Este tipo de energía se emplea en las cocinas solares, secadores, destiladores, refrigeración por absorción, generación termoeléctrica, o calefón solar, a través de reflectores o colectores solares. Respecto a los sistemas solares térmicos, hay miles instalados en Argentina que se utilizan para obtener agua caliente y para calefacción.

La primera planta térmica solar *Gemasolar* en Andalucía, España (Iglesias, 2006:22-24), emplea tanques de sales como sistema de almacenamiento térmico. Las sales pueden alcanzar temperaturas superiores a los 500°C, y ese calor permite generar vapor y con él producir energía eléctrica. De esta manera, el excedente de calor acumulado durante las horas de

[61] La energía solar es la energía radiante producida en el sol, como resultado de reacciones nucleares de fusión, que llegan a la tierra a través del espacio e interactúan con la atmósfera y la superficie terrestre en cuantos de energía llamados fotones. La radiación solar interceptada por la tierra en su desplazamiento alrededor del sol, constituye la principal fuente de energía renovable, recibiendo la cantidad de energía anual de $54 \times 10^{23}$J; cifra que representa 4.500 veces el consumo mundial de energía.

insolación pudo almacenarse en el tanque de sales calientes, permitiendo una autonomía de generación eléctrica de hasta 15 horas sin aporte solar. Así se consiguió suministrar energía (potencia eléctrica nominal de 19.9 MW) en forma continua durante un día completo durante muchos meses del año, inclusive en ausencia de radiación solar.

La energía *solar termoeléctrica* es empleada para producir electricidad con un ciclo termodinámico convencional a partir de un fluido calentado a alta temperatura. La energía *eólico solar* funciona con el aire calentado por el sol, que sube por una chimenea donde están los generadores (Iglesias, 2006:3,5).

La energía *solar fotovoltaica* se emplea para producir electricidad mediante placas de semiconductores que se excitan con la radiación solar y consiste en la conversión directa de la energía solar en electricidad mediante células o celdas solares fotovoltaicas[62]. Los sistemas fotovoltaicos autónomos utilizan baterías que cumplen la función de almacenar la energía generada por el sol para que pueda ser utilizada por la noche o en períodos de baja radiación solar[63].

Para el dimensionamiento de un sistema solar fotovoltaico se requieren los datos de consumos: tipo, cantidad, tensión de trabajo, horas de utilización diarias y días por semana, y la situación geográfica: localización del emplazamiento, datos de la radiación solar en función de la localidad y la latitud y la inclinación del captador solar determinado en función de la aplicación y la localización geográfica (Zitzer, 2013:114).

Los sistemas solares se destacan por su modularidad, por una alta fiabilidad y por la ventaja de poder instalarse en lugares donde la red eléctrica convencional no llega. Suelen ser utilizados para electrificación rural, bombeo de agua, sistemas de telecomunicaciones, sistemas de balizamiento aéreo, marítimo y terrestre, sistemas de protección catódica, sistemas de accionamientos de válvulas en poliductos, señalización vial, sistemas de telegestión y transmisión de datos, y sistemas conectados a red.

Plantas de aprovechamiento fotovoltaico en funcionamiento en Argentina:

| Nombre de la planta solar fotovoltaica | Ubicación | Observaciones |
|---|---|---|
| San Juan I Ullum | San Juan | Planta piloto, primera solar conectada a la red en Argentina. Pot: 1.26 MW. Costo: U$S 10.5 millones. 2011 |
| Cañada Honda | San Juan | Primera etapa de planta solar conectada a la red con 5 MW. 2012 (tendrá 20 MW) |
| Terrazas del Portezuelo | San Luis | Potencia: 1 MW. Costo: 37.494.079 pesos. 2014 |

Tabla 8: plantas de aprovechamiento fotovoltaico en funcionamiento en Argentina (Adaptado de Alejandro Zitzer, comunicación personal).

[62] Estos sistemas cuentan con la célula o celda solar fotovoltaica como el dispositivo que convierte la luz solar en energía eléctrica, al transformar los fotones de luz en un movimiento de electrones. La oblea de silicio es tratada de forma tal que cuando incide sobre ella la luz solar se liberan y se *empujan* las cargas eléctricas hacia la superficie; las positivas en una dirección y las negativas en otra (Zitzer, 2013:45).

[63] Los acumuladores/baterías almacenan energía eléctrica mediante la transformación de esta energía por acción electroquímica en un proceso reversible, estos procesos se denominan: carga-descarga (Zitzer, 2013:73).

### 3.2.3 Consideraciones sobre biomasa

La *biomasa* almacena, en el corto plazo, la energía solar en forma de carbono. El almacenamiento se produce mediante la fotosíntesis de los residuos agrícolas y forestales, de los cultivos energéticos, residuos animales, residuos de industrias agrícolas y forestales, residuos sólidos urbanos, o de aguas residuales urbanas. Las plantas que contienen clorofila, transforman el dióxido de carbono y el agua, en materiales orgánicos con alto contenido energético y esa energía puede ser transformada en energía térmica, eléctrica o carburantes de origen vegetal para producir biocombustibles o gases combustibles.

La biomasa se distingue acorde a su humedad. Dentro de la biomasa seca, con humedad menor del 60%, se encuentran los residuos forestales (podas y raleos), los agrícolas (cultivos herbáceos), los de la agroindustria y los de la industria de la madera. Algunos ejemplos de este tipo de biomasa son la cáscara de maní, la cascarilla de arroz, el orujo, las podas de frutales, el aserrín, el bagazo, etc. Por el lado de los residuos húmedos, con humedad mayor del 60%, se encuentran los vertidos denominados biodegradables, incluyendo a efluentes industriales con carga orgánica, aguas residuales urbanas e industriales y residuos ganaderos.

La *biomasa natural* se produce espontáneamente en la naturaleza sin intervención humana. Un ejemplo de biomasa natural se compone por los recursos generados en las podas naturales de un bosque; aún así, la utilización de estos recursos si requiere la gestión de su adquisición y el transporte. A diferencia de la biomasa natural, los *cultivos energéticos* son realizados con la finalidad de producir biomasa transformable en combustible, energía eléctrica o térmica. Algunos ejemplos son las plantaciones de árboles en gran densidad por hectárea y con rápido crecimiento, para generar carbón, o para triturar y aprovechar en caldera, mediante la generación de calor y/o electricidad. Ejemplos son la caña de azúcar, la soja, el maíz, el sorgo dulce, cuando se destinan a la producción de *biocombustibles*, que se clasifican por sus características especiales y sus usos finales, de una forma distinta: *bioetanol*, *biogás*, o *biodiesel*[64].

El contenido de agua de la biomasa y la aplicación final del producto determinan los procesos a efectuar. En el Anexo VIII se muestra la secuencia de los procesos requeridos para la transformación de la biomasa en energía.

Los usos tradicionales de la biomasa no implicaban una transacción comercial, tratándose mayoritariamente de la leña usada para la cocina y la calefacción. La biomasa moderna se caracteriza por ser objeto de transacciones de mercado y ser utilizada para la generación de energía eléctrica, la producción de calor industrial y doméstico, y de *biocarburantes* para el transporte (André *et al.*, 2012:14).

La conversión de la biomasa seca, en un sentido general, refiere a la reacción química a través de la cual, por el *uso de calor o en la presencia de aire u otros gases*, se libera energía directamente[65]. El impacto ambiental de la combustión de la biomasa no produce óxidos de

[64] Los *biocombustibles* que compiten con los alimentos, encuentran siempre prioritario, el abastecimiento de las necesidades básicas humanas.

[65] Por ejemplo en la combustión directa empleando el calor para cocción, calefacción, energía mecánica o eléctrica (por ejemplo la leña); o mediante una conversión termo-química donde la biomasa se transforma en combustible gaseoso o líquido. Los procesos termoquímicos incluyen a la combustión: calor, vapor; a la pirolisis, que según la velocidad de calentamiento y la temperatura puede obtener carbón vegetal, gas pobre y rico, o líquidos piroleñosos; a la gasificación que brinda gas pobre y medio; y a la licuefacción que obtiene

azufre (ya que tiene escaso o nulo contenido de azufre), tiene un balance *neutro* en emisiones de $CO_2$, y de las cenizas que se producen se pueden recuperar importantes elementos minerales de valor fertilizante, como el fósforo y el potasio. Valorizando el residuo se evita un pasivo ambiental; más aún, la recolección y el uso de los residuos agrícolas y forestales puede reducir los GEI y evitar las partículas de la quema incontrolada *in situ* o de los incendios forestales.
Para que la biomasa sea desarrollada sustentablemente, las plantas de procesamiento también deben responder a los estándares de calidad; a su vez, es importante considerar que el espacio compite con otros usos de la tierra. La biomasa *seca* suele requerir mucho espacio para el acopio, con lo cual su uso debe justificarse con el proceso industrial en el cual se emplea (Beljansky, 2012:95-99).

La biomasa *húmeda* emplea procesos de conversión con fines energéticos; admite procesos físicos de presión o extracción, obteniendo como resultado aceites vegetales para motores de combustión interna, energía mecánica y eléctrica; y también procesos bioquímicos como la fermentación o la transformación química: aeróbica o anaeróbica. Dentro de los procesos bioquímicos, con la fermentación anaeróbica alcohólica se obtiene *etanol* (alcohol etílico) empleado para la combustión interna del motor, energía mecánica y eléctrica. Del etanol deriva el *bioetanol*[66], que puede sustituir a la nafta en motores de combustión interna, usado puro o en mezcla con nafta.

La fermentación anaeróbica por conversión o digestión metanogénica es la descomposición bacteriana de materia orgánica en ausencia de aire[67], produciendo una mezcla gaseosa denominada *biogás*[68] (metano), quees empleado para cocción y motores, generando calor y vapor por combustión, o bien en la combustión interna de un motor.

La biomasa húmeda más adecuada para alimentar un reactor anaeróbico o biodigestor, es el estiércol animal, los residuos industriales y urbanos, algas o residuos de plantas y animales en general. El *biogás* resultante de la fermentación de los desechos orgánicos puede reemplazar el uso de combustibles fósiles para la producción de energía térmica y/o eléctrica reemplazando, por ejemplo, al gas natural en las calderas para producir vapor para los procesos. Los efluentes ya tratados se usan para ferti-irrigación y con los lodos resultantes (sólidos sacados de los biodigestores/reactores) se hace compostaje.

La producción de *biogás* depende del tipo de biomasa y de la dilución de la materia orgánica. El estiércol con una dilución de 9% de sólido, produce aproximadamente 140 litros de biogás por kg de materia seca y por día. Las experiencias mundiales en biogás revelaron que el costo

---

combustibles líquidos (Beljansky, 2012:14-20,29,32,33,37-39,49,50).

[66] Dicho proceso: hidrólisis y posterior fermentación de la biomasa con alto contenido de azúcares, almidones o celulosa, se utilizó desde la antigüedad para la producción de alcohol destinado a la fabricación de bebidas o para usos farmacéuticos. Su empleo como combustible líquido fue más reciente. En Brasil se hace a partir del alcohol de caña de azúcar y en EEUU a partir de maíz. El *etanol* es comúnmente usado para incrementar el número de octanos y mejorar la calidad de las naftas y disminuir hasta en un 50% las emisiones de COx y NOx (óxidos de mono nitrógeno) (Beljansky, 2012: 64,66,74).

[67] Su proceso de fermentación es comparable al que ocurre naturalmente en la producción del gas de los pantanos. Las fermentaciones metanogénicas o anaeróbicas, se obtienen de las sustancias orgánicas con elevado contenido de humedad.

[68] El biogás es una mezcla constituida fundamentalmente por metano ($CH_4$), dióxido de carbono ($CO_2$), y pequeñas cantidades de hidrógeno (H), sulfuro de hidrógeno ($H_2S$) y nitrógeno (N). La generación del biogás depende fuertemente de la temperatura; con mayor temperatura se genera mayor cantidad de biogás (Beljansky, 2012:37).

inicial de instalación de un sistema productor de biogás se amortiza en un corto plazo, si se emplean los dos productos obtenidos, el *biogás* y los *biofertilizantes*. En Argentina los proyectos de captura de biogás se están desarrollando en la industria citrícola impulsados por las exigencias ambientales de los compradores de jugo de limón (Beljansky, 2012:3-11,58,59,62,63).

El *biodiesel* se produce a partir de aceites vegetales, grasas animales y aceites reciclados. Puede sustituir al gasoil, usándolo puro o mezclándolo con él en proporciones variables, en cualquier motor diesel. Comparándolo con el diesel del petróleo, el biodiesel tiene menor contenido de energía, lo cual implica un mayor requerimiento de combustible. Es propenso a la oxidación, por lo que debe usarse dentro de los seis meses de su fabricación. No contiene azufre, responsable de las lluvias ácidas[69] (Beljansky, 2012:80,81).
Con respecto al caso del algodón, una vez cosechado, eliminada su humedad y separadas sus impurezas, es derivado al desmote. En esa instancia industrial, se separa la fibra de la semilla. La fibra es considerada como el producto principal y la semilla como el secundario. Uno de los *subproductos* la semilla, específicamente el *núcleo,* es de donde se obtiene el aceite y la harina. El aceite se utiliza con fines alimenticios y como materia prima para obtener *biodiesel*.

En el relevamiento no se hizo referencia acerca de algún aprovechamiento de los residuos agrícolas en las plantaciones de algodón. En ese caso sería factible considerar sus características (antes del quitado de la humedad) para un eventual aprovechamiento energético. Incluso, como ya fue mencionado en la sección correspondiente, podría evitarse el uso de fertilizantes y productos químicos.

Con respecto al proceso productivo de la lana y específicamente en la instancia de la cría ovina, no se detectó la inclusión del aprovechamiento del estiércol animal como biogás. En los pastoreos extensivos se percibió la dificultad en el manejo de los residuos debido a la dispersión en superficie; sin embargo, sus características como biomasa húmeda fueron descriptas como óptimas para alimentar a un biodigestor.
El *biogás* resultante de la fermentación de los desechos orgánicos podría por un lado capturar emisiones y, por el otro, reemplazar el uso de combustibles fósiles para la producción de energía térmica y/o eléctrica. A su vez, los efluentes ya tratados por ese mismo proceso, usados para ferti-irrigación y compostaje, contribuirían al proceso en todos los aspectos del aprovechamiento. Del tratamiento se pueden obtener *biogás* y *biofertilizantes.*

De esta manera, con políticas normativas y con incentivos, la producción de biocombustibles podría sustituir a una considerable demanda de combustibles fósiles. La ventaja de la biomasa de poder sustituir o esa demanda se refuerza con su poder de brindar una potencia firme al sistema eléctrico, al no ser una fuente intermitente. Por cada MWh desplazado de la red eléctrica se evitan 0.55 ton $CO_2$. La cantidad de residuo por MWh depende del poder calorífico del residuo[70], del rendimiento de la tecnología empleada y si se está efectuando la

[69] Cualquiera de sus mezclas reduce en el orden del 15% los hidrocarburos, del 18% las partículas en suspensión, del 10% el oxido de carbono y del 45% el dióxido de carbono.
[70] El poder calorífico se relaciona con el contenido de humedad y la materia prima. Como valores referenciales, el máximo de la madera es aproximadamente 20 MJ/kg, disminuyendo con el contenido de humedad. El poder calorífico del carbón de leña es de 27 MJ/kg. El carbón mineral de 30 MJ/kg, el petróleo crudo de 42 MJ/kg, el kerosene de 43 MJ/kg. El carbón vegetal resultante de la pirolisis lenta tiene un poder calorífico de 25-30 MJ/kg. El poder calorífico inferior del gas natural es 8.300 kCal/m3, el poder calorífico inferior del biogás producido es 5.646 kCal/m3. El poder calorífico del biogás depende de su composición. Para un proyecto de captura de biogás en una citrícola en Tucumán, la porción de metano en el biogás producido es del 66%. El

cogeneración de las características de la energía térmica producida (Beljansky, 2012:14-20,60).

### 3.2.4 Consideraciones sobre cogeneración

La cogeneración permite el aprovechamiento de los recursos energéticos, compartiéndolos en los procesos. Según el orden del ciclo, se distinguen dos clasificaciones de cogeneración. Una se denomina de *cabeza* (*topping cycle*) que comienza con el uso de combustible para producir energía mecánica o eléctrica, y donde su energía térmica residual es luego aprovechada para calentar algún otro proceso. Y la otra, conocida como cogeneración de *cola* (*bottoming cycle*), donde la máquina que produce la energía mecánica aprovecha la energía residual de un proceso térmico.

De esta manera, las máquinas *tradicionales* con turbinas de vapor, con motores alternativos de combustión interna o con turbinas de gas, pueden adaptarse a sistemas de cogeneración, haciendo uso de energías residuales. Por ejemplo los motores alternativos de combustión interna tienen posibilidades de aprovechamiento de calores residuales. Este aprovechamiento podría ser considerado en un lavadero de lanas. La relación aproximada es 1ton de vapor por cada MWh.

La cogeneración a nivel global representa importantes ahorros de energía primaria, y también ayuda a la disminución de los GEI ($CO_2$), y emisiones contaminantes (NOx). A nivel regional representa mejoras en el balance energético regional, especialmente importante en zonas deficitarias. Su implementación empresarial repercute en la disminución de los costos energéticos, el rendimiento y el aumento de la competitividad.

La implementación de la cogeneración se dificulta o limita por la priorización de inversiones en otras áreas como producción, gestión, comercialización, en detrimento de los servicios; también el desconocimiento de sus beneficios técnicos y económicos. La normativa vigente, en especial en el mercado eléctrico, no tiene en cuenta sus particularidades. La cogeneración disminuye las emisiones, en especial el $CO_2$ (León, 2013). Toda acción que implique disminución de las emisiones de GEI, puede hacerse acreedora de los *bonos de carbono*; estos son los certificados de disminución de las emisiones de GEI, que pueden negociarse con los países que deben disminuir esas emisiones[71].

Un adecuado diagnóstico de eficiencia energética en los procesos industriales de las plantas desmotadoras y en los lavaderos de lana, podría encontrar ahorros y mejoras en la estructuración de cogeneraciones. Dicho estudio y la eventual reorganización, son imprescindibles antes de proceder a la sustitución de las fuentes fósiles convencionales, en pos de la inclusión de energías renovables.

---

poder calorífico del algodón es 3.900 kCal/kg (Beljansky, 2012:14-20,60). El poder calorífico de la lana es 21 MJ/k (INSHT, 2015).

[71] Los bonos de carbono constituyen uno de los mecanismos internacionales propuestos en el Protocolo de Kyoto para reducir las emisiones causantes del calentamiento global.

### 3.3 Ejemplos de energías renovables: tendencias

Se observa una fuerte tendencia observada a la generación de energía renovable distribuida. A propósito del libro "La tercera revolución industrial", Rifkin (economista norteamericano y asesor de la Comisión Europea) sostuvo que "*… es un momento de crisis, que estamos pagando la factura de 200 años de una revolución industrial basada en los combustibles fósiles. Hemos emitido demasiado dióxido de carbono, metano y óxido nitroso a la atmósfera y no podemos enfriar suficientemente el calor que produce el sol en nuestro planeta. Lo que vemos es un cambio en la química del planeta Tierra … Es una crisis de especies*".[72]

La encaminada *tercera revolución industrial* a la que refiere estaría guiada por cinco ideas fundamentales, *cinco pilares*, que la Unión Europea (UE) se ha comprometido a respetar, que han sido aprobados por el Parlamento Europeo y que se están estudiando en la Comisión Europea. Estos pilares son:

- Uno: la UE se comprometió a que el 20% de la energía que produce sea renovable en 2020. Los países deberían cumplirlo.

- Dos: *el objetivo es transformar cada inmueble existente en la UE en nuestra propia mini-central de energía renovable. Es posible producir energía solar en el tejado, energía eólica gracias a las paredes exteriores, geotérmica desde el suelo donde se asienta el edificio, la basura puede transformarse en energía en la cocina… Este segundo pilar reactiva la economía. Puede generar millones de trabajos y centenares de PYMES porque debemos transformar todos los edificios existentes en Europa en centrales eléctricas en los próximos cuarenta años.*

- Tres: son energías intermitentes, con lo cual se debe almacenar la energía porque hay *días en los que el sol no sale, a veces el viento sopla por la noche y ocurre que necesitamos la energía de día*… Por lo tanto, disponiendo a utilizar todo tipo de tecnologías de almacenamiento, aunque la mayoría se base en el hidrógeno: *Si la luz solar da en el tejado, se crea un poco de electricidad. Si no se necesita toda, ese exceso se podría convertir en agua. Si no se necesita toda, ese exceso se podría utilizar para transformar agua en hidrógeno y almacenarlo en un tanque. Cuando no salga el sol, el hidrógeno se puede usar para producir de nuevo electricidad*. Toda esta tecnología ya funciona, debe ampliarse su producción.

- Cuatro: la revolución de internet converge con la revolución energética para crear un sistema de infraestructuras. En el momento en que millones y millones de edificios en Europa estén produciendo su propia energía renovable, almacenándola en forma de hidrógeno, se desarrolla un proceso similar a almacenar información digital. Si parte de esa energía no se necesita, el software puede programarse de manera que sea posible vender la electricidad a través de internet. A esto se le denomina "*Smart Grid*", que es una red eléctrica inteligente.

- Cinco: atañe al transporte. Los coches eléctricos ya son una realidad. En 2015 saldrán vehículos a base de hidrógeno. Será posible cargar el coche en cualquier lugar donde haya un edificio o aparcamiento que funcione con energía renovable o hidrógeno. Siendo también posible vender la energía sobrante.

[72] Entrevista realizada al economista norteamericano, Jeremy Rifkin, también asesor de la Comisión Europea por el periodista Maxime Biosse Duplan para *Euronews* (Roca Ramón, 2015).

*Cada pilar cobra sentido en relación con el resto, los cinco pilares funcionan juntos; crean una infraestructura y este sistema conlleva una revolución económica... Con las infraestructuras de la Tercera Revolución Industrial presenciaremos el renacer de las PYMES y de las cooperativas de productores y consumidores. Las grandes empresas que sobrevivan, transformarán su función y se dedicarán a agregar redes, ya que tienen la capacidad logística para ello.*

"*… La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo ha adoptado la Tercera Revolución Industrial como la piedra angular para el desarrollo económico en los países emergentes*" (Roca Ramón, 2015).

Estas ideas fueron incorporadas debido a su consonancia con las ideas propuestas en esta tesis, enfocando las estrategias hacia la generación distribuida, hacia el poder de los usuarios en su propia generación. El enfoque muestra una tendencia unidireccional hacia las energías renovables.

### 3.3.1 Casos generales

Las energías renovables constituyen una realidad progresiva y la generación distribuida o autogeneración una tendencia inminente. La energía eólica en Suecia registró una generación de electricidad mayor que la nuclear con la mitad de potencia instalada (noticia divulgada por la secretaria de la CMNUCC, Christiana Figueres). Con 5.5 GW de potencia eólica instalada contribuyó con más energía a la red que los 9.5 GW de sus centrales nucleares. La energía hidráulica fue el mayor proveedor (Suecia, 1 junio 2015), seguida de la eólica, la nuclear y pequeñas cantidades de biomasa y combustibles fósiles no especificados. Según los datos de la energía eólica de la *International Energy Agency* (IEA), durante los últimos cinco años la potencia eólica total instalada en Suecia aumentó desde los 1.560 MW a finales de 2009, a 4.459 MW a final de 2013, llegando en 2014 a un total de 5.425 MW (Eco portal, 2015).

En Alemania fue noticia cuando, con una demanda baja de 55 GW, la producción fotovoltaica y eólica abasteció casi el 100% de la demanda de electricidad con energías limpias. Las plantas fotovoltaicas produjeron alrededor de 24 GW de energía solar y los parques eólicos más de 18 GW. La situación mostró que las energías renovables pudieron cubrir casi el total de la energía demandada, aunque en circunstancias puntuales.

En el Reino Unido los datos del Departamento de Energía y Cambio Climático (DECC) indicaron que la generación de energías limpias alcanzó los 21.1 TWh en el primer trimestre del 2015, un 15% más que en el mismo periodo del año anterior (18.4 TWh). El incremento se atribuyó principalmente al aumento de la capacidad, señalando también (DECC) que las velocidades del viento fueron un poco más lentas y las precipitaciones marginalmente más altas, impactando en la producción eólica y en la hidráulica. La generación de electricidad renovable en el primer trimestre de 2015 fue liderada por la energía eólica, tanto terrestre como marina, así como por la biomasa vegetal (Roca, 2015c).

En Francia se aprobó una ley que obliga a los nuevos edificios construidos a ser cubiertos parcialmente por paneles solares o techos verdes. La instalación de los paneles solares sería un impulso hacia el desarrollo de la energía solar en Francia; que el verano anterior (2014) sólo contaba con 5 GW de energía fotovoltaica instalados, representando el 1% de la producción de energía del país. La medida implementada se direcciona a reducir el uso de la

electricidad convencional y sustituirlo por la producción energética renovable generada desde la demanda (EcoInventos, 2015).

En Estados Unidos se impulsó a la energía solar colocándola en un lugar preeminente en la Cumbre Nacional de las Energías Limpias en Nevada. El gran paso había sido dado con La Ley de Estímulos, 2009, que incluyó 13.300 millones de dólares en garantías de préstamos federales para financiar 16 proyectos fotovoltaicos y de energía solar concentrada. Las medidas de aliento siguieron en dirección a las fuentes renovables pero con hincapié en la energía distribuida; a diferencia de la orientación del pasado que se había apoyado principalmente sobre los grandes proyectos a escala comercial. En el 2013 se conoció una indicación de Obama a todas las agencias del gobierno de Estados Unidos para que adquiriesen el 20% de su energía de fuentes renovables para el año 2020 (Roca, 2015a).

En Brasil la Empresa de Pesquisa Energética (EPE) autorizó 341 proyectos para su participación en una licitación de reserva exclusiva para la fuente fotovoltaica. Los proyectos en conjunto cuentan con una potencia cercana a los 11.3 GW. Bahía es el estado brasileño en el que se localizaron más proyectos (125) sumando 3.998 MW. En Piauí (61 proyectos) conjuntamente se sumó una potencia en 2.077 MW. En Pernambuco, Rio Grande do Norte y Sao Paulo se localizaron proyectos que suman más de un GW en cada uno de los estados. Los proyectos adjudicados deberán entrar en servicio al 2017 (Redacción, 2015).

Los ejemplos citados son actuales situaciones en el mundo que muestran diferentes medidas gubernamentales y noticias de impacto, refiriendo a la inclusión de las energías renovables y su incremento participativo, en la aspiración de sustituir a las energías no renovables. Los proyectos e implementaciones evidencian un claro momento transicional, donde las políticas de estado se encuentran movilizando el funcionamiento energético a nivel integral en todos los usos: general, particular, industrial, residencial… Queda evidenciada la importancia en las estrategias de la generación localizada en los sitios de su demanda, y el estímulo de la autogeneración con su inclusión al sistema. Y fundamentalmente queda demostrado que el cambio se direcciona desde políticas nacionales.

Probablemente existan en el mundo ejemplos de medidas gubernamentales ya implementadas en relación con la industria, en este caso específicamente aludiendo a las industrias relacionadas con la obtención de materias primas naturales para la industria textil. Estas medidas no han sido difundidas más allá del nivel local, y en el marco de esta tesis se ha contactado a *Cotton incorporated*, *International Cotton Advisory Committee*, *International Wool Textile*, y *Organization Wool Growers*, con motivo de una consulta referida a los suministros energéticos vinculados con dichas actividades o casos de ejemplo, sin obtenerse la información solicitada.

### 3.3.2 Casos específicos

Los casos específicos seleccionados y que se mencionan a continuación muestran ejemplos de la factibilidad de implementar energía renovable a pequeña escala, aplicables a la escala de los productores de fibras naturales mencionados en esta tesis.

Un equipo de israelíes (Oshik Efrati y Yair Teller) divulgó el dispositivo biodigestor HomeBioGas TevaGas (TG) que alimentado con materia orgánica, restos alimenticios o cualquier resto orgánico, y a través de un proceso anaeróbico, los convierte en biogás apto

para utilizarse para calefacción o para cocinar. Además del biogás, los productos químicos solubles restantes del proceso de descomposición (unos 10 litros según la empresa) pueden ser utilizados como fertilizantes líquidos para jardines y cultivos de hortalizas, complementando de esta manera a la agricultura. Aunque suene similar al compostaje, se aclaró que no lo es, ya que el compostaje no proporciona una gran cantidad de valor real, sobre todo porque el compost que suele hacerse no es tratado: el compostaje genera metano que no se trata, por lo que es mucho más dañino para el ambiente. El dispositivo *biodigestor* se destaca por tener un formato familiar, sostenible y asequible en el mercado. Se está desarrollando con la intención de alcanzar a las poblaciones de desfavorecidos de América Latina, África y Asia (Yarowsky, 2015).

Con respecto a la producción de lana con uso de energías renovables, la empresa uruguaya *Engraw export and import S.A*[73] (Fray Marcos, Florida) se destaca por abastecer la mayor parte de sus requerimientos energéticos con su propia generación de energía renovable. La firma procesa *tops* de lana con una cantidad aproximada a los 450.000 kg de lana base limpia por mes. Con los requerimiento del lavado y el peinado, registra un consumo mensual de 340 MWh de energía eléctrica, abastecido en un 70% por sus propios aerogeneradores, contando con dos generadores eólicos *Vestas* de 1.8 MW cada uno; el resto de la energía necesaria le es suministrada por la red en 30 kV. Además de la energía eléctrica, y también para el lavado y el peinado de la lana, la firma utiliza 400 t de combustible de leña que son abastecidos por plantaciones de eucaliptus de la fábrica y cercanías.

George de Kock, productor de lana en Sudáfrica, fue destacado por haber disminuido su consumo de diesel en un 40% a través de la labranza mínima (*minimum tilling*). También redujo la cantidad de fertilizantes nitrogenados en sus granos en un 30%, mientras que aumentó el rendimientos del grano en un 20%. George calculó que haciendo uso de ese método, capturaba aproximadamente 3 t de carbono por hectárea por año en el suelo, y con el pastoreo de entre 2 y 3 ovejas *Merino* por hectárea estaría capturando cerca de 1 t de carbono por año por oveja. Por lo tanto por cada kilogramo de lana esquilada, serían capturados en el suelo de la atmósfera 150 kg de carbono por año (IWTO, 2013:10).

### 3.3.3 Casos específicos en Argentina

La Red Argentina de Municipios Frente al CC se creó como instrumento de coordinación e impulso de las políticas públicas locales de lucha contra el CC de las ciudades y pueblos de Argentina. Está integrada por más de veinte municipios de las provincias de Buenos Aires, Corrientes, Córdoba, Catamarca, Jujuy, La Pampa, Entre Ríos y Santa Fe, ofreciéndose como herramienta para alcanzar un modelo de desarrollo sostenible. La Red aspira a brindar apoyo técnico a los gobiernos locales, promover la participación ciudadana y el trabajo conjunto entre el Estado, las empresas y las instituciones de la comunidad, para favorecer la coordinación e implementación de un Plan Local de Adaptación al CC. Aún la Red no ha alcanzado su difusión en la esfera social (RAMCC, 2015).

El Gobierno de Santa Fe lanzó una línea de crédito de 50 millones de pesos para ayudar a las empresas a desarrollar proyectos vinculados a energías renovables dentro de la provincia e incentivar las inversiones. El crédito se condice con los objetivos del Plan Estratégico de la Provincia para fomentar la economía del desarrollo y el cambio hacia un modelo sostenible,

[73] Información suministrada por comunicación personal: Frank Raquet de *Engraw export and import S.A.*

en consonancia con objetivo del 8% renovable al 2016 de la Ley Nacional. A través de la propuesta provincial “Línea Verde”, se financiarían inversiones asociadas a la generación de energía renovable como instalaciones de paneles fotovoltaicos, generadores eólicos, biodigestores y calderas a biomasa, entre otros. Respecto a proyectos de eficiencia energética, especialmente se centraron en el sector industrial, siendo uno de los sectores con mayor demanda energética. Se indicó que la provincia ya tiene proyectos presentados, uno de energía eólica en Rufino y otro para Venado Tuerto, y dos de energía fotovoltaica, en Tostado y en San Cristóbal. Asimismo se anunció la decisión de instalar una desmotadora de algodón en El Nochero, departamento 9 de Julio, con energía fotovoltaica, y que además existen tres proyectos de pequeñas construcciones de energía sobre el río Carcarañá (Suelo Solar, 2014).

# 4 Alternativas energéticas renovables en función de los requerimientos de los procesos de algodón y lana analizados y la disponibilidad del recurso

En primer lugar cabe aclarar que las alternativas propuestas están delimitadas por el enfoque del estudio; esto quiere decir que el abordaje tuvo una orientación macro, a nivel nacional, y que incluyó a dos procesos productivos en sus primeras instancias. En ese sentido, el estudio no se orientó hacia la promoción o profundización de una energía en particular, como tampoco lo hizo con un único caso agrario o una planta industrial específica.

Por lo tanto, mediante las alternativas propuestas, al igual que con el planteo de la tesis, se buscó descubrir y exponer la conexión y vinculación entre la energía y la producción regional. Mediante este abordaje se aspiró a brindar un panorama general que pueda ser profundizado con los especialistas requeridos en cada vertiente. Cada una de las alternativas merece el estudio de los dimensionamientos y variables interdisciplinares que incluyen aspectos legales, económicos, agronómicos, ingenieriles y técnicos para una adecuada implementación.

Las alternativas fueron propuestas considerando la instancia agraria del cultivo del algodón, la de su primera industrialización en el desmote, la instancia ganadera de la cría ovina para la lana y la de la primera industrialización de la lana. Entre las cuatro se cubrió una gran extensión del territorio nacional, receptiva de la gran diversidad de climas que lo atraviesan de norte a sur.

En los procesos agrarios del cultivo del algodón, los mayores productores de la campaña 2014-2015 fueron Santiago de Estero, Chaco y Santa Fe, seguidos por Salta y Formosa. La producción total fue de 795.345 toneladas (Tabla 1). Dichas provincias se encuentran en las regiones NOA, NEA y Litoral (Santa Fe).

En base a los estudios del impacto ambiental del cultivo del algodón, se atribuyó a las actividades relacionadas con el uso de fertilizantes y agroquímicos ser emisores contribuyentes al PCG y al impacto en la acidificación y en la eutrofización. Se planteó entonces como un desafío el buscar alternativas ambientalmente sustentables que permitan reducir el uso de herbicidas y fertilizantes. A su vez se reconoció el potencial en el uso del estiércol como fertilizante, incluso cuantificando el costo de oportunidad de su biomasa, donde la energía del estiércol puede ser utilizada como combustible para calefacción o cocción.

Al algodón recién cosechado se le elimina la humedad, se separan las impurezas, y así es derivado al desmote. Considerando las alternativas potenciales y las necesidades energéticas, surge la observación de reconocer que el material celulósico previo al sometimiento de la quita de su humedad, como biomasa húmeda, podría ser utilizado para obtener *bioetanol* a través de la fermentación anaeróbica alcohólica. Esto significa que, de ser factible generar el *bioetanol* en esa instancia primaria, podría reservarse la cantidad necesaria para autogenerar la energía requerida; teniendo en cuenta los requerimientos energéticos para el transporte, reemplazaría a los combustibles fósiles consumidos actualmente.

Cabe aclarar que esta sugerencia se debe estudiar en profundidad para su implementación, respecto a las posibilidades concretas del algodón y sus niveles de humedad. Y eventualmente evaluar las prioridades atribuidas al cultivo, ya que, como fue explicado, históricamente el principal producto del cultivo es la fibra. Deberían estudiarse los

porcentajes de los destinos de la materia prima, y considerar tal vez a la energía como un producto principal también.

Por otro lado, es importante analizar la potencialidad de los residuos agrarios para producir biogás. Además dada la ubicación en el norte del país y las condiciones rurales, los colectores solares térmicos podrían ayudar a satisfacer las necesidades básicas de calefacción y cocción.

La primera industrialización del algodón es el desmote y las plantas destinadas a este proceso se localizaron en provincias próximas a los cultivos, principalmente en Chaco, Santiago del Estero, Santa Fe, Formosa, Corrientes y Salta; incluyéndose en las regiones del NEA, NOA y Litoral (Santa Fe). Los destinos de los productos y subproductos se encuentran instalados en el mismo proceso productivo, teniendo en cuenta que en el desmote se separa la fibra de la cáscara y de la semilla. El núcleo de la semilla es utilizado como aceite con fines alimenticios y también como materia prima para obtener *biodiesel.*

Respecto al consumo eléctrico de las desmotadoras, fue destacada como primera medida la necesidad de conocer la eficiencia energética (térmica y eléctrica) del funcionamiento de la planta. En base al relevamiento del parque desmotador efectuado a nivel nacional en el 2011, se distinguieron tres categorías de equipamientos: se reconoció a un 31% del total con equipamiento de baja capacidad productiva, a un 27% con una capacidad media, y a un 42% con un alto rendimiento productivo. También fue detectado que el rendimiento del desmote esta por debajo de la media mundial.

En base al estudio realizado con respecto a las desmotadoras, se pudo detectar que los potenciales de ahorro energético se encuentran en los sistemas de manipulación y transporte, y en la distribución del espacio de la planta, ya que fueron reconocidos como causas significativas en las variaciones del consumo de la energía eléctrica entre las desmotadoras.

En el estudio fueron detectadas algunas medidas que podrían disminuir el consumo, como la reducción de la velocidad de los ventiladores, el sellado de fugas en las tuberías y separadores, o en especial la operación de las desmotadoras a su plena capacidad con la frecuencia posible, evitando el funcionamiento en vacío del equipo, ya que se corroboró que las desmotadoras requieren casi tanta potencia cuando están paradas como cuando funcionan a plena capacidad. De todas formas, los estudios de eficiencia energética deben efectuarse de manera específica para cada caso. Como una observación adicional, además de las alternativas mencionadas se debe tener en cuenta la posibilidad de la cogeneración.

En el relevamiento de las desmotadoras se visualizó una distribución aproximada que localiza a más de un 70% de las desmotadoras en Chaco, a un 14% en Santiago del Estero, un 7% en Santa Fe, y luego con menor participación a Formosa, a Corrientes y a Salta. El consumo energético reveló la necesidad de electricidad para los motores de las máquinas del desmote y el consumo de combustible fósil, fundamentalmente gas licuado y nafta/diesel, para las máquinas de desmote y para el transporte.

Fueron relevados, y expuestos en este trabajo, los valores de la demanda eléctrica, tanto por parte de la industria como por parte de las distribuidoras. Las alternativas energéticas propuestas para estas plantas se pueden vincular con la energía solar fotovoltaica, debido a los requerimientos energéticos percibidos, a la ubicación geográfica de las mismas y a la disponibilidad de radiación solar en la región. En esta instancia inicial de la propuesta resulta poco prudente efectuar cálculos de dimensionamiento. Sin embargo, se sugiere que las

desmotadoras podrían autogenerar su energía fotovoltaica, o potencialmente nuclearse según su proximidad, para ser abastecidas en conjunto por una instalación de mayor envergadura. Además, las desmotadoras tienen un consumo estacional que disminuye en el verano, lo cual permitiría volcar el excedente a la red durante esos meses.

Considerando el potencial de la energía solar, también se podrían tener en cuenta la energía termoeléctrica y la solar térmica, en conjunto con la cogeneración ya mencionada. En el siguiente gráfico se sintetizan las alternativas energéticas para el algodón:

| Localización geográfica | Proceso | Fuente de energía utilizada | Fuente alternativa propuesta | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| NOA - NEA y Litoral (Santa Fe) | Pre-siembra, siembra, cosecha y transporte Combustión interna | Combustibles fósiles Fertilizantes y agroquímicos | Biomasa: bioetanol biogás estiércol. Solar térmica | Estudiar la humedad de algodón y su aptitud como biocombustible antes de su quita de humedad previa al desmote. Analizar la potencialidad energética del material celulósico |
| NOA - NEA y Litoral (Santa Fe) | Motor (eléctrico y combustión interna) para máquinas del desmote de algodón | Energía eléctrica, SADI y combustible fósil | Energía solar fotovoltaica o termoeléctrica | Estudiar la posibilidad de la cogeneración |

Tabla 9: alternativas energéticas sustentables para los primeros procesos en la obtención del algodón

La primera instancia de la producción de la lana, si bien se encuentra distribuida en todo el país, se localiza principalmente en la región patagónica. Con un total de lana sucia producido en 2014-2015 de 46.000 t, Chubut fue el principal productor, seguido de Santa Cruz, Buenos Aires, Río Negro, Corrientes, Tierra del Fuego, Entre Ríos, Jujuy y La Pampa.

En la Patagonia se localiza la cría de dos tercios de los ovinos totales del país, en pastizales naturales y con una modalidad extensiva. Las capacidades de carga varían de 1 ovino/ha a 0.1 ovino/ha. Hay alrededor de 8.000 establecimientos ganaderos de los cuales un 70% son emprendimientos familiares que no llegan a 1.000 cabezas, representando el 13% de la población total. El 30% de los establecimientos ganaderos se encuentra constituido por grandes compañías, que superan las 1.000 cabezas, representando el 87% de la población total; existen empresas con más de 50.000 ovinos. La Patagonia es un ecosistema frágil, que presenta en un tercio de su territorio signos de agotamiento, evidenciando una desertificación como producto del sobrepastoreo histórico. En los demás territorios la cría ovina se produce generalmente en sistemas mixtos.

En la etapa de explotación ganadera se reconoció que las emisiones de GEI se deben al metano entérico y al óxido nitroso derivados intrínsecamente de la cría ovina, asociado con el proceso biológico digestivo de los rumiantes. Por otro lado, este residuo orgánico es una

fuente de biomasa húmeda con gran potencial energético como biogás, producto de la fermentación anaeróbica por digestión metanogénica.

Se reconoce la dificultad que representa la gran extensión territorial de aquellas zonas y lo que implica el manejo de la cría extensiva, incluso se ha tenido en cuenta la primera observación que hacen los especialistas para generar biomasa a partir de residuos, que es que los mismos se encuentren en espacios reducidos. Sin embargo, su recuperación energética es importante para reducir las emisiones de GEI, y por otro lado, para generar el biocombustible y poder reemplazar el uso de combustible fósil en la producción de energía térmica y/o eléctrica, utilizándolo para generar calor y vapor por combustión, para cocción, iluminación o para motores. A su vez, el proceso de formación de biogas deja efluentes ya tratados que se pueden aprovechar para hacer el compostaje. Aún con el panorama complejo que representa el tratamiento, la instalación de sistemas biodigestores que produzcan *biogás* y los *biofertilizantes* son fundamentales para esta actividad.

La primera instancia industrial de la lana se concentró geográficamente en la Provincia de Chubut. Allí se localiza el Polo Industrial de Trelew, con una concentración comercial, industrial y exportadora del 100% de la lana patagónica y un alto porcentaje de las lanas de otras regiones. En esta etapa industrial se desarrollan los procesos de acopio, lavado, peinado, y cardado. Para estas actividades se registró un significativo requerimiento eléctrico, destinado a motores y a la iluminación y no se detectó una estacionalidad en la demanda. Por otro lado, se registra un sustancial requerimiento de gas natural para calefacción, cocción y calentamiento de agua, para la caldera, para lavado y secado de la lana. Además de un importante requerimiento de combustible fósil, propano, diesel o nafta, para elevadores y para transporte.

La primera consideración para evaluar las alternativas sustentables requiere de un diagnóstico de la planta industrial, en los aspectos térmico y eléctrico. Dadas las actividades que se desarrollan en esa instancia y los requerimientos energéticos que se presentan, probablemente la cogeneración implica un interesante potencial de eficiencia sustancial para el sistema. La cogeneración mediante el aprovechamiento energético debería aspirar a evitar el consumo de gas natural. También podría evaluarse el abastecimiento o el reemplazo de energía de origen fósil con energía solar térmica, por ejemplo con secadores solares. Es necesario estudiar detalladamente el rendimiento de los sistemas en relación con la disponibilidad de la radiación solar en las distintas épocas del año en esas latitudes.

La demanda eléctrica del Polo industrial de Trelew se abastece por la Cooperativa Eléctrica de Consumo y Vivienda Ltda., Trelew, Chubut, en su calidad de agente distribuidor provincial. El relevamiento mostró que la distribuidora, que provee a nueve empresas laneras, en el mes de junio 2015 registró una demanda total que superó a 1.992.451 kWh, con una demanda de potencia de 3.644 KW. Teniendo en cuenta la tendencia histórica y la estacionalidad de la actividad, proyecta para el año 2015 una demanda de dichas empresas del orden de 20.000.000 kWh/año aproximadamente con un pico anual de potencia del orden de 4.000 KW.

La factibilidad y el dimensionamiento efectivo lo debe realizar un especialista en la materia, pero es aconsejable que el recurso energético pueda generarse en el lugar donde se focaliza la demanda. La ubicación se encuentra  ha mostrado de ser óptima para la generación eólica.

Tanto si es por autogeneración de las empresas del Polo o por la Cooperativa provincial, esa demanda eléctrica puede ser liberada de red, sustituyéndola por energía renovable.

El siguiente gráfico sintetiza las alternativas energéticas para la lana:

| Localización geográfica | Proceso | Fuente de energía utilizada | Fuente alternativa propuesta | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| Patagonia | Cría ovina extensiva Calefacción, cocción, iluminación, transporte | No fue relevado | Biomasa: biogás y biofertilizantes | Deben considerarse las emisiones inherentes del rumiante y las posibilidades de captación y aprovechamiento energético: potencial de sustitución de combustibles fósiles. Extensos territorios que deberían capturar más $CO_2$. Estudiar potencial de la zona para el aprovechamiento solar térmico |
| Patagonia | Acopio, lavado, peinado, cardado. Motores de combustión interna y eléctricos. Iluminación, calefacción, cocina, calentamiento de agua para calderas, lavado y secado de lana. Elevadores y transporte | Energía eléctrica, SADI. Combustible fósil: gas, propano, diesel y nafta | Energía eólica, energía solar térmica con secadores solares. Cogeneración compartiendo la energía de los procesos para el calentamiento de las calderas con el potencial de evitar el consumo de gas natural | Estudio de disponibilidad de la radiación solar en esas latitudes para su uso solar térmico |

Tabla 10: alternativas energéticas sustentables para los primeros procesos en la obtención de la lana

## 4.1 Conclusiones

- Situación

Se han indicado los potenciales de ahorro, los requerimientos, las responsabilidades, y las alternativas para administrar los recursos energéticos en los procesos productivos estudiados. Las posibilidades de aprovechamiento de los recursos y de la preservación ambiental por parte de aquellas industrias específicas, presenta buenas condiciones de factibilidad, lo mismo que la autogeneración eléctrica o la generación en el sitio de la demanda, mediante el aprovechamiento de fuentes renovables. Aún así, es fundamental que la dirección hacia estos objetivos sea mostrada e incentivada por políticas nacionales.

Dado el panorama de los productores y la situación inestable, causada fundamentalmente por cuestiones económicas y por la dependencia climática difícil de controlar, es previsible que ninguna medida sustancial de mejoramiento sea efectuada por parte de los productores mismos, aunque es posible que puedan darse en las empresas más grandes.

- Tendencias

Se detectó a nivel internacional el fuerte impulso orientado a la generación distribuida, especialmente solar fotovoltaica, y también eólica. En ese sistema se encuentra una alternativa de gestión responsable respecto a la producción (generación) y al uso. Los *cinco pilares* han hecho eco en varios países, adoptándose como modelo. Las diferencias de los

países explican diferencias en las políticas, aunque aún así merece atención el estudio de las posibilidades y la apertura al panorama estratégico.

Se debería cumplir con el compromiso del 8% de las renovables al año 2016, impuesto por la Ley Nacional 26.190, y la situación actual dista mucho de alcanzar esa meta. La alternativa de integrar a la industria en su propia generación eléctrica renovable podría ayudar al trayecto del cambio.

El momento transicional actual requiere que el cambio del paradigma sea simultáneo a la acción, lo cual resulta aún más complejo para un país en desarrollo. La situación ambiental global escapa a las problemáticas diarias de los productores de las industrias analizadas. Para que las medidas ambientales necesarias sean implementadas por los productores o industriales, se requieren indicaciones concretas, plazos, normas, procedimientos y financiamientos.

- Organismos

No se reconocieron entidades fuertemente representativas a nivel nacional de las distintas actividades productivas. Se reconoció a la Cámara Algodonera y a la Federación Lanera.

En el INTA se encontraron estaciones experimentales de trabajo con gran dedicación hacia los aspectos productivos, a las calidades y a las mejoras en la sustentabilidad de los procesos. Se conocen sus investigaciones en temas ambientales, sobre la huella del carbono y la huella hídrica.

Con respecto a la demanda de electricidad, la eficiencia energética y el estudio de la implementación de la generación renovable regional y distribuida, no aparecen como un tema de estudio inmediato o de agenda. En ese sentido, estas cuestiones precisan del trabajo co-participativo, y es necesario establecer las metas y los organismos de intervención. Deberían participar organismos representantes de la Secretaría de Energía, del INTA, INTI, y requerir de la colaboración de la Cámara Algodonera, de la Federación Lanera y de la Cámara Argentina de Energías Renovables.

- Productores

Tanto en el caso de los productores agrarios ganaderos, como en el caso de las desmotadoras y las industrias de la lana, se detectan varios grupos con producciones pequeñas y medianas, y pocos grupos con mucha producción. En la obtención primaria del algodón, el 83% de los productores son minifundistas, que reciben apoyo del gobierno nacional, provincial y/o municipal; le sigue la pequeña y la mediana empresa, y luego las grandes empresas agropecuarias con una participación del 2,8% y más de 100 ha. Con respecto a las desmotadoras se destacan las cooperativas constituidas por pequeños y medianos productores, y a las empresas privadas con una participación aproximada del 70%. En el desmote también se conoce una distinción categórica acorde a las capacidades productivas del equipamiento.

Con respecto a la lana, en la Patagonia se concentran dos tercios del total de los ovinos, quedando el resto distribuidos en todo el país con sistemas mixtos. En esa región se estima que existen 8000 establecimientos ganaderos, de los cuales un 70% responde a emprendimientos familiares con el 13% de la población total, y un 30% a grandes compañías con el 87% de la población total. La primera etapa industrial de la lana también se concentra en la Patagonia, específicamente en el *Polo Textil Lanero de Trelew*, donde pocas industrias

dominan la actividad. También se identificó a la Cooperativa Lanera en Corrientes, y a una industria en la Provincia de Buenos Aires.

- Cambios
Al margen de las diferencias dimensionales y estructurales de las empresas, todos los sistemas tienen que considerar el cambio productivo hacia los objetivos del desarrollo sustentable. En el caso de las empresas familiares, cooperativas o pequeñas, la asistencia debe ser mayor para que los cambios puedan ser concretados.

Es necesario que las actividades agropecuarias desarrollen el potencial energético de la biomasa, que se capten las emisiones producidas, que cada instalación puedan generar su energía, tanto con los biodigestores, como con el aprovechamiento solar térmico. Incluso debería estimularse la fabricación de biodigestores en el país.

Por otro lado, todas las plantas industriales, pequeñas y grandes, deben que optimizar el funcionamiento de sus máquinas para alcanzar el máximo de la eficiencia energética, y reducir el consumo eléctrico y fósil a lo mínimo necesario. En ese sentido, el estudio y desarrollo de la cogeneración podría alivianar la demanda del gas natural. Además, es importante estimular el cambio hacia el uso de biocombustibles.

Las industrias de mayor tamaño y mayor consumo eléctrico, como grandes usuarios energéticos, deberían tener incentivos de financiamiento y compromisos de implementación para sustituir sus demandas a la red por equipos de energías renovables, eólicos en el sur y fotovoltaicos en el norte.

- Apreciación
Incorporar el tema de la generación energética dentro de los grupos o sectores industriales específicos propone ser útil en el marco de una visión integral, entendiendo que aporta responsabilidad y eficiencia.

## 4.2 Sugerencias elaboradas a partir del estudio

Es de suma relevancia la implementación de cambios para revertir la situación actual del consumo energético proveniente de fuentes convencionales, pasando a una situación sostenible con base en fuentes de energía renovables, atendiendo inclusive al potencial de los materiales y desechos para generar biocombustibles. Esto excede al ámbito particular para convertirse en una cuestión de interés nacional, resultando indispensable contar con políticas públicas con lineamientos para su concreción.

En función a este punto, se proponen algunas recomendaciones factibles de implementar en el corto, mediano y largo plazo, desde la situación presente hasta un lapso de aproximadamente cinco años. Para su descripción, se han dividido en dos grandes instancias: una vinculada a las actividades agropecuarias, y la otra a los procesos industriales.
Las sugerencias propuestas se enmarcan en procedimientos a seguir para cada tipo de producción. Por otro lado, es importante contar con un respaldo legal-normativo, como por ejemplo una Ley de biomasa y de biogás, que brindara el marco legal necesario para su reconocimiento energético y para sus tratamientos.

**Instancia Agropecuaria: estudios y diagnóstico (aprovechamientos energéticos y emisiones)**

Las acciones a seguir en las primeras instancias de la obtención de las fibras, estudiando los potenciales del algodón y de los desechos de los ovinos como biocombustibles, junto con la consideración complementaria de la emisión de gases, son cuestiones que incumben a las estaciones del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), dependientes del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca.

Asimismo, los estudios del potencial energético del algodón previo al desmote, junto con el potencial energético del desecho del rumiante en el caso de la lana, además de los fertilizantes y agrotóxicos empleados y las emisiones de gases, deberían ser de conocimiento público. Es importante que esta información sea recabada, normalizada y evaluada por el organismo nacional responsable, el INTA; y su difusión brindará la posibilidad de nuevas acciones por parte de los actores involucrados.

Barreras a superar:

- El algodón suele ir directamente (o indirectamente a través de un acopiador) a la instancia del desmote, y la propuesta de un estudio específico y eventual aprovechamiento podría ocasionar cambios en la concepción de sus destinos finales habituales. De ser efectiva la propuesta, parte del cultivo destinado como fibra textil (producto primario) y como semilla (producto secundario), sería destinado a biocombustible. Esta situación merecería una evaluación de las prioridades.
- En el caso de la lana, el estudio de los pastizales, y específicamente de los desechos del rumiante, por las propias características de la cría extensiva y por la necesidad de que la biomasa se concentre en espacios reducidos, puede presentar resistencia de estudio. Fundamentalmente por que no son estudios habituales a hacerse en grandes territorios y porque algunas cuestiones aún no se han resuelto como su dimensionamiento.
- En ambos sectores (agrícola y ganadero) los productores presentan una histórica dificultad por las circunstancias económicas del país, sumado a los factores climáticos externos. Por tal motivo, es importante que cualquier medida al respecto sea llevada a cabo por los entes estatales con cooperación de los productores involucrados.

Tiempos necesarios para concretar los lineamientos:

- La normativa de los Programas Agropecuarios para el Aprovechamiento Energético y para el reconocimiento de la emisión de GEI puede elaborarse e implementarse en el corto plazo.

**Instancia Agropecuaria: implementación de energía renovable para actividades básicas**

En base al estudio realizado, se puede reconocer que es muy diverso el grupo de productores que trabajan en la cría ovina y en el cultivo algodonero. En ambos sectores, los productores fueron diferenciados encontrando pequeños grupos familiares con escasos recursos y también grandes estancias o campos con una gran concentración de producción y recursos.

Mediante alguna normativa general se podría solicitar que cada productor disponga de un generador solar térmico como un calentador solar para cubrir sus consumos básicos de agua caliente y calefacción, debiéndose considerar la situación diferenciada de los pequeños y

medianos productores para que puedan implementar estas nuevas tecnologías. Sería necesario además, el asesoramiento de un organismo o ente designado por la Secretaría de Energía y un organismo designado por el INTA. Por normativa se podría establecer que cada planta deba contar con un sistema solar térmico para su propio abastecimiento. Para favorecer el cambio se podría facilitar el acceso a créditos de bajo interés.

Lo mismo debería instrumentarse en el caso de un biodigestor, pudiendo gestionar cada productor su biomasa y autogenerar el biocombustible, ya que en ambas actividades interactúan con desechos agrarios húmedos. El biodigestor debería ser fabricado en el país.

Barreras a superar:
- El desconocimiento de posibles alternativas sustentables energéticamente por parte de los pequeños y medianos productores principalmente.
- La necesidad de financiación del proyecto.

Tiempos necesarios para concretar los lineamientos:
- Se puede estudiar el planteo de una normativa en el corto plazo, considerando factible comenzar a implementarla también en el corto plazo, debiendo cumplimentarse totalmente en el mediano plazo.

**Procesos industriales: diagnóstico de eficiencia energética**

Respecto a los primeros procesos industriales y el consumo de energía, en ambos casos, el desmote para el algodón y los lavaderos y peinadurías para el caso de la lana, la primera medida necesaria responde al diagnóstico de la eficiencia energética. Esta instancia se relaciona con organismos específicos del INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial), dependiente del Ministerio de Industria; además sería imprescindible el asesoramiento de algún ente vinculado a la Secretaría de Energía con conocimiento específico de los requerimientos del estudio.

Un aspecto importante es que este estudio diagnóstico debería ser obligatorio. Con este fin, es fundamental el rol de la Secretaría de Energía de la Nación como asesor o posible ejecutor del diagnóstico.

Barreras a superar:
- Coordinación de los equipos de trabajo relacionados con el diagnóstico, los procesos y los productores.
- Determinar nuevos objetivos sin antecedentes directos en la materia.

Tiempos necesarios para concretar los lineamientos:
- Se considera que es factible implementar este tipo de diagnósticos en el corto plazo.

**Procesos industriales: parámetros de eficiencia**

Es preciso establecer parámetros de eficiencia energética en los procesos industriales, considerando que cada planta industrial tiene sus singularidades: distinto equipamiento, distribución del espacio, dimensiones, y otras variables que afectan a la eficiencia total. Un estudio de la eficiencia energética de cada planta requeriría del acuerdo de la Secretaría de

Energía con el INTI. Del informe de cada caso deberían desprenderse las medidas inmediatas a adoptar por la empresa, con plazos de ejecución. Esas medidas, como por ejemplo la reorganización estructural o la inclusión de la cogeneración, compensarían los gastos con la reducción de los consumos a corto o mediano plazo, según el caso.

Barreras a superar:
- Dificultad de proponer parámetros equitativos a partir de realidades muy disímiles.
- Coordinar grupos de acción conjunta con los productores o procesadores particulares.

Tiempos necesarios para concretar los lineamientos:
- Algunas propuestas pueden implementarse en el corto plazo.

**Procesos industriales: implementación de energías renovables. Escala Básica**

A través de una normativa general se podría solicitar que, con asesoramiento del organismo o ente designado por la Secretaría de Energía y por el INTI, cada planta cuente con abastecimiento propio de energía solar térmica para los consumos básicos de agua caliente, para uso sanitario y calefacción. Así, la implementación de energía solar térmica para cada planta podría ser una exigencia, siempre que se pueda brindar apoyo técnico y financiero a las pequeñas y medianas industrias.

Barreras a superar:
- Resistencia principalmente en las pequeñas industrias.
- Necesidad de inversión y relación con plazos de amortización.

Tiempos necesarios para concretar los lineamientos:
- La normativa puede ser elaborada en el corto plazo, considerando el comienzo de su implementación también en el corto plazo, con la intención de que se implemente totalmente en el mediano plazo.

**Procesos industriales: estudios para implementar energías renovables. Escala Amplia**

Diferenciando las plantas industriales por su tamaño, infraestructura y producción, y contando previamente con los diagnósticos y posibles ajustes o mejoras de su eficiencia energética, se podrían categorizar las plantas en función de determinar posibles estrategias de abastecimiento energético con generación a partir de fuentes renovables.

De esta manera, distinguiendo por ejemplo al Polo Industrial de Trelew, o a la Cooperativa que lo provee energéticamente, a una desmotadora en el norte, y con apoyo de organismos estatales y acuerdos provinciales, en el polo industrial se podría implementar la autogeneración de energía eólica, mientras que a la desmotadora del norte se la podría agrupar con otras desmotadoras de la zona, y como conjunto de grandes usuarios reunidos, abastecerlos mediante una planta de energía fotovoltaica.

La propuesta demanda una estrategia macro de distribución de la generación de fuentes renovables, considerando las actividades regionales de los grandes usuarios. En base a la categorización de los productores, los proyectos podrían por un lado impulsar, mediante un incentivo regulado, la autogeneración de los productores, o en el caso de no ser posible,

estudiarse las posibilidades de licitar la generación a un agente intermediario. En el caso de la licitación, la estrategia de las locaciones, los grandes usuarios nucleados y el tipo de energía propuesta, debe ser planteada por los organismos estatales. La licitación se llevaría a cabo con un proyecto estatal definido, y a la empresa le pertenecerían las instalaciones, no la locación ni los usuarios finales. Cabe aclarar que, por su complejidad, esta estrategia debería ser estudiada exhaustivamente con profesionales expertos.

Los estudios para la implementación regional de energía renovable con fines de abastecimiento a los grandes usuarios industriales, deberían contar con el trabajo conjunto de los organismos del INTI y de la Secretaría de Energía, al igual que la estrategia misma en su totalidad (generación y distribución); ademeas se debería contar con el asesoramiento de la Cámara Argentina de Energías Renovables.

El incentivo para que los industriales algodoneros autogeneren su energía debe contemplar el hecho de que es una actividad estacional y, por lo tanto, los meses en que la producción disminuye, también lo hace el consumo eléctrico y el excedente de la energía producida podría ser vendida a la red. Así, la industria podría compensar los meses de baja producción con la actividad energética.

Barreras a superar:
- Establecer y coordinar un nuevo proyecto macro.
- Problema de la inversión inicial.
- El desarrollo de una nueva actividad secundaria.

Tiempos necesarios para concretar los lineamientos:
- En el corto plazo se debería realizar el diagnóstico de las plantas industriales y en el mediano plazo efectuarse los ajustes de eficiencia energética previstos. Por lo tanto, el estudio de la distribución de la generación con renovables (una vez conocidos los datos del consumo energético posterior a la implementación de las medidas de eficiencia energética), podría pensarse para el mediano plazo.
- En el mediano plazo podrían emitirse incentivos para los industriales y efectuar los posibles llamados a para licitación regional.
- El comienzo de la implementación no debería extenderse a más de tres años.

## Bibliografía


Agenhoy, 2015. "Indumentaria *Patagonia* deja de comprar lana argentina por la violenta crueldad en las granjas de ovejas". Florencio Varela, Argentina: http://agenhoy.com.ar/indumentaria-patagonia-deja-de-comprar-lana-argentina-por-la-violenta-crueldad-en-las-granjas-de-ovejas/
Peta Latino: http://action.petalatino.com/ea-action/action?ea.client.id=76&ea.campaign.id=41056

Alvarado Paula, 2011. "Patagonia Launches Groundbreaking Sustainable Wool Program In Argentina". Treehugger, sustainability made simple. http://www.treehugger.com/corporate-responsibility/patagonia-launches-groundbreaking-sustainable-wool-program-in-argentina.html

André Francisco Javier, de Castro Luis Miguel, Cerdá Emilio, 2012. "Las energías renovables en el ámbito internacional". Universidad Complutense de Madrid. España. http://www.revistasice.com/CachePDF/CICE_83___810091ECBB9FFCF682FDFE12C77FAB6D.pdf

Báez Mendoza, Marcela, 2005. Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Económicas. Proceso productivo de la lana: http://www.zonaeconomica.com/explotaciones-ovinas/proceso-productivo.

Beljansky Mariela, 2012. "Biomasa. Recursos energéticos renovables". Maestría Interdisciplinaria en Energía. CEARE.

Beverley Henry, 2012. Understanding the environmental impacts of wool: A review of Life Cycle Assessment studies. A report prepared for Australian Wool Innovation (AWI) & International Wool Textile Organization (IWTO).

Blake Michael, 2014. "La actualidad australiana". Anuario 2014 Merino. Argentina. http://merino.org.ar/2013/upload/34/Merino2014finalbaja.pdf (pag. 28)

Bonacic Kresic Iván, facilitador. Innovaciones tecnológicas para el desarrollo sustentable del algodón argentino. Integrador. Programa Nacional Cultivos Industriales. EEA, Saénz Peña. Resumen ejecutivo: http://inta.gob.ar/proyectos/pnind-1108081

BSI, 2011. PAS (Publicly Available Specification) 2050. *Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services*. United Kingdom. http://shop.bsigroup.com/upload/shop/download/pas/pas2050.pdf

Cammesa, 2014. Informe Anual. Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A. República Argentina. http://portalweb.cammesa.com/MEMNet1/Pages/Informes%20por%20Categor%C3%ADa%20Publico/Varios/anual.aspx

Cardellino Roberto, *et al*. Wilcox C., Trifoglio J. L., 2014. "El mercado global de la lana. Situación actual y perspectivas ¿Hay una luz al final del túnel?". Anuario 2014 Merino. Argentina. http://merino.org.ar/2013/upload/34/Merino2014finalbaja.pdf (pags. 44-47)

Cardellino Roberto, Mueller Joaquín, 2014. "Producción de Merino en Sud América" Presentación por Sudamérica en el congreso mundial de Merino en Sud África. Anuario Merino 2014, Argentina. http://merino.org.ar/2013/upload/34/Merino2014finalbaja.pdf (pags 36-43)

CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), 2013. "¿Qué es la CITES?". https://www.cites.org/esp/disc/what.php.

CIRFS, 2015. "Estadísticas Clave. La producción mundial de algodón, lana y fibras sintéticas o artificiales". European Man-made Fibres Association. Bruselas. http://www.cirfs.org/KeyStatistics.aspx

De Dicco Ricardo, 2014. Indicadores Sector Eléctrico de Argentina. OETEC-CLICET, Área de Energía. S. C. de Bariloche, Argentina.

De la Fuente, Elba, 2013. *Cultivos industriales.* Argentina: Editorial Facultad de Agronomía. Capítulo 3.3. Algodón; Marcelo J. Paytas y Edmundo L. Ploschuk

Eco portal, 2015. "El milagro de la eólica sueca: genera más electricidad que la nuclear con la mitad de potencia instalada". El periódico de la energía: http://www.ecoportal.net/Eco-Noticias/El-milagro-de-la-eolica-sueca-genera-mas-electricidad-que-la-nuclear-con-la-mitad-de-potencia-instalada

EcoInventos, Green Technology, 2015. "Francia exige por ley a las nuevas edificaciones techos verdes y paneles solares". http://ecoinventos.com/francia-ley-techos-verdes/

Elena, INTA EEA Sáenz Peña; Piedra y D`Angelo, INTA Centro Regional Chaco- Formosa. 2008. Cadena Agroindustrial del Algodón (Primera Etapa). Área de Investigación en Ecología y Manejo. EEA INTA Saénz Peña, Chaco. http://inta.gob.ar/documentos/cadena-agroindustrial-del-algodon-primera-etapa/at_multi_download/file/INTA-%20Cadena%20Algod2008.pdf

Elvira Mario Gonzalo, 2008. "El mercado y comercio regional de las lanas merino". Laboratorio de Lanas Rawson EEA Chubut INTA: lanas/at_multi_download/file/INTA_mercado_lanas_merino.pdf

Elvira Mario Gonzalo, 2015. "Lana: Mercado mundial y nacional, perspectivas y calidad". "Wool: global and national market, prospects and quality". Laboratorio de Lanas Rawson-EEA Chubut INTA. Presentado en Congreso latinoamericano de camélidos y caprinos en La Rioja.

Enerdata, 2015. Global Anuario Estadístico de la Energía 2015. https://yearbook.enerdata.net/#renewable-in-electricity-production-share-by-region.html

Energía Estratégica, 2015. "Cammesa y dos nuevos contratos autorizados para proyectos de energía renovable". http://www.energiaestrategica.com/cammesa-y-dos-nuevos-contratos-autorizados-para-proyectos-de-energia-renovable/

Fernández Daniel, Barragán Leonardo, 2013a. "Energía Eólica en el Mundo y en la región. Qué es la energía eólica?". Maestría Interdisciplinaria en Energía; CEARE.

Fernández Daniel, Barragán Leonardo, 2013b. "Introducción a la Energía Eólica. Energías Renovables: eólica y solar". Maestría Interdisciplinaria en Energía, CEARE.

Fernández Daniel, Barragán Leonardo, 2013c. "Ciclo de vida de un parque eólico". Maestría Interdisciplinaria en Energía, CEARE.

Fernández Daniel, Barragán Leonardo, 2013d. "Introducción a la energía eólica". Maestría Interdisciplinaria en Energía, CEARE.

FLA (Federación Lanera Argentina), 2015. "Estadísticas laneras. Zafra 2014/2015 completa". Argentina.

Funes Eduardo, 2014. "La sustentabilidad, principal objetivo de la certificación orgánica: establecimientos ovinos orgánicos, lana y carne hacia el mundo". Anuario Merino 2014. Argentina. http://merino.org.ar/2013/upload/34/Merino2014finalbaja.pdf (pags 64-65)

GATT, 1947. Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio. Organización Mundial del Comercio. https://www.wto.org/spanish/docs_s/legal_s/gatt47.pdf

GOTS (Global Organic Textile Standard), 2014. *Ecology & Social Responsability.* Global Organic Textile Standard. Versión 4.0: http://www.global-standard.org/images/stories/Annual_Reports/GOTS_AR_Public2014_low.pdf

Hardin IV Robert G., Funk Paul A., 2012. Electricity Use Patterns in Cotton Gins. Power & Machinery Division of ASABE; American Society of Agricultural and Biological Engineers. Vol.28 (6):841-849 bobby.hardin@ars.usda.gov

Iglesias Enrique, 2006. Sustainable energy and climate change in Latin America and the Caribbean; Inter American development Bank; Washington D.C. Energía Solar.

Ingaramo Octavio E. y Tarrago José R., 2012, marzo. Evaluación del efecto de equipos de cosecha de algodón sobre la calidad de la fibra en cultivos de alta densidad. Plan Piloto Procalgodón. Ing. Agr. (MBA) Eduardo A. Delssín. Director Regional Chaco Formosa – INTA. Coordinador Convenio PROCALGODÓN (MAGyP –INTA). http://inta.gob.ar/documentos/evaluacion-del-efecto-de-equipos-de-cosecha-de-algodon-sobre-la-calidad-de-la-fibra-en-cultivos-de-alta-densidad/.

INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), 2015. "Poder Calorífico de diversas sustancias". Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Gobierno de España. http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/2004/2267_04/Ficheros/tabla1_4.pdf

ISO 9000, 2015. *Quality management systems. Fundamentals and vocabulary*. ISO technical committee ISO/TC 176. Geneva Switzerland. https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es

ISO 9001, 2015. *Quality management systems. Requirements*. ISO technical committee ISO/TC 176, sub-committee 2. Geneva Switzerland. https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:en

ISO 14000, 2009. *Environmental management. The ISO family of International Standards*. ISO technical committee ISO/TC 207. Geneva Switzerland. http://www.iso.org/iso/home/about/the_iso_story.htm#14 http://www.iso.org/iso/theiso14000family_2009.pdf http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso14000.htm

ISO 14001, 2015. *Environmental management systems. Requirements with guidance for use*. ISO technical committee ISO/TC 207. Geneva Switzerland. https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:en

ISO 14040, 2006 (segunda edición, primera en 1997). *Environmental management. Life cycle assessment. Principles and framework.* Comité Técnico ISO / TC 207, Gestión ambiental, Subcomité SC 5, evaluación del ciclo de vida. Geneva Switzerland. https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:en

ISO 14020, 2000 (segunda edición que cancela la de 1998). *Environmental labels and declarations. General principles.* Technical Committee ISO/TC 207, Environmental management, Subcommittee SC 3, Environmental labelling. Geneva Switzerland. https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14020:ed-2:v1:en

ISO 14044, 2006. *Environmental management. Life cycle assessment. Requirements and guidelines.* Technical Committee ISO/TC 207, Environmental management, Subcommittee SC 5, Life cycle assessment. Geneva Switzerland. https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14044:ed-1:v1:en

ISO 14046, 2014. *Environmental management. Water footprint. Principles, requirements and guidelines.* Technical Committee ISO/TC 207, *Environmental management*, Subcommittee SC 5,*Life cycle assessment*. Geneva Switzerland. https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14046:ed-1:v1:en

ISO 14067, 2013. *Greenhouse gases. Carbon footprint of products. Requirements and guidelines for quantification and communication* Technical Committee ISO/TC 207, Environmental management, Subcommittee SC 7,Greenhouse gas management and related activities. Geneva Switzerland. https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:ts:14067:ed-1:v1:en

IWTO, International Wool Textile Organization. 2013. Green wool facts. The wool industry & the environment. info@iwto.org. (IWTO establecida en 1928 como un órgano de arbitraje para el comercio internacional de lanas y productos de lana)

Lacelli Gabriel Angel, 2014. "Apuntes sobre algodón". http://inta.gob.ar/noticias/apuntes-sobre-algodon/

Lenzing, 2014. *The Global Fiber Market in 2014*. Austria. http://www.lenzing.com/en/investors/equity-story/global-fiber-market.html

León Eduardo H., 2013. "Cogeneración: ventajas, posibilidades técnicas, situación en Argentina". Maestría Interdisciplinaria en Energía; CEARE.

MAGyP, 2015. SIIA, Sistema Integrado de Información Agropecuaria. http://www.siia.gov.ar/_apps/siia/arbol/total_pciaX.php?respuesta=AG

Martins Graça Emanuela Azevedo, 2014. Tesis: *O comercio internacional de algodão – evolucão dos fluxos entre 1975 e 2010 e aspectos ambientais.* Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, Perfil de Gestão e Sistemas Ambientais. Facultad de Ciencias e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Portugal.

Matlock Marty, Ph.D., Thoma, C.S.E. P.E., Greg, Ph.D., Nutter, P.E., Darin, Ph.D., Costello, Thomas P.E., Ph.D., P.E. Final Report, 2008. *Energy Use Life Cycle Assessment for Global Cotton Production Practices*. Cotton Incorporated. North Carolina; Center for Agricultural and Rural Sustainability University of Arkansas Division of Agriculture 233 Engineering Hall Fayetteville, AR 72701

MECON (Ministerio de Economía y Finanzas Públicas), 2011. Complejo Algodonero Textil. Fibra de Algodón. Secretaría de Política Económica. Subsecretaría de Programación Económica. diar@mecon.gov.ar / días@mecon.gov.ar. Argentina

Mondino Mario Hugo, coordinador. Cartera 2009-2012. Desarrollo de tecnologías de manejo del cultivo, mejora de la calidad y herramientas económicas para aumentar la competitividad y sustentabilidad del sistema algodonero. Enmarcado en Proyecto Gestión en el desarrollo de tecnología para la cadena agroindustrial del algodón. E.E.A. Santiago del Estero; 01 de Enero, 2010 a 01 de Enero, 2013. Resumen ejecutivo: http://inta.gob.ar/proyectos/pnind-084022

Mondino Mario Hugo. "Tecnologías de manejo sustentable de cultivo y mejoras en la calidad de producto con agregado de valor que contribuyan al desarrollo territorial del sistema algodonero nacional". EEEA, Santiago del Estero. Resumen ejecutivo: http://inta.gob.ar/proyectos/pnind-1108083

Mueller Joaquín P., 2013. "La Producción Ovina en la Argentina". Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina. Conferencia presentada en el Primer Congreso Panamericano de Ovinocultura, Querétaro, México, 20- 22 de marzo de 2013. Comunicación Técnica INTA Bariloche Nro. PA 618). http://inta.gob.ar/documentos/la-produccion-ovina-en-la-argentina/

Mundo Algodonero. *Capacitación 1*. Ernesto R. Bolton, Presidente Cámara Algodonera Argentina. http://www.camaraalgodonera.com.ar/noticias%5Ccuadernillo.pdf

Murugesh Babu. K* and Selvadass.M., 2013. "International Journal of Research in Environmental Science and Technology", Original Article. Life Cycle Assessment for Cultivation of Conventional and Organic Seed Cotton fibres. India: Department of Textile Technology, Bapuji Institute of Engineering and Technology, Visvesvaraya Technological University, Davangere – 577004. *Corresponding author: kmb6@rediffmail.com. 3(1): 43-44. ISSN 2249–9695. Received 15 February 2013, accepted 27 February 2013

Naciones Unidas, 2002. *Rapport du Sommet mondial pour le développement durable*, Johannesburgo, Sudáfrica, 26 agosto - 4 septiembre 2002 (Nueva York: Naciones Unidas). Disponible en: http://wwwv1.agora21.org/johannesburg/rapports/onu-joburg.pdf. Fecha de acceso: 7 diciembre 2015.

OECD/IEA (International Energy Agency), 2015. *Key World Energy. Statistics.* Francia, Paris. http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld_Statistics_2015.pdf

OMC (Organización Mundial del Comercio), 2015. "Primeros años: inicio del debate sobre el medio ambiente en el GATT y la OMC". En https://www.wto.org/spanish/tratop_s/envir_s/hist1_s.htm. Fecha de acceso: 7 diciembre 2015.

ONU (Organización de las Naciones Unidas), 1987. *Our Common Future.* Informe de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo.

Paz Alberto P., 2014. "Avances en genética ovina. Su relación con la producción". Anuario 2014 Merino. Argentina. http://merino.org.ar/2013/upload/34/Merino2014finalbaja.pdf (pags14 -18)

Piedra Diana, Coordinadora, 2009-2012. Proyecto Cartera. "Gestión en el desarrollo de tecnología para la cadena agroindustrial del algodón". Chaco-Formosa. http://inta.gob.ar/proyectos/pnind-084002

Piedra Diana. Campaña 2011-2012. "Situación Nacional e Internacional del Algodón". Proyecto Nacional Algodón. INTA CR Chaco-Formosa. http://inta.gob.ar/documentos/situacion-nacional-e-internacional-del-algodon.-campana-2011-2012

PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), 2015. "Acerca del PNUMA". En http://www.pnuma.org/AcercaPNUMA.php. Fecha de acceso: 7 diciembre 2015.

RAMCC (Red Argentina de Municipio Frente al CC), 2015. Argentina. http://www.ramcc.net/

Redacción: el período de la energía.com, 2015. "341 proyectos que suman 11,3 GW acudirán a la licitación solar de Brasil este viernes". El periódico de la energía. Renovables: http://elperiodicodelaenergia.com/341-proyectos-que-suman-113-gw-acudiran-a-la-licitacion-solar-de-brasil-este-viernes/

REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century), 2015. Renewables 2015. Global Status Report. Paris, Francia. http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015_Onlinebook_low1.pdf

Roca José A., 2015a. "Obama anuncia nuevas medidas de apoyo a las energías renovables". El periódico de la energía. Renovables: http://elperiodicodelaenergia.com/obama-anuncia-nuevas-medidas-de-apoyo-a-las-energias-renovables/

Roca José A., 2015b. "Las energías renovables cubren casi el 100% de la demanda eléctrica alemana." El periódico de la energía. Renovables: http://elperiodicodelaenergia.com/obama-anuncia-nuevas-medidas-de-apoyo-a-las-energias-renovables/

Roca José A., 2015c. "El Reino Unido alcanza una cuota récord de producción renovable del 22,3%". El periódico de la energía. Renovables: http://elperiodicodelaenergia.com/el-reino-unido-alcanza-una-cuota-record-de-produccion-renovable-del-223/

Roca Ramón, 2015. "Jeremy Rifkin, asesor de la CE: "Debemos transformar cada casa en una mini-central de energías renovables". El periódico de la energía. Renovables: http://elperiodicodelaenergia.com/jeremy-rifkin-asesor-de-la-ce-debemos-transformar-cada-casa-en-una-mini-central-de-energias-renovables/

Schoenian Susan, 2014. Sheep 101 info. Maryland, Estados Unidos. http://www.sheep101.info/wool.html

Statista, 2015. 10 países productores de algodón líderes del mundo en 2014/2015 (en 1.000 toneladas métricas). Estadísticas del portal. http://www.statista.com/statistics/263055/cotton-production-worldwide-by-top-countries/

Suelo Solar, 2014. Santa fe promueve la inversión en proyectos de energía renovable. Ver en dos revistas digitales: http://www.comercialurbanaweb.com.ar/Noticias_8_Santa-Fe-promueve-la-inversion-en-proyectos-de-energia-renovable. http://www.revistavivienda.com.ar/destacadas/santa-fe-promueve-la-inversion-en-proyectos-de-energia-renovable

UIA (Unión industrial Argentina), 2004. "Cadena de la Lana en la Región Patagónica". 3er Foro Federal de la Industria - Región Patagonia Jornada de Trabajo - El Calafate. 21 y 22 de mayo: www.uia.org.ar/download.do?id=438

Villalonga Juan Carlos (asesor técnico y redacción), 2013. "Energías Renovables", ¿Por qué debería ser prioritario cumplir el objetivo del 8% al 2016?

Willcutt Michael H.; MSUES Ag. & Bio. Engineering; Mississippi State, MS; Barnes Edward M.; Cotton Incorporated; Cary, NC. 2008. Fuel Consumption in Spindle Picker Cotton Harvesting Systems. Beltwide Cotton Conferences, Nashville, Tennessee, January 8-11.

WRI y WBCSD (*World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development*), 2011. *Greenhouse Gas Protocol.* Product life cycle accounting and reporting standard (WRI & WBCSD 2011). Estados Unidos. http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/Product%20Life%20Cycle%20Accounting%20and%20Reporting%20Standard.pdf

Yarowsky Maya, 2015. "Israeli Home Device Turns Trash Into Biogas Fuel". http://nocamels.com/2015/06/trash-biogas-homebiogas-system/

Zitzer, Alejandro Gabriel, 2013. "Energía solar fotovoltaica". Maestría Interdisciplinaria en Energía, CEARE.

# Anexos

## Anexo I: clasificación de las fuentes de energía, según su origen, transformación y uso (Fernández y Barragán, 2013a)

<table>
<tr><th>Fuente</th><th>Efecto</th><th>Producto</th><th>Tecnología Energética</th><th>Fin</th></tr>
<tr><td rowspan="13">Radiación solar</td><td>Evaporación</td><td>Lluvia</td><td>Energía hidráulica</td><td rowspan="17">Trabajo mecánico (+ calor residual)<br><br>O<br><br>Calor disipado</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Viento</td><td></td><td>Energía eólica</td></tr>
<tr><td>Olas</td><td>Energía de las olas</td></tr>
<tr><td>Calentamiento del mar</td><td>Diferencia térmica en las profundidades de mar</td><td>Energía termomarina</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Fotosíntesis</td><td>Biomasa vegetal</td><td>Combustión</td></tr>
<tr><td>Carbón, gas y petróleo</td><td>Combustión</td></tr>
<tr><td>Biocombustibles: Aceites, hidrocarburos, otros.</td><td>Combustión</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Biomasa vegetal con alto contenido de azúcares</td><td>Etanol por fermentación alcohólica</td></tr>
<tr><td>Combustión</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Residuos orgánicos agrícolas, industriales y urbanos</td><td>Biogás por digestión anaeróbica</td></tr>
<tr><td>Pirólisis</td></tr>
<tr><td>Combustión</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>Energía solar bioclimática</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>Energía solar térmica</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>Energía solar fotovoltaica</td></tr>
<tr><td>Atracción solar y lunar</td><td colspan="2">Mareas</td><td>Energía mareomotriz</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Calor interno terrestre</td><td rowspan="3">Aguas termales</td><td>Vapor en superficie</td><td>Energía geotérmica de alta entalpía</td></tr>
<tr><td></td><td>Energía geotérmica de mediana entalpía</td></tr>
<tr><td></td><td>Energía geotérmica de baja entalpía</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Disociación de masa en energía electromagnética</td><td rowspan="2">Reacción nuclear</td><td rowspan="2">Radiaciones de alta energía</td><td>Energía nuclear por fisión</td></tr>
<tr><td>Energía nuclear por fusión</td></tr>
</table>

La mayoría de las fuentes energéticas empleadas tienen su origen en procesos relacionados con la energía radiante solar, diferenciándose entre sí por las distintas naturalezas y formas que adquieren. La energía solar puede ser usada *directamente* como energía térmica, o como captación fotónica, o por fotoquímica como ocurre con la biomasa (incluso llegando a la obtención del petróleo), o por fotovoltaica. Por el otro lado la energía solar se usa indirectamente por medio de la energía hidráulica, eólica o undimotriz (Iglesias, 2006:2,4).

La *renovabilidad* de las fuentes según el uso humano, sin considerar los acontecimientos o cambios drásticos emergentes a niveles planetarios, evolutivos, etc., depende de la relación entre el tiempo de su generación y el tiempo de su consumo. Algunas *tecnologías* permiten que su generación sea renovable respecto al uso que se le da, y otras, demoran tantos millones de años en generarse que hacen que su empleo resulte agotable si su uso excede los tiempos de generación.

**Anexo II: cuestionario-cuadro efectuado a productores algodoneros**

Firma:
Locación:
Hectáreas de cultivo:
Proceso:
kg algodón procesado por mes:

| **Tipo de energía o combustible** | **Proceso en el cual se emplea** | **Procedencia de la energía o combustible (conexión a red nacional, fuente, autogenerada, comprado por litro, etc)** | **Cantidad consumida por mes** |
|---|---|---|---|
| Energía eléctrica | | | |
| Gas | | | |
| Diesel | | | |
| Otro: | | | |
| Otro: | | | |

**Anexo III: informe de agencia de Basail, perteneciente al Área de Influencia de la Estación Experimental de Colonia Benítez, Chaco**

El promedio de lluvias en la zona de relevamiento de la información, Agencia de Basail, perteneciente al Área de Influencia de la Estación Experimental de Colonia Benítez, Chaco, es de 1230 milímetros anuales.
El total de hectáreas en el predio del productor (Oscar Kesque) dedicadas al cultivo del algodón es de 280hectareas.
La Ciudad a la cual va a proveerse de insumos y todo lo necesario para el cultivo es la Ciudad de Las Toscas, ubicada a unos 60 km desde el campo del productor. El productor vive en el campo y estima que realiza unos 4 viajes directamente atribuibles al cultivo del algodón a lo largo de la campaña (60km * 4visitas= 480 km ida y vuelta).
Si estimamos un consumo promedio de Diesel de su camioneta Ford (modelo 98) de 10 litros cada 100km, implica un consumo de 48lits de diesel.

Planteo Técnico *ex ante* del Cultivo de Algodón (Ing. Flavia Francescutti, Jefe Agencia Basail)

Pre siembra
1º Pasada
Herbicida 1.5lts de Glifosato al 67%
Herbicida 0.5lts 2,4 D Amina 60 %
Esto se diluye en 60litros de agua para su aplicación.
Esto se aplica con una fumigadora de arrastre, con un ancho de labor de 22metros. Por lo cual el consumo a considerar es el del tractor. Para esta labor liviana se utiliza un tractor chico (FIAT 650) de 80hp. El consumo de gas oil promedio por hectárea es de 6lts.
2º Pasada
Herbicida 1.5lts de Glifosato al 67%
Esto se diluye en 60litros de agua para su aplicación.
Esto se aplica con una fumigadora de arrastre, con un ancho de labor de 22metros. Por lo cual el consumo a considerar es el del tractor. Para esta labor liviana se utiliza un tractor chico (FIAT 650) de 80hp. El consumo de gas oil promedio por hectárea es de 6lts.

Siembra
Esta labor se realiza con una sembradora de grano grueso de 16 líneos (Dolbi), con un ancho de labor de 6.10mts, de arrastre; por lo cual debemos considerar el consumo del tractor. Para esta labor se utiliza un tractor más grande (ZANELLO articulado doble tracción) de 180hp.
El consumo de gas oil promedio por hectárea es de 11lts.
De manera conjunta se realiza la siembra y fertilización. Se aplican 50kg de fosfato di amónico (Nitrógeno 18%, Fósforo 46%).
Pos siembra
1º Pasada
Herbicida 1.5lts de Glifosato al 67%
Insecticida Imidacloprid 0.15lts 35%
Esto se diluye en 60litros de agua para su aplicación.
Esto se aplica con una fumigadora de arrastre, con un ancho de labor de 22metros. Por lo cual el consumo a considerar es el del tractor. Para esta labor liviana se utiliza un tractor chico (FIAT 650) de 80hp. El consumo de gas oil promedio por hectárea es de 6lts.
2º Pasada

Insecticida Talisman 0.9lts (tiene dos componentes Bifentrin 5% + Carbosulfán 15%)
Regulador de crecimiento Belcocel 0.5lts 75%
Esto se diluye en 60litros de agua para su aplicación.
Esto se aplica con una fumigadora de arrastre, con un ancho de labor de 22metros. Por lo cual el consumo a considerar es el del tractor. Para esta labor liviana se utiliza un tractor chico (FIAT 650) de 80hp. El consumo de gas oil promedio por hectárea es de 6lts.
3º Pasada
Insecticida Bifentrin 0.1lts 10%
Regulador de crecimiento Belcocel 0.5lts
Esto se diluye en 60litros de agua para su aplicación.
Esto se aplica con una fumigadora de arrastre, con un ancho de labor de 22metros. Por lo cual el consumo a considerar es el del tractor. Para esta labor liviana se utiliza un tractor chico (FIAT 650) de 80hp. El consumo de gas oil promedio por hectárea es de 6lts.
4º Pasada
Regulador de crecimiento Finish 2.5lts 76,5%
Esto se diluye en 60litros de agua para su aplicación.
Esto se aplica con una fumigadora de arrastre, con un ancho de labor de 22metros. Por lo cual el consumo a considerar es el del tractor. Para esta labor liviana se utiliza un tractor chico (FIAT 650) de 80hp. El consumo de gas oil promedio por hectárea es de 6lts.
5º Pasada
Defoliante Dropp 0.2lts (consta de dos productos thidiazuron 12 % y diuron 6 %)
Esto se diluye en 60litros de agua para su aplicación.
Esto se aplica con una fumigadora de arrastre, con un ancho de labor de 22metros. Por lo cual el consumo a considerar es el del tractor. Para esta labor liviana se utiliza un tractor chico (FIAT 650) de 80hp. El consumo de gas oil promedio por hectárea es de 6lts.

Cosecha
Se utiliza la Cosechadora Javiyu de INTA, de arrastre (sistema stripper), ancho de labor 2.1mts; lo que implica considerar el consumo del tractor (FIAT 650 de 80hp). El consumo de gas oil promedio por hectárea es de 6lts.
De manera conjunta al consumo de ese tractor, se utiliza lo que se denomina “carancho” otro tractor de 80hp (FIAT 650 con gancho adaptado) para elevar el algodón en bruto al camión que lo trasladara a la desmotadora. Por lo que debemos estimar otros 6lts para este tractor.

**Anexo IV: nómina de productores algodoneros consultados sin respuesta**

- Sogico S.A.; Las Breñas, Chaco
- Unitecagro; Unitecbio S.A. Chaco
- Camsa S.A.; Gral. Pinedo, Chaco
- CARVAL; Villa Angela, Chaco
- Cerealgo Srl. Villa Angela, Chaco
- Coop Agripecuaria el Progreso. R Sáenz Peña, Chaco
- Coop Agr Y Forestak Güemes; Juan José Castelli, Chaco
- Cotton SRL.; Resistencia, Chaco.
- Fibral Chaco SA.; Sáenz Peña, Chaco
- Fibralin SRL.; Sáenz Peña, Chaco
- Greze SRL.; Avia Teraí, Chaco
- Marfra SA.; Villa Angela, Chaco
- Los Amores S.A.; Avellaneda, Santa Fe
- Algodonera Avellaneda S.A.; Avellaneda, Santa Fe
- Acriba S.A.; Villa Minetti, Santa Fe
- Dagaro S.A.; Las Toscas, Santa Fe
-Vicentin S.A.; Avellaneda, Santa Fe
- Tipoití SATIC
- Emilio Alal SACIFI
- Tavex Argentina S.A.
- Caram S.R.L.
- Alpargatas
- Almiroty y Compañia S.A.
- Coop Carlos Pellegrini
- Pedro Kucharuk e hijos SA
- Los Pozos S.A.; Buenos Aires
- Heller Norteña S.A. Valentín Alsina, Buenos Aires

**Anexo V: cuestionario-cuadro efectuado a los productores de los primeros procesamientos industriales de la lana**

Firma:
Locación:
Proceso:
kg lana procesada por mes:

| **Tipo de energía o combustible** | **Proceso en el cual se emplea** | **Procedencia de la energía o combustible (conexión a red nacional, fuente, autogenerada, comprado por litro, etc)** | **Cantidad consumida por mes** |
|---|---|---|---|
| Energía eléctrica | | | |
| Gas | | | |
| Diesel | | | |
| Otro: | | | |
| Otro: | | | |

**Anexo VI: nómina de empresas que desarrollan las primeras instancias industriales de la lana, consultadas sin respuesta**

- Acopiadores lana trelew, Chubut. Barraca de Cueros y Lanas Patagonian Sheeps
- Cumbre Sur SA. Lanas. Trelew, Chubut
- Lanas Trelew, Chubut
- Arg Wool S.A.
- Cosu Lan SA. Lavadero lanas, Trelew, Chubut
- Peter Simpson e Hijo Sh.  Lanas, Trelew, Chubut
- Lanas Abril Artesanías en Lanas. Trelew, Chubut
- Cooperativa Productores Laneros Ltda. (Coprolan)
- Eitan Patagonia S.R.L.
- Pelama Chubut S.A.
- Santa Cruz Lanas S.R.L.
- Torello hnos
- Mauro Sergio
- Lavalan
- Lavadero de lanas Pehuajó
- Proveedora de Lanas S.A.

**Anexo VII: marco regulatorio que atañe al sistema eléctrico nacional**

El Artículo 41 de la Constitución Nacional explicita que 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, con el deber de preservarlo. El daño ambiental generado conlleva la obligación de recomponerlo según la ley… Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que alteren las jurisdicciones locales.

El Artículo 124 atribuyó a las provincias la competencia en el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio.

La Ley 24.065 de Generación, Transporte y Distribución de Electricidad, estableció (Artículo 16) que los generadores, transportistas, distribuidores y usuarios de electricidad deben cumplir con los reglamentos y las resoluciones que emita el ente responsable; quien además posee las facultades de inspeccionar, revisar y probar las instalaciones y los equipos, pudiendo ordenar la suspensión del servicio, la reparación o reemplazo de instalaciones y equipos, en pos del cuidado de la seguridad pública. Se indicó (Artículo 17) que se deberá responder a los estándares admitidos por la SE respecto a la emisión de contaminantes.

La Ley 25.675 de Gestión Sustentable, estableció 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; constituyó los principios de la política ambiental. Se estableció (Artículo 2) que la política ambiental nacional deberá prevenir los efectos nocivos o peligrosos que las actividades antrópicas generan sobre el ambiente para posibilitar la sustentabilidad ecológica, económica y social del desarrollo. Acorde el Artículo 11, toda obra o actividad que, en el territorio de la Nación, sea susceptible de degradar el ambiente, alguno de sus componentes, o afectar la calidad de vida de la población, en forma significativa, estará sujeta a un procedimiento de evaluación de impacto ambiental, previo a su ejecución.

En la Ley 25.019/1998 el Régimen Nacional de Energía Eólica y Solar, se explicitó (Artículo 4) que el Consejo Federal de la Energía Eléctrica promoverá la generación de energía eólica y solar, pudiendo afectar los recursos del Fondo para el Desarrollo Eléctrico del Interior, establecido por el artículo 70 de la ley 24.065. Se invitó a las provincias (Artículo 9) a adoptar un régimen de exenciones impositivas en sus respectivas jurisdicciones en beneficio de la generación de energía eléctrica de origen eólico y solar.

La Ley 26.190/2006, tal régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinadas a la producción de energía eléctrica tuvo como objetivo que para el año 2016 el 8% del consumo eléctrico nacional sea provisto por energías renovables. Se consideró como fuentes renovables (y beneficiadas por los incentivos fiscales previstos) a la energía eólica, solar, geotérmica, mareomotriz, hidráulica con una potencia menor de 30MW, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás (con excepción de los usos previstos en la Ley N° 26.093/2006, donde se dispuso un régimen de regulación y promoción para la producción y uso sustentable de biocombustibles).

Se declaró (Artículo 1) de interés nacional la generación de energía eléctrica a partir del uso de fuentes de energía renovables con destino a la prestación del servicio público como así

también la investigación para el desarrollo tecnológico y fabricación de equipos con esa finalidad. Asimismo se estableció (Artículo 2) el objetivo de lograr una contribución de las fuentes renovables (alcanzar el 8%) de la energía eléctrica nacional, en el plazo de 10 años a partir de la puesta en vigencia del régimen. Se invitó a las Provincias y a la Ciudad de Buenos Aires a que adhieran al régimen de la Ley (N 26.190) disponiendo de incentivos fiscales, tales como la exención o reducción de la alícuota del pago del Impuesto a los Ingresos Brutos y de tasas municipales, exención al pago del Impuesto de Sellos, y exención del Impuesto Inmobiliario. Alternativas respecto al manejo del IVA y de las amortizaciones; y una Remuneración Adicional prevista en la Ley N° 25.019[74]. Los beneficiarios fueron los titulares de inversiones y concesionarios de obras nuevas con producción destinada al MEM o prestación de servicios públicos.

La Resolución 220/2007 (SE) constó de la habilitación para la realización de contratos de abastecimiento entre el MEM y las ofertas de disponibilidad de generación y energía asociada. Se destinó a los agentes generadores, cogeneradores o autogeneradores que al 22/01/07: no sean agentes del MEM, o no cuenten con las instalaciones de generación a comprometer en las ofertas de la resolución, o que hasta ese momento no estén interconectados al MEM. Debiendo disponer, entre otras cuestiones, de la potencia comprometida para el período ofertado (Otros: sin el otorgamiento de avales por parte del Estado Nacional).

La Resolución 712/2009 dando cumplimiento a los mandatos legislativos (Ley 26.190 y Ley 26.093) impulsó el ingreso de nueva oferta de generación eléctrica utilizando fuentes renovables, que a la fecha de la publicación no cuenten con las instalaciones de la generación ofertada, o que a dicha fecha no estén interconectados al MEM. Habilitó la realización de contratos de abastecimiento entre el MEM y las ofertas de disponibilidad de generación y energía asociada a partir de fuentes renovables por cantidad de energía suministrada, presentadas por ENARSA en su calidad de Agente del Mercado.

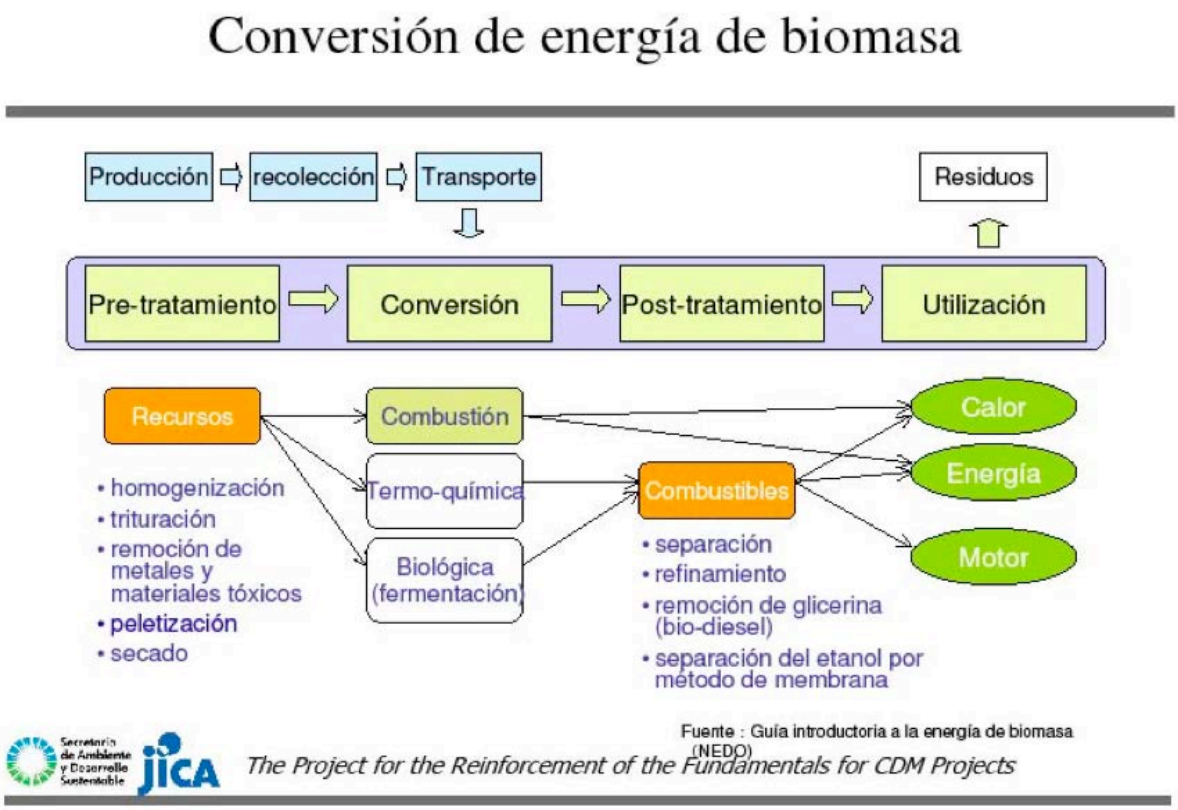
ENARSA instrumentó un proceso licitatorio, a través de la Licitación Pública Nacional e Internacional EE Nº 01/2009 (GENREN), convocando a ofertas de provisión de energía eléctrica a partir de fuentes renovables por un total de 1.015MW de potencia instalada, con vigencia de 15 años, siendo factible una prolongación del plazo. En la planificación se debió garantizar que los impactos derivados de cada una de las etapas no generen daños relevantes o en su defecto instrumentar los mecanismos de mitigación que los adecuen para cumplir la normativa provincial y nacional. La propuesta de la central ofertada debió describir la naturaleza de la fuente y el lugar de emplazamiento, debiendo incluir la información necesaria para evidenciar la prefactibilidad ambiental y del recurso energético.

ENARSA tuvo el objetivo de la adjudicación de contratos de abastecimientos con fuentes renovables de energía; encargándose de establecer el vínculo contractual con cada una de las empresas seleccionadas del proceso licitatorio, y con la obligación de suscribir con Cammesa los contratos de abastecimiento. Dicha Resolución sentó un antecedente normativo en la contratación de origen renovable por parte del mercado de energía eléctrica.

La Resolución 108/2011 (SE) emergió de la necesidad de ampliar la oferta de generación con energías alternativas, y la habilitación para contratar generación adicional a partir de fuentes

[74] Otorgando una remuneración equivalente a $0,015/kWh a los generadores de energía proveniente de fuentes renovables, y de $0,9/kWh para el caso de la energía solar.

renovables, requiriendo disponer de las bases reglamentarias aplicables. Tuvo como objeto la celebración de contratos de abastecimiento al MEM a partir de fuentes renovables, ofertas de disponibilidad de generación y energía asociada. Se destinó a agentes generadores, cogeneradores o autogeneradores que al 13/04/11 no contarán con las instalaciones de generación a comprometer; o que habiendo concretado su interconexión al MEM con posterioridad al 13/04/11, no hayan comprometido en cualquier tipo de modalidad contractual su disponibilidad de generación y energía asociada. A los proyectos, entre otras cuestiones se les requirió información precisa y avalada con estudios y documentación, del recurso energético a explotar y la producción eléctrica. Se les requirió la garantía de la disponibilidad de las unidades habilitadas, el punto de conexión a la red y condiciones comerciales como costos y financiamientos con documentación respaldatoria.

Se estableció (Artículo 8) que los Agentes Generadores que hayan suscripto a contratos de abastecimiento al MEM a partir de fuentes renovables, deben cumplir, en función de sus características técnicas, con todos los requisitos establecidos en los procedimientos para la Programación, el Despacho de Cargas y el Cálculo de Precios, incluidos en la Resolución 712/2009 (SE). Se consideraron las tecnologías renovables incluidas en la Ley Nº 26.190, aceptando a todas aquellas que puedan ser consideradas renovables por parte de la Autoridad de aplicación.

**Anexo VIII: secuencia de procesos requeridos para la transformación de biomasa en energía** (Beljansky, 2012:12)