

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ESTADÍSTICA**  
**ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN**



**MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**  
**CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN GENERAL**

**TRABAJO FINAL**

**ALTERNATIVAS DE INVERSIÓN DE ENERGÍAS  
RENOVABLES EN LA INDUSTRIA**

**IMPACTO DE LA LEY 27191 EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA A TRAVÉS DE ENERGÍAS RENOVABLES Y SU  
UTILIZACIÓN OBLIGATORIA EN LA INDUSTRIA.**

**AUTOR: Daniel Eduardo Gómez**

**DIRECTOR: Mgs Raúl Ricardo Oviedo**

**ROSARIO, Agosto 2020**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al director del trabajo final Mgs. Raúl Ricardo Oviedo y a la Dra. María Cristina Arriaga por el apoyo directo en el mismo y su insistencia en hacerlo durante estos años que lo dejé pendiente.

Al profesor Dr. Rubén Rodríguez Garay por su direccionamiento y corrección del trabajo.

A toda la Secretaría Administrativa, a la Lic. Verónica Calvo a la Señora Liliana Vargas y a la Dirección de la Maestría que siempre estuvieron bien dispuestos ante mis requerimientos y trámites administrativos.

A los profesores del Posgrado que nutrieron mi conocimiento en las Ciencias Económicas. Un homenaje a un profesor que me ha dado pautas para abrir mis pensamientos que fue Mario Heller.

A todos mis compañeros del curso. A mis compañeros de grupo Pablo Tabisi, Mariano Ortulán y Tomás Ortiz. En especial a Mariano y Tomás por su ayuda en este trabajo.

A mi hija Agustina que me prestó libros y apuntes. A mi hermana Cristina, mis familiares, mis amigos, que me aportaron ayuda, respondieron mis requerimientos, me indicaron pautas, y sobre todo me alentaron.

A todas las personas que han colaborado aportando su conocimiento y experiencia en el tema a través de las encuestas y consultas telefónicas.

A todos lo que se ponen contentos con la concreción de este trabajo.

## **DEDICATORIAS**

A Inés, mi compañera.

A mi hijo Juan Francisco, que me inspiró profundamente el año pasado durante su propia presentación de su proyecto final.

A mi padre, que fue un profesional de las Ciencias Económicas de esta casa de estudios y que me marcó siempre un camino.

## RESUMEN EJECUTIVO

La pretensión de este trabajo es desarrollar un estudio sólido y claro de inversión en energías renovables para la producción de energía eléctrica, cuya propuesta es la construcción e instalación de un parque eólico en la provincia de Córdoba para el grupo inversor ACM Energy, formado por un conjunto de Empresas asociadas a tal fin que serán además los consumidores de la energía para sus propias plantas de procesamiento. El excedente será volcado a la red para la venta en el mercado eléctrico.

El proyecto de inversión es producto del análisis de las alternativas que impone la Ley Nacional 27.191 de Energías Renovables y se utilizaron las herramientas típicas para los cálculos financieros, contables, análisis técnicos y de viabilidad, además de seleccionar las tecnologías más apropiadas y relevar las problemáticas de generación, transmisión y consumo, junto con las variables externas que hacen viable el proyecto.

Adicionalmente al contenido específico del proyecto, se ha complementado con una descripción del sistema eléctrico argentino en toda su cadena económica y la generación de energía eléctrica con su descripción general que facilita la comprensión del mismo.

Para tal fin se decidió dividir el cuerpo temático en tres partes bien definidas:

- La primera contiene la descripción del funcionamiento del sistema eléctrico argentino.
- La segunda es una descripción de la generación de la energía eléctrica por medio de fuentes convencionales y fuentes renovables con todo lo que ello implica en el medio ambiente, las ventajas y desventajas de cada una de tales fuentes.
- La tercera parte se trata del proyecto de inversión en sí, donde se plasmó la idea que se pretende llevar adelante ayudada por las herramientas financieras y contables que determinan la viabilidad desde el punto de vista económico-financiero y también social con impactos a nivel país.

Para finalizar, en el último apartado se presentan las conclusiones acompañadas de los anexos donde aparecen datos del relevamiento de encuestas, documentación e información relacionada a las energías renovables.

### Detalle del Proyecto:

Inversión Inicial en dólares estadounidenses: \$ 28.626.065 (dicho monto contempla el capital de trabajo).

El retorno de la inversión se recupera en 6,2 años.

Tasa de Retorno Requerida (TRR): es la tasa por la cual se actualizan los flujos de fondos y representa el rendimiento mínimo aceptable. La TRR es igual a 10,45%.

Valor Actual Neto (VAN): es el método con mayor aceptación a la hora de evaluar la rentabilidad y conveniencia de llevar a cabo una inversión. Establece como criterio de aceptación que, si el resultado final es mayor a cero, es recomendable llevar adelante el proyecto. En este proyecto el VAN es positivo y asciende a un total de u\$s 2.309.000.

Tasa interna de retorno (TIR): es un indicador de rentabilidad, es decir, a mayor TIR mayor rentabilidad. Es la tasa que hace igual el VAN a 0. El proyecto cuenta con una TIR de 11,7%, considerada aceptablemente buena.

### Factores claves del éxito:

- Hay una ley nacional que fomenta y promueve las inversiones en energía renovables
- Es una tendencia mundial aprobada por los gobiernos, las sociedades y las empresas
- Tiene efectos casi nulos en el medio ambiente.
- El consumo eléctrico que se generará tendrá una tendencia en aumento.
- El proyecto técnico - económico - financiero tiene definiciones precisas acerca de lo que se pretende.

## ÍNDICE

1.	BREVE DESCRIPCIÓN DE LA TEMÁTICA DEL TRABAJO FINAL .....	9
2.	DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN Y DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA 12	
3.	OBJETIVOS.....	18
3.1.	OBJETIVO GENERAL .....	18
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
4.	ALCANCE Y DELIMITACIONES .....	19
5.	METODOLOGÍA .....	20
6.	MARCO TEÓRICO .....	22
6.1.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO ARGENTINO.....	29
6.1.1.	SISTEMA NACIONAL DE INTERCONEXIÓN .....	29
6.1.2.	MERCADO ELÉCTRICO MAYORISTA .....	32
6.1.3.	COMERCIALIZACIÓN DE LA ENERGÍA DENTRO DEL MERCADO ELÉCTRICO MAYORISTA (MEM).....	35
6.1.4.	COMPAÑÍA ADMINISTRADORA DEL MERCADO MAYORISTA (CMMESA). .....	36
6.1.5.	ENTE NACIONAL REGULADOR DE LA ELECTRICIDAD (ENRE).....	38
6.1.6.	TRANSENER.....	39
6.1.7.	CONSEJO FEDERAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA (CFEE).....	39
6.2.	GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	40
6.2.1.	TENDENCIAS ENERGÉTICAS EN EL MUNDO .....	40
6.2.2.	FUENTES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA .....	42
6.2.3.	FUENTES DE ENERGÍA CONVENCIONALES.....	45
6.2.4.	FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES .....	50

6.2.5. CLASIFICACIÓN DE LAS CENTRALES DE ACUERDO AL SERVICIO QUE PRESTAN .....	61
6.2.6. FACTOR DE CAPACIDAD .....	63
6.2.7. COMPOSICIÓN DE LA ENERGÍA EN LA REPUBLICA ARGENTINA .....	63
6.2.8. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA.....	66
6.2.9. CONSECUENCIA EN EL MEDIO AMBIENTE.....	68
7. DESARROLLO PROYECTO DE INVERSIÓN PARA AUTOGENERACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES .....	71
7.1. ANÁLISIS DE MERCADOS.....	71
7.1.1. RESUMEN OPINIONES ENCUESTA PERSONAL INDUSTRIA SUPERIOR .....	72
7.1.2. RESUMEN DE CONCEPTOS DE ENCUESTA A PERSONAL TÉCNICO DE INGENIERIA DE PROYECTOS.....	74
7.1.2.4. OBTENCIÓN PERMISOS.....	79
7.1.2.5. OBTENCIÓN DE CONTRATO DE ENERGÍA.....	80
7.1.2.6. DESARROLLO DE INGENIERIA BÁSICA Y DE DETALLE.....	80
7.2. ANÁLISIS DE ESCENARIOS.....	81
7.2.1. DESARROLLO ANÁLISIS FODA PARA PROYECTO DE INVERSIÓN .....	83
7.2.1.1. OPORTUNIDADES.....	83
7.2.1.2. AMENAZAS .....	85
7.2.1.3. FORTALEZAS.....	87
7.2.1.4. DEBILIDADES .....	89
7.2.1.5. MATRIZ DE CRUCE ESTRATÉGICO .....	91
7.2.1.6. DIAGNÓSTICO Y CURSOS DE ACCIÓN RECOMENDABLES. ....	92
7.3. DETERMINACIÓN DE DATOS GENERALES DEL PROYECTO .....	94
7.3.1. FACTOR DE CAPACIDAD (%).....	95
7.3.2. LOCALIZACIÓN.....	95

7.3.3. TERRENO .....	96
7.3.4. DISTRIBUCIÓN .....	97
7.3.5. INTERCONEXIÓN .....	97
7.3.6. POTENCIA A INSTALAR.....	98
7.4. ESTUDIO TÉCNICO DEL PROYECTO.....	100
7.4.1. BALANCE DE EQUIPOS.....	100
7.4.2. BALANCE DE OBRAS FÍSICAS .....	102
7.4.3. BALANCE DE PERSONAL.....	105
7.4.4. BALANCE DE INSUMOS.....	107
7.4.5. TAMAÑO.....	107
7.4.6. DETALLE DE LAS INVERSIONES.....	108
7.5. CÁLCULO Y ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD.....	109
7.5.1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN .....	109
7.5.1.1 TASA DE RENDIMIENTO REQUERIDA (TRR) .....	109
7.5.1.2. VALOR ACTUAL NETO.....	112
7.5.1.3. TASA INTERNA DE RETORNO .....	115
7.5.1.3. PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.....	116
7.5.2. ESTADO DE RESULTADOS Y ESTADO DE FLUJO DE FONDOS .....	116
7.5.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD .....	117
7.5.4. VALOR DE DESECHO.....	118
7.6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	118
8. CONCLUSIONES .....	120
9. BIBLIOGRAFÍA.....	124
9.1. LIBROS.....	124
9.2 PÁGINAS WEB.....	125
10 ANEXOS .....	128

10.1. ANEXO I: GLOSARIO DE ACRÓNIMOS. ....	128
10.2. ANEXO II: CUESTIONARIO PERSONAL SUPERIOR DE LA INDUSTRIA Y DE LA ACTIVIDAD ENERGÉTICA.....	130
10.3. ANEXO III: CUESTIONARIO TÉCNICO INGENIERÍA DE PROYECTO .....	135
10.4. ANEXO IV: INFORMACIÓN Y MATERIALES .....	140
10.4.1. LISTADO PERSONAS ENCUESTAS .....	140
10.4.2. MANUAL AEROGENERADORES .....	141

## 1. BREVE DESCRIPCIÓN DE LA TEMÁTICA DEL TRABAJO FINAL

En el presente trabajo se propone evaluar la factibilidad y viabilidad de un nuevo proyecto de inversión en energías renovables para un grupo inversor de acuerdo a lo que estipula la Ley Nacional 27.191 de Energías Renovables.

El grupo inversor es ACM Energy y las empresas que componen esta agrupación son filiales locales de las siguientes empresas multinacionales: Arcor S.A; Cargill S.A.C.I y Molinos Agro S.A.

La factibilidad y viabilidad del proyecto están sustentadas por una investigación de mercado donde se relevaron las condiciones más propicias de inversión de acuerdo a diferentes estrategias y ante diversos escenarios que identifican oportunidades y riesgos en los distintos contextos (ver encuesta en Anexo II).

Además, se realizaron entrevistas en profundidad con expertos en inversiones de este tipo para determinar el tipo de energía renovable a seleccionar (parque eólico, parque solar, biomasa, etc.), la tecnología actual más adecuada y la potencia a seleccionar de acuerdo al consumo de las empresas mencionadas (ver formulario de encuesta en Anexo III). Sumado a esto, el proyecto de inversión se nutrió de múltiples informes, datos y estudios relevados de entidades y fuentes oficiales como el Ministerio de Energía de la Nación, Ministerio de Desarrollo Productivo, entes oficiales varios, así como también de entidades privadas y empresas de distribución y transporte eléctrico como CAMMESA<sup>1</sup>, y otras empresas del rubro energía.

Para adentrarse en el tema energético de nuestro país, se presenta el siguiente condensado por años del proceso evolutivo<sup>2</sup> del sistema eléctrico local y puede caracterizarse en distintos períodos con el siguiente detalle:

---

<sup>1</sup> CAMMESA: Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico. [Fecha de consulta: 11/4/2020]. <https://portalweb.cammesa.com/default.aspx>

<sup>2</sup> Ibidem.

Años 1900-34 - Expansivo: Comienzan las primeras concesiones en 1886, cubriendo la fase expansiva de la introducción del servicio.

Años 1935-42 - Insuficiencia en la expansión - Reclamos sociales - Autogeneración: El servicio se desenvuelve en estado precario, las empresas privadas optan por operar exclusivamente en distritos populosos. El rápido crecimiento económico pone en evidencia la escasez energética exponiendo los primeros cortes importantes del suministro. Se incorporan múltiples equipos de autogeneración para satisfacer la demanda en un marco de crecimiento.

Años 1943-48 - Estancamiento - Escasez de suministro: La naturaleza térmica de la generación eléctrica representaba una severa exposición frente a las limitaciones que se imponía a la utilización de hidrocarburos, fuertemente condicionada por la falta de autosuficiencia. Se llegan a quemar granos en las calderas para paliar las autosuficiencias. La sociedad se desenvolvía en un clima de fuerte ideologización.

Años 1949-59 - Comienzo de la presencia estatal interior del país - Deterioro en Buenos Aires: El gobierno interviene la industria eléctrica con el fin de responder a las demandas y necesidades sociales, haciendo eje en el gran potencial eléctrico.

El art.40 de la Constitución de 1949 declara que todos los servicios públicos deben ser prestados por el Estado y que las empresas privadas serán expropiadas al valor histórico de sus instalaciones.

Años 1960-1976 - Normalización de los servicios - Gran intervención estatal: Se concretan múltiples obras hidráulicas alcanzando un apropiado equilibrio en la oferta hidrotérmica. El estado toma el manejo de la empresa SEGBA.

Años 1977-1987 - Inconvenientes de Administración - Tarifación - Cobro: Se transmiten señales tarifarias erróneas generando dificultades financieras en las empresas provocando una inadecuada asignación de recursos.

Años 1988-1989 - Crisis energética - Deterioro Administrativo - Autogeneración: Condiciones de ineficiencia, gigantismo, burocracia, ingobernabilidad, desprofesionalización en la dirección, politización e incapacidad de gestión contribuyen

a una situación de crisis energética de magnitud. Se recurre a cortes programados de todo el sistema interconectado nacional. Se convoca a los viejos equipos auto generadores para paliar la situación.

Año 1990: Comienzo de la transformación: se sanciona la ley 23.696 promoviendo los siguientes conceptos: promoción de la competencia, creación de condiciones y reglas de juego transparentes, separación del estado de las actividades empresarias del sector, incorporación del sector privado en condiciones de riesgo.

Año 2006: En Diciembre se sanciona ley 26190 -régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica.

Año 2015: Se aprueba la ley de energías renovables 27191 reglamentada por el decreto 531/16. Allí se establece la meta de incorporación mínima de consumo de energía de fuentes renovables para el país del que se inicia con 8% en 2017 y se incrementa hasta el 20% en 2025<sup>3</sup>.

La introducción de esta ley en el último período descrito es la que da origen al presente proyecto de inversión, el cual se contextualiza con todos los aspectos técnicos inherentes a los tipos de energía convencionales y renovables así como también los sistemas de generación, cadena de distribución y consumo final de la energía eléctrica.

---

<sup>3</sup> MINISTERIO DE JUSTICIA. Infoleg. Energía. Ley 27191, Artículo 8. [Fecha de consulta: 24/04/2020].

Al 31 de diciembre de 2017, deberán alcanzar como mínimo el ocho por ciento (8%) del total del consumo propio de energía eléctrica. 2. Al 31 de diciembre de 2019, deberán alcanzar como mínimo el doce por ciento (12%) del total del consumo propio de energía eléctrica. 3. Al 31 de diciembre de 2021, deberán alcanzar como mínimo el dieciséis por ciento (16%) del total del consumo propio de energía eléctrica. 4. Al 31 de diciembre de 2023, deberán alcanzar como mínimo el dieciocho por ciento (18%) del total del consumo propio de energía eléctrica. 5. Al 31 de diciembre de 2025, deberán alcanzar como mínimo el veinte por ciento (20%) del total del consumo propio de energía eléctrica.

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/253626/norma.htm>.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN Y DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La energía eléctrica sustentable es un aspecto fundamental de la vida en la actualidad y promete seguir por ese camino en el futuro. Con el crecimiento del uso de las fuentes renovables, su presencia se hará más firme en los años venideros.

Para comprender la temática de la energía es necesario primero hacer una introducción de cómo funciona todo el sistema eléctrico en general para luego ir a lo particular y conocer quiénes son los actores principales en todas las subactividades que abarcan desde la generación hasta el consumo final de energía eléctrica.

En nuestro país, el suministro eléctrico se hace por medio del Sistema Argentino de Interconexión (SADI)<sup>4</sup>, que transporta la energía eléctrica a través del territorio nacional. La red recolecta y distribuye toda la energía que se genera en el país. Hasta hace unos años, la Patagonia tenía su propio sistema, pero en 2004 se empezaron las obras, que terminaron en 2014, para conectarlo con el resto, por lo cual en la actualidad la red constituye una totalidad. La energía eléctrica se puede inyectar en una geografía del país y la demanda puede estar en otra muy distante. Es un sistema mallado, interconectado. A través del SADI se puede transportar a cualquier lugar la electricidad que se genera en las usinas de producción. Esto se hace por medio de las líneas de alta tensión, que sirven para contrarrestar el efecto que se produce cuando la electricidad recorre grandes distancias y gran parte de su potencia se pierde en forma de calor, lo que recalienta los cables. Para evitar eso, se debe aumentar lo más posible el voltaje de la corriente transportada y evitar así pérdidas por resistencia eléctrica.

Existen dos subsistemas dentro del SADI. Uno es el Sistema de Transporte de Energía Eléctrica de Alta Tensión, que transporta la electricidad de una región del país a otra. El otro es el Sistema Troncal, que la transporta dentro de una misma región, entre plantas generadoras y distribuidores. Las empresas que transportan la electricidad además

---

<sup>4</sup> TRES LÍNEAS. Cómo funciona el Sistema Argentino de Interconexión. [Fecha de consulta: 03/03/2020]. <http://www.treslineas.com.ar/como-funciona-sistema-argentino-interconexion-n-1553192.html>

tienen subestaciones transformadoras elevadoras que aumentan la tensión y subestaciones transformadoras reductoras, que la bajan.

La última parte del proceso para que la electricidad funcione, por ejemplo en una casa, la tienen las empresas distribuidoras, que se encargan de llevar la energía hasta los consumidores finales. Estas compañías le compran la electricidad a las plantas generadoras y le pagan a las empresas que la transportan hasta sus centros de transformación. Allí reducen la electricidad a media tensión y la distribuyen por el distrito que cubren, donde nuevamente es reducida y convertida en baja tensión.

En la actualidad, se han venido inaugurando muchos puntos de generación de energía, tanto tradicionales como renovables. Las tradicionales son aquellas energías provenientes de centrales térmicas donde es necesario quemar combustibles fósiles como el gas natural, fuel-oil, gas-oil; mientras que las renovables<sup>5</sup> son provenientes de represas hidroeléctricas, fuente eólica (vientos); fuente solar (paneles que captan rayos del sol), de la biomasa (vegetación); mareomotriz (utilizan fuerza de las mareas); geotérmica (se aprovecha el calor de la tierra), etc. (este tema se desarrolla en el Capítulo 6).

Las primeras centrales de generación renovables fueron instaladas en Septiembre de 2018 cuando se incorporaron a la red los dos primeros parques solares del país, en la provincia de San Luis: el Caldenes del Oeste y La Cumbre. El primero está ubicado cerca de la capital puntana y tiene una potencia de 24,75 MW. El segundo, de 22 MW.

La energía eólica también aporta, de a poco, su granito de arena en el SADI. Por ejemplo, en octubre de 2018 se inauguró el parque Manantiales Behr, en Chubut, que entrega 100 MW de potencia al sistema de interconexión<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> MINISTERIO DESARROLLO PRODUCTIVO. Energías Renovables. [Fecha de consulta: 13/03/2020].

<https://www.argentina.gob.ar/energia/energia-electrica/renovables>

<sup>6</sup> BRAND STUDIO, DIARIO CLARÍN. Cómo funciona el sistema argentino de interconexión. [Fecha de consulta: 13/03/2020].

[https://www.clarin.com/brandstudio/funciona-sistema-argentino-interconexion\\_0\\_VbMUXj-vH.html](https://www.clarin.com/brandstudio/funciona-sistema-argentino-interconexion_0_VbMUXj-vH.html)

Desde estas fechas en adelante se ha continuado con la incorporación de parques solares y eólicos en todas las regiones propicias de la República. Para el 2025, el objetivo de la Argentina es que el 20 por ciento de toda la energía que se produzca sea de fuentes renovables. Se trata de un compromiso que en la actualidad puede parecer desafiante pero que, con el impulso que se le está dando a este tipo de producción, no suena a imposible.

Es importante mencionar a la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA) que es una empresa privada argentina sin fines de lucro. El 80% de Cammesa está en manos de agentes del mercado mayorista de electricidad, mientras que el 20% restante pertenece al Ministerio de Energía.

También y para comprender todo el sistema es necesario mencionar que el Mercado Eléctrico Mayorista<sup>7</sup> (MEM) es un mercado operado por el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) en el que los generadores y compradores realizan transacciones de energía eléctrica y Servicios Conexos a través de ofertas en un Mercado de Energía de Corto Plazo.

Y por último se menciona el sistema interconectado nacional, que como se ha expresado anteriormente es una red que recorre el país, en la que se inyecta la energía que se produce en las plantas, para que luego se distribuya y llegue a todos los rincones. El Sistema Argentino de Interconexión (SADI), es el que transporta la energía a través del territorio nacional<sup>8</sup>.

Asimismo, planteado todo el sistema, se establece por la ley 27191 de Energías Renovables que los grandes consumidores de energía eléctrica deberán cumplir las metas en forma individual además de los objetivos globales, que se fijan para el país. Considerando que la ley ya tiene vigencia y debe ser de pleno acatamiento, las empresas

---

<sup>7</sup> ECYT-AR. Mercado eléctrico Mayorista. [Fecha de consulta: 1/3/2020].

[https://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Mercado\\_Eléctrico\\_Mayorista](https://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Mercado_Eléctrico_Mayorista)

<sup>8</sup> ANDREOTTI, J. CTE. Cómo está constituido y cómo opera el SADI. [Fecha de consulta: 1/3/2020].

<https://ingenieroandreotti.blogspot.com/2013/11/como-esta-constituido-y-como-opera-el.html>

o grandes consumidores han debido momentáneamente cumplimentarla comprando energía renovable directamente a CAMMESA en los primeros años de entrada en vigencia, puesto que es la manera más sencilla y rápida de comenzar a cumplir la ley. Aunque ello implica a la vez un más alto costo para las empresas, porque lo facturado como energía renovable por CAMMESA tiene un mayor precio que la energía convencional

Esto es consecuencia de una intención manifiesta del Estado, que a través de CAMMESA, sean las propias empresas (se refiere a los grandes consumidores) las que hagan las inversiones necesarias y concreten proyectos de generación con la finalidad de fomentar e incentivar en el breve plazo la ampliación de los parques renovables.

Así la ley establece que ‘los grandes consumidores de energía eléctrica deberán cumplir las metas en forma individual además de los objetivos globales, que se fijan para el país’ y que los mismos se denominarán “Grandes Usuarios Obligados” o “Grandes Usuarios Habilitados”<sup>9</sup> (GUH) definidos como aquellos que tienen una demanda de potencia media anual mayor o igual a 300 kW.

En esta categoría se encuentran las tres empresas mencionadas en el inicio y es por ello que formaron una sociedad para poder invertir y tener mejor rentabilidad en los emprendimientos a realizar.

A continuación, se describe un extracto del decreto reglamentario de las tres opciones que pueden adoptar los GUH para abastecerse siendo la tercera opción la seleccionada por ACM Energy, la cual es objeto del presente trabajo de inversión:

#### 1. Participar de las compras conjuntas de CAMMESA (opción por defecto)

Las empresas que no ejerzan ninguna decisión sobre la provisión de energía renovable, participarán automáticamente de las “compras conjuntas de CAMMESA”, que es el conjunto de contratos que celebra CAMMESA con generadores de energías renovables. El precio de la energía renovable para quienes compren energía renovable a CAMMESA

---

<sup>9</sup> Ibidem.

será el costo medio de las compras conjuntas (que será publicado por CAMMESA y que ronda los 85 U\$/MWh) más otros cargos adicionales (ejemplo: cargos de comercialización, cargos de administración, etc.). Quienes se abastezcan de la distribuidora deberán abonar, además, el cargo de distribución y peaje.

## 2. Realizar contratos individuales con generadores o comercializadores de energías renovables

Las empresas pueden realizar contratos de provisión de energías renovables con agentes privados (como generadores o comercializadores), pagando por la energía el precio pactado libremente con quien seleccionen como proveedor.

Los GUH que decidan cumplir con el objetivo a través de un Acuerdo de Compra de Energía (Power Purchase Agreement, PPA<sup>10</sup>) deberán ejercer la opción de exclusión de las compras conjuntas, teniendo esta opción dos veces por año. No deberán abonar los cargos de comercialización y administración. Podrán tener un descuento sobre el cargo fijo de reserva máxima, pero estarán sujetos a fiscalización y, por tanto, a penalización por incumplimiento.

Los usuarios podrán realizar contratos con privados para proveerse de energía renovable sin ejercer la opción de exclusión (cumplen la meta participando de compras conjuntas y, además, se proveen de energía renovable de terceros).

## 3. Proyecto de inversión en autogeneración

Los GUH pueden optar por la autogeneración de energía renovable. Esto implica hacer una inversión propia de parte del consumidor. Las alternativas más sencillas son o bien a través de la instalación de paneles fotovoltaicos en parques solares (los sistemas se instalan generalmente sobre el terreno o también en techos) o instalación de torres de

---

<sup>10</sup> FACTORENERGIA. Qué es un Power Purchase Agreement. [Fecha de consulta: 21/4/2020].

<https://www.factorenergia.com/es/blog/noticias/que-es-un-ppa-de-energia/>

molinos de viento (parques de generación eólica). El precio de la energía renovable sería el costo promedio de la inversión por megavatio- hora (MWh<sup>11</sup>) generado.

De esta manera se presenta el panorama en el presente con la oportunidad de cumplir con una ley nacional por lo que el proyecto que se realiza para el grupo ACM Energy tiene doble objetivo: cumplimentar la ley y tener un beneficio económico por la inversión a proyectar.

---

<sup>11</sup> WIKIPEDIA. Definición de Unidades de Energía Eléctrica. [Fecha de consulta: 24/2/2020].

El megavatio-hora (MWh) es una unidad de medida de energía eléctrica, equivalente a un millón de vatios-hora. Es la energía necesaria para suministrar una potencia constante de un megavatio durante una hora.

<https://es.wikipedia.org/wiki/Megavatio-hora>.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Presentar un estudio técnico-económico-financiero de inversión en energías renovables encontrando la mejor alternativa de inversión con los óptimos beneficios económicos y de rentabilidad asociada, valorando las ventajas estratégicas del negocio y los agregados en la cadena de valor de la inversión propuesta para la empresa ACM Energy.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Relevar la viabilidad técnica, económica, financiera y ecológica de las distintas alternativas de inversión de acuerdo a las normativas de la Secretaría de Energía y al cumplimiento de la Ley 27.191 presentando un proyecto de inversión concreto.
- Identificar ventajas competitivas dentro de la perspectiva actual del mercado eléctrico mayorista del país con el objetivo de maximizar la oportunidad de reducción de costos de energía, estimando los riesgos potenciales y problemas que puedan interferir en las operaciones y evaluando los escenarios actuales y futuros.
- Mencionar descriptivamente las otras dos alternativas de contratación que ACM Energy podrá hacer de acuerdo a la ley, identificando fortalezas, debilidades y posibilidades de optimización en cada una.
- Estudiar la incidencia de las modalidades actuales de los tipos de inversiones identificadas para futuras ampliaciones de producción y crecimiento de volúmenes de la Empresa en cuanto a la ventaja de trabajar con energías renovables.

#### **4. ALCANCE Y DELIMITACIONES**

Se realizó una proyección a nivel factibilidad combinando tanto fuentes primarias como secundarias para la evaluación de los flujos de fondo proyectando costos y beneficios a largo plazo de la inversión propuesta. El horizonte de evaluación se ajustó a un período de 10 años.

Se llevaron a cabo contactos con consultores expertos en el tema eléctrico y en proyectos de inversión de parques de energías renovables para una mejor concreción del trabajo.

Se presentaron los aspectos positivos y relevantes de cada una de las opciones brindando comentarios, puntos de vista y recomendaciones para tener el mejor panorama de la alternativa seleccionada para invertir.

Fueron también analizadas todas aquellas cuestiones que generan adversidades para el desarrollo técnico- financiero del proyecto. Para ello se realizó complementariamente al proyecto, un relevamiento del mercado para las condiciones y posibilidades actuales de inversión a través de una encuesta en términos más generales en el Anexo II incluyendo además análisis de futuras inversiones de aumento de capacidad del parque por eventuales necesidades de las empresas en sus planes de crecimiento, y su consecuente requerimiento de mayor cantidad de energía eléctrica.

No se incluyen en este proyecto las exenciones impositivas, bonos de carbono, beneficios legales de parte del Estado, etc. que pudieran considerarse en un análisis para tener ventajas en la decisión de inversión. Tampoco se describen cuestiones legales o de habilitación, sólo se hizo una evaluación del costo de las mismas de acuerdo a valores específicos del mercado.

## 5. METODOLOGÍA

Para tener un panorama general del segmento económico estudiado, primeramente se adoptó una orientación de averiguación, indagación a través de internet en la web con entes nacionales y provinciales, Secretaría de Energía, empresas y estudios de consultores, empresas productivas interesadas en el proyecto de adquisición de energías renovables.

Esto incluyó una incursión de averiguación complementando lo anterior expuesto en el ámbito empresarial y de operaciones con el principal instrumento de relevamiento que ha sido la encuesta. El cuestionario, (Anexo II) compuesto principalmente por preguntas concretas y/o de opción múltiple, fue autoadministrado. Se incluyeron escalas de valoración para ser computadas y también algunas preguntas abiertas para permitir conocer opiniones de expertos y gente interesada en la averiguación.

Tales investigaciones han ayudado a dar una visión de la situación del sector y ofrecen una perspectiva del futuro de la industria. Todo el material fue suministrado en formato digital y enviado vía e-mail y por el cual han respondido treinta personas de diferentes Empresas y Universidades. Luego de recibidas las encuestas se las procesó para sacar los datos estadísticos.

Este estudio se complementó con algunas entrevistas personales o telefónicas. Es decir, el objetivo de esta encuesta es analizar, a través de la opinión de empresas del sector, cuál es la visión respecto de la matriz energética y cómo las energías renovables pueden contribuir en su diversificación y sustentabilidad a la industria argentina.

Más como el principal objetivo de este trabajo es presentar un proyecto de inversión concreto, la consulta no se ha extendido a una población mayor, sino que ha sido en un círculo de personas que están en la actividad, con conocimientos más precisos, para tener un sustento en las ideas a volcar en el presente trabajo. Complementado a estas opiniones, se llevó a cabo adicionalmente un proceso de consulta e indagación técnica a varias empresas de ingeniería que se dedican a proyectos relacionados con este tipo de energías, dado que las tecnologías, las instalaciones y los procesos están en permanente transformación y cambio y los precios van adaptándose continuamente. Por

lo tanto, son estos técnicos consultores los que ayudaron a proveer la mejor y más adecuada información para decidir cuál es la alternativa de inversión más conveniente. Y este análisis se hizo a través de entrevistas en profundidad realizadas por el maestrando directamente a estos profesionales (ver Anexo III).

A partir de estos datos generales y particulares, se confeccionó el desarrollo del análisis técnico-económico-financiero que luego será puesto a disposición al grupo inversor ACM Energy que finalmente tomará una decisión de inversión.

## 6. MARCO TEÓRICO

### Un poco de historia:

Durante los milenios previos a la revolución industrial los humanos ya entendían cómo utilizar una amplia gama de fuentes energéticas. Los buques de vela dominaban la energía eólica para desplazarse por los mares, y los molinos de agua captaban el flujo de los ríos para moler el grano. Pero todas estas fuentes tenían límites claros y planteaban problemas.

El mayor problema era que la gente no sabía cómo convertir un tipo de energía en trabajo como por ejemplo utilizar la energía calórica para mover las piedras de un molino de harina. Sólo tenían una máquina capaz de realizar estos trucos de conversión de energía: el cuerpo<sup>12</sup>. En el proceso natural del metabolismo, el cuerpo de los humanos y de los demás animales quema combustibles orgánicos que denominamos comida y convierte la energía liberada en el movimiento de los músculos.

La energía que acciona estas máquinas musculares orgánicas procede en último término de una única fuente: las plantas. Las plantas, a su vez obtienen su energía del Sol. Mediante el proceso de fotosíntesis, captan energía solar y la empaquetan en compuestos orgánicos. Casi todo lo que la gente ha hecho a lo largo de la historia ha estado accionado por la energía solar que es captada por las plantas y convertida en potencia muscular.

Descubrimientos parciales de la conversión del calor en movimiento fueron la fuerza del agua hirviendo convertida en vapor que levantaba las tapas de las ollas o la invención de la pólvora en China que luego se utilizó para impulsar proyectiles pero que durante muchos años sólo se utilizó como bombas incendiarias.

---

<sup>12</sup> HARARI, Y. (2018). De Animales a Dioses. 15ª Edición. Editorial Debate. Buenos Aires

Pero pasaron siglos hasta que la gente inventara la máquina que utilizaba calor para mover cosas o producir trabajo mecánico. Esta fue la máquina de vapor, inventada en Gran Bretaña hacia el año 1700. A medida que pasaron los años, los emprendedores británicos mejoraron la eficiencia de la máquina de vapor y le dieron múltiples usos en la industria. Esto revolucionó la industria textil y otro tipo de industrias como la del acero y luego se pensó en mover cosas como vehículos y se conectó en 1825 la máquina de vapor a las vagonetas de las minas de carbón que transportaba al mismo hasta los puertos. En 1830 se inauguró la primera línea comercial de ferrocarril. Sólo veinte años después Gran Bretaña tenía decenas de miles de kilómetros de vías férreas<sup>13</sup>.

Otro descubrimiento crucial fue el motor de combustión interna, que tardó poco más de una generación en revolucionar el transporte humano y en transformar petróleo en movimiento.

Por otra parte, cuando los físicos se dieron cuenta de que en el interior de los átomos hay almacenada una enorme cantidad de energía, empezaron a pensar de qué manera se podía liberar dicha energía para poder utilizarla para producir electricidad. Transcurrieron sólo 40 años desde que Einstein determinó que cualquier tipo de masa podía convertirse en energía (esto es lo que significa  $E=mc^2$ ) y las centrales nucleares empezaron a proliferar por todo el planeta.

La carrera de la electricidad fue todavía más sorprendente. Hace dos siglos, la electricidad no desempeñaba papel alguno en la economía, sólo se usaba en algunos experimentos científicos y en trucos de magia baratos. Una serie de inventos la transformaron en la luz de las lámparas de filamentos. Hoy tiene infinidad de usos que todos conocemos y no se puede imaginar la vida sin ella.

En el fondo, la revolución industrial ha sido una revolución en la conversión de la energía. Ha demostrado una y otra vez que no hay límite a la cantidad de energía que se tiene a

---

<sup>13</sup> MARKS,R. Origins of the Modern World: A global and Ecological Narrative. Fecha de consulta: [6/7/2020]  
<https://www.cambridge.org/core/journals/itinerario/article/robert-b-marks-the-origins-of-the-modern-world-a-global-and-ecological-narrative-lanham-md-rowman-littlefield-2002-xi-172-pp-isbn-0742517534-cloth-0742517534-pbk/DD4C341A2DB1950ABC9112E2914F4859>

disposición. O más exactamente, que el único límite es el que establece la ignorancia humana. Cada pocas décadas se descubren nuevas tecnologías y fuentes de energía, de modo que la energía a disposición de la humanidad no hace más que aumentar.

La cantidad de energía almacenada en todos los combustibles fósiles es insignificante si se compara con la cantidad que cada día dispensa el Sol, y de forma gratuita. Además, se tiene la fuerza gravitatoria cuya influencia en las mareas oceánicas causadas por la atracción de la Luna sobre la Tierra produce movimientos de masas de agua que se pueden convertir en energía eléctrica.

Aprender cómo dominar y convertir efectivamente la energía viene resolviendo el otro problema que hace que el crecimiento económico sea lento: la escasez de materias primas. A medida que la humanidad comenzó a saber dominar grandes cantidades de energía barata, pudo empezar a explotar depósitos de materias primas previamente inaccesibles. Simultáneamente, descubrimientos científicos permitieron a la humanidad inventar materias primas completamente nuevas, como los plásticos, fibras de vidrios, materiales sintéticos, etc. y descubrir materiales antes desconocidos, el aluminio, el silicio, el acero al silicio<sup>14</sup>, etc.

Estas invenciones continuas tanto de nuevos materiales, de tecnologías, de nuevas formas de obtención de energía más barata y más accesible que se vienen sucediendo con un crecimiento exponencial desde la revolución industrial en adelante ha producido una explosión en la Economía por la productividad humana.

#### La producción de gases efecto invernadero:

Durante estos últimos doscientos años se ha venido incrementando la cantidad de gases producto de la combustión de combustibles fósiles como el carbón y los derivados del

---

<sup>14</sup> ACERO ELÉCTRICO: El acero eléctrico, también llamado acero magnético, acero al silicio, o acero para transformadores, es un acero especial fabricado para poseer determinadas propiedades magnéticas, tales como una zona de histéresis pequeña (poca disipación de energía por ciclo), que equivale a bajas pérdidas en el núcleo y una alta permeabilidad magnética.

[https://es.wikipedia.org/wiki/Acero\\_el%C3%A9ctrico](https://es.wikipedia.org/wiki/Acero_el%C3%A9ctrico)

petróleo. Los motores de combustión interna de los automóviles y vehículos terrestres, aviones, etc. también son principales contribuyentes a la producción de gases que se conocen mundialmente como gases efecto invernadero (GEI) por provocar el efecto de calentamiento a través de rayos solares que ingresan a la atmósfera terrestre.

Estos gases son principalmente el CO (monóxido de carbono), CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre), NO<sub>x</sub> (óxidos de nitrógeno). Los mismos son más livianos que el aire y tienden a subir en los estratos superiores de la atmósfera produciendo una capa filtrante de los rayos solares que dejan pasar las longitudes de onda de los componentes más calientes y esto hace calentar más la superficie de la Tierra aumentando progresivamente la temperatura media de todo el planeta.

Los efectos se conocen y se pueden apreciar desde hace varios años. Son las variaciones de climas, de regímenes de lluvia, de lluvia ácida y en general eso hace que las grandes masas de hielo se comiencen a derretir elevando irregularmente la superficie de los océanos. Además, de provocar alteraciones en las corrientes frías y perjudicar la vida marina. Derretimiento de glaciares y otros efectos nocivos como la eliminación de bosques hacen que la reposición de oxígeno sea perjudicada.

Hay una marcada preocupación por el tema y los países han tomado conciencia de ello desde hace varias décadas. Demostración de esta aseveración son los diferentes protocolos y acuerdos firmados en estos años recientes, como el Acuerdo de París<sup>15</sup> que establecen medidas para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero y se propone la utilización de energías 'limpias' como las renovables.

---

<sup>15</sup> ACUERDO DE PARIS. El Acuerdo de París (inglés: Paris Agreement; francés: Accord de Paris) es un acuerdo dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que establece medidas para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a través de la mitigación, adaptación y resiliencia de los ecosistemas a efectos del Calentamiento Global, su aplicabilidad sería para el año 2020, cuando finaliza la vigencia del Protocolo de Kioto. Fecha de consulta [28/6/2020]

[https://es.wikipedia.org/wiki/Acuerdo\\_de\\_Paris#:~:text=El%20Acuerdo%20de%20Par%C3%ADs%20\(ingl%C3%A9s,la%20mitigaci%C3%B3n%20adaptaci%C3%B3n%20y%20resiliencia](https://es.wikipedia.org/wiki/Acuerdo_de_Paris#:~:text=El%20Acuerdo%20de%20Par%C3%ADs%20(ingl%C3%A9s,la%20mitigaci%C3%B3n%20adaptaci%C3%B3n%20y%20resiliencia)

### Descripción de las Energías Renovables:

Para una mejor comprensión del Marco Teórico se continuará definiendo qué son las energías renovables: son aquellas fuentes de energía basadas en la utilización de recursos naturales como el sol, el viento, el agua o la biomasa. Se caracterizan por no utilizar combustibles fósiles, sino recursos naturales capaces de renovarse ilimitadamente y uno de sus puntos fuertes es que tienen un impacto ambiental muy escaso, pues además de no emplear recursos finitos, no generan contaminantes.

Las energías renovables proceden de recursos naturales de acceso gratuito e inagotables. Siempre se tendrá agua, viento o sol con los que producir energía limpia. En cambio, la energía generada a partir de combustibles fósiles (carbón, petróleo o gas) dispone de unos recursos limitados y son contaminantes con el medioambiente.

Además, las energías renovables como generan energía a través de fuentes naturales se pueden encontrar en cualquier sitio del mundo; con lo cual, cualquier rincón del mundo puede generar su propia energía y ser autosuficiente.

A las energías renovables se les conoce como energías alternativas o energías verdes y se pueden mencionar los siguientes tipos de energía<sup>16</sup>:

- Energía solar: Es aquella que se obtiene del sol. A través de placas solares se absorbe la radiación solar y se transforma en electricidad que puede ser almacenada o volcada a la red eléctrica. También existe la energía solar termoeléctrica, que es aquella que utiliza la radiación solar para calentar un fluido (que puede ser agua), hasta que genere vapor y accione una turbina que genera electricidad.
- Energía eólica: En este caso la generación de electricidad es obtenida a partir de la componente del movimiento del aire paralela a la superficie terrestre

---

<sup>16</sup> ASADES. Energías Renovables y Medio Ambiente. [Fecha de consulta: 11/5/2020].

<http://www.asades.org.ar/>

(movimientos advectivos<sup>17</sup>) denominado viento. Se utiliza principalmente para producir electricidad mediante aerogeneradores.

- Energía hidroeléctrica: La energía hidroeléctrica o hidráulica es otra de las energías alternativas más conocidas. Utiliza la fuerza del agua en su curso para generar la energía eléctrica y se produce, normalmente, en represas.
- Biomasa: Esta energía alternativa es una de las formas más económicas y ecológicas de generar energía eléctrica en una central térmica. Consiste en la combustión de residuos orgánicos de origen animal y vegetal. Con productos biodegradables como aserrín, cortezas y todo aquello que puede combustionar, siendo sustituible el carbón por este producto y, a gran escala, pudiendo ser utilizado para producción de energía de forma renovable.
- Biogás: Es una energía alternativa producida biodegradando materia orgánica, mediante microorganismos, en dispositivos específicos sin oxígeno, así se genera un gas combustible que se utiliza para producir energía eléctrica.
- Energía del mar: La mareomotriz o undimotriz según si aprovecha la fuerza de las mareas o de las olas, es la producción de energía (eléctrica) gracias a la fuerza del mar.
- Energía geotérmica: Energía alternativa que nace en el corazón de la tierra, la energía geotérmica es aquella que aprovecha las altas temperaturas de yacimientos bajo la superficie terrestre (normalmente volcánicos) para la generación de energía a través del calor, pues suelen encontrarse a 100 o 150 grados centígrados.

---

<sup>17</sup> METEOROLOGÍA EN RED: Advección es la variación de un escalar en un punto dado por efecto de un campo vectorial. Se trata de un desplazamiento horizontal, meridiano o zonal de una masa de aire. [Fecha de consulta: 12/5/2020]

<https://www.meteorologiaenred.com/la-adveccion.html>

## Cómo funciona el Sistema Eléctrico Argentino:

En otro orden y para comprender la situación problemática presentada como una obligación legal por parte del Estado a todos los grandes consumidores de energía eléctrica a través de la ley que se ha descrito, es conveniente conocer cómo funciona todo el sistema de energía eléctrica en el país. Esto es cómo fueron sus orígenes, cómo fue su desarrollo a través de todo el siglo XX y cómo se comienza en el siglo XXI a diferenciar a partir de la introducción a nivel mundial de las energías renovables.

Por tanto, el sistema de energía eléctrica se describe con los siguientes subsistemas:

- **Sistemas de generación.** Se refiere a las centrales de producción y generación que se dividirán en los distintos tipos taxonómicos de acuerdo a su origen, tipo, combustible, fuerza motriz aprovechada, efectos ambientales provocados, etc. Adicionalmente, se describirán con sus pro y contras y las tendencias mundiales de desarrollo para cada una de ellas. Se incluirán análisis de demanda versus eficiencia de centrales.
- **Sistemas de transporte.** Se refiere al proceso de llevar la energía eléctrica desde el punto de generación al punto de consumo incluyendo todos los elementos componentes de la cadena necesario para el transporte a baja pérdida por efectos de calentamiento y difusión y todas las cuestiones problemáticas que hacen a la circulación como puede ser las congestiones por alta densidad de transporte en las diferentes zonas de la República.
- **Sistemas de distribución.** Se trata de la adecuación de los voltajes para el consumo final, ya sea domiciliario de las poblaciones, como también industrial y en zonas rurales. Se incluirán conceptos tales como transformación, aumento, disminución de las características de la corriente eléctrica aplicados a la economía de la distribución.
- **Sistemas de consumo.** Incluyendo estos a la forma de cómo se regula la demanda en los horarios durante el día, los horarios pico y los horarios valle, los días de la semana con las diferentes actividades (días laborales activos versus fines de semana) como así también las cuestiones estacionales de consumo (dependiendo también de las cuestiones estacionales de consumo de combustibles).

Se describe también la manera de administrar todo el sistema y los distintos entes y empresas involucrados que monitorean, controlan y van ayudando a la armonía de todo el desarrollo y funcionamiento mencionado.

Puesto que son muchos y variados los actores como las empresas nacionales, provinciales y privadas, entes estatales, entes privados, departamentos legales y técnicos, oficinas especializadas, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que se dedican a contribuir con sus funciones a la administración mencionada, además de realizar una descripción general se ayuda al seguimiento del texto con un glosario de términos clave y nombres específicos (ver Anexo I - Acrónimos).

## **6.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO ARGENTINO**

### **6.1.1. SISTEMA NACIONAL DE INTERCONEXIÓN**

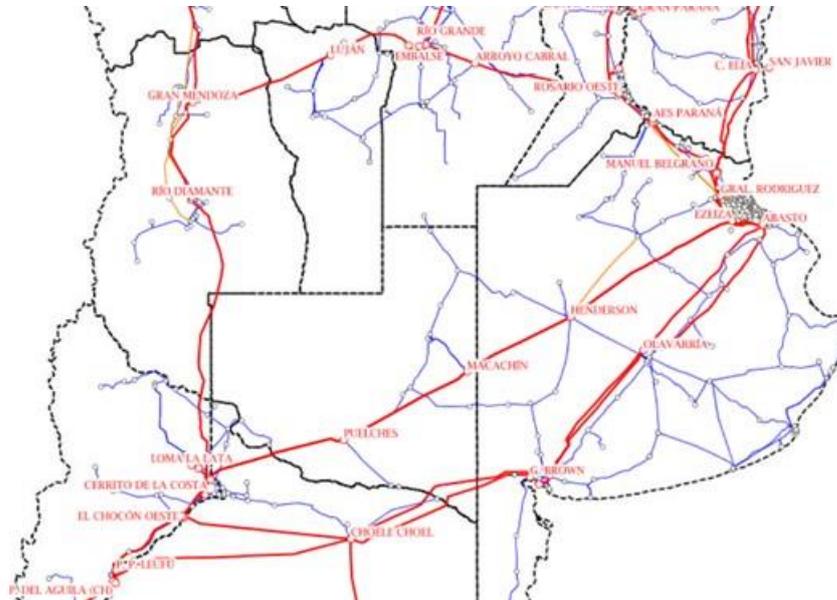
Como ya se ha mencionado previamente, en nuestro país, el suministro eléctrico se hace por medio del Sistema Argentino de Interconexión<sup>18</sup> (SADI), que puede transportar a cualquier lugar la electricidad que se genera en las usinas de producción. Esto se hace por medio de las líneas de alta tensión, que sirven para contrarrestar el efecto que se produce cuando la electricidad recorre grandes distancias y gran parte de su potencia se pierde en forma de calor, lo que recalienta los cables. Para evitar eso, se debe aumentar lo más posible el voltaje de la corriente transportada y evitar así pérdidas por resistencia eléctrica.

En la Figura N°1 se puede apreciar geográficamente la distribución de la zona central del país, que por otra parte es la más densa dado que es más industrializada y con mayor cantidad de habitantes que el resto del país. En cada nodo está situada una central que puede ser del tipo térmica, nuclear, hidráulica, eólica o solar.

---

<sup>18</sup> TRES LÍNEAS. Cómo funciona el Sistema Argentino de Interconexión. [Fecha de consulta: 3/03/2020]. <http://www.treslineas.com.ar/como-funciona-sistema-argentino-interconexion-n-1553192.html>

Figura N°1: Detalle parcial del tendido de red de alta tensión. Fuente: CAMMESA.



Existen dos subsistemas dentro del SADI. Uno es el Sistema de Transporte de Energía Eléctrica de Alta Tensión, que transporta la electricidad de una región del país a otra. El otro es el Sistema Troncal, que la transporta dentro de una misma región, entre plantas generadoras y distribuidores. Las empresas que transportan la electricidad además tienen subestaciones transformadoras elevadoras que aumentan la tensión y subestaciones transformadoras reductoras, que la bajan.

La gama de voltajes utilizados en las líneas de transmisión son:

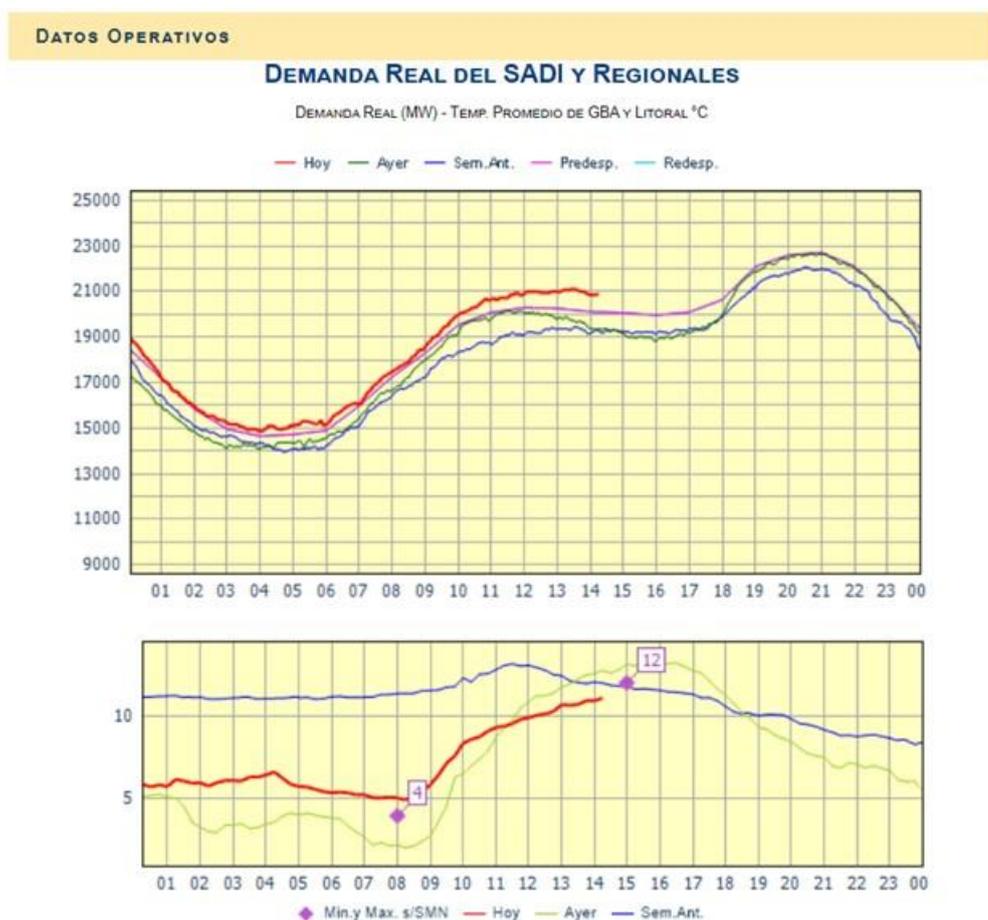
- 345-330 KV
- 220 KV
- 132 KV
- 66-33 KV

Y los voltajes utilizados en el consumo directo son:

- 380 KV (consumo industrial estándar)
- 220 KV (consumo domiciliario)

La última parte del proceso para que la electricidad funcione, por ejemplo en un domicilio familiar, la tienen las empresas distribuidoras<sup>19</sup>, que se encargan de llevar la energía hasta los consumidores finales. Estas compañías le compran la electricidad a las plantas generadoras y le pagan a las empresas que la transportan hasta sus centros de transformación. Allí reducen la electricidad a media tensión y la distribuyen por el distrito que cubren, donde nuevamente es reducida y convertida en baja tensión. A través de la página web de CAMMESA se pueden extraer los datos de demanda de potencia a la fecha y horas actuales con todo el historial y las máximas demandas históricas

Figura N°2: Gráfico de Demanda de Potencia Real del SADI y Regionales. Día 7 de Julio de 2020, 14:00 horas. Fuente: CAMMESA.



<sup>19</sup> En el caso de la Provincia de Santa Fe la empresa encargada de la distribución de energía eléctrica es la Empresa Provincial de la Energía (EPE).

Figura N°3: Tabla de Máximos Históricos de Potencia Real y Energía del SADI. Datos tomados día 7 de Julio de 2020. Fuente: CAMMESA.

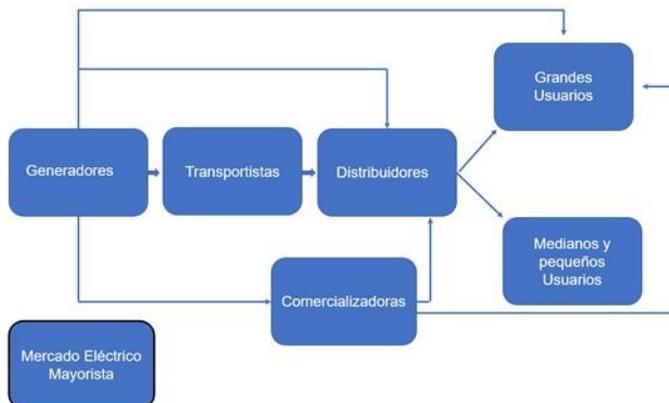
DÍAS	HÁBIL		SÁBADO		DOMINGO	
	POT MW	ENE GWh	POT MW	ENE GWh	POT MW	ENE GWh
MÁXIMA	26320	544,4	22543	478,4	21973	437,6
FECHA	08/02/18	29/01/19	30/12/17	30/12/17	27/12/15	26/02/17
HORA	15:35	-	14:52	-	22:33	-
T° MED Bs.As.	30,2 °C	30,9 °C	31,2 °C	31,2 °C	28,3 °C	29,4 °C
SEMANA	N° 08 20/02/17 AL 26/02/17					
MÁXIMA	3436,8 GWh					

### 6.1.2. MERCADO ELÉCTRICO MAYORISTA

Este proyecto de inversión se enmarca en las condiciones de funcionamiento del Mercado Eléctrico Argentino creado mediante la Ley 24065, de diciembre de 1991 y definido como el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) para toda la República Argentina.

Los agentes reconocidos del MEM<sup>20</sup> y su forma de relacionamiento se pueden apreciar en el siguiente gráfico:

Figura N°4: Descripción de la cadena de agentes. Fuente: Secretaría de Energía.



<sup>20</sup> MEM. Cómo funciona el Mercado Eléctrico Mayorista. Fecha de consulta: [3/03/2020].

<http://ingenieroandreotti.blogspot.com/2013/11/como-esta-constituido-y-como-opera-el.html>

Las funciones de cada agente se pueden describir en el siguiente resumen:

- **Generadores de Energía Eléctrica:**

Se considera generador a quien, siendo titular de una central eléctrica adquirida o instalada en los términos de esta ley, o concesionarios de servicios de explotación de acuerdo al artículo 14 de la ley 15.336, coloque su producción en forma total o parcial en el sistema de transporte y/o distribución, sujeto a jurisdicción nacional (Artículo 5º). Los generadores podrán celebrar contratos de suministro directamente con distribuidores y grandes usuarios. Dichos contratos serán libremente negociados entre las partes (Artículo 6º). Quienes reciban energía en bloque, por pago de regalías o servicios, podrán comercializarla de igual manera que los generadores (Artículo 8º).

- **Transportistas de Energía Eléctrica:**

Se considera transportista a quien, siendo titular de una concesión de transporte de energía eléctrica otorgada bajo el régimen de la presente ley, es responsable de la transmisión y transformación a esta, vinculada desde el punto de entrega de dicha energía por el generador, hasta el punto de recepción por el distribuidor o gran usuario, según sea el caso. Tienen prohibida la compra/venta de energía eléctrica. (Artículo 7º).

- **Distribuidores de Energía Eléctrica:**

Se considera distribuidor a quien, dentro de su zona de concesión es responsable de abastecer a usuarios finales que no tengan la facultad de contratar su suministro en forma independiente (Artículo 9º).

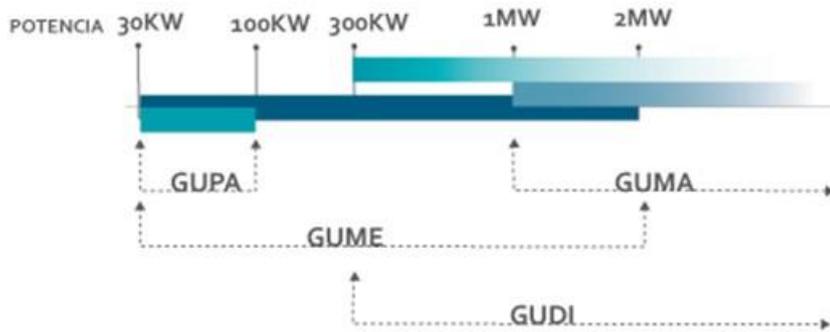
- **Grandes Usuarios de Energía Eléctrica.**

Las empresas comercializadoras y los medianos y pequeños usuarios no son agentes, sino simples actores. (Artículo 4º).

Respecto de los grandes usuarios, como agentes del mercado eléctrico, la ley considera así a quienes tienen la facultad de contratar en forma independiente y para consumo propio su abastecimiento de energía, ya sea con un generador o con un distribuidor. La Secretaría de Energía, por su parte, es quien está facultada para establecer los módulos

de potencia, de energía y demás parámetros técnicos que caracterizan al gran usuario. Así ha dividido a los grandes usuarios en tres categorías: GUMA, GUME y GUPA.

Figura N°5: Gráfico de usuarios por categoría. Fuente: Secretaría de Energía.



- **Gran Usuario Mayor (GUMA):**

Requisitos para ingresar al MEM como agente: Demanda de Potencia  $\geq 1\text{MW}$  ; Consumo de Energía anual  $\geq 4.380\text{MWh}$ . Debe realizar acuerdo de suministro con un Generador o Comercializador por al menos sobre el 50% de su demanda de energía prevista, o una curva de demanda horaria predefinida. Plazo mínimo del acuerdo, 12 meses. Precio acordado libremente con el generador, fijo o variable. Instalar un SMEC (Sistema de Medición Comercial), medidor con registro cada quince minutos, con acceso para lectura remota por CAMESA. Realizar acuerdo con Distribuidora sobre le tarifa de peaje.

- **Gran Usuario Menor (GUME):**

Requisitos para ingresar al MEM como agente: Demanda de Potencia  $\geq 30\text{KW}$  y  $\leq 2\text{MW}$ . Debe realizar acuerdo de suministro con un Generador por el 100% de su demanda de energía real. Precio acordado libremente con el generador. Realizar acuerdo con Distribuidora sobre le tarifa de peaje y medición. Una vez ingresado al MEM recibirá tres facturas para cada mes de consumo: a) La correspondiente al Generador por potencia y energía; b) La correspondiente a CAMESA por otros cargos; c) La correspondiente a la distribuidora por el servicio de peaje.

- **Gran Usuario Particular (GUPA):**

Requisitos para ingresar al MEM como agente: Demanda de potencia  $\geq 30$  KW y  $\leq 100$  KW.

Debe realizar acuerdo de suministro con un Generador por el 100% de su demanda de energía real. Precio acordado libremente con el generador. Realizar acuerdo con Distribuidora sobre le tarifa de peaje y medición.

Las fechas de ingreso al MEM y de renovación de contratos para GUMA, GUME y GUPA son: 01 de febrero; 01 de mayo; 01 de agosto; 01 de noviembre.

Una vez ingresados al MEM, GUMA y GUPE recibirán dos facturas para cada mes de consumo: a) La correspondiente al Generador por potencia y energía; b) La correspondiente a la distribuidora por el servicio de peaje.

Existe una 4ta categoría, que, si bien no es habilitada como agente del MEM, puede contratar el suministro a un generador, pero a través de la Distribuidora (o Cooperativa).

- **Gran Usuario de Distribuidora (GUDI):**

Requisito: Demanda de Potencia  $>300$  KW.

Esta categoría no requiere el ingreso del cliente como agente del MEM.

- **Comercializadoras.**

Las comercializadoras cumplen un rol importante en el mercado eléctrico, ya que actúan como intermediarios, no sólo comprando y vendiendo energía, sino también acercando a la oferta y la demanda y aconsejando estrategias de compra a distribuidores y grandes usuarios. No son consideradas agentes del MEM.

### **6.1.3. COMERCIALIZACIÓN DE LA ENERGÍA DENTRO DEL MERCADO ELÉCTRICO MAYORISTA (MEM).**

Las operaciones comerciales de compra y venta de la energía, se efectúan a través de tres formas diferentes:

- Mercado Spot: Donde los precios varían en forma horaria de acuerdo a los requisitos y la disponibilidad de equipos que haya en cada momento. El ingreso de máquinas para abastecer la demanda se hace con un orden prioritario de costos, es decir entran en servicio primero las más económicas hasta cubrir la potencia más la reserva y las que no son requeridas quedan sin operar. En este mercado existe un reconocimiento para la energía en función de los costos de combustible y otro para la potencia que representa los costos fijos.
- Mercado Estacional: Se definen dos períodos semestrales en el año, con fechas de comienzo el 1º de mayo y 1º de noviembre relacionados con las épocas de 'hidraulicidad'. En cada período estacional se define un precio estabilizado de la energía, en función de lo que se espera costará durante esos seis meses. Los distribuidores pueden comprar a ese precio y las diferencias que surgen con respecto a los precios reales que se produjeron en el Mercado Spot, se cargan al período siguiente.
- Mercado a Término: Se establece entre generador y distribuidor o gran usuario con la firma de un contrato. Se determinan las condiciones de entrega de la energía y de pago, como así también los plazos de vigencia y los resarcimientos de una de las partes por incumplimiento de la otra. Los precios se pactan libremente.

#### **6.1.4. COMPAÑÍA ADMINISTRADORA DEL MERCADO MAYORISTA (CAMMESA).**

CAMMESA<sup>21</sup> es una sociedad civil sin fines de lucro, cuyas acciones están en manos de los agentes que actúan en el Mercado, pero no en forma directa sino a través de sus representantes. Dichas acciones se distribuyen de la siguiente manera:

---

<sup>21</sup> ESTATUTO. Estatuto de la Compañía Administradora de Mercado Mayorista Eléctrico SA. [Fecha de consulta: 7/5/2020].

<http://portalweb.cammesa.com/pages/institucional/agentes/estatuto.aspx>

- Estado: Secretaría de Energía, 20%.
- Asociación de Generadores de la Energía Eléctrica de la República Argentina (AGEERA), 20%.
- Asociación de Distribuidores de la Energía Eléctrica de la República Argentina (ADEERA), 20%.
- Asociación Transportistas de la Energía Eléctrica de la República Argentina (ATEERA), 20%.
- Asociación de Grandes Usuarios de Energía Eléctrica de la República Argentina (AGUEERA), 20%.

La dirección y administración de CAMMESA está a cargo de un Directorio integrado por diez titulares, cada uno de los tenedores de acciones designa a dos de ellos. El presidente es el Secretario de Energía y el Vicepresidente es otro representante del Estado Nacional. Existe un Comité Ejecutivo de tres miembros cuyo presidente es el Vicepresidente del Directorio, un miembro es nombrado por los grandes usuarios y el otro por la industria eléctrica (AGUEERA, ADEERA o ATEERA).

Las funciones principales de CAMMESA comprenden la coordinación de las operaciones de despacho, por medio del Organismo Encargado del Despacho (OED), la responsabilidad por el establecimiento de los precios mayoristas y la administración de las transacciones económicas que se realizan a través del Sistema Argentino de Interconexión (SADI). Además del despacho técnico y económico del SADI, organiza el abastecimiento de la demanda al mínimo costo compatible con el volumen y la calidad de la oferta energética disponible. ( Inciso "B", Artículo 35, Art. 36 y 37, Ley 24065).

CAMMESA supervisa el funcionamiento del Mercado a Término y planifica las necesidades de potencia. La Compañía también actúa como mandataria de los diversos agentes del MEM en lo relativo a la colocación de potencia y energía. Organiza y conduce el uso de las instalaciones de transporte en el Mercado Spot. Actúa como agente de comercialización de la energía y potencia proveniente de importaciones y exportaciones («la compra y venta de energía eléctrica desde o hacia el exterior, realizando las operaciones de importación / exportación consecuentes» - Artículo 3º del Anexo I del Decreto N.º 1192 de 1992 ) y de emprendimientos binacionales. También gestiona

cobros, pagos o acreditaciones de las transacciones que se celebren entre los agentes del MEM.

#### **6.1.5. ENTE NACIONAL REGULADOR DE LA ELECTRICIDAD (ENRE)**

El Ente Nacional Regulador de la Electricidad<sup>22</sup> (ENRE) es un organismo autárquico encargado de regular la actividad eléctrica y de controlar que las empresas del sector (generadoras, transportistas y distribuidoras Edenor y Edesur) cumplan con las obligaciones establecidas en el Marco Regulatorio y en los Contratos de Concesión.

Creado en 1993 por la Ley N°24.065 en el ámbito de la Secretaría de Energía y del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de la Nación, el ENRE debe llevar a cabo las medidas necesarias para cumplir los objetivos de la política nacional respecto del abastecimiento, transporte y distribución de la electricidad.

Entre los objetivos con los que debe cumplir el ente, se destacan los siguientes:

- Proteger adecuadamente los derechos de los usuarios en el país.
- Promover la competitividad en la producción y alentar inversiones que garanticen el suministro a largo plazo.
- Promover el libre acceso, la no discriminación y el uso generalizado de los servicios de transporte y distribución.
- Regular las actividades del transporte y distribución asegurando tarifas justas y razonables.
- Incentivar y asegurar la eficiencia de la oferta y la demanda por medio de tarifas apropiadas.

---

<sup>22</sup> ENRE, Ente Nacional Regulador de la Electricidad. [Fecha de consulta: 7/5/2020].

<https://www.argentina.gob.ar/enre>

- Alentar la realización de inversiones privadas en producción, transporte y distribución, asegurando la competitividad de los mercados donde sea posible.

#### **6.1.6. TRANSENER**

La Empresa de Transporte de Energía Eléctrica en Alta Tensión Transener<sup>23</sup> S.A. es quien tiene a su cargo el transporte y el mantenimiento de la red del SADI, mediante un contrato de concesión. Además, mediante su filial TRANSBA, también tiene a su cargo el transporte troncal de alta tensión de la Prov. de Buenos Aires.

#### **6.1.7. CONSEJO FEDERAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA (CFEE).**

El Consejo Federal de la Energía Eléctrica<sup>24</sup> (creado en el año 1960 por ley N.º 15.336 y Decreto Reglamentario N.º 2073 del mismo año) tiene una doble responsabilidad:

De administrador de fondos específicos cuyo destino único es el sector eléctrico y, de asesor del Poder Ejecutivo Nacional y de los Gobiernos Provinciales en lo que se refiere a la industria eléctrica, los servicios públicos, o privados, de energía, las prioridades en la ejecución de estudios y obras, concesiones y autorizaciones, precios y tarifas del sector eléctrico. Debe también aconsejar las modificaciones que requiera la legislación en materia de industria eléctrica.

---

<sup>23</sup> TRANSENER. Compañía de Transporte de Energía Eléctrica en Alta Tensión. [Fecha de consulta: 7/5/2020].

<http://www.transener.com.ar/>

<sup>24</sup> CFEE. Funciones del Consejo Federal de Energía Eléctrica. [Fecha de consulta: 7/5/2020].

<http://www.cfee.gov.ar/perfil-organismo.php>

Para cumplir esta doble función de administrador y asesor en temas relacionados con la política nacional del sector eléctrico y por su carácter de organismo federal, se ha constituido por el Sr. Secretario de Energía o el Subsecretario, en su reemplazo, que lo preside, un representante de la Secretaría de Energía que es, además, Presidente de su Comité Ejecutivo, y dos representantes (un titular y un suplente) por cada una de las Provincias Argentinas. Estos últimos son propuestos por los Poderes Ejecutivos Provinciales y designados por el Secretario de Energía de la Nación.

De esta manera se ha logrado unir en un foro las realidades de las diferentes jurisdicciones provinciales, situación que permite una amplitud de conocimientos que califican a este organismo para asesorar en lo relativo al desarrollo de políticas energéticas y regulatorias en este nuevo marco institucional.

## **6.2. GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

### **6.2.1. TENDENCIAS ENERGÉTICAS EN EL MUNDO**

La vida en la actualidad sería imposible de concebir sin contar con la energía eléctrica en los hogares, escuelas, hospitales, fábricas y en cualquier tipo de actividad económica que se piense. Más aún, se perciben cambios en el paradigma energético mundial que deben servir de referencia para la estrategia energética argentina.

En la actualidad la matriz de energía primaria del mundo sigue dependiendo de los combustibles fósiles<sup>25</sup>: 34% petróleo, 23% gas, 28% carbón, sumando un total de 85%. La matriz de generación eléctrica depende 38% de carbón, 23% de gas, 4% de petróleo y un 35% de energías alternativas (hidro 16%, nuclear 10%, resto renovables). A su vez en la matriz mundial de consumo final, la energía eléctrica que sólo representa un 20% comienza a aumentar su participación respecto del gas y a los combustibles fósiles. La

---

<sup>25</sup> NET NEWS. Cambios en el Paradigma Energético Mundial. [Fecha de consulta: 19/5/2020] <https://netnews.com.ar/nota/2304-La-revolucion-energetica-posible>

Argentina debería orientar su estrategia de largo plazo tomando en cuenta las tendencias dominantes y adoptándose a sus cambios.

En esa estructura mundial de la energía, hay tres tendencias que se vienen afianzando por el lado de la oferta<sup>26</sup>:

- En la energía primaria: la sustitución de intra-fósiles de carbón y petróleo por gas natural. En el 2030 la participación del gas superaría al carbón
- Hay una diversificación de las fuentes de energía con creciente participación de las fuentes alternativas (renovables). Eso se advierte más en la matriz eléctrica.
- Hay una mayor electrificación del consumo final de energía (acá se reflejará, entre otros, la penetración de los autos eléctricos en el parque automotriz). Como ejemplo también se puede mencionar en el hogar el reemplazo de fuentes de calor como el gas natural utilizado para calentar ambientes donde es paulatinamente reemplazado por el uso de estufas eléctricas, calefactores, aparatos de aire acondicionado frío-calor; y en el caso de cocinas de gas por cocinas con hornallas y horno eléctrico.

Por el lado de la demanda se tienen estas tendencias:

- La necesidad de descarbonizar el consumo de energía por los problemas ambientales localizados y del cambio climático global.
- La posibilidad de hacer una gestión inteligente de la demanda de energía introduciendo internet en las redes eléctricas y promoviendo la interacción de la oferta y la demanda.

Estas tendencias y cambios estructurales en el paradigma energético mundial seguramente provocan una influencia importante tanto en la economía como en las políticas energéticas de nuestro país que por otra parte dispone de recursos naturales

---

<sup>26</sup> ENERGÍA & NEGOCIOS. La Revolución Energética Posible. [Fecha de consulta: 19/5/2020] <https://www.energiaynegocios.com.ar/2019/01/la-revolucion-energetica-posible/>

importantes como para desarrollar energías renovables y de hecho se está viendo esta tendencia en cuanto a la promulgación de leyes que acompañan a la misma.

Por lo tanto, se hará una descripción de las fuentes de energías convencionales y las renovables para tener una comprensión más cabal de los conceptos expresados en las tendencias energéticas del mundo.

### **6.2.2. FUENTES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

En los últimos años, en el país se han venido inaugurando muchas plantas de generación de energía, tanto sea de energías convencionales como de renovables porque se tiene que satisfacer el aumento en la demanda del consumo por aumento de la actividad económica del país. Es importante tener claro cómo se componen las fuentes de energía en general y luego poder hacer una comparación de ventajas, desventajas, beneficios, aplicaciones más favorables etc.

Primeramente, se remarca que el concepto de energía está directamente ligado al crecimiento industrial, comercial y de servicios de un país y no se puede crecer sin tener la energía necesaria para el segmento de crecimiento que se desarrolle o se amplíe.

En la Figura N°6 se pueden apreciar en la actualidad las obras de generación de energía eléctrica.

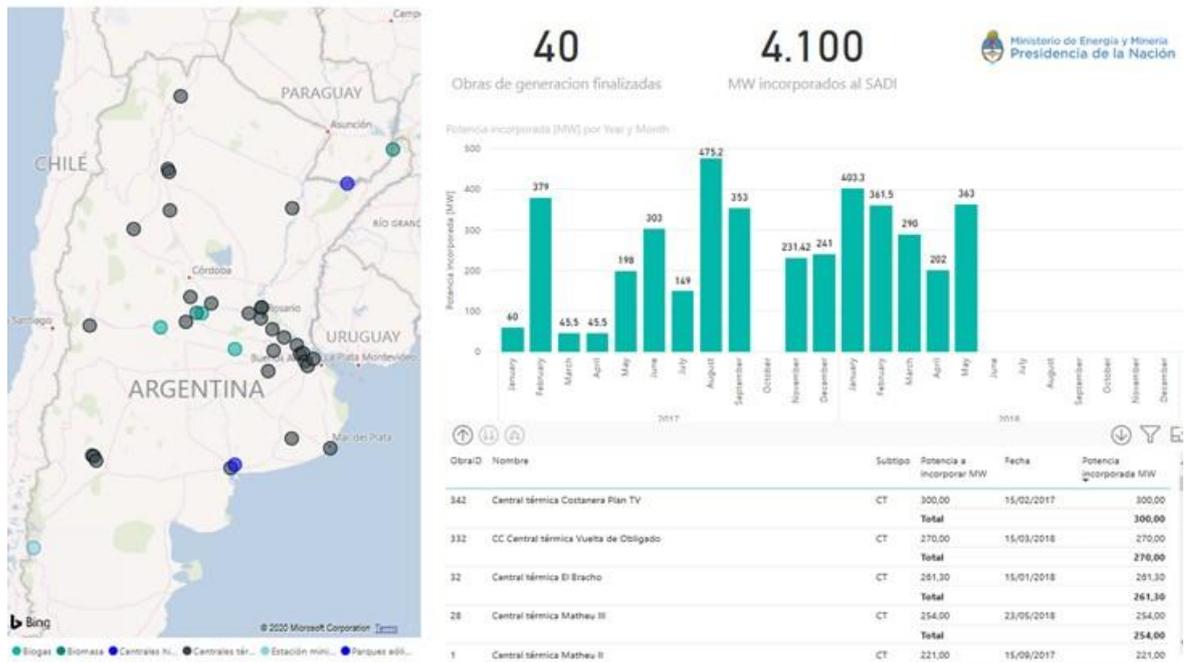
En consecuencia, el diseño de las estrategias económicas debe contemplar la matriz energética óptima y más adecuada para tal logro económico y es en ese sentido que es conveniente adquirir claramente la comprensión de todo el proceso de generación de energía eléctrica, por lo cual se comenzará a describir el inicio de todo este proceso de generación, que son las centrales donde se genera la energía.

Figura N°6: Obras de Generación Energía Eléctrica Incorporadas al Sistema desde el año 2017. Fuente: Dirección Nacional de Infraestructura Energética. Ministerio de Energía.

Obras de Generación de energía eléctrica



Figura N°7: Mapa de Distribución de obras. Fuente: Dirección Nacional de Infraestructura Energética. Ministerio de Energía.



Las centrales de generación son instalaciones industriales adecuadas y preparadas para aprovechar algún tipo de energía para generar energía eléctrica. Dado el concepto del 'Principio de la Conservación de la Energía' (Primer Ley de la Termodinámica<sup>27</sup>) que afirma que la energía no se crea ni se destruye y que sólo se transforma de unas formas de energía en otras, se puede decir que la energía eléctrica se produce a partir de la transformación de una energía primaria como puede ser la hidráulica, la térmica, la solar, la nuclear, la eólica, etc.

Para este fin, y en el caso de cualquier tipo de central de generación, sean centrales convencionales o de fuentes renovables, la electricidad se genera a través de una máquina eléctrica llamada generador eléctrico. Estos aparatos eléctricos giratorios transforman la potencia mecánica del eje de entrada en potencia eléctrica a través del giro de un rotor en un estator con campos magnéticos. Esta transformación se consigue por la acción de un campo magnético sobre los conductores eléctricos dispuestos sobre una armadura o estator. El movimiento relativo entre los conductores y el campo genera una fuerza electromotriz (FEM). Este sistema está basado en la ley de Faraday. Para ello es necesario el giro del rotor interno que es movido por una fuerza mecánica externa.

Esta fuerza mecánica externa es producida por diferentes fuentes de energía y métodos y es lo que diferencia a las distintas centrales de generación. Es decir, el tipo de combustible utilizado o fuente primaria en las centrales define un proceso determinado de generación de la energía, y desde ese punto de vista las centrales se pueden clasificar en:

- Centrales Convencionales o Tradicionales: son aquellas centrales que utilizan energías provenientes del proceso de combustión de combustibles fósiles (derivados del petróleo) como el gas natural, el fuel-oil, el diesel-oil, el gas-oil y como se comprende, esta energía es no renovable, cuando se consume se pierde. También se incluyen aquí las centrales nucleares cuyo combustible es el uranio y está en la misma condición que las anteriores, siendo no renovable una vez utilizado se desperdicia.

---

<sup>27</sup> RESNIK-HOLLIDAY. Física Parte I, Ley de la termodinámica, 11ª Edición Continental, México.

- Centrales de energías renovables: son aquellos parques o centrales cuya energía primaria es proveniente de fuentes renovables<sup>28</sup>, y se pueden citar las más ampliamente conocidas como son las represas hidroeléctricas, parques de aerogeneradores eólicos (vientos); parques de paneles fotovoltaicos (fuente solar, son paneles que captan rayos del sol), generadores de la biomasa (provenientes de la vegetación); generación mareomotriz (utilizan fuerza de las mareas); geotérmica (se aprovecha el calor de la tierra), etc.

En todos los casos descriptos es necesario mover un rotor de un generador diferenciándose como se expresó, el tipo de energía mecánica aplicada en el eje.

### **6.2.3. FUENTES DE ENERGÍA CONVENCIONALES**

Se denomina así a todas las energías que son de uso frecuente en el mundo o que son las fuentes más comunes para producir energía eléctrica. También se la suele denominar energía térmica porque es la manifestación de la energía en forma de calor. Desde su creación y utilización de este tipo de energías no ha sufrido mayores cambios, salvo en lo que respecta al rendimiento y eficiencia de las máquinas térmicas y en la automatización de los arranques, la regulación y el apagado de las mismas.

En los siguientes párrafos se describirán las centrales térmicas y nucleares, ambas producen calor por diferentes medios para generar vapor de agua a alta presión y temperatura, necesario como se ha expresado, para mover a las turbinas de vapor.

---

<sup>28</sup> MINISTERIO DESARROLLO PRODUCTIVO. Energías Renovables. [Fecha de consulta: 13/03/2020].  
<https://www.argentina.gob.ar/energia/energia-electrica/renovables>

### **6.2.3.1. ENERGÍA TÉRMICA. CENTRALES TERMOELÉCTRICAS**

Las centrales térmicas convencionales, también llamadas termoeléctricas convencionales, utilizan combustibles fósiles (gas natural, carbón o fuel-oil) para generar energía eléctrica mediante un ciclo termodinámico de agua-vapor.

En las centrales térmicas convencionales, el combustible se quema en una caldera generando la energía térmica que se utiliza para calentar agua, que se transforma luego en vapor a una presión muy elevada. Luego, ese vapor en su paso a través de los álabes hace girar una gran turbina, convirtiendo la energía calorífica en energía mecánica que, posteriormente, se transforma en energía eléctrica en un alternador eléctrico.

Por lo tanto, la generación de vapor de alta presión es esencial para tal fin y se produce en calderas de alta presión que calientan agua procesada para elevarlas a la presión y temperaturas adecuadas para el ingreso a las turbinas. Las calderas utilizan quemadores de distinto diseño y combustibles de distintos tipos para producir la llama que es la fuente de calor generada en la combustión.

Las centrales térmicas también pueden ser de ciclo combinado utilizando turbinas de gas que aprovechan la presión dinámica de los gases que fluyen (aire y productos de combustión) para operar directamente la turbina. Las plantas de turbinas de combustión alimentadas con gas natural (y con combustible de petróleo) pueden comenzar rápidamente con un proceso de estabilización en la demanda muy rápido y, por lo tanto, se utilizan para suministrar energía "pico" durante períodos de alta demanda, aunque a un costo mayor que las plantas de 'base'.

De acuerdo al informe de la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA) correspondiente al mes de abril de 2019, la potencia instalada de acuerdo al tipo de central y tecnología utilizada se puede apreciar en la tabla de Figura N°8.

Es decir que la energía termoeléctrica sigue representando el mayor porcentaje de participación en la matriz de generación eléctrica del mercado eléctrico argentino con un porcentaje rodando el 65% del total generado y dependiendo de la estación del año y condiciones climáticas hasta un 75% aproximadamente.

Figura N°8: Tabla de Potencias por Tecnología de Centrales. Fuente: CAMMESA.

Tecnología		Potencia Instalada (MW)	%
Térmica	Ciclo combinado	11.206	28,79
	Turbina de gas	7.091	18,22
	Turbo vapor	4.451	11,44
	Motor diésel	1.808	4,65
	<b>Total Térmica</b>	<b>24.557</b>	<b>63,09</b>
Hidroeléctrica		10.790	27,72
Nuclear		1.755	4,51
Renovable	Eólica	970	2,49
	Minihidroeléctrica (menores a 50 MW)	498	1,28
	Solar	317	0,81
	Biogás	36	0,09
	<b>Total Renovable</b>	<b>1.820</b>	<b>4,68</b>
<b>Total</b>		<b>38.922</b>	<b>100</b>

### 6.2.3.2. ENERGÍA NUCLEAR

En el caso de energía nuclear, es el proceso de fisión el que genera calor calentado el agua pesada ( $H_3O$ ) que luego intercambia energía calórica con el agua tratada químicamente ( $H_2O$ ) para producir vapor de alta presión y así poder mover una turbina de vapor.

La producción de energía se logra mediante la transformación previa de la energía nuclear. Un combustible nuclear, el uranio, y un reactor nuclear, reemplazan a los combustibles y a la caldera de la central térmica. En el reactor tiene lugar la fisión del uranio (rotura en cadena de los núcleos de los átomos de este elemento químico), que al liberar una gran cantidad de energía origina el calor preciso para la obtención del vapor de agua. Los tres combustibles fisionables conocidos son: uranio 235, plutonio 239 y uranio 233. El primero de estos combustibles es el único que se encuentra disponible en la naturaleza. Las centrales nucleares o termonucleares utilizan las turbinas de vapor

como máquinas motrices. El reactor y los sistemas de instalación deben ser sometidos a una continua refrigeración, por lo tanto, la localización de estas centrales depende de la disponibilidad de caudales de agua de valor determinado y regular.

La presente demanda de energía puede ser satisfecha en forma suficiente con el rendimiento logrado por las centrales hidráulicas, térmicas y nucleares. Las siguientes centrales presentan una serie de dificultades económicas y técnicas. Los rendimientos obtenidos con las mismas son bajos en comparación con las centrales anteriores. Estas centrales se construyeron con el propósito de aprovechar al máximo los recursos energéticos naturales, pero presentan un alto costo de construcción y una escasa prestación de energía eléctrica.

Sin embargo, la Argentina es, sin duda, un país con desarrollo nuclear importante. La actividad del sector se formalizó hace ya 66 años a través del Decreto N.º 10.936 del 31 de mayo de 1950 en donde se pone de manifiesto una visión estratégica, expresando entre otras cosas: "...que el progreso de la energía atómica no puede ser desconocido por el Estado, en razón de las múltiples derivaciones de orden público que sus aplicaciones prácticas determinan o pueden determinar en el porvenir."

A continuación, se detallan las Centrales Nucleares de Potencia<sup>29</sup>:

### **Atucha I**

La Central Nuclear Atucha I aporta energía a la Argentina desde 1974 y es la primera central nuclear de América Latina. Está situada a 100 km de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en la localidad de Lima, partido de Zárate. Actualmente cuenta con una potencia eléctrica bruta de 362 MW y emplea como combustible mezcla de uranio natural (0,72%) y uranio levemente enriquecido al 0,85%.

---

<sup>29</sup> SECRETARÍA DE ENERGÍA. Centrales Nucleares de Potencia. [Fecha de consulta: 19/5/2020]  
<https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia/electrica/nuclear/centrales>

La Central es refrigerada y moderada con agua pesada (D2O), y pertenece al tipo de reactores PHWR (reactor presurizado de agua pesada).

El núcleo del reactor está compuesto por 252 posiciones con canales refrigerantes. Dentro de cada uno de ellos, se alojan los elementos combustibles en forma de pastillas de dióxido de uranio (UO<sub>2</sub>) sinterizadas.

La Central Nuclear Atucha I ha permitido un importante ahorro de recursos naturales con menor impacto ambiental, evitando la destrucción de la capa de ozono, el calentamiento de la atmósfera y la lluvia ácida.

## **Atucha II**

La Central Nuclear Atucha II es una central nucleoelectrónica con una potencia bruta de 745 MW, a base de uranio natural y agua pesada. Está situada en el mismo complejo que la Central Nuclear Atucha I.

La piedra fundamental de la Central Nuclear Atucha II se colocó en 1982 y, entre 1994 y 2006 estuvo paralizada, hasta el relanzamiento del Plan Nuclear Argentino, impulsado por el Estado Nacional ese mismo año.

El reinicio de la obra representó la recuperación de técnicos y profesionales especializados, recobrando las capacidades nacionales para el diseño y la construcción de centrales nucleares de potencia en la Argentina.

Desde el punto de vista del diseño y construcción, es una Central moderna que cuenta con sistemas de seguridad actualizados; con el concepto de defensa en profundidad con barreras sucesivas; esfera de contención; separación física entre sistemas de seguridad, y un programa de vigilancia en servicio.

## **Embalse (Córdoba)**

La Central Nuclear Embalse es, en orden cronológico, la segunda en construirse de nuestro país. Se encuentra situada en la costa sur del Embalse del Río Tercero, provincia de Córdoba, a 665 metros sobre el nivel del mar. La Central se encuentra a 110 km al sudoeste de la Ciudad de Córdoba y a 700 km de la Ciudad de Buenos Aires.

La Central Nuclear Embalse es de tipo CANDU (Canadian Uranium Deuterium), pertenece al tipo de centrales de tubos de presión, que utiliza como combustible el uranio natural y su refrigerante y moderador es el agua pesada.

La carga y descarga del combustible se realiza durante la operación de la Central y los valores de potencia nominal son:

- 600 MW – Potencia eléctrica Neta
- 648 MW – Potencia eléctrica Bruta

La energía aportada por la Central Nuclear Embalse se entrega a la red nacional, es decir, al Sistema Argentino de Interconexión (SADI).

En promedio, a valores actuales de consumo per cápita, la Central suministra la energía suficiente para cumplir con los requerimientos de 3 a 4 millones de personas. La energía generada llega al Noroeste Argentino, Cuyo, Centro, Gran Buenos Aires y el Litoral. En 2007, como parte del Plan Nuclear Argentino, comenzaron los trabajos para la Extensión de Vida de Embalse, es decir las actividades y trabajos en los equipos e instalaciones para garantizar su disponibilidad con el funcionamiento apropiado para un próximo período de trabajo de determinada cantidad de años.

#### **6.2.4. FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES**

Se denomina “energías renovables” a aquellas fuentes energéticas basadas en la utilización del sol, el viento, el agua o la biomasa vegetal o animal, entre otras. Se caracterizan por no utilizar combustibles fósiles, como sucede con las energías convencionales, sino recursos capaces de renovarse ilimitadamente. Su impacto ambiental es de menor magnitud dado que además de no emplear recursos finitos, no generan contaminantes. Sus beneficios van desde la diversificación de la matriz energética del país hasta el fomento a la industria nacional; y desde el desarrollo de las economías regionales hasta el impulso al turismo. En especial las obras hidroeléctricas con sus represas y embalses han generado además fuentes de ingreso por turismo y están instaladas en el país desde hace muchas décadas.

En la Figura N°9 se representan las energías por colores de la siguiente manera: color azul es E. Hidráulica menores de 5 MW (0,8% de participación entre las renovables) ; color verde es Bioenergías (0,5%); color amarillo es E. Fotovoltaica (0,8%) y color celeste es E. Eólica (7,6%).

Figura N°9: Porcentaje de Participación por Tecnología de Renovables en el Cubrimiento de la Demanda hasta Mes de Mayo de 2020. Fuente CAMMESA.

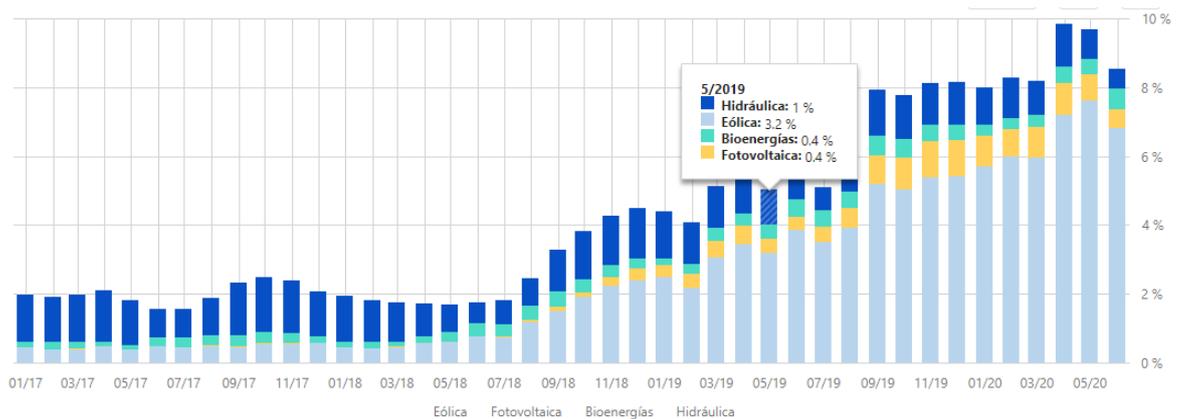
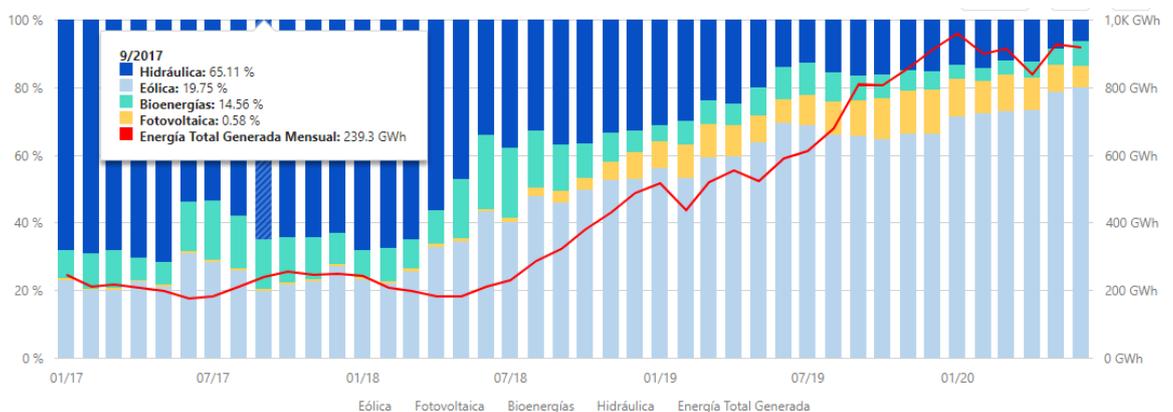


Figura N°10: Porcentaje de Composición de la Matriz Renovable y Energía total Generada (GWh) hasta Mes de Abril de 2020. Fuente CAMMESA.



### Características de la Generación Renovable Variable.

Dentro del conjunto de centrales definidas como renovables, las eólicas y solares presentan características singulares que las diferencian de la generación convencional:

- Son variables por naturaleza y al incorporarse a la oferta, la intermitencia de esta nueva generación se combina con la variabilidad intrínseca de la demanda, requiriendo del aporte en uno u otro sentido de la generación convencional para lograr el balance instantáneo entre oferta y demanda.
- No son gestionables, es decir, la energía proveniente de las mismas debe ser utilizada en el preciso momento en que el recurso está disponible
- Según lo normado, la generación eléctrica proveniente de recursos renovables tiene para su despacho un tratamiento similar al de las centrales hidroeléctricas , constituyendo una oferta de energía que debe ser considerada como prioritaria .
- A medida que más centrales renovables se incorporen al sistema y por tanto más significativa sea su participación en la matriz de generación, mayor será el impacto sobre la operación y el despacho.

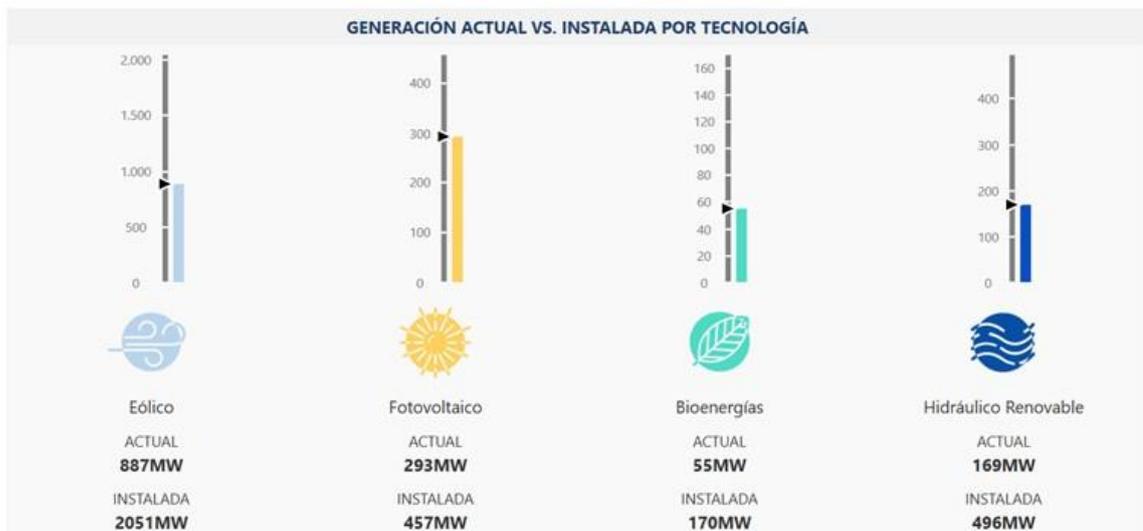
Para atender a las afectaciones que pueda originar, y con el objeto de mitigar sus efectos, el estado a través de CAMMESA ha dispuesto una serie de acciones para lograr la integración más eficiente de la generación variable al sistema, entre las más destacadas: la elaboración de pronósticos para la generación variable, la supervisión en tiempo real dedicada, la adecuación de reservas de potencia en casos de necesidad, y la implementación de nuevas tecnologías en los sistemas de control.

La distribución de la generación actual de energía se puede apreciar en la Figura N°11 donde el cubrimiento de la demanda con renovables es del 9,79% (valor instantáneo)  
Fecha 27/05/2020.

Figura N°11: Generación Actual por Tecnología<sup>30</sup>. Fuente CAMMESA Fecha: 27/05/2020



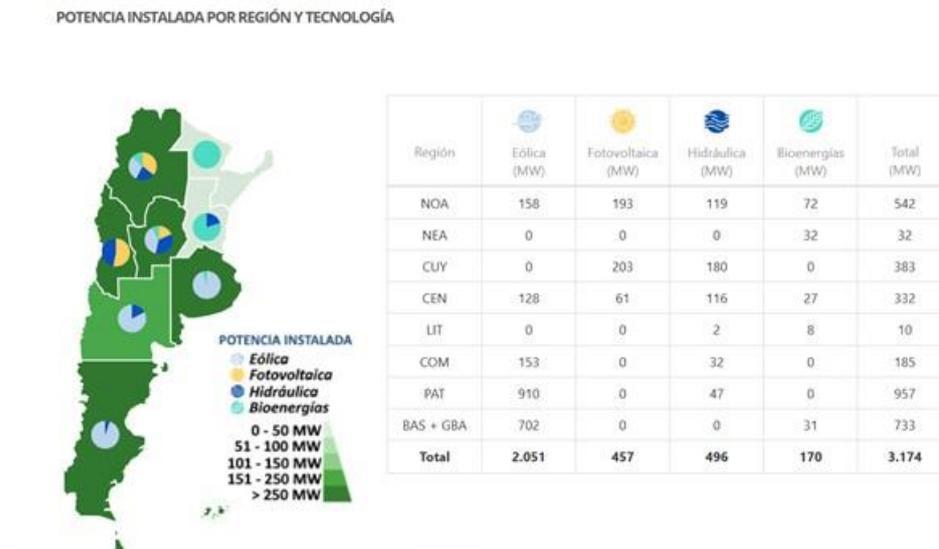
Figura N°12: Generación Actual Vs. Potencia Instalada por Tecnología<sup>31</sup>. Fuente CAMMESA Fecha: 7/07/2020



<sup>30</sup> CAMMESA. Despacho de Energías Renovables. Fecha de consulta [7/07/2020] <https://despachorenovables.cammesa.com/renovables/>

<sup>31</sup> Ibidem

Figura N°13: Gráfico de Potencia Instalada por Región y por Tecnología<sup>32</sup>. Fuente CAMMESA Fecha: 7/07/2020



Las principales energías renovables con posibilidades de desarrollo y/o actualmente utilizadas en nuestro país son las siguientes:

- Hidráulica
- Eólica
- Solar
- Biomasa
- Biogás
- Biocombustibles
- Geotérmica

#### 6.2.4.1. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS - HIDROELECTRICIDAD

La energía hidroeléctrica aporta actualmente más del 16% del total de la electricidad consumida en el mundo, constituyendo una fuente fundamental para cualquier país, ya que utiliza recursos renovables y no degradables, y presenta una disponibilidad casi

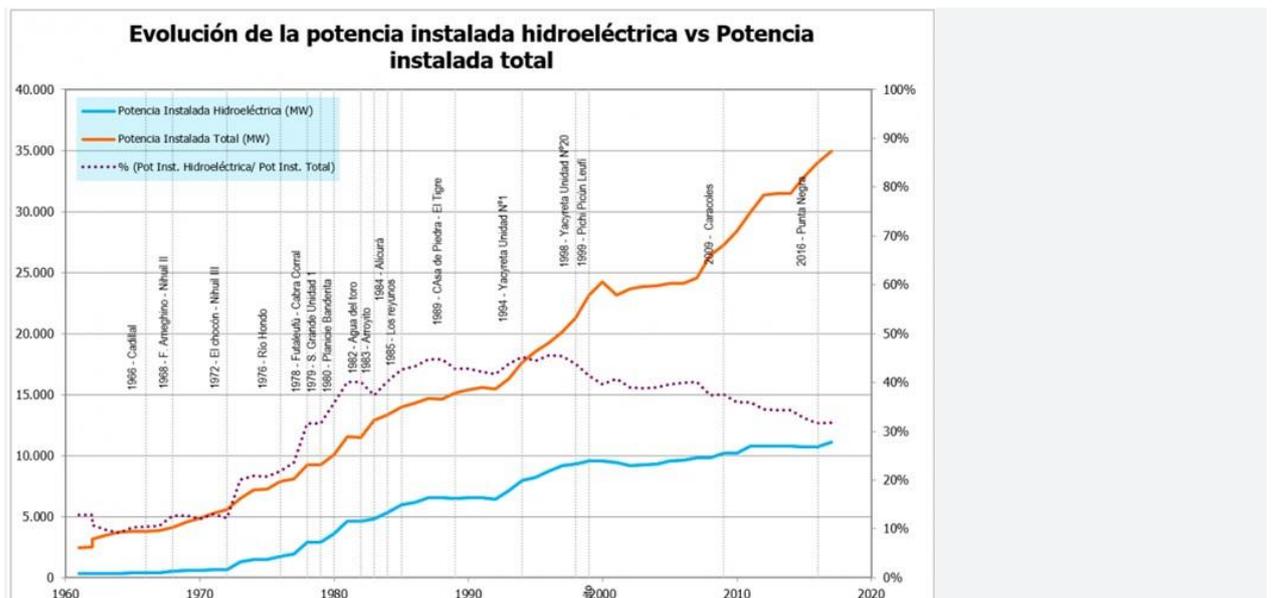
<sup>32</sup> Ibidem

permanente. La energía aprovechada de los cursos de agua realza la confiabilidad de los sistemas eléctricos, permite generar en forma limpia, sin emitir gases de combustión a la atmósfera, y es una tecnología eficiente y de bajo costo operativo.

Transformar el potencial hidroeléctrico sub- aprovechado a nivel mundial es una realidad, permitirá ahorrar importantes cantidades de combustibles fósiles, reducir las emisiones de gases de combustión y perfeccionar la gestión de los recursos hídricos, favoreciendo el uso multipropósito del recurso agua en beneficio del desarrollo humano.

A nivel global se estima que ha sido aprovechado solo el 30% del potencial hidroeléctrico identificado, por lo cual el sector tiene un gran potencial de crecimiento. China, Estados Unidos, Brasil y Canadá, en ese orden, son los mayores productores de hidroelectricidad del mundo, y en conjunto generan más del 50% del total mundial. Países reconocidos por sus políticas medioambientales y de bienestar social, como Noruega, Suecia o Canadá, tienen a la energía hidroeléctrica como la fuente que provee la mayor parte de su electricidad. En nuestro país, la potencia instalada de energía hidroeléctrica representó en el 2019, el 33,1% del total.

Figura N°14: Evolución de la Potencia Instalada Hidroeléctrica versus Potencia Instalada Total. Fuente: CAMMESA.



## DESCRIPCIÓN DE LAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

La generación de energía se hace aprovechando como fuente primaria a la energía hidráulica, donde el generador es movido por una turbina hidráulica dada la fuerza tangencial que produce el paso de la corriente de agua. Estas aprovechan los saltos de agua ya sean naturales, es decir, cascadas y desniveles de los ríos, o artificiales que son construidos en los embalses. Estas también se dividen o clasifican según la potencia que tienen, además de la energía eléctrica que son capaces de generar. Por un lado están las centrales hidroeléctricas de gran potencia, las mini centrales hidroeléctricas y las micro centrales hidroeléctricas. Es decir, en una central hidroeléctrica la fuerza potencial del agua almacenada se convierte en energía eléctrica a través de una serie de transformaciones de energía. La hidroelectricidad no contamina el agua ni la atmósfera y es la mayor fuente de electricidad mundial a partir de recursos renovables. La larga vida útil de las instalaciones hidroeléctricas, así como su bajo costo de mantenimiento, los usos multipropósitos de los embalses y el desarrollo económico y social que esto trae aparejado, son algunas de las razones a favor de generar electricidad a partir del agua. El costo de construcción de estas centrales es elevado pero se compensan con los bajos gastos de explotación y mantenimiento luego la puesta en marcha de las mismas. Como consecuencia de esto, las centrales hidráulicas son las más rentables en comparación con los restantes tipos.

Estas centrales suelen ubicarse lejos de los grandes centros de consumo y el lugar de asentamiento de las mismas está condicionado por las características del terreno.

Los modelos más relevantes de estas máquinas motrices son las turbinas Pelton, Francis, Kaplan y de hélice.

#### **6.2.4.2. CENTRALES EÓLICAS**

La energía eólica hace referencia a aquellas tecnologías y aplicaciones en que se aprovecha la energía cinética del viento, convirtiéndola a energía mecánica y luego energía eléctrica.

Existen dos tipos principales de máquinas que aprovechan la energía contenida en el viento: los molinos, que se utilizan fundamentalmente para bombeo mecánico de agua

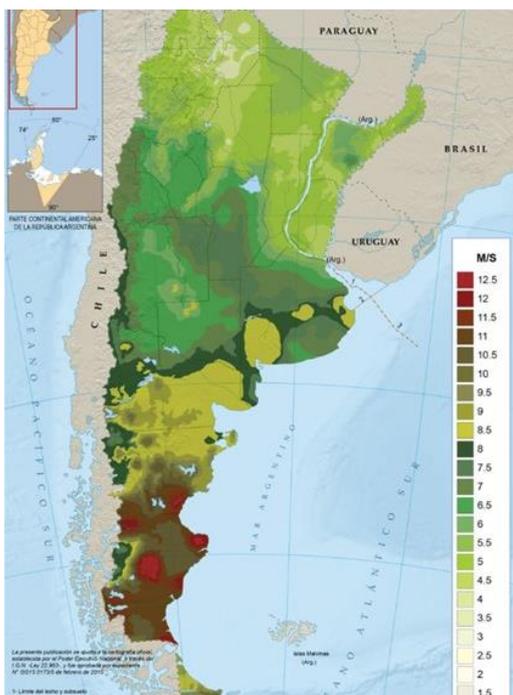
(algo muy común en el campo), y los aerogeneradores, equipos especialmente diseñados para producir electricidad.

En el aerogenerador las hélices son movidas por la fuerza el viento y mediante un sistema mecánico se hace girar el rotor de un generador, normalmente un alternador, que produce energía eléctrica. Su funcionamiento está limitado a la velocidad del viento y un parque eólico demanda extensiones de terrenos grandes. Para que su instalación resulte rentable, suelen agruparse en concentraciones denominadas parques eólicos. La Argentina es uno de los países con mayor potencial eólico del planeta. En la región patagónica los vientos soplan de manera intensa y frecuente, a una velocidad que supera el doble del mínimo necesario para generar electricidad.

Además de la Patagonia, la costa atlántica y las serranías de la provincia de Buenos Aires y de Córdoba poseen vientos de gran intensidad. La región andina, sobre todo la provincia de La Rioja, también se destaca como una zona con gran potencial.

Los proyectos de instalación son generalmente sobre terreno (on-shore) pero hay muchos proyectos realizados en el mar (off-shore) principalmente en el norte de Europa pero tienen un costo más elevado por las dificultades de montaje de las instalaciones.

Figura N°15: Mapa de Vientos de la República Argentina. Fuente: Fundación YPF.

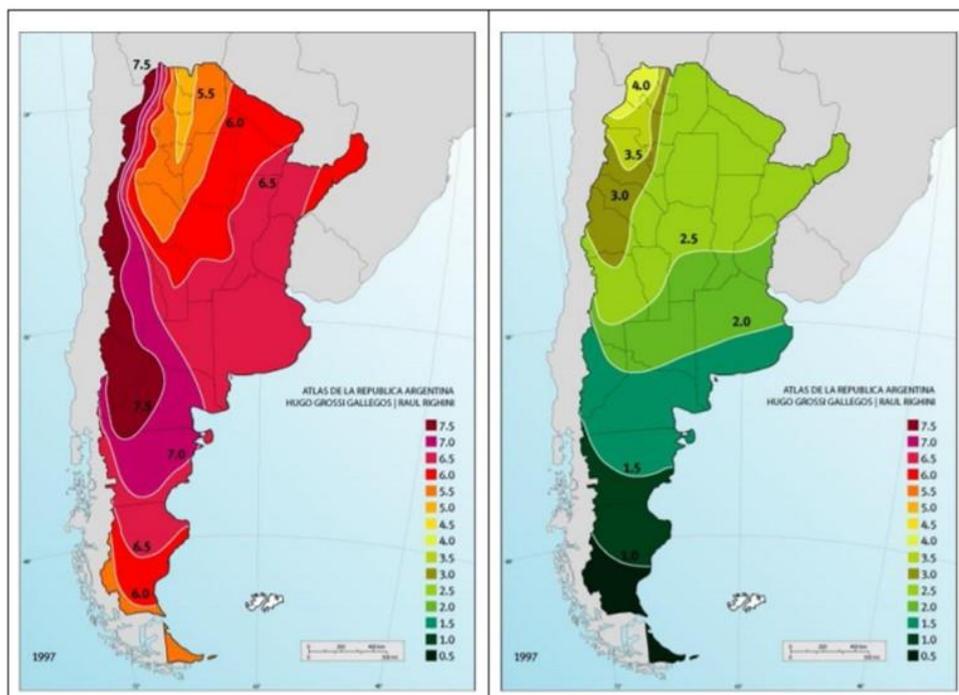


### 6.2.4.3. PARQUES SOLARES FOTOVOLTAICOS

Existen diferentes tipos dentro de estas centrales de aprovechamiento de la energía solar. Entre ellas las centrales termo- solares que aprovechan el calor del sol para calentar el agua y mover la turbina con el vapor que se genera de ese calentamiento. También están las centrales solares fotovoltaicas que se encargan de transformar la energía solar en electricidad debido a las células fotovoltaicas.

En nuestro país tenemos amplias regiones que cuentan con una muy interesante intensidad de radiación solar, tanto en verano como en invierno.

Figura N°16: Mapa de Radiación Solar en Argentina para meses de Enero y Julio. Fuente Subsecretaria de Energías Renovables y Eficiencia Energética.



El fenómeno fotovoltaico fue descubierto y luego estudiado por primera vez en 1839 por el físico francés Alexandre-Edmond Becquerel<sup>33</sup>. Pasados cuarenta y cuatro años, en

<sup>33</sup> Energía Solar Fotovoltaica. Estado del arte. Fecha de consulta [25/6/2020]

[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/energia\\_solar\\_fotovoltaica\\_-\\_octubre\\_2019.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/energia_solar_fotovoltaica_-_octubre_2019.pdf)

1883, el inventor estadounidense Charles Fritts pudo fabricar el primer dispositivo fotovoltaico basado en una junta de oro-selenio. El resultado fue muy pobre, alcanzando solamente una eficiencia de conversión del 1%. No fue hasta la segunda mitad del siglo XX que la industria SFV (energía solar foto voltaica) comenzó su desarrollo y expansión con el objetivo de energizar satélites puestos en la órbita terrestre. Llegada la década de 1970, se comenzaron a desarrollar módulos fotovoltaicos para aplicaciones terrestres. Hoy en día es uno de los pilares de la transición energética en la segunda década del siglo XXI en búsqueda de reemplazar las fuentes de energía de origen fósil con el fin de combatir el cambio climático ya que una vez instalados el parque, no produce gases de efecto invernadero.

En el gráfico de la Figura 17 se pueden apreciar gráficos de participación de las distintas fuentes de energías en la producción de electricidad en la Argentina.

Figura N° 17: Participación por Tecnología. Fuente CAMMESA Fecha: 27/05/2020



#### 6.2.4.5. CENTRALES MAREOMOTRICES

Las centrales de generación mareomotrices tienen un principio de funcionamiento similar al de las centrales hidroeléctricas. Pero estas aprovechan las diferencias del nivel del mar entre la marea alta y la marea baja. También se consideran centrales mareomotrices aquellas centrales que aprovechan el movimiento de las olas para mover las turbinas.

Por otro lado, también existen las de corrientes marinas, las cuales usan la energía cinética de las corrientes marinas o de los océanos. Este método genera un impacto menor en el ambiente debido que no se construyen presas que alteren el ecosistema. Nuestro país no cuenta con centrales de este tipo por ahora pero su potencial es muy grande dado la gran extensión de plataforma submarina con que cuenta.

#### **6.2.4.5. CENTRALES GEOTÉRMICAS**

La energía geotérmica es el calor que se desprende desde el núcleo de la tierra. El agua y/o el vapor transportan la energía geotérmica a la superficie terrestre. Dependiendo de sus características, la energía geotérmica puede ser usada ya sea para calentar o ser aprovechado para generar energía eléctrica limpia.

Para el caso de la generación de energía eléctrica, es necesario disponer de recursos de alta o media entalpía, los cuales normalmente se encuentran localizados en regiones donde las placas tectónicas están activas.

La principal ventaja de esta tecnología es que es que a pesar de ser una energía de fuente renovable no depende de las condiciones climáticas y posee altos factores de capacidad; es por eso que la geotermia es capaz de proveer energía eléctrica de base, así como también ofrecer servicios auxiliares de flexibilidad en el corto y largo plazo en algunos casos.

Existen diferentes tecnologías para aprovechar la geotermia con diferentes niveles de madurez. Las tecnologías para usos directos tal como calentamiento urbano, bombas de calor geotérmicas, invernaderos entre otras aplicaciones ampliamente usadas pueden considerarse maduras. La tecnología utilizada para la generación de energía eléctrica a partir de reservorios hidrotermales con alta permeabilidad también es madura y rentable, dado que se explota desde 1913. Fuente: Agencia Internacional de Energías Renovables<sup>34</sup> (IRENA)

---

<sup>34</sup> IRENA. International Renewable Energy Agency. Agencia Internacional de Energías Renovables. Fecha de consulta [26/6/2020]

Copahue<sup>35</sup>, ubicado al oeste de la provincia de Neuquén, es el proyecto más avanzado del país. Allí se encuentra una central geotérmica piloto, emplazada en 1988. Se estima que la Argentina posee un potencial geotérmico para la generación eléctrica de más de 2000 MW.

#### **6.2.5. CLASIFICACIÓN DE LAS CENTRALES DE ACUERDO AL SERVICIO QUE PRESTAN**

La demanda de energía eléctrica de una ciudad, región o país tiene una variación a lo largo del día. Esta variación es función de muchos factores, entre los que destacan: tipos de industrias existentes en la zona y turnos que realizan en su producción, climatología extremas de frío o calor, tipo de electrodomésticos que se utilizan más frecuentemente, la estación del año y la hora del día en que se considera la demanda. La generación de energía eléctrica debe seguir la curva de demanda y, a medida que aumenta la potencia demandada, se debe incrementar la potencia suministrada. Esto conlleva el tener que iniciar la generación con unidades adicionales, ubicadas en la misma central o en centrales reservadas para estos períodos.

En general los sistemas de generación se diferencian por el periodo del ciclo en el que está planificado que sean utilizados; se consideran de base la nuclear y la eólica, de valle la termoeléctrica de combustibles fósiles, y de pico la hidroeléctrica principalmente (los combustibles fósiles y la hidroeléctrica también pueden usarse como base si es necesario).

---

<https://www.irena.org/>

<sup>35</sup> FUNDACIÓN YPF. Energías de mi País. Fecha de consulta [7/7/2020]

<http://energiasdemipais.educ.ar/fuentes-de-energia-potencial/mapa-de-potencial-geotermico/#:~:text=Copahue%2C%20ubicado%20al%20oeste%20de,geot%C3%A9rmica%20piloto%2C%20emplazada%20en%201988.&text=Se%20estima%20que%20la%20Argentina,de%20m%C3%A1s%20de%202000%20MW.>

Entonces, las Centrales Eléctricas pueden clasificarse dependiendo del servicio<sup>36</sup> que brinden en:

- Centrales de Base o Centrales Principales: Su función es suministrar energía eléctrica en forma permanente; la instalación suele estar en marcha durante largos períodos de tiempo y no debe sufrir interrupciones de la instalación. Este tipo de centrales se caracterizan por su alta potencia, y generalmente, se trata de centrales nucleares, térmicas e hidráulicas..
- Centrales de Punta: Estas centrales tienen como principal función cubrir la demanda de energía eléctrica cuando existen picos de consumo, o sea horas punta. Trabajan en espacios cortos de tiempo durante determinadas horas, su funcionamiento es periódico. Debido a la capacidad de respuesta necesaria, generalmente suelen ser centrales hidráulicas o térmicas. Las centrales de punta sirven de apoyo a las centrales de base.
- Centrales de Reserva: El concepto de reserva económica implica la disponibilidad de instalaciones capaces de sustituir, total o parcialmente, a las centrales de base en las siguientes situaciones: escasez o falta de materias primas (agua, carbón, fuel-oil, etc.). El concepto de reserva técnica comprende la programación de determinadas centrales para reemplazar a las centrales de producción elevada en el caso de fallas en sus maquinarias. Las centrales a las que se suele recurrir en esos casos son las hidráulicas o con turbinas de gas debido a la rápida capacidad de respuesta.
- Centrales de Socorro: Si bien tienen el mismo propósito que las centrales anteriores, se diferencian en que estas son pequeñas centrales autónomas y transportables en camiones, trenes o barcos. Suelen ser accionadas por motores Diesel.

---

<sup>36</sup> SECRETARÍA DE ENERGÍA. *Centrales Eléctricas*. [Fecha de consulta: 19/5/2020]

[http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos\\_didacticos/publicaciones/centrales\\_electricas.pdf](http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos_didacticos/publicaciones/centrales_electricas.pdf)

### **6.2.6. FACTOR DE CAPACIDAD**

Habitualmente, se menciona la capacidad instalada de la central de generación en unidades de potencia (MW) y es lo más común para hacer las comparaciones, pero es algo incorrecto, porque lo único que señala es la potencia máxima que una central puede producir en cualquier momento cuando todo funciona perfectamente.

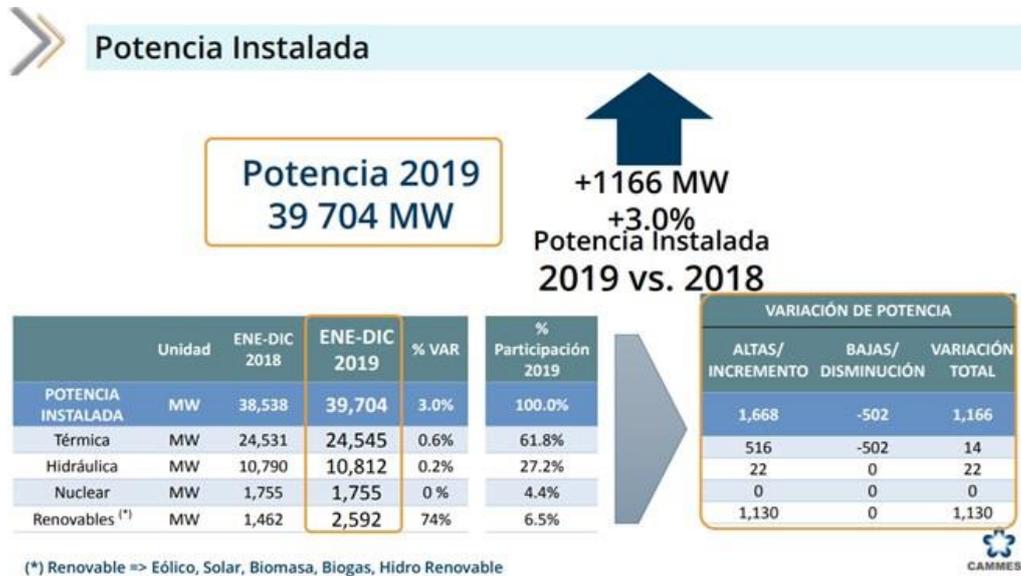
Como la realidad de la operación de una central no es tal y hay interrupciones de producción, más exacto sería tomar como medida la energía que realmente produce la central. La diferencia entre estas dos magnitudes es lo que se conoce como el factor de capacidad. El factor de capacidad es igual a lo que la central, la planta o el parque produce en kilovatios-hora (kWh) por año dividido por lo que podría producir si funcionara a capacidad total, 24 horas al día, todos los días durante todo el año. Es decir, un año tiene 8.766 horas, y es el cociente por el cual se divide la energía producida en el período la cual tiene unidad de kWh para hablar de producción.

En definitiva, ninguna central eléctrica funciona todo el tiempo. A veces la central hidroeléctrica tiene que bajar su producción de energía para mantener el flujo vivo del río, para riego o para navegación. A menudo el sol no brilla o el viento no sopla, o hay cortes para el abastecimiento de combustible en las centrales térmicas por abastecimiento de gas a las poblaciones durante las épocas de bajas temperaturas y no alcanza el suministro, o por mantenimiento propio de la central o por paradas de emergencia por rotura de equipos, etc. Por lo que este factor es muy importante al momento de evaluar la performance de una central y poder compararla con otras centrales.

### **6.2.7. COMPOSICIÓN DE LA ENERGÍA EN LA REPUBLICA ARGENTINA**

La Secretaría de Energía de la Nación lleva estadísticas muy precisas acerca de la composición de la matriz energética argentina. Otra fuente reconocida para tomar estadísticas es el portal de CAMMESA. En la figura N°18 se pueden apreciar las variaciones de potencia instalada del año 2019 versus el año 2018 con los porcentajes de participación de cada tipo de energía.

Figura N°18. Potencia Instalada en la República Argentina año 2019. Fuente CAMMESA



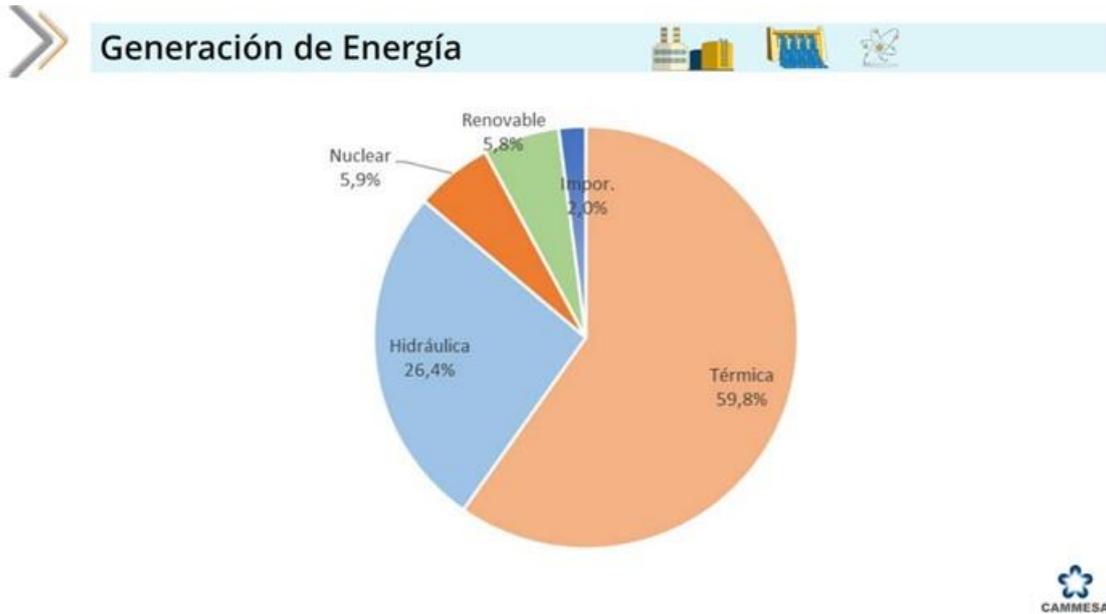
Con más de detalle se puede observar en la Figura N°19 la participación por tipo de central de las potencias instaladas.

Figura N°19. Tablas de Potencia Instalada por Tipo de Central en la República Argentina año 2019. Fuente CAMMESA



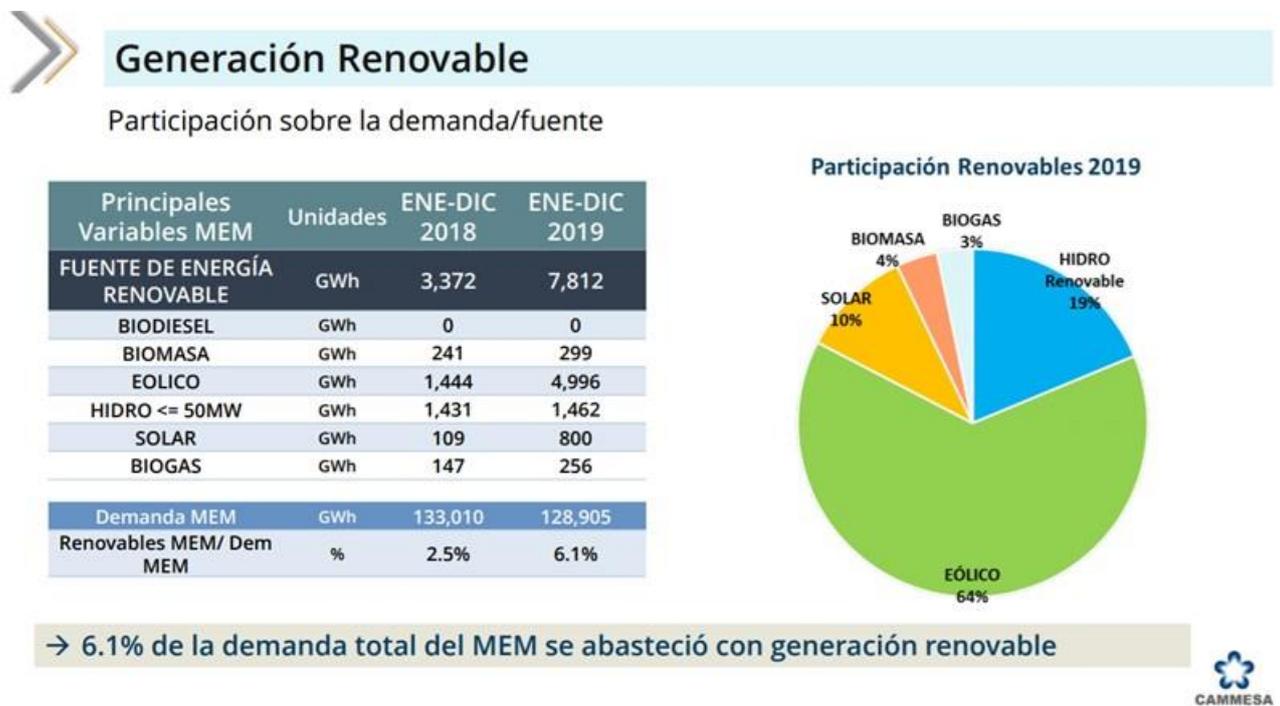
En la figura N°20 se puede ver la composición de la generación de energía eléctrica por tipo de fuentes donde se nota la alta participación de energía térmica.

Figura N°20. Generación de Energía por tipo. Fuente CAMMESA



Y finalmente, se puede observar en el gráfico de la Figura N°21 la participación por tipo de energía renovable donde la energía eólica tiene una clara predominancia.

Figura N°21. Generación Renovable. Fuente CAMMESA



## 6.2.8. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA.

Figura N°22: Características de los Distintos Tipos de Generación.

MATRIZ COMPARATIVA		TIPOS DE CENTRALES DE GENERACIÓN					
		CONVENCIONALES	CICLO COMBINADO	NUCLEARES	PARQUES EÓLICOS	PARQUES FOTO VOLTAICOS	HIDRO ELÉCTRICAS
CARACTERÍSTICAS DE LA INVERSIÓN	INVERSIÓN INICIAL	Media	Media	Alta	Media	Media	Alta
	TIEMPO DE EJECUCIÓN	Medio	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Alto
	INGENIERÍA APLICADA	Media	Media	Alta	Baja	Baja	Alta
	PERSONAL INVOLUCRADO EN OBRA	Medio	Medio	Alto	Bajo	Bajo	Alto
	PERSONAL INVOLUCRADO EN SERVICIO	Medio	Medio	Alto	Bajo	Bajo	Alto
	COSTOS OPERATIVOS FIJOS	Medio	Medio	Alto	Bajo	Bajo	Alto
	COSTOS OPERATIVOS VARIABLES	Alto	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
	FLEXIBILIDAD DE OPERACIÓN	Media	Media	Baja	Alta	Alta	Baja
	PRODUCCIÓN GASES EFECTO INVERNADERO	Alto	Alto	No Produce	No Produce	No Produce	No Produce
	EFFECTO EN EL MEDIO AMBIENTE	Alto	Alto	Alto	No Produce	No Produce	No Produce

En el cuadro comparativo de la Figura N°22 se pueden diferenciar por tipo de central las características de la inversión, costos, personal, operación, efecto medio ambiente, etc. Se resume en marcas alta, media y baja para hacer una simplificación del concepto, dado que los matices son variados, pero en general para cada tipo de generación de energía eléctrica se conviene que las diferencias entre ellas son conocidas y consensuadas con esta caracterización.

Todas las centrales que consumen combustibles fósiles, amén de las nucleares que consumen uranio natural o enriquecido, tiene un costo variable importante dado que el combustible es su principal componente.

Con respecto a las centrales nucleares, si bien no se produce una polución en la atmosfera porque no hay combustión, los desechos de esta industria (ejemplo: barras de óxido de circonio que se utilizan para regular la reacción) son altamente peligrosos por su radioactividad y la actividad a lo largo del tiempo. Es necesario desecharlas en

bóvedas especiales de hormigón dejándolas almacenadas por cientos de años. Además, las historias recientes de accidentes en centrales nucleares (Fukushima en Japón, Three Mile Island en EEUU, Chernóbil en Rusia, principalmente por su daño y cantidad de muertes) hicieron que tanto la población como las autoridades de los países se desmotivaran y presenten temores y resistencias en cuanto a invertir en las mismas. En la actualidad no están bien vistas y hay desconfianza de parte de la población en cuanto a su instalación en las proximidades de centros importantes.

Las centrales térmicas en la Argentina, que aportan alrededor del 60% de la contribución de la generación en el país, poseen equipos, maquinaria e instalaciones de otra generación y por tal motivo son altamente ineficientes (menos del 40% de rendimiento).

Las centrales de ciclo combinado que se han instalado más recientemente han sido una solución de compromiso para el Estado cuando necesitó cubrir rápidamente una demanda puntual de aumentos. Pero siguen siendo de un grado de polución importante y su rendimiento no supera el 60%. El costo por potencia instalado ha terminado siendo alto y también los costos operativos actuales. Los costos de estas centrales dependen fuertemente de los precios internacionales del petróleo y en épocas de escasez productiva se ha debido importar barcos de gas natural comprimido (GNC) con un muy alto costo.

La flexibilidad se refiere a cuán complicado o no es hacer entrar en ciclo productivo a una central cuando hay demanda de generación o sacarlo del mismo cuando hay exceso de oferta eléctrica. En ello se entiende que por seguridad en el proceso de arranque o de parada (para la puesta en marcha o fuera de servicio de las mismas) ambos procedimientos tienen mayor tiempo de ejecución para las centrales nucleares, hidráulicas, y térmicas de vieja tecnología.

Respecto al personal, cuanto más equipamiento y tecnología tiene incorporada la central, con más personal técnico y operarios debe contar el centro operativo. Y este costo fijo es alto y puede también traer aparejado cuestiones sindicales. Las centrales nucleares, hidráulicas y térmicas son las que mayor número de personal necesitan, y en el caso de las nucleares el personal debe ser altamente calificado.

De igual modo para estas centrales, ante la complejidad técnica, la ingeniería básica, el tiempo constructivo y la inversión inicial, son factores de peso importantes.

Por último, se enumeran las algunas de las ventajas de las energías renovables:

- Índices de polución nulo, por eso se denominan energías limpias
- Son renovables porque nunca se van a extinguir, son recursos infinitos
- Relativamente fáciles de instalar, en forma modular y progresiva
- Costo de inversión por potencia instalada relativamente bajo
- Equipos cada vez más confiables, de mejor rendimiento y tecnología segura
- Beneficios impositivos para los inversores según del país que se trate. Posibilidad de adquisición de bonos verdes.
- Flexibilidad en la operación (fácil de poner/sacar de servicio)
- No necesitan una planta de personal estable.

#### **6.2.9. CONSECUENCIA EN EL MEDIO AMBIENTE.**

La generación de energía a partir de fuentes convencionales tiene un enorme impacto en el entorno. Por una parte, está el problema de la explotación de los recursos naturales y su consecuencia en el medio ambiente y por otro está la emisión de gases que provocan efecto invernadero calentando la temperatura promedio del planeta.

Ambos impactos ambientales son muy negativos pero la necesidad de consumo de energía eléctrica siempre estará en aumento por lo que las fuentes renovables de energía son una alternativa que cada vez tendrá mayor incidencia.

#### **LA PRODUCCIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO.**

Por lo general, cuando se piensa en la revolución industrial se piensa en un paisaje urbano de chimeneas humeantes. Durante estos últimos doscientos años se ha venido incrementando la cantidad de gases producto de la combustión de combustibles fósiles como el carbón y los derivados del petróleo. Los motores de combustión interna de los automóviles y vehículos terrestres, aviones, etc. también son principales contribuyentes a la producción de gases que se conocen mundialmente como gases efecto invernadero

(GEI) por provocar el efecto de calentamiento a través de rayos solares que ingresan a la atmósfera terrestre.

Estos gases son principalmente el CO (monóxido de carbono), CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre), NO<sub>x</sub> (óxidos de nitrógeno). Los mismos son más livianos que el aire y tienden a subir en los estratos superiores de la atmósfera produciendo una capa filtrante de los rayos solares que dejan pasar las longitudes de onda de los componentes más calientes y esto hace calentar más la superficie de la Tierra aumentando progresivamente la temperatura media de todo el planeta.

Los efectos se conocen y se pueden apreciar desde hace varios años. Son las variaciones de climas, de regímenes de lluvia, de lluvia ácida que vienen afectando al planeta y en general eso hace que las grandes masas de hielo se comiencen a derretir elevando irregularmente la superficie de los océanos. Además de provocar alteraciones en las corrientes frías perjudicando la vida marina, derretimiento de glaciares y sumado a la acción del hombre en la eliminación intensiva de bosques, selvas, hacen que la reposición de oxígeno sea perjudicada.

No se describirá con detalle los efectos mencionados pero los países han tomado conciencia de ello desde hacer varias décadas y se ha trabajado en los protocolos de Kioto y luego de París<sup>37</sup> que establece medidas para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

En el mundo hay varias agencias o entes que se dedican a la recolección de datos y estudios para supervisar el avance o deterioro de estos problemas que tienen preocupados a la población y a los gobiernos. La Agencia Europea de Medio

---

<sup>37</sup> ACUERDO DE PARIS. El Acuerdo de París (inglés: Paris Agreement; francés: Accord de Paris) es un acuerdo dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que establece medidas para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a través de la mitigación, adaptación y resiliencia de los ecosistemas a efectos del Calentamiento Global, su aplicabilidad sería para el año 2020, cuando finaliza la vigencia del Protocolo de Kioto. Fecha de consulta [28/6/2020]

[https://es.wikipedia.org/wiki/Acuerdo\\_de\\_Paris#:~:text=El%20Acuerdo%20de%20Par%C3%ADs%20\(ingl%C3%A9s,la%20mitigaci%C3%B3n%20adaptaci%C3%B3n%20y%20resiliencia](https://es.wikipedia.org/wiki/Acuerdo_de_Paris#:~:text=El%20Acuerdo%20de%20Par%C3%ADs%20(ingl%C3%A9s,la%20mitigaci%C3%B3n%20adaptaci%C3%B3n%20y%20resiliencia)

Ambiente<sup>38</sup> (AEMA) es una de las más conocidas y es una agencia reguladora que se encarga de proporcionar información independiente sobre el medio ambiente, información que sirve de apoyo al ciudadano y a aquellos involucrados en desarrollar, adoptar, aplicar y evaluar las políticas ambientales y es una fuente autorizada de consulta.

---

<sup>38</sup> AEMA. Agencia Europea de Medio Ambiente. Fecha de consulta [8/7/2020]  
<https://www.eea.europa.eu/es>

## **7. DESARROLLO PROYECTO DE INVERSIÓN PARA AUTOGENERACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES**

El presente proyecto de inversión para autogeneración de energía eléctrica a partir de fuentes renovables tiene como objetivo el autoabastecimiento del veinte por ciento del consumo total de la empresa ACM Energy, porcentaje exigido según la tercera alternativa que describe la Ley nacional de Energías Renovables 27191 y como evaluación del mismo se presenta en este capítulo toda la información necesaria para ayudar al decisor en la elección favorable de la inversión.

El primer paso fue estudiar el mercado eléctrico, su composición y características. Luego se evaluaron las encuestas del personal superior de la industria y las entrevistas con los expertos de proyectos. Esto brindó las pautas para la elaboración del proyecto.

Posteriormente se definió el proyecto y se decidió que la inversión será un parque eólico cuya localización estará en la provincia de Córdoba.

Se evaluaron las inversiones y se calcularon los ahorros y gastos operativos para saber si la inversión es rentable. Para ello se utilizaron todos los instrumentos financieros habituales llegando a la conclusión que la inversión es favorable de llevar a cabo.

### **7.1. ANÁLISIS DE MERCADOS**

Además de la viabilidad legal que da un marco de apoyo a lo ya expresado en la ley, se buscó demostrar por medio de las viabilidades técnicas que es posible hacer el proyecto detallando el tipo de tecnología a utilizar, la localización, equipamiento, etc. Todo referenciado consecuentemente con la viabilidad económica y con sus costos detallados, beneficios y rentabilidad esperada.

Para ello fue necesario hacer una investigación de mercados donde se consideró la opinión de diferentes actores del sistema, y el procedimiento adoptado para tal investigación fue la encuesta en la población de personal superior de la industria (ver ANEXO II) cuya opinión es calificada y con experiencia.

Adicionalmente y como se trata de un proyecto bastante específico, se realizó una entrevista a personal técnico de Ingeniería de Proyectos (ver ANEXO III) cuyos resultados y resumen también se describen a continuación.

### **7.1.1. RESUMEN OPINIONES ENCUESTA PERSONAL INDUSTRIA SUPERIOR**

Si bien la población de los encuestados no es grande porque no es la intención de hacer un trabajo de investigación sino de proyecto de inversión, la opinión de gente que está en la industria es muy valorada y da un claro indicio de lo que se pretende en cuanto a este mercado y segmento económico. Entonces, en cuanto a las opiniones del trabajo de relevamiento podemos resumir los siguientes hallazgos:

La totalidad de los encuestados piensa que para que la Argentina logre contar con una matriz energética sustentable será necesario el reemplazo significativo de combustibles fósiles por el de fuentes de energía renovables tal cual es la tendencia mundial. Pero 80,4% afirma que el Estado sólo debe intervenir a través de la fijación de las políticas monetarias, financieras y fiscales, y de los controles que debe ejercer en su rol y no debería participar a través de compañías estatales que compitan en el mercado energético con las privadas.

El 65% opina que el déficit energético del país se agravará y 97% no se siente satisfecho de la actual situación energética actual y por lo actuado legalmente hasta el momento.

La Argentina ocupa un lugar entre los 10 países con mayor potencial para el desarrollo de energías renovables, según indica el 23,3% de los encuestados, mientras que el 50% opina que está entre los 20 países y esto suma un 73,3% de la población encuestada que opina favorablemente en cuanto al potencial que presenta el país dado sus amplias regiones con vientos muy favorables y altos índices solares, además de los recursos hídricos.

En opinión del 90% de los consultados, la aplicación de energías renovables supondrá un ahorro económico para el país. Sin embargo 53,4% expresa que para alcanzar más rápidamente la sustentabilidad de su matriz energética el país no tiene amplias ventajas, sino por el contrario, que presenta ventajas moderadas. Esto se adjudica directamente a las políticas implementadas y los cambios de rumbo sin sostenibilidad en el tiempo.

También pesa la situación legal y jurídica de nuestro país donde los empresarios no tienen demasiada confianza en el sistema.

Respecto de los resultados de las distintas fuentes de energías renovables en particular, las conclusiones fueron las siguientes:

Según la encuesta, el sector con mayor potencial de desarrollo en el largo plazo es el de la energía eólica (51%), seguido por solar (20,4%) y los biocombustibles (14,2%). La hidráulica aparece en cuarto lugar (10,2%).

Con respecto al desarrollo de energía eólica, un 83,4% de los consultados consideró que sería conveniente incentivar la instalación de nuevos desarrollos fuera de la Patagonia, en lugares como la provincia de Buenos Aires, Córdoba y la región del Comahue que a su vez se encuentran más cerca de los centros de consumo, lo que reduciría el costo del transporte.

Respecto a la modalidad de cumplimiento de la ley 27191, se ha seleccionado en forma pareja entre un PPA (acuerdo de compra con un contrato a tercero inversionista) y realizar la inversión de manera directa (40% cada uno) y sólo el 20% opina seguir comprando energía a CAMMESA.

Respecto a los factores en que se debería seguir trabajando con mayor profundidad para fomentar el desarrollo de las energías renovables aparecen en primer término 'Políticas de Estado' y 'Marco Regulatorio', sumando entre ambas un casi 54%, dejando 'Incentivos y 'Financiamiento' en segundo plano con 40,3%. Las 'Tarifas' figuran como la menor preocupación con un 5,7%.

Al mismo tiempo el 46,6% considera que es necesaria una reforma de la ley 27191 (sobre energías renovables). Mientras que el 67% consideró poco probable que en 2020 se alcance el 8% de energía eléctrica con energías renovables.

Algunas ventajas del momento actual son además de la normativa legal impulsora de las iniciativas como la ley 19171 y las llamadas del Plan Renovar a inversiones periódicas, las mejoras y nuevas tecnologías en equipamientos como en control electrónico de velocidades y manejo de software el costo específico de inversión por KW en

aerogeneradores se viene reduciendo y seguirá en esa tendencia con el correr de los años 1,45 dólares por MW a 1,20/1,30 dólares por MW.

Pero es finalmente el Estado quien debería seguir trabajando para brindar confianza a los grupos inversores dado que 83,3% piensa que apenas se incrementará o se mantendrá en estos niveles de inversión en cuanto a generación renovable.

De las respuestas de las preguntas abiertas acerca de qué condiciones deberían mejorarse la mayoría ha respondido en sentido de reforzar la credibilidad del Estado con políticas sostenibles, claras, precisas, que promocionen fehacientemente al inversor, que manejen las tarifas de manera inteligente para obtener los máximos beneficios tanto en el productor como en el consumidor. Esto se logra con leyes que se cumplan, que haya un marco jurídico fuerte y confiable, que haya estabilidad y no se cambien las reglas de juego con los cambios de gobierno.

Además, los incentivos deberían ser reales y pensándolos como ahorro del Estado tanto para quien produce como para quien consume. Para este último caso, falta una clara definición de los indicadores de eficiencia que permitan establecer estándares de etiquetado energético en los sectores de consumo.

### **7.1.2. RESUMEN DE CONCEPTOS DE ENCUESTA A PERSONAL TÉCNICO DE INGENIERIA DE PROYECTOS**

De las variadas entrevistas realizadas telefónicamente y de manera personal a algunos consultores de proyectos de instalación de parques de energía renovables y con la guía de preguntas del Anexo III se pueden condensar los siguientes conceptos orientativos del camino a seguir para la selección y realización del mismo.

#### **7.1.2.1. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE ENERGÍA RENOVABLE A CONSIDERAR**

La primera determinación que se debe realizar es el tipo de energía renovable que sea más adecuada a la potencia necesaria a instalar y a la región o zona del país en la que se prefiera trabajar. Dado que la potencia necesaria para alimentar el consumo de ACM Energy es bastante apreciable (ver cálculo de la potencia en apartado 7.3.6) y además el hecho que se prefieren zonas no tan alejadas del área Córdoba - Rosario donde

mayormente se encuentran instaladas las plantas procesadoras que necesitarán la energía a producir, se define que la energía renovable más adecuada para este proyecto es de fuentes eólicas, es decir que el proyecto contemplará la construcción de un parque de aerogeneradores situado entre las provincias de Córdoba y Santa Fe.

En el cuadro del apartado 6.2.8. se han comparado los diferentes tipos de energía y sus características para todos los tipos más comunes de generación. También conviene citar las desventajas de las distintas energías renovables y su tenor o magnitud dentro del contexto referido.

Algunas consideraciones que no están a favor de la energía eólica:

Si bien la energía eólica está en constante crecimiento en el mundo por ser considerada una de las fuentes de electricidad más eficientes y verdes que existen, también resulta importante tener en cuenta que trae consigo algunos menoscabos que deben considerarse:

- Es impredecible<sup>39</sup>: Debido a que se genera por la acción del viento, es muy dificultoso planificar su gestión ya que no siempre hay corrientes de brisa y ni siquiera se puede contar con cierta estabilidad en su velocidad. Esto también ha mejorado con los avances en meteorología, pero sigue sin existir una herramienta que sea completamente certera para saber cómo será el comportamiento del viento. Para mitigar esta desventaja se han alargado los tiempos para la realización de estudios asociados al comportamiento del viento en zonas puntuales y en el caso de este proyecto se han tomado mediciones a lo largo de un año. Como en la Argentina por ser un país con amplias zonas de vientos de intensidad y constantes, este ítem bien seleccionado no tiene prácticamente desventajas.

---

<sup>39</sup> ARRIOLS, E. (2018). Ventajas y desventajas de la energía eólica. Fecha de consulta [27/6/2020]. <https://www.ecologiaverde.com/busqueda?q=EOLICA>

- Baja efectividad por unidad: Debido a que la densidad del viento es baja, se requiere de una alta concentración de aerogeneradores funcionando al mismo tiempo para que realmente la generación de energía sea rentable. Ídem comentario del punto anterior sobre a Argentina.
- Imposible de almacenar: Es una energía que no puede ser almacenada, por lo que es necesario que la electricidad que produce sea inmediatamente consumida. De todas maneras, en la regulación de la producción, estas centrales son las últimas en salir de la cadena de producción del mercado interconectado nacional.
- Necesita transporte: Como los parques de aerogeneradores suelen instalarse lejos de los centros poblados o de mayor consumo, en su instalación deben considerarse toda la planificación de un sistema de transporte de energía para hacerla llegar inmediatamente a los consumidores. Esto acarrea una pequeña pérdida de energía, así como unos costos adicionales. En el caso de nuestro país, y debido al gran desarrollo de la red interconectada, este problema no tiene tanto peso. Además, se situó muy próxima a la red ya instalada de una localidad importante.

Los avances para lograr una energía más eficiente continuarán evolucionando y se irán reduciendo sus desventajas con el pasar de los años, por lo que se puede decir que la tendencia se mantendrá propiciando el alza del porcentaje de energía eléctrica obtenida a través del viento.

En el caso de paneles solares, la zona no es muy propicia por las características meteorológicas. Además, la generación sólo se produce de día y en las épocas invernales los días para estas latitudes se acortan mucho. Sumado al hecho que hay una preferencia por la zona media del país, la energía solar se desechó.

También se ha descartado la energía de la biomasa dado que no está disponible tanta cantidad de la misma para la generación necesaria.

#### **7.1.2.2. PROSPECCIÓN**

Una vez seleccionado el tipo de energía renovable, que en este caso será eólica, el paso siguiente para desarrollar un proyecto de gran escala es la identificación de sitios

propicios y estratégicos que cuenten con recurso renovable de calidad y buen acceso a la red eléctrica. Estudios geotécnicos preliminares, ingeniería conceptual y optimización de lay-out son actividades a desarrollar en la primera etapa de la programación de la prospección.

Luego de estar preseleccionados, los sitios deben ser sometidos a un estudio de prefactibilidad en el cual el equipo técnico evaluará: potencial de generación energética, capacidad de evacuación eléctrica, impactos sociales y ambientales, riesgos y restricciones.

En caso favorable, se pasa a la etapa de negociación con el propietario de la tierra para cerrar un contrato de largo plazo o la compra directa. Es decir, en este punto se presenta un factor externo que no depende de cuestiones técnicas puras sino de negociaciones y habilidades negociadoras para obtener terrenos aptos en dimensiones en las zonas preseleccionadas.

Para ello es necesario la identificación de sitios apropiados dentro del área requerida y para este tipo de energía y son varios los factores determinantes de la elección:

El factor intensidad de vientos: En esta etapa será necesario la instalación de accesorios y una torre meteorológica para medición de vientos. Es necesario hacer mediciones con una estación meteorológica en las cuatro estaciones del año y determinar vientos predominantes, dirección, intensidad, frecuencia, estacionalidad, entre otras cosas. Se debe confeccionar un gráfico llamado la rosa de los vientos donde se muestra las frecuencias de viento por sector, es decir se puede observar cuál es la dirección predominante del viento en el sitio (o direcciones predominantes). Se recomienda que estas mediciones tengan un período de al menos un año para abarcar las cuatro estaciones.

Una herramienta de ayuda es la distribución de Weibull, que se trata de una distribución de probabilidad determinada por dos parámetros: de forma  $k$  y de escala  $A$ , muestra la variación de la velocidad de viento. La velocidad del viento media o el parámetro de escala,  $A$ , suelen indicar como de ventoso es, en promedio, el emplazamiento. El parámetro de forma,  $k$ , indica cómo de 'puntiaguda' es la distribución, es decir, si las

velocidades del viento siempre tienden a estar próximas a un cierto valor, la distribución tendrá un alto valor de k, y será muy 'puntiaguda'.

Con esta información se determinará el factor de capacidad, en porcentaje, y es por definición:

Factor de capacidad [%] = Potencia requerida [MW]/ Potencia instalada por aerogenerador [MW].

Ejemplo: si un aerogenerador tiene una potencia de 3 MW, pero el factor de servicio es del 50% (es decir que en un período definido de un año entregará la mitad de la potencia porque sólo el 50% del tiempo habrá viento adecuado) la potencia requerida o entregada por el mismo será de 1,5 MW. Para expresarlo de otra manera si con 1 aerogenerador se cubre la potencia requerida pero el factor de capacidad es 50% se deberán poner dos generadores.

Acceso apropiado a la red eléctrica: si se cuenta con un parque ideal para la generación pero no hay líneas de alta tensión cercanas, el proyecto se verá afectado por el costo adicional del tendido de una nueva red de la longitud necesaria para acceder a dicha línea de alta tensión y esto impacta negativamente el balance de costos del nuevo proyecto.

Acceso terrestre al parque: es fundamental contar con el acceso adecuado, confiable y rápido al terreno en que se realizará la obra del parque por rutas o caminos principales dado que el montaje contempla equipamientos esbeltos, largos y pesados por lo que son utilizados camiones de largo porte y debe transitar en forma segura y con permisos de circulación requeridos por las autoridades viales. También se necesitan grúas de gran porte y vehículos especiales durante el montaje y esta situación complicaría o elevaría el costo si los accesos no fueran prácticos y adecuados. Entonces es necesario realizar un apropiado relevamiento topográfico, estudios de suelos, estudios complementarios, versus el análisis de producción.

Estudio de circulación de las líneas de alta tensión: determinada ya la localización se deberá hacer una gestión de averiguación con CAMMESA para comprobar el grado de circulación de energía eléctrica de la red o tramo de red sub-troncal y determinar que no

haya congestión de cargas en las líneas aéreas de alta tensión. La congestión se refiere al hecho físico que los conductores eléctricos de cada fase no estén al límite de su capacidad de transporte de electricidad. Establecer un parque generador en un lugar apropiado para la generación efectiva y eficiente que no tenga una línea apropiadamente dispuesta y balanceada en tránsito de energía haría que por la congestión se tuviera que resignar producción/ potencia a generar.

#### **7.1.2.3. DESARROLLO**

Una vez firmados los contratos por los terrenos, se inicia el desarrollo técnico del proyecto. Se comienza la campaña de medición definitiva de los recursos eólicos y técnicos ya mencionados, así como el desarrollo del anteproyecto y los estudios eléctricos, ambientales y de generación. Simultáneamente, se deben tramitar los permisos necesarios ante las diferentes autoridades de aplicación.

Finalizada esta etapa, los proyectos quedan listos para participar en subastas de energía renovable y avanzar posteriormente en la firma de contratos de abastecimiento de largo plazo.

#### **7.1.2.4. OBTENCIÓN PERMISOS**

Dependiendo de la provincia en que se decidirá la instalación del parque eólico, habrá que estudiar los permisos ambientales, necesarios para los recursos de agua, aire, patrimonio, etc. Habitualmente, estos permisos los llevan a cabo empresas de servicio especializadas que demoran menor tiempo por tener los canales adecuados de tramitación y conocer del tema. Esto implica un costo que se verá reflejado en el archivo de costos. Además, se deberá contar con los servicios de apoyo en las gestiones y negociaciones con TRANSPA<sup>40</sup> y CMMESA.

---

<sup>40</sup> TRANSPA S.A. Es una empresa dedicada a la prestación del servicio público de transporte de energía eléctrica por distribución troncal dentro de la Región, Fecha de consulta [5/6/2020]

<https://www.economia.gob.ar/peconomica/dge/transpa.htm>

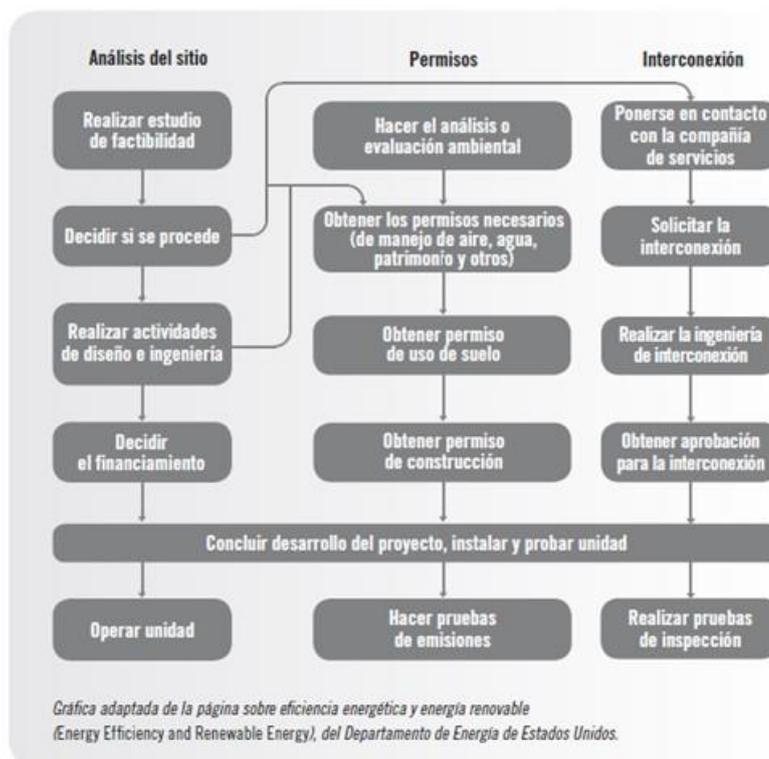
### 7.1.2.5. OBTENCIÓN DE CONTRATO DE ENERGÍA

Se debe luego establecer la manera de provisión mediante un contrato adecuado a las necesidades de producción y consumo de ACD Energy. Como se trata de contratos muy específicos, los pliegos deberán ser realizados por un Estudio Técnico/ Contable adecuado y con conocimientos específicos del tema energía.

### 7.1.2.6. DESARROLLO DE INGENIERIA BÁSICA Y DE DETALLE

A partir de tener los permisos adecuados y luz verde para el avance del proyecto se deberá trabajar fuertemente en desarrollar una ingeniería básica y luego una ingeniería de detalle, relevando en el mercado las mejores opciones de procesos, equipamientos, y proveedores de equipos.

Figura N°23: Diagrama de flujo de Actividades Escenciales. Fuente: Departamento de Energía de EE.UU.



La ingeniería de detalle abarca además del chequeo de toda la información previa de los estudios geotécnicos, levantamiento topográficos, etc. la confección de ingeniería

básica (parque eólico y conexión a la red), elaboración de pliegos para llamada a cotización, ingeniería ejecutiva (parque eólico y conexión a la red), y posteriormente supervisión de ejecución de obras civiles y electromecánicas del parque eólico y su conexión a la red, junto con el montaje y puesta en marcha de los aerogeneradores y la central generadora.

## **7.2. ANÁLISIS DE ESCENARIOS**

Para determinar la rentabilidad económica y dado que no es sencillo predecir el comportamiento en el tiempo de todas y cada una de las variables económicas porque son muchas y variadas y dependen de muchos factores simultáneamente, conviene entonces para el caso analizar escenarios más probables y desechar aquellos que son menos probables.

Evidentemente, el año 2020 está signado por la pandemia mundial del COVID-19 y este fenómeno ha producido una distorsión enorme en las economías de todos los países, y en particular de la Argentina. Se prevé que luego de salir de la pandemia la economía se recuperará y se normalizará, pero ningún analista económico o político lo puede asegurar con certeza ni en plazos, ni en magnitud, ni en formas.

En este trabajo se supondrá que el panorama económico y financiero del año 2021 será un continuo respecto de lo que venía siendo antes de esta interrupción abrupta de la economía. Por ende se partirá de la base que el funcionamiento de la Empresa ACM Energy y su producción total (compuesta por las producciones individuales de las múltiples plantas de procesamiento) será con el consumo eléctrico estimado (KWh) del cuadro de la Figura N°27 para todos los años que la ley contempla, desde su vigencia hasta el año 2025.

De este escenario estipulado, se refieren a continuación los precios de energías convencionales estimados mínimos, probables y máximos para los próximos diez años

tomados con criterio de expertos en el tema de energía que han sido consultados en las entrevistas y portales especializados<sup>41</sup>.

Figura N°24: Cuadro de Proyecciones de Precios de Energía Convencional.

<b>Años</b>	<b>1. Precio E.Conv Min</b>	<b>2. Precio E.Conv Prob</b>	<b>3. Precio E. Conv Max</b>
2020	70,2	71,4	76,2
2021	70,2	71,4	76,2
2022	70,2	71,4	76,2
2023	70,2	71,4	76,2
2024	70,2	71,4	76,2
2025	70,2	71,4	76,2
2026	70,2	71,4	76,2
2027	70,2	71,4	76,2
2028	70,8	71,9	77,2
2029	70,8	71,9	77,2
2030	70,8	71,9	77,2
2031	70,8	71,9	77,2

De acuerdo lo analizado en las encuestas por una parte (Anexo II) y a las entrevistas por otra (Anexo III), se plantean los escenarios más probables de ocurrencia en el país en el período determinado para el proyecto, que son 10 años tomados a partir del año 2021 inclusive. Los mismos son los siguientes:

- Consolidación económica de la industria en la Argentina por aumento en la demanda internacional de alimentos básicos, granos en general, subproductos agrícolas primarios como harinas proteicas y aceites crudos de soja, y girasol, etc.
- Aumento de la demanda de energía eléctrica por aumento de actividad industrial en el país.
- Fuerte consolidación de producción de energías renovables a nivel mundial y local por mejoras en tecnología, disminución de los precios de los equipamientos,

---

<sup>41</sup> PORTALWEB. Evolución mensual de Precio Monómico Medio Total sistema y Precio Monómico compra Estacional. [Fecha de consulta: 22 Junio de 2020]

<https://portalweb.cammesa.com/MEMNet1/Informe%20Mensual/Informe%20Mensual.pdf>

mejora en la eficiencia de los equipamientos, y por cuestiones de orden ecológico y político.

- Continuación de la política de fomento de energías renovables a nivel país.
- Incremento a partir del año 2025 del porcentaje por ley de energías renovables (se estima que habrá otra ley complementaria a la 27191 donde es probable que se exija para el lustro 2025-2030 que la energía renovable a consumir por los GUH sea un 40% del total de la energía eléctrica consumida).

Por otra parte, para tener un diagnóstico claro y para poder tomar decisiones estratégicas oportunas mejorando en el futuro, se presenta un análisis con la herramienta FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas). Como se sabe el objetivo del análisis FODA consiste en obtener conclusiones sobre la forma en que el objeto estudiado será capaz de afrontar los cambios y las turbulencias en el contexto, (oportunidades y amenazas) a partir de sus fortalezas y debilidades internas.

### 7.2.1. DESARROLLO ANÁLISIS FODA PARA PROYECTO DE INVERSIÓN

Desarrollado el análisis FODA y teniendo en claro las acciones y conclusiones del mismo se hará la evaluación del proyecto mediante distintos instrumentos para verificar si el flujo de caja proyectado permitirá que la inversión derive en una rentabilidad deseada.

#### 7.2.1.1. OPORTUNIDADES

		<b>PROBABILIDAD DE ÉXITO</b>	
		<b>ALTA</b>	<b>BAJA</b>
<b>ATRACTIVO POTENCIAL</b>	<b>ALTO</b>	*Nueva Ley Nacional de E.Renovables *Aumento de la conciencia en la necesidad de preservar el medio ambiente *Aumento de la conciencia en la necesidad de preservar recursos no renovables *Localización próxima a red de alta tensión	*Mejoras en la política y en las leyes regulatorias  *Tendencia continua en Energías renovables
	<b>BAJO</b>	*Apoyo político en las cámaras  *Lineas de alta tensión descongestionadas  Recrear Mercado de Bonos Verdes	*Crecimiento de la demanda eléctrica en la industria  *Incremento del nivel de la actividad económica

## ANÁLISIS DETALLADO

Para **ATRACTIVO POTENCIAL ALTO** se tienen las opciones:

### PROBABILIDAD DE ÉXITO ALTA:

- Nueva Ley 27191 de Energías Renovables: fuerte ley de soporte a las energías renovables que promueve y fomenta la inversión.
- Aumento en la conciencia de preservar el medio ambiente: la cultura de la sociedad converge a esta aseveración con fuerte inserción en la población joven.
- Aumento en la conciencia de preservar recursos no renovables: esta aseveración está ligada al concepto anterior.
- Localización próxima a una red de alta tensión: esto es fundamental en el análisis de la inversión porque el costo de una línea de conexión de más de 1.000 metros haría inviable el proyecto.

### PROBABILIDAD DE ÉXITO BAJA:

- Mejoras en la política y las leyes regulatorias: incertidumbres por el cambio de banderas políticas de los gobiernos que quizás mejoren las condiciones iniciales de la ley.
- Tendencia continua en energías renovables: se estima que la tendencia a la inversión en energías renovables se mantendrá aún con cambio de gobiernos.

Para **ATRACTIVO POTENCIAL BAJO** se tienen las opciones:

### PROBABILIDAD DE ÉXITO ALTA:

- Apoyo político en las cámaras<sup>42</sup>: la ley ha tenido un apoyo muy fuerte en ambas cámaras y ha sido votada por mayoría de diputados y senadores.

---

<sup>42</sup> Aprobación en el Senado en Diciembre de 2014: 58 votos positivos, 4 negativos, 0 abstenciones.

Aprobación en la Cámara de Diputados en Setiembre de 2015: 178 votos positivos, 8 negativos, 4 abstenciones.

- Líneas de alta tensión descongestionadas: por la perspectiva actual y los proyectos previstos se estima que la descongestión perdurará más allá del horizonte de diez años que está previsto para el proyecto.
- Recrear Mercado de Bonos Verdes: con la adecuada reglamentación la certificación en origen y posterior emisión de títulos que puedan comercializarse en mercados financieros permitiría una más rápida recuperación de la inversión.

PROBABILIDAD DE ÉXITO BAJA:

- Crecimiento de la demanda eléctrica en la industria: por la situación económica descrita no se considera un crecimiento abrupto de la demanda eléctrica pero sí una sostenibilidad de la demanda en el tiempo.
- Incremento del nivel de la actividad económica: ídem concepto anterior dado que la demanda eléctrica acompaña naturalmente a las variaciones de la actividad económica.

**7.2.1.2. AMENAZAS**

		<b>PROBABILIDAD DE OCURRENCIA</b>	
		<b>ALTA</b>	<b>BAJA</b>
<b>SERIEDAD POTENCIAL</b>	<b>ALTO</b>	*Políticas de Estado cambiantes  *Pesificación/ Congelamiento de tarifas	*Disminución de precios internacionales de hidrocarburos  *Aumento de carga impositiva  *Mejor productividad en extracción de hidrocarburos no convencionales
	<b>BAJO</b>	*Mayor eficiencia en la generación convencional  *Desaceleración del crecimiento industrial y domiciliario de energía eléctrica	*Cambios climáticos adversos  *Cambio en el apoyo político

Para **SERIEDAD POTENCIAL ALTA** se tienen las siguientes dos opciones:

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA ALTA:

- Políticas de Estado cambiantes: el Estado puede modificar la ley y el decreto reglamentario perjudicando las condiciones iniciales de inversión en el proyecto. También ha pasado de revertir esos cambios volviendo a la situación inicial dado el perjuicio ocasionado en algunas oportunidades al haberse realizado cambios contraproducentes.
- Pesificación/ Congelamiento de tarifas: atenta contra el precio de energías renovables dado que la ventaja de esta inversión es que el costo de energía renovables es más económico que el costo de la energía convencional (ésta es más cara y si se congelan los precios termina siendo de igual precio o más barata que las renovables distorsionando así la inversión).

#### PROBABILIDAD DE OCURRENCIA BAJA:

- Disminución de precios internacionales de hidrocarburos: esto implica una disminución en el precio de la generación de energía convencional y produce el mismo efecto que lo que se describe en el ítem anterior.
- Aumento de la carga impositiva: si bien iría en contra de las políticas que se quieren fomentar, la incertidumbre y los cambios en las políticas pueden darse bajo ciertas circunstancias en el país.
- Mejor productividad en extracción de hidrocarburos no convencionales: las mejoras de tecnología en las técnicas de perforación como por ejemplo en el shale<sup>43</sup> gas sin duda puede amenazar el futuro de las energías renovables.

Para **SERIEDAD POTENCIAL BAJA** se tienen las siguientes dos opciones:

#### PROBABILIDAD DE OCURRENCIA ALTA:

---

<sup>43</sup> **Shale gas:** es su nombre en inglés, aunque nosotros lo conocemos como gas de esquisto, de lutita o de pizarra. Se trata de un tipo de gas natural que, en lugar de encontrarse almacenado en “bolsas” bajo tierra, sino enquistado dentro de bloques de rocas sedimentarias formadas a partir de materiales orgánicos. Fecha de consulta: 16/6/2020

<https://www.ypf.com/EnergiaYPF/Paginas/que-es-shale.html>

- Mayor eficiencia en la energía eléctrica convencional: bajaría el precio de la energía eléctrica convencional atentando contra el precio de la energía eléctrica de fuentes renovables.
- Desaceleración del crecimiento industrial y del consumo domiciliario de energía: si bien atenta contra la demanda en general, depende de otros factores como el costo relativo de precios entre una energía y otra.

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA BAJA:

- Cambio climáticos adversos: en las últimas décadas los cambios climáticos vienen siendo muy bruscos e impredecibles por el fenómeno de calentamiento global y afectarían el patrón de vientos y por ende el factor de potencia.
- Cambios en el apoyo político: el apoyo político tiene influencia en toda la política de fomento de las energías renovables, de ahí su importancia y depende del tipo de gobiernos y la política que los mismos quieran apoyar.

**7.2.1.3. FORTALEZAS**

		<b>PROBABILIDAD</b>	
		<b>ALTA</b>	<b>BAJA</b>
<b>VENTAJA SOBRE LOS COMPETIDORES</b>	<b>ALTO</b>	*Proyecto estudiado profundamente considerando todas las variables posibles  *Posibilidad de importación de equipos por contar con exportación de divisas y ser exportadores	*Imagen sólida de las Empresas involucradas  *Ampliaciones futuras por mayores demandas de este tipo de industrias
	<b>BAJO</b>	*Baja sostenida en los precios de los equipos  *Estandarización de las tecnologías a nivel mundial	* Convenios particulares con los gobiernos provinciales

Para **VENTAJA SOBRE LOS COMPETIDORES ALTA** se tienen dos opciones:

PROBABILIDAD ALTA:

- Proyecto estudiado profundamente considerando todas las variables posibles: el grado de precisión estudiado en todas las variables hace que no haya mínimas incertidumbres en el cálculo financiero del proyecto.
- Posibilidad de importación de equipos: porque la Empresa es exportadora y cuenta con saldos exportables en divisas no habría trabas en el trámite de importación de equipos respecto de otras empresas que no exportan bienes. Actualmente existen trabas aduaneras al respecto y sólo las Empresas que exportan tienen probabilidades de no demorar el ingreso de productos importados.

#### PROBABILIDAD BAJA:

- Imagen sólida de las Empresas involucradas: las tres empresas que componen ACM Energy representan marcas registradas de consumos masivos bien conocidos en el mercado y esto tiene influencia en el momento de las negociaciones en diferentes ámbitos del gobierno.
- Ampliaciones futuras por mayores demandas: hay un plan trazado en el proyecto estimando futuras ampliaciones que logra bajar los costos en las inversiones de mediano plazo.

Para **VENTAJA SOBRE LOS COMPETIDORES BAJA** se tienen dos opciones:

#### PROBABILIDAD ALTA:

- Baja sostenida en el precio de los equipos: la tecnología en todo orden siempre avanza y encuentra diseños, materiales y soluciones que hace que los precios bajen en el tiempo. Si bien esto es para todos los competidores, el momento de instalación inicial contar con el conocimiento y a tecnología 'de punta' en el lapso adecuado puede ser una diferencia. Dado que la Empresa cuenta con filiales en Europa, los contactos y referencias son más eficientes y provechosos en este aspecto.
- Estandarización de las tecnologías a nivel mundial: ayuda a estandarizar y evitar problemas por falta de comprobación técnica, errores operativos, etc. y como en

el punto anterior, es Europa la líder en normativas y por lo tanto estar operando en la Unión Europea puede tener ventajas competitivas.

PROBABILIDAD BAJA:

- Convenios particulares con los gobiernos provinciales: dado que ACM Energy cuenta con variadas plantas de procesamiento en la provincia de Córdoba, es probable que haya más disposición de parte del gobierno provincial para ceder concesiones, para por mejorar la oferta de promociones industriales, lograr parques bajo ciertos regímenes especiales, etc.
- 

**7.2.1.4. DEBILIDADES**

		<b>DIFICULTAD DE FORTALECIMIENTO</b>	
		<b>ALTA</b>	<b>BAJA</b>
<b>DESVENTAJA RESPECTO DE LOS COMPETIDORES</b>	<b>ALTO</b>	*Crisis financieras globales que afecten multinacionales y no reciban ayuda de gobierno local  *Políticas de Estado cambiantes para empresas de capitales multinacionales	*Otros competidores tienen los mismos beneficios  *Otros competidores están en proceso de inversión en e.renovables
	<b>BAJO</b>	*Especulación en venta de tierras  *Especulación de competidores en inversiones similares	*Congestión de la línea de alta tensión que evite poder general al 100%  *Competir contra la construcción de una central de generación hidroeléctrica

Para **DESVENTAJA RESPECTO A LOS COMPETIDORES ALTA** se tiene estas opciones:

DIFICULTAD DE FORTALECIMIENTO ALTA:

- Crisis financieras globales que afecten multinacionales y no reciban ayuda de gobierno local: no se tiene certeza de cuándo y con qué tenor se producen por lo tanto es una incertidumbre en la magnitud y en el tiempo. En estos casos puede

haber una ayuda a empresas de capitales locales de parte del gobierno y no a las de origen multinacional.

- Políticas de estado cambiantes para las empresas de capitales multinacionales: similar al concepto anterior. En crisis o ciertos períodos particulares se intenta ayudar a empresas locales con beneficios impositivos y no así a las multinacionales.
- Inversión financiera con largos períodos de recupero: dado los altos costos iniciales en la instalación (aerogenerador, capacidad de transporte) la amortización del capital requiere un horizonte de tiempo de muy largo plazo (mínimo 10 años).

#### DIFICULTAD DE FORTALECIMIENTO BAJA:

- Otros competidores tienen los mismos beneficios: hay jugadores fuertes que pueden competir con instalación de parques similares y aumentar la demanda, bajando los precios de generación.
- Otros competidores están en proceso de inversión en energías renovables: ídem anterior

Para **DESVENTAJA RESPECTO A LOS COMPETIDORES BAJA** se tiene estas opciones:

#### DIFICULTAD DE FORTALECIMIENTO ALTA:

- Especulación en venta de tierras: las tierras bien ubicadas y con condiciones para instalar parques no son muchas dadas las múltiples condiciones que deben presentar y podría haber especulación en el proceso de adquisición.
- Especulación de competidores en inversiones similares: se entiende en la competencia por lugares, terrenos y fundamentalmente por la generación que competiría en la producción, transporte, etc.

#### DIFICULTAD DE FORTALECIMIENTO BAJA:

- Congestión de la línea de alta tensión que evite generar al 100%: las líneas que actualmente no están congestionadas y en el futuro reciban carga de futuros

parques a instalarse se verán en la necesidad de contar con líneas adicionales de refuerzo. Esto es una inversión del Estado y se estará pendiente de su capacidad y decisión de inversión.

- Competir contra la construcción de una central de energía hidroeléctrica: es una energía renovable que puede competir con los parques eólicos dependiendo de condiciones especiales que pueden provenir de beneficios impositivos. La competencia está en su precio muy bajo de operación pero la desventaja es el tiempo de ejecución de obra y el monto de inversión.

Analizando en forma conjunta las oportunidades, amenazas, fortalezas y debilidades se identifican una serie de situaciones que es conveniente tener en cuenta y que poseen una interrelación significativa.

### 7.2.1.5. MATRIZ DE CRUCE ESTRATÉGICO

La matriz de cruce estratégico intenta condensar las cuatro posibilidades del mercado para encontrar hallazgos importantes a través de un diagnóstico y tomar acciones que mejoren la situación.

MATRIZ DE CRUCE ESTRATÉGICO		FORTALEZAS			DEBILIDADES		
		Proyecto sólido	Imagen consolidada	Poder de importación	Crisis Financieras	Largo Plazo Recupero de Capital	Especulación de competidores
OPORTUNIDADES	Nueva Ley	1					4
	Aumento conciencia		5		2		
	Mercado de Bonos Verdes					3	
	Líneas descongestionadas	6					

AMENAZAS	Políticas de Estado cambiantes			7			
	Pesificación/ Congelamiento de tarifas					8	
	Mejores técnicas producción hidrocarburos	9					
	Aumento carga impositiva	10					

### 7.2.1.6. DIAGNÓSTICO Y CURSOS DE ACCIÓN RECOMENDABLES.

De la Matriz de Cruce estratégico se determinan los diagnósticos más salientes y se evalúan cursos de acción recomendables para el proyecto. Este método intenta minimizar riesgos o lo que es similar en Finanzas, las incertidumbres que se pueden presentar en la inversión. Además, se busca encontrar y llevar a cabo acciones eficaces que hagan exitoso el proyecto en estudio.

CRUCES	DIAGNÓSTICO	CURSO DE ACCIÓN RECOMENDABLE
N°1	Al tener una ley nueva y ser un proyecto estudiado esto le da solidez y consistencia a la inversión y deja poco margen de error con mínima incertidumbre.	Enfatizar a través de alguna herramienta de Marketing acerca de la predisposición de la Empresa a invertir en energía limpia lo que le dará mayor prestigio aún.
N°2	Con el aumento de la conciencia acerca de los beneficios de invertir en ER las crisis financieras que se pudieran producir no deberían tener tanta influencia.	Lograr apoyo gubernamental provincial/nacional con acuerdos a través de la cámara de comercio perteneciente al rubro de la Empresa para lograr estabilidad en el tiempo.
N°3	Si bien no se tendrá en cuenta en el desarrollo financiero de esta inversión, los bonos verdes ayudarán a bajar los plazos de recupero que son de por sí largos.	Analizar con posterioridad a la inversión inicial la tramitación de bonos verdes para lograr mejorar el período de recupero de la inversión.

<b>N°4</b>	Con la nueva ley, puede suscitarse una especulación en el mercado de competidores que comprometan o encarezcan la inversión inicial.	Repasar en un análisis exhaustivo todas las variables y componentes de la ecuación de la inversión para minimizar probabilidades de generación de distorsiones en la competencia especulativa.
<b>N°5</b>	El aumento de la conciencia social y a su vez la imagen consolidada del grupo, logran soportar a la Empresa y a sus productos en el mercado local e internacional.	Reforzar técnicas de Marketing resaltando estas cualidades de responsabilidad empresaria con el medio ambiente y la comunidad.
<b>N°6</b>	Líneas descongestionadas en la actualidad junto con un proyecto sólido dan un recupero de la inversión más acertado y de menor lapso de tiempo.	Aprovechar la oportunidad de inversión sin demoras en la instalación de la potencia plena, esto es instalar la totalidad de los aerogeneradores en su totalidad desde el primer momento (año 0) y evitar hacerlo en forma gradual.
<b>N°7</b>	Porque las políticas suelen cambiar y restringir las importaciones de bienes es necesario aprovechar el poder de importación del grupo económico que tiene excedentes de bienes exportables.	Preparar documentación pertinente de exportaciones por año del grupo para presentar ante Aduana junto con el listado de equipos con necesidad de importar para realizar el proyecto para lograr acelerar el trámite.
<b>N°8</b>	Puede ocurrir una pesificación/ congelamiento de las tarifas de EE y esto disminuye el precio en dólares de la energía convencional afectando el período de recupero inicialmente calculado.	Se refuerza el argumento de invertir inicialmente toda la potencia a instalar para obtener más beneficios desde el momento inicial en que habrá más ganancia en dólares.
<b>N°9</b>	Si las técnicas de producción de hidrocarburos mejoran, los precios de energía convencional bajan. Al ser un proyecto sólido no hay incertidumbres en la inversión.	Intentar generar un contacto con el gobierno provincial para lograr obtener beneficios impositivos adicionales.
<b>N°10</b>	Si se produce un aumento de carga impositiva aunque el proyecto sea sólido, no se cuenta con márgenes de ganancias amplios por lo tanto se verá afectado el proyecto.	Acción similar a la propuesta anteriormente en aras de lograr similar objetivo.

De las acciones propuestas se identifica que la inversión completa de la instalación de los seis aerogeneradores será una buena oportunidad de minimizar costos y comenzar a producir tempranamente la totalidad de la energía requerida, aunque esta por ley sea el máximo de 20% de la energía total para el 2025.

Los costos de inversión se minimizan al instalar las seis torres por los siguientes motivos:

- El proceso de fabricación de más unidades conviene al fabricante y ofrece una rebaja del precio
- El traslado terrestre a puerto, el traslado marítimo por buque y el posterior traslado terrestre desde el puerto a la provincia de Córdoba implica un dispositivo especial de tránsito con un costo elevado dado que son camiones de gran porte y deben ser controlados y llevar personal de apoyo y control.
- El montaje de las torres se abarata por tener a todo el personal en el lugar, evitando posteriores traslados, revisiones médicas, controles administrativos. El trabajo se hace de una sola vez.
- La contratación de grúas y equipos de izamiento se hace de una sola vez y se evitan traslados duplicados.
- Las bases de hormigón armado y la obra civil en general, se abarata con el personal trabajando en forma continua. La entrega de hormigón, los suministros, asfalto etc. se abaratan ostensiblemente.
- Ídem para la compra de tableros eléctricos y transformadores dado que se compra más volumen de equipos y conviene al fabricante. El traslado de los mismos es similar al de las torres, el costo se abarata.
- La ingeniería, el personal de supervisión de montaje, los permisos de obra, etc. se hace una sola vez.

Con respecto a la generación de energía, según tabla de Figura N°27, para el año de finalización de la obra que será el 2022 el porcentaje de cumplimiento debe ser 15,4 KW de potencia, cubriéndose este porcentaje con cuatro torres. Pero instalando seis se lograría un ahorro en el costo diferencial de precios (ver Figura 10 de apartado 7.3.6. ) y se mejora el plazo de recupero de la inversión.

### **7.3. DETERMINACIÓN DE DATOS GENERALES DEL PROYECTO**

A continuación se presentan los criterios empleados para la selección del proyecto que se detallan en el presente informe respecto al relevamiento inicial propuesto y se presenta la selección y cálculo de las variables técnicas a presupuestar.

### 7.3.1. FACTOR DE CAPACIDAD (%)

Se estipula como un Factor de Capacidad (FC) razonable para que el proyecto sea viable un FC que ronde en 50%. Con el valor de incertidumbre asignado a cada caso se diferencian aquellos proyectos que tienen una campaña de medición de al menos un año. De acuerdo al valor de mediciones de 1 año en el área seleccionada se estima que el promedio de valores se ajusta a la realidad y se produce el conforme del sitio.

El valor promedio medido y estudiado como real es FC: 47,58

### 7.3.2. LOCALIZACIÓN

Se prevé ubicar el Parque Eólico Laboulaye próximo a la intersección de la RN7 con la RP4 en las inmediaciones de la Localidad de Laboulaye, en la Provincia de Córdoba. El predio posee una superficie de 3.223 hectáreas. Su localización se presenta a continuación en las figuras N°25 y N°26.

Figura N°25: Foto Satelital de la localización del predio. Fuente: Google Maps.

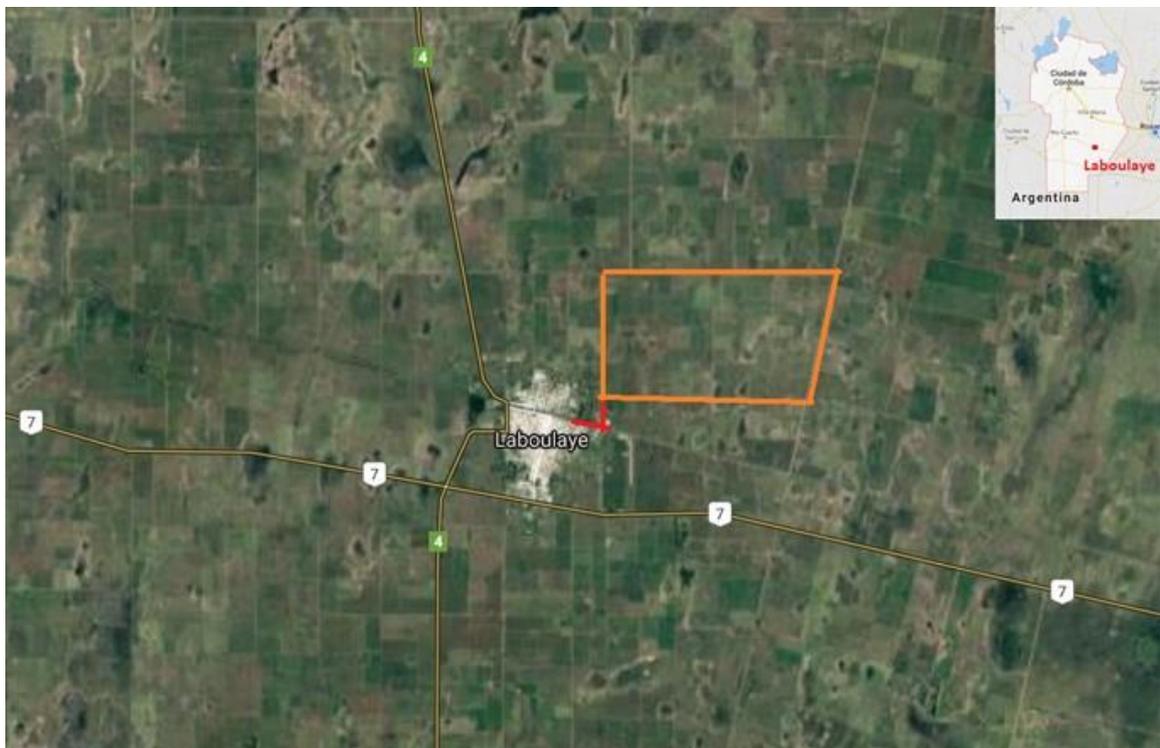
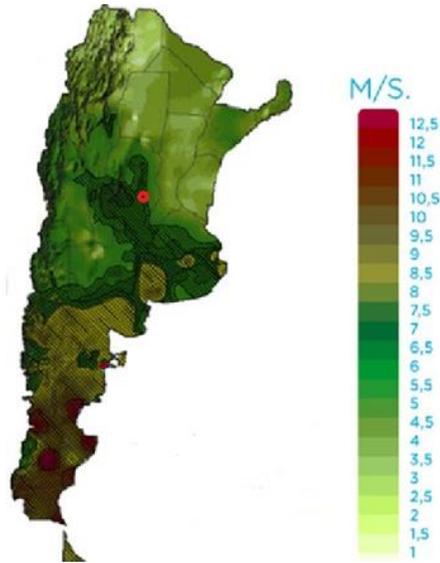


Figura N°26: Mapa de Vientos R.Argentina y Localización del Predio. Fuente: Genneia.



### 7.3.3. TERRENO

El terreno seleccionado se ajusta en un todo al criterio de elección tanto por el Factor de Capacidad requerido que hace viable la inversión como también por aquellos aspectos de impacto importante en los costos del proyecto:

- Fácil acceso por rutas: lo que facilitará la circulación de vehículos varios durante la construcción, la operación y los trabajos de mantenimiento posteriores.
- Se cuenta con una línea de alta tensión muy cercana que hace muy sencilla la conexión con el parque y no es necesaria la construcción de una línea de alta tensión nueva.
- Adicionalmente, la misma presenta un factor de tránsito relativamente descongestionado que permitirá un grado operativo del 100% de la capacidad instalada del parque.

De acuerdo a estos factores concomitantes se describe la inversión basada en este punto de localización adoptándose como una extensión de la adquisición, la superficie de 65 hectáreas dentro del área.

El cálculo de la extensión del predio es de acuerdo a la potencia eléctrica establecida para la instalación del parque (ver apartado 7.3.6.) que se ha determinado en 20,7 MW y en consecuencia del número de aerogeneradores preseleccionados. Es un valor

aceptado en este tipo de construcciones la proporción de 2 hectáreas de terreno por MW de potencia a instalar, por lo tanto, se tiene como base 40 hectáreas. Para futuras ampliaciones de nuevas instalaciones de torres se considera razonable adicionar 50% más de terreno, por lo que se llega a 60 hectáreas. Considerando las áreas de servicio, área de transformadores, de conexión de líneas, oficinas, ingreso, etc. requeridas, se adicionan 5 hectáreas más. Total superficie esperada para el terreno a adquirir son 65 hectáreas.

#### **7.3.4. DISTRIBUCIÓN**

Respecto de la distribución de los aerogeneradores, la agrupación de los mismos en parques eólicos implica extensiones de terrenos importantes y de determinada manera, pues es necesario disponer de una separación suficiente entre las torres. En estos casos sería ideal alinear las máquinas eólicas en dirección perpendicular al viento dominante, formando una única fila. Sin embargo, en ocasiones, esto no es posible, y se establecen varias hileras una detrás de otras. Cada aerogenerador ralentizará el viento tras de sí al obtener energía de él para convertirla en electricidad. Por tanto, lo ideal es en definitiva poder separar las turbinas lo máximo posible en la dirección viento dominante.

Pero, por otra parte, el coste del terreno y de la conexión de los aerogeneradores a la red eléctrica aconseja instalar las turbinas más cerca unas de otras. De esta manera, la distribución más interesante y que se adoptará en este proyecto es la denominada al tresbolillo ya que la estela dejada por un aerogenerador en esta distribución, afecta lo menos posible a los que se sitúan detrás.

Con el fin de evitar el flujo turbulento provocado por las estelas, la separación entre aerogeneradores de la misma fila debe establecerse entre 3 y 5 diámetros de rotor. De igual forma, la separación entre filas, debe marcar una distancia de entre 5 y 9 diámetros de rotor, todo en función de la rosa de los vientos, la distribución de Weibull y la rugosidad en las diferentes direcciones, se puede calcular la pérdida de energía debida al apantallamiento entre aerogeneradores. La pérdida energética típica es de alrededor del 5%.

#### **7.3.5. INTERCONEXIÓN**

El Parque Eólico Laboulaye (PEL) se conectará al Sistema Argentino de Interconexión (SADI) mediante la interconexión en barras de 66kV de la Subestación Laboulaye. Para ello, se construirá la Estación Transformadora Parque Eólico Laboulaye (ET PEL), que elevará la tensión del tendido interno del parque de 33kV a 66kV. Desde la ET PEL se prevé tender una línea enterrada en 66kV de 450m de longitud aproximadamente hasta llegar a la Subestación Laboulaye, como se observa en la Imagen N°26, traza color rojo.

### **7.3.6. POTENCIA A INSTALAR**

A continuación, se realizará la selección de todos los parámetros técnicos del proyecto partiendo del dato de consumo anual de energía que tiene el grupo ACM Energy.

Consumo anual de Energía Eléctrica del Grupo ACM = 400.000 MWh

Se trata de la energía eléctrica consumida por las diferentes plantas de procesamiento del grupo en distintas regiones y zonas del país, pero en general y la mayoría de ellas se encuentra en las provincias de Córdoba, sur de Santa Fe y oeste de Buenos Aires, es decir la zona de mayor industrialización del país y también la de mayor consumo eléctrico.

El cálculo de consumo se realizó considerando que se trata de plantas de proceso continuo, trabajando las 24 horas del día, los 365 días del año sin interrupciones. El valor estipulado es el valor medio del consumo histórico de los últimos tres años de trabajo. De esta manera el cálculo es bien holgado y no deja márgenes de errores.

De acuerdo a los Objetivos Obligatorios del decreto reglamentario de la ley, se describen los respectivos porcentajes para cada año de trabajo y así se obtienen los valores de energía renovables a ser consumidos (Energías Renovables MWh/ año).

La Demanda Promedio (MW) de energía renovable se obtiene de dividir la energía de un año por 365 días/año por 24 horas /día. Ejemplo: año 2020, Energía Renovable requerida son 48.000 MWh/año y la Demanda Promedio es 5,48 MW.

Figura N°27: Objetivos Obligatorios ACM Energy. Fuente: datos propios de la Empresa ACM.

### Objetivos Obligatorios para ACM Energy

Consumo Annual de Energía = 400.000 MWh

- El Consumo se considera por el número de CUIT
- Consumo = compras netas + autogeneración

Año	2018	2020	2022	2025
Objetivos Obligatorios	8%	12%	16%	20%
Energías Renovables (Mwh/ año)	32.000	48.000	64.000	80.000
Demanda Promedio (MW)	3,7	5,48	7,30	9,14
Factor de Disponibilidad del Viento	47,58%	47,58%	47,58%	47,58%
Capacidad de Generación del Viento (MW)	7,78	11,52	15,34	19,21

Pero como el Factor de Disponibilidad del viento en el área seleccionada es 47,58% (esto es del 100% del tiempo en un año sólo el 47,58% hay viento adecuado de manera disponible) por lo tanto se necesita un porcentaje mayor de potencia a instalar para la generación. Siguiendo con el ejemplo en el año 2020, al tomar la Demanda Promedio de 5,48 MW y hacer el cociente por 0,4758 se obtiene una potencia a instalar de casi el doble, como es lógico deducir, de 11, 52 MW.

Resumiendo, para el año 2025, la Capacidad de Generación por el Viento en MW de torres aerogeneradores debe ser por cálculo de 19,21 MW. Por lo tanto se define que la potencia mínima requerida teórica a instalar serán 19,21 MW, pudiendo hacer un redondeo en la Potencia Requerida (PR) = 20 MW.

Aclaración: si bien por ley recién en el año 2025 se requerirá esta potencia, la decisión en este análisis de inversión será instalar desde el primer año de funcionamiento la totalidad de la potencia y se desecha la inversión escalonada. Esto surge del Análisis FODA de apartado 7.5.2. Además se logran ahorros importantes tanto en la compra (por mayor cantidad de unidades) como en el traslado y el montaje. Dado que se necesitan grúas y equipos de gran porte cuyo traslado por ruta es muy costos, todos estos costos se licúan al hacerlo de una sola vez.

## 7.4. ESTUDIO TÉCNICO DEL PROYECTO

### 7.4.1. BALANCE DE EQUIPOS

A continuación, se detallarán todos los activos físicos mínimos necesarios para cumplimentar los objetivos de la inversión y para asegurar el correcto funcionamiento del proyecto. Se han seguido los lineamientos del libro de Proyectos de Inversión<sup>44</sup>.

Los principales equipos o componentes de la inversión son las torres aerogeneradores. Desde el punto de vista tecnológico y de acuerdo a lo investigado en el mercado y recomendaciones de los ingenieros proyectistas, las torres aerogeneradores de mejor acceso para la adquisición y de óptimo rendimiento ya probado en otros parques en servicio son marca VESTAS fabricadas en Dinamarca. Este fabricante ha estado en el negocio desde 1979 y tiene una fuerte reputación en cuanto a calidad, cumplimiento de plazos de entrega y respuesta postventa.

El modelo para esta aplicación es siguiente:

- Aerogenerador V126 3.45MW, producción de Vestas Wind Systems A/S.

Algunas características de este modelo de aerogenerador son (ver en Anexo IV folleto técnico):

- Potencia nominal de generación: 3,45 MW
- El diámetro del rotor del VESTAS V126-3.45 es de 126 m. El área del rotor es de 12.469 m<sup>2</sup>. El aerogenerador está equipado con 3 palas de rotor.
- Los aerogeneradores empiezan a funcionar cuando el viento alcanza una velocidad de 3 a 4 metros por segundo, y llega a la máxima producción de electricidad con un viento de unos 13 a 14 metros por segundo. Si el viento es muy fuerte, por ejemplo de 25 metros por segundo como velocidad media durante

---

<sup>44</sup> SAPAG CHAIN, N. (2011). Proyectos de Inversión: Formulación y evaluación. 2ª edición. Ed. Pearson Educación, Chile.

10 minutos, los aerogeneradores se paran por enclavamientos automáticos por cuestiones de seguridad.

- El aerogenerador Vestas<sup>45</sup> V126-3.45 está equipado con una caja de cambios spur/planetary. La caja de engranajes tiene 3 etapas. El fabricante de la transmisión es Vestas. A la frecuencia de la red, el V126-3.45 está en 50 Hz. En la construcción de la torre, el fabricante utiliza steel tube / hybrid. Como protección anticorrosiva para la torre, posee una pintura especial para ambientes marinos.

La cantidad de 6 (seis) aerogeneradores está determinada en el apartado TAMAÑO.

Figura N°28: Cuadro de Balance de Equipos.

USD miles

Balance de Equipos						
Ítem	Cantidad (unidades)	Costo Unitario (u\$s)	Costo Total (u\$s)	Valor Útil (años)	V.Liquidación (u\$s)	Ingreso Total (u\$s)
Aerogeneradores*	6	3.205	19.230	25	100	600
Transformadores eléctricos	2	90	180	20	5	10
Conductores eléctricos	450 m	0,65	293	35	-	10
Equipos de Comando Eléctrico	2	123	246	20	2	4
Reguladores de tensión	2	58	116	20	1	2
Tableros de Comando	1	350	350	20	20	20
Tableros de Fuerza	1	203	203	20	20	20
Torre de Meteorología	1	10	10	10	0,5	0,5

\* Incluye montaje mecánico dentro del precio del equipamiento

De la ingeniería básica eléctrica se define la configuración, tamaño, tipo, de todo el equipamiento y componentes eléctricos en la planilla de balance de equipos. Los equipamientos son construidos y certificados por empresas internacionales bajo norma IEC<sup>46</sup> estandarizada.

<sup>45</sup> VESTAS. Modelos de Turbinas Aerogeneradores. Fecha de consulta [8/6/2020]

<https://es.wind-turbine-models.com/turbines/1249-vestas-v126-3.45>

<sup>46</sup> IEC. International Electrotechnical Commision. Fecha de consulta [8/6/2020]

<https://www.iecee.org/>

En cuanto al cálculo de los conductores eléctricos se tuvo en cuenta la dimensión de la red interna en media tensión y las conexiones a las subestaciones con sus distancias y longitudes aproximadas.

#### **7.4.2. BALANCE DE OBRAS FÍSICAS**

Para lograr el funcionamiento de un parque eólico es preciso saber que junto a la parte visible de la torre y las palas del rotor, existe un conjunto de elementos auxiliares que se engloban en lo que en inglés se conoce como BOP<sup>47</sup> (Balance of Plant) y se utiliza normalmente en los presupuestos y balances contables de este tipo de inversiones. Esa es la razón por la que se incluye en este trabajo la terminología específica para este tipo de proyectos.

Generalmente, es frecuente que al construir un parque eólico, el fabricante de los aerogeneradores sea el encargado de instalarlos y que esté incluido en su precio de venta del equipo como se confirmó en el apartado anterior.

El resto de tareas necesarias para el funcionamiento en lo que hace a construcciones y obras y trabajos de ingeniería civil del sistema es lo que constituye el BOP Civil. Los principales componentes del BOP Civil son los caminos de acceso a los aerogeneradores; las plataformas de montaje (que han de ser lo bastante grandes como para situar una grúa que pueda levantar los aerogeneradores), o las fundaciones o cimientos de los aerogeneradores, las salas de transformadores, sala de tableros, oficinas, etc.

De gran importancia es la infraestructura eléctrica, que comprende las líneas de alta tensión para la conexión a la red de transporte o de distribución, las subestaciones eléctricas que ajustan la tensión para que se pueda transportar la electricidad; la red de distribución, que incluye los trabajos de apertura y tapado de zanjas, el tendido de cables

---

<sup>47</sup> BOP. Balance of Plant. Fecha de consulta [8/6/2020]

<https://www.accion-energia.com/es/salaprensa/noticias/2019/marzo/bop-excelencia-desde-los-cimientos/>

y conexiones y la señalización. Finalmente, el concepto de BOP Eléctrico también incluye la ingeniería de todos los elementos anteriores, tanto para el diseño como para la adecuación a las redes existentes, y, en ocasiones, la obtención de los permisos, los trámites legales, acuerdos con propietarios de terrenos, compromisos de paso, etc. Para este proyecto y según las presupuestaciones, los costos son aproximadamente, un 60 % correspondiente a la obra civil y el otro 40 % se dedica al equipamiento e instalación eléctricos.

La diversidad de partes que intervienen en un parque eólico determina en gran manera la planificación de un proyecto BOP. Así, es preciso conocer los plazos críticos para la obra y realizar la planificación de las tareas en función de los mismos: los compromisos legales y económicos del promotor del parque, los plazos de entrega de los aerogeneradores y de los diferentes elementos de la infraestructura eléctrica, es decir, de las líneas de alta tensión, las subestaciones, centros de seccionamiento y la infraestructura de media tensión.

Complementariamente a lo mencionado, se dispone de estudios Geotécnicos realizados a 22 metros de profundidad para la determinación de la resistencia del suelo. En base a los resultados obtenidos se prevén fundaciones de tipo pilotadas (pilotes enterrados). En el costo de 'Construcción de Bases' se incluye el costo de montaje previo de pilotes. Los estudios Geotécnicos son incluidos en la tabla de Balance de Obras Físicas, Estudios y Montajes.

Los Estudios de Ingeniería Civil están principalmente basados en los estudios Geotécnicos para el cálculo de bases y de acuerdo a las velocidades máximas históricas del viento actuado sobre las palas del aerogenerador. Igualmente, los aerogeneradores poseen un sistema de seguridad de corte y bloqueo automático de giro de palas que impiden llegar a estos valores de sobre esfuerzo cuando las velocidades exceden la velocidad límite permitida para el diseño del mismo porque pueden causar daños en las transmisiones mecánicas, estructura, y en los componentes eléctricos rotatorios.

Con respecto a los caminos, se dispone de un prediseño del trazado de caminos internos y plataformas de montaje de acuerdo a las exigencias del fabricante de los

aerogeneradores. Los caminos internos son para atención de los aerogeneradores y responden a un lay-out<sup>48</sup> simplificado.

La sala de comandos es donde opera eventualmente el personal que controla el funcionamiento, realiza mediciones, toma datos remotos, etc. y el rubro especificado como tal incluye además salas de reuniones, recepción, baños, servicios, etc.

Las sala de tableros y transformadores tienen la superficie necesaria para los equipos seleccionados con plateas de hormigón para futuras ampliaciones y/ o agregado de otras salas.

Respecto del montaje mecánico, se refiere al montaje de las columnas y el posterior ensamble de palas, todo por medio de grúas a alto porte cuyo costo se incluye en el presupuesto. Además, están incluidos también los costos de trabajos de lubricación de componentes mecánicos. El costo total del rubro montaje mecánico está incluido en un todo en el precio de venta de los equipos aerogeneradores por lo tanto en la planilla de costos figura con costo cero.

La supervisión y la mano de obra para la puesta en marcha de los aerogeneradores también está incluida en el precio de los aerogeneradores porque todo el personal técnico especializado pertenece a la empresa fabricante. Los viáticos también se han incluido.

---

<sup>48</sup> LAY-OUT: Diseño, distribución, disposición, trazado. Fecha de Consulta [17/6/2020].

<https://www.linguee.es/ingles-espanol/traduccion/layout.html>

Figura N°29: Cuadro de Balance de Obras Físicas, Estudios, Montajes.

USD miles

Balance de Obras Físicas, Estudios, Montajes					
Ítem	Unidad de Medidas	Especificación Técnica	Tamaño Total	Costo Unitario (u\$s)	Costo Total (u\$s)
Estudios Geotécnicos	c/u	De acuerdo a pliego	-	8	8
Estudios Ingeniería Civil	c/u	De acuerdo a pliego	-	22	22
Construcción bases*	m2	Hormigón armado	7536 m2	2,46	1.853
Caminos Internos*	Km	Asfalto reforzado	2,2 Km	318	700
Construcción Salas de Comando*	m2	Estructura de Hormigón	500 m2	2	1.000
Construcción Salas de Tableros*	m2	Estructura de Hormigón	250 m2	2	500
Montaje Mecánico	c/u	Incluido en precio aerogen.	-	0	0
Montaje Eléctrico	c/u	Especificación Técnica	-	1500	1.500
Equipos Eléctricos	c/u	Trafo, tableros de comando	1487		1.398
Ingeniería y Supervisión de obra	c/u	Especificación Técnica	-	757	615
Gastos Generales	c/u	Variedad de Gastos	-	400	200
Imprevistos	c/u	Sin Especificación	-	757	700

\*Incluye mano de obra en el monto

Del Cuadro 'Balance de Obras Físicas' se presentan agrupados los costos del BOP Civil y BOP Eléctrico que luego nutrirán la planilla del cálculo del VAN.

Figura N°30: Cuadro de Costos BOP Civil y BOP Eléctrico.

Ítem	1	Especificación Técnica	Tamaño Total	Costo Unitario (u\$s)	Costo Total (u\$s)
Estudios Geotécnicos	c/u	De acuerdo a pliego	-	8	8
Estudios Ingeniería Civil	c/u	De acuerdo a pliego	-	22	22
Construcción bases*	m2	Hormigón armado	7536 m2	2,46	1.853
Caminos Internos*	Km	Asfalto reforzado	2,2 Km	318	700
Construcción Salas de Comando*	m2	Estructura de Hormigón	500 m2	2	1.000
Construcción Salas de Tableros*	m2	Estructura de Hormigón	250 m2	2	500
<b>BOP Civil</b>					<b>4.083</b>
Montaje Eléctrico	c/u	Especificación Técnica	-	1500	1.500
Equipos Eléctricos	c/u	Trafo, tableros de comando	1487		1.398
<b>BOP Eléctrico</b>					<b>2.898</b>

### 7.4.3. BALANCE DE PERSONAL

Dada la tecnología cada vez más superadora en cuanto a control, monitoreo y seguimiento del funcionamiento de las torres eólicas, los modelos VESTAS de aerogenerador cuentan con una gama de sensores e instrumentación instalada en cada una de sus partes constitutivas que hacen posible el control y monitoreo a distancia observando siempre un trabajo seguro y evitando o previniendo eventos de proceso que puedan perjudicar la operación, dañar los componentes, el equipamiento, la instrumentación, etc. del mismo o producir accidentes a personas o instalaciones.

Todas las fallas que se pudieran producir en los componentes (sean estos eléctricos, mecánicos o hidráulicos) serán detectadas de manera temprana y una acción será tomada, en un primer paso dando alarma y en segunda instancia parando la operación (se denomina falla a modo seguro). Estas seguridades y controles hacen que el Mantenimiento de los equipos se circunscriba al campo del Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Predictivo, actividades éstas que se efectúan por empresas tercerizadas especialistas en el tema. Las mismas también efectúan controles y chequeos anuales, realizan cambios de lubricantes, repuestos de reemplazo periódico como filtros, elementos de desgaste, escobillas de contacto eléctrico, etc.

Y si existe una emergencia, la cuadrilla de operarios concurre al lugar luego de detectada la falla, pero este servicio también es tercerizado y contratado. Por lo tanto el personal de trabajo pertenece a un servicio externo por contrato y en el parque no permanece ningún operario en forma estable. Esto hace que los puestos de trabajo sean prácticamente un Gerente Operativo y un Gerente Administrativo con auxiliares administrativos.

Es decir, no hay personal efectivo perteneciente a la Compañía en el parque porque está tercerizado en su totalidad.

El técnico de Mantenimiento es el que administra todos los servicios y supervisa stock de repuestos e insumos.

Figura N°31: Cuadro de Balance de Personal.

Balance de Personal			u\$s
Cargo	Número de Puestos	Remuneración Mensual Unitaria	Remuneración Mensual Total
Gerente Operativo	1	2.000	2.000
Gerente Administrativo	1	1.800	1.800
Técnico de Mantenimiento	1	1.000	1.000
Auxiliar Administrativo	1	900	900
Total Mensual			5.700
Total Anual			74.100

Las funciones del Gerente Operativo son también además de las cuestiones de la operación en sí, los contactos con las Empresas proveedoras de servicios, las

compañías distribuidoras de energía (como CAMMESA por ejemplo) y otras empresas así como también mantener el nexo con la central de ADM Energy.

Por su parte las funciones del Gerente Administrativo son las de auditar los registros de producción, responsable en tareas de Seguridad de Patrimonio, supervisar las tareas de pagos de impuestos, servicios, compras, etc. que realiza el auxiliar administrativo.

Estos costos son fijos y aparecen en el tabla del VAN como ítem Costos Incrementales Fijos.

#### 7.4.4. BALANCE DE INSUMOS

El listado de insumos se puede dividir en los siguientes rubros:

- insumos industriales, como aceites lubricantes, hidráulicos y grasas e insumos para salas, oficinas y dependencias.
- Insumos de limpieza para oficinas y salas
- Insumos de limpieza para tableros eléctricos, solventes dieléctricos, baterías, etc.

Figura N°32: Cuadro de Balance de Insumos.

Balance de Insumos				
Insumo	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario (u\$s)	Costo Total (u\$s)
Aceite hidráulico	litros	100	5	500
Aceites lubricantes	kilogramos	150	5	750
Gasoil para generador emergencia	litros	200	2	400
Kit elementos de seguridad personal (guantes, etc.)	unidad	10	10	100
Agua Destilada	litros	50	1	25
Kit elementos de limpieza oficinas y salas	unidad	1	800	800
Solventes de limpieza industriales (dieléctricos)	litros	100	2	200
Baterías iluminación emergencia	unidad	1	1.000	1.000
Baterías central alarma	unidad	1	800	800
Kit de insumos de cocina	unidad	1	500	500
Cloro y otros componentes sistema agua	litros	50	1	50
Kit Insumos plaga, roedores, etc.	unidad	1	300	300
Total Mensual				4.800
Total Anual				57.600

Estos costos son variables y aparecen en la tabla del VAN como ítem Costos Variables.

#### 7.4.5. TAMAÑO

Del apartado 7.3.6. POTENCIA A INSTALAR se determinó que la potencia teórica necesaria a instalar será de 20 MW, derivado del análisis del consumo máximo promedio de ACM Energy en el período de un año. De acuerdo a ello y dadas las características del modelo de aerogenerador seleccionado cuya potencia es 3,45 MW por cada equipo, serán necesarios entonces 6 (seis) unidades.

Para determinar el Tamaño del proyecto y dada las características del aerogenerador, se selecciona para El Parque Eólico Laboulaye (PEL) la implantación de seis (6) aerogeneradores (WTG, wing turbine generator) marca VESTAS modelo V126 3.45MW de 87m de altura de buje, totalizando una potencia a instalar de 20.7MW.

#### 7.4.6. DETALLE DE LAS INVERSIONES.

Las inversiones de este proyecto están compuestas por el costo de seis aerogeneradores, BOP Civil, BOP Eléctrico, Ingeniería y Supervisión, Gastos Generales Imprevistos, más la compra del terreno cuyo costo figura separado del CAPEX.

El total de la inversión representa la suma de **U\$S 28.626.065**.

Figura N°33: Cuadro de Inversión.

		INV X MW		Laboulaye	
<u>Inversión Total CAPEX</u>	USD miles	27.726	1.339	Número de Aerogeneradores	6
<u>Compra del Terreno</u>	USD miles	900	43,5	Costo del Proyecto	0
<u>Honorarios Profesionales</u>				Factor Produccion P-50	47,6%
Honorarios Legales Estructuración	USD miles	0	0,0	WTGs COMISIONADOS	19.229.833
Honorarios de Estructuración Financiera	USD miles	0	0,0	BOP CIVIL	4.083.232
Honorarios y Comisiones Financiamiento	USD miles	0	0,0	BOP ELÉCTRICO	2.898.000
<u>Capital de Trabajo</u>	USD miles	0	0,0	INGENIERÍA & SUPERVISIÓN	615.000
<u>Gastos Pre-Operativos</u>	USD miles	0	0,0	GASTOS GENERALES	200.000
				IMPREVISTOS	700.000
<b>Total Inversión</b>	<b>USD miles</b>	<b>28.626</b>	<b>1.383</b>	<b>Total CAPEX</b>	<b>27.726.065</b>
				Potencia a instalar	20,70
				USD X MW a instalar	1.339,423

BOP Civil son todas las obras civiles y de construcción y BOP Eléctrico son las obras eléctricas, ya explicado en párrafos anteriores.

Donde WTG<sup>49</sup> (Wind Turbine Generator) acrónimo en inglés que significa generador de turbina eólica y aparece así en la terminología corriente y en las planillas de cálculo. Por los tanto ese ítem referencia al precio total de compra de los aerogeneradores.

CAPEX<sup>50</sup> es la abreviatura de capital expenditure, lo que en castellano se traduce en gasto en capital y se define como la inversión en capital o inmovilizado fijo que realiza una compañía ya sea para adquirir, mantener o mejorar su activo no corriente.

## **7.5. CÁLCULO Y ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD**

Para determinar la rentabilidad económica de este proyecto y dada la gran cantidad de variables que condicionan su resultado se han definido en el apartado 7.2. ANÁLISIS DE ESCENARIOS los probables escenarios que pueden concretarse en el período a invertir y se han acotado en forma precisa de tal manera de poder, en base a los mismos, hacer el cálculo de la rentabilidad.

### **7.5.1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Para evaluar el proyecto, se compara si mediante distintos instrumentos el flujo de caja proyectado permite al inversionista obtener la rentabilidad deseada además de recuperar la inversión. Los métodos utilizados más comunes son: tasa de rendimiento requerida (TRR), valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR), período de recupero de la inversión, análisis de sensibilidad y valor de desecho, entre otros.

#### **7.5.1.1 TASA DE RENDIMIENTO REQUERIDA (TRR)**

La TRR representa el costo de oportunidad que tiene el inversor respecto al capital comprometido en la inversión. Para su cálculo se utilizó el Modelo de Valoración de

---

<sup>49</sup> WTG. Wind Turbine Generator. Fecha de consulta [15/6/2020]

<https://en.wiktionary.org/wiki/WTG>

<sup>50</sup> CAPEX. Capital Expenditure. Fecha de consulta [15/6/2020]

<https://economipedia.com/definiciones/capex.html>

Activos Financieros (CAPM)<sup>51</sup>. Este vincula linealmente la rentabilidad de cualquier activo financiero con el riesgo de mercado de ese activo.

Su fórmula es:  $TRR = R_f + (R_m - R_f) * \beta$

Para el cálculo de la tasa libre de riesgo ( $R_f$ ) se seleccionó el bono BONAR 2046 EXTERIOR L.NY<sup>52</sup>.

- Símbolo: AA46EXT
- Emisor: Gobierno nacional.
- Moneda de emisión: dólares.
- Fecha de emisión: 04/06/2019
- Fecha de vencimiento: 22/04/2046
- Forma de amortización: al vencimiento.
- TIR anual: 7,32%
- Duración (años): 26

---

<sup>51</sup> CAPM (Capital Asset Pricing Model) es un modelo propuesto por el Profesor William Sharpe para estimar el precio de un activo de capital (una acción por ejemplo), de acuerdo al riesgo del mismo. El modelo es una extensión de la teoría de portafolio de Harry Markowitz (publicado por primera vez en 1952 y actualizado en 1959), y fue el resultado del trabajo de tesis doctoral de Sharpe (Universidad de California), como sugerencia del propio Markowitz

<sup>52</sup> PUENTE MERCADOS. [Fecha de consulta: 15/7/2020]

<https://www.puentenet.com/cotizaciones/bonos/argentina>

Con respecto al Beta de la industria, la misma se obtuvo de la página del profesor Damodaran<sup>53</sup> en la categoría de países emergentes y en el sector de Energías renovables (Green & Renewable Energy) que da una Beta= 0.89, medida en promedio en 108 empresas.

Para obtener el rendimiento del mercado (Rm) se tomó como base el índice Merval<sup>54</sup> ya que es el más difundido del mercado accionario argentino. Mide el valor en pesos de una canasta teórica de acciones seleccionadas de acuerdo a su liquidez. El índice está compuesto por una cantidad nominal fija de acciones de distintas empresas cotizantes comúnmente conocidas como empresas líderes. Las acciones que componen el índice Merval cambian cada tres meses cuando se procede a realizar el cálculo de esta cartera teórica sobre la base de la participación en el volumen negociado y en la cantidad de operaciones de los últimos seis meses<sup>55</sup>

El promedio de inflación esperada para los próximos años se obtuvo utilizando información del Relevamiento de Expectativas de Mercado (REM) del BCRA<sup>56</sup>. La previsión de inflación de los analistas para los próximos 12 meses también se incrementó, ubicándose en 52,5% i.a. (+1,5 p.p. respecto del mes pasado), mientras que la inflación interanual proyectada para los próximos 24 meses -la variación esperada entre julio de 2021 y junio de 2022- se eleva a 41,5% (+4,1 p.p. por encima del REM previo).

---

<sup>53</sup> DAMODARAN, A. Data: Current. Lever and Unlever Betas by Industry. [Fecha de Consulta: 13/7/2020]

<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

<sup>54</sup> INDICE MERVAL. Fecha de consulta: 15/7/2020]

[https://www.estadisticasbcra.com/indice\\_merval](https://www.estadisticasbcra.com/indice_merval)

<sup>55</sup> MDPBURSATIL. Índice Merval. [Fecha de consulta: 15/7/2020]

<https://www.mdpbursatil.com.ar/especie.aspx?especie==IMERVAL>

<sup>56</sup> REM. Relevamiento de Expectativas de Mercado [Fecha de consulta: 15/7/2020]

<http://www.bcra.gov.ar/Pdfs/PublicacionesEstadisticas/REM200630%20Resultados%20web.pdf>

<b>Rm</b>	14,9212
<b>Rf</b>	0,0732
<b>Beta</b>	0,89
<b>Rm neto de inflation</b>	11,736

Aplicando los datos nombrados anteriormente a la fórmula de CAPM se obtiene:

$$10,45 = 0,0732 + 0,89 (11,736 - 0.0732) \text{ TRR REAL}$$

$$12,71 = 0,0732 + 0,89 (14,92 - 0.0732) \text{ TRR NOMINAL}$$

### 7.5.1.2. VALOR ACTUAL NETO

Se recuerda que para ganar por sobre la inversión inicial realizada con la tasa de retorno exigida para un proyecto dado el resultado del Valor Actual Neto (VAN) debería ser mayor que 0. En otras palabras, la diferencia entre el valor de un proyecto y su coste es su valor actual neto, es decir que se está buscando un valor positivo del VAN para asegurar que el proyecto es viable. Sin embargo, esta herramienta financiera debe ser complementada por otras herramientas para tener una interpretación cabal de la inversión.

Figura N°34: Cuadro de Datos Generales.

<b>Proyecto Estudiado</b>		<b>Parque Eólico Laboulaye</b>
Aerogenerador: Marca/Modelo		VESTAS V126 3,45
Número de Aerogeneradores	Unid	6
Potencia Unitaria	MW	3,45
Potencia a Instalar:	MW	20,70
Fecha Comienzo de Obra		abr-21
Fecha Fin de Obra		oct-22
Fecha Comienzo de Operaciones		oct-22
Período de ejecución de la obra		18 meses

Figura N°35: Cuadro Comparativo de Precios Energía Renovables (PPA) y Proyección de Precios de Energía Convencional.

<u>Proyecciones Precios Energía Renovables a través de un PPA</u>				<u>Proyecciones Precios Energía Convencional</u>			
<u>Alternativas de costos según escenarios</u>							
Precio Base	38,0	u\$s					
Plazo (años)	10						
Margen Escenario 1	5%						
Margen Escenario 2	10%						
Margen Escenario 3	15%						
Precio Grandes Usuario Escenario 1	39,90						
Precio Grandes Usuario Escenario 2	<b>41,80</b>						
Precio Grandes Usuario Escenario 3	43,70						
Selección Escenario	<b>2</b>						
<u>Energía Convencional</u>							
Escenario							
Escenario 1	optimista						
Escenario 2	<b>normal</b>	Seleccionado					
Escenario 2	extremo						

<u>Años</u>	<u>1. Precio E.Conv Min</u>	<u>2. Precio E.Conv Prob</u>	<u>3. Precio E. Conv Max</u>	<u>u\$s</u>
2020	70,2	71,4	76,2	
2021	70,2	71,4	76,2	
2022	70,2	71,4	76,2	
2023	70,2	71,4	76,2	
2024	70,2	71,4	76,2	
2025	70,2	71,4	76,2	
2026	70,2	71,4	76,2	
2027	70,2	71,4	76,2	
2028	70,8	71,9	77,2	
2029	70,8	71,9	77,2	
2030	70,8	71,9	77,2	
2031	70,8	71,9	77,2	

En el cuadro de proyecciones de precios de energías renovables a través de contratos de compra (PPA) se estimaron los precios actuales de venta pero no es parte del alcance de este proyecto.

Sí se toma el precio convencional de la energía y el ahorro anual por producir directamente esta energía propia y no comprarla a CAMMESA viene dado por el precio del MW de mercado (que se abona a CAMMESA) por la cantidad de MWs consumidos al año.

Los MWs que el parque eólico Laboulaye va a generar por año se calculan a partir de la Potencia Instalada de los 6 aerogeneradores: Potencia= 20,7 MW

$20,7 \text{ MW} * \text{FP } 0,4758 = 9,849 \text{ MW}$  , que es la Demanda Promedio

La Demanda promedio va a generar en un año:

$9,849 \text{ MW} * 24 \text{ horas al día} * 365 \text{ días al año} = 86.278 \text{ MWh generados al año}$

El costo ahorrado en la generación por cada MW es 71,4 u\$s/ MW (precio que se debería comprar la energía a CAMMESA).

Por lo tanto  $86.278 \text{ MWh/año} * 71,4 \text{ u\$/MWh} = \mathbf{6.160.249 \text{ u\$/ año}}$

Valor que se tendrá en cuenta para la ganancia y recupero de la inversión inicial en el VAN y aparecen en la fila de Ingresos y/o Ahorros.

Con respecto a los Datos Operacionales de la figura N°36 se pueden apreciar los gastos de operación y mantenimiento por grupo de años. Estos gastos figuran en el VAN en la línea Gastos de Mantenimiento y van variando según la cantidad de años que presenta el equipamiento.

El costo de mantenimiento de líneas no se considera en los primeros diez años de vida del parque.

Figura N°36: Cuadro Datos Operacionales.

<u>Producción:</u>				FP	MWh	
Generación Potencial (funcionando 100% del tiempo)	MWh	181.332		P - 50	47,6%	86.278
Escenario de Viento	<b>SELECCIONADO</b>		P - 50	P - 75	42,2%	76.474
Factor de Planta	%	47,6%		P - 90	38,5%	69.809
Output de energía anual	MWh	<b>86.278</b>		P - 99	32,2%	58.440
<u>Operación y Mantenimiento:</u>				USD miles X MW		
Operación y Mantenimiento Aero año 1 al 2	USD miles/ aero / año	93,5			27,1	
Operación y Mantenimiento Aero años 3 a 5	USD miles/ aero / año	101,2			29,3	
Operación y Mantenimiento Aero años 6 a 10	USD miles/ aero / año	108,1			31,3	
Garantía de Disponibilidad y Curva Potencia años 3 al 5	USD miles/ aero / año	0				
Garantía de Disponibilidad y Curva Potencia años 6 al 10	USD miles/ aero / año	0				
Mantenimiento AEROS Adicionales	USD miles/año	0,0				
Mantenimiento líneas, puesto de conexión y caminería	USD miles/año	0,0				
Capex - Líneas, Puesto de Conexión y Caminería	% del CAPEX	0,0%				

Figura N°37: Cuadro del Cálculo del Valor Actual Neto (valores por 000\$).

RESULTADOS	
VAN	2.309
TIR	11,7%
Período de repago	6,2
Asignación	28.626
Fondos Totales Solicitados (FTS)	28.626

dólares			
Inversión	000 \$	Vida útil	Deprec.
Terreno	900	0	0
Aerogeneradores	19.230	10	1.923
BOP Civil	4.083	0	0
BOP Eléctrico/ Instrumentación	2.898	10	290
Ingeniería y Supervisión	615	0	0
Gastos/ Imprevistos	900	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 28.626</b>	<b>10</b>	<b>\$ 2.213</b>

### Parque Eólico Laboulaye

	Inv X MW	
Proyecto (hon. Desarrollo)	0	-
Honorarios y Gastos Iniciales	0	-
Compra de Terreno (65 Has)	43	900
WTGs Comisionados	929	19.230
BOP Civil	197	4.083
BOP Electrico	140	2.898
Ingeniería & Supervision	30	615
Gastos Generales	10	200
Imprevistos	34	700
<b>Sub Total CAPEX</b>	<b>1.339</b>	<b>27.726</b>
<b>TOTAL CAPEX</b>	<b>1.383</b>	<b>28.626</b>
		8.496

Tasas	
Tasa de descuento	10,45%
Tasa de gastos mantenimiento	2,0%
Tasa de inversion base level	1,5%
Tasa impuesto ganancias	35%

FLUJO DE EFECTIVO (000 \$)	Initial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos y/o Ahorros		6.160	6.160	6.160	6.160	6.160	6.160	6.160	6.160	6.160	6.160
Costos variables		-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58
Costos fijos		-74	-74	-74	-74	-74	-74	-74	-74	-74	-74
Gastos mantenimiento		-93	-93	-101	-101	-101	-108	-108	-108	-108	-108
Depreciación		-2.213	-2.213	-2.213	-2.213	-2.213	-2.213	-2.213	-2.213	-2.213	-2.213
Ganancias antes de impuestos		3.722	3.722	3.714	3.714	3.714	3.707	3.707	3.707	3.707	3.707
Impuesto a las ganancias		1.303	1.303	1.300	1.300	1.300	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298
Ganancias después de impuestos		2.419	2.419	2.414	2.414	2.414	2.410	2.410	2.410	2.410	2.410
Inversión	-28.626										
Base level		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capital de trabajo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo de caja libre	-28.626	4.632	4.632	4.627	4.627	4.627	4.623	4.623	4.623	4.623	4.623
Valor de desecho											6.498
Flujo de caja libre con valor terminal	-28.626	4.632	4.632	4.627	4.627	4.627	4.623	4.623	4.623	4.623	11.121
Flujo de caja acumulado	-28.626	-23.994	-19.362	-14.735	-10.107	-5.480	-853	3.774	8.401	13.028	17.655
Años para recupero de la inversión		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	0,0	0,0	0,0

$VAN = - Inversión Inicial + CF_1/(1+12\%) + CF_2/(1+12\%)^2 + CF_3/(1+12\%)^3 + \dots$



El VAN da un valor positivo de \$ 2.309.000 lo que refleja una viabilidad en el proyecto estudiado.

En este proyecto no se evalúa el contrato PPA porque no está en el alcance del mismo. Pero si fuera el caso de presentar ambos proyectos, entonces existe una herramienta ad-hoc para comparar rentabilidad de proyectos que es el Índice de Rentabilidad<sup>57</sup>, definido como el cociente entre el VAN de cada proyecto y la Inversión propia del mismo. Comparando los Índices de Rentabilidad de cada uno se tendría un panorama más claro de dónde conviene invertir.

Para seguir evaluando financieramente el proyecto se complementará con otros instrumentos financieros.

### 7.5.1.3. TASA INTERNA DE RETORNO

<sup>57</sup> BREALEY, MYERS, ALLEN. (2006) Principios de Finanzas Corporativas. 8va Edición. McGraw-Hill, Madrid.

Un segundo criterio de evaluación lo constituye la tasa interna de retorno<sup>58</sup> (TIR), que mide la rentabilidad como porcentaje. En este proyecto que se exige una tasa del 10,45 % de retorno a la inversión, el VAN mostró que rendía eso e indica que se puede exigir al proyecto una ganancia superior a esa tasa. La máxima tasa exigible para este proyecto es 11,7% y es la tasa de interés que hace 0 al VAN, es decir que la TIR del proyecto =11,7%. Este criterio de evaluación no sirve para comparar otros proyectos.

### 7.5.1.3. PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

El período de recuperación de la inversión<sup>59</sup> (PRI) tiene por objeto medir en cuánto tiempo se recupera la inversión, incluyendo el costo de capital involucrado. Una parte del flujo va a pagar la rentabilidad deseada y otra va a recuperar la inversión. Es un indicador complementario a los anteriores y en este caso el recupero de la inversión es de un poco más de seis años (6,2 años) que para este tipo de proyectos y teniendo en cuenta las tarifas distorsionadas de energía de ciertos períodos, es considerablemente bueno y aceptable.

### 7.5.2. ESTADO DE RESULTADOS Y ESTADO DE FLUJO DE FONDOS

En el estado de resultados se muestran de manera detallada y minuciosa todos los ingresos, gastos, así como el beneficio o pérdida que enfrentará el presente proyecto.

Figura N°38: Estado de resultados.

ESTADO DE RESULTADOS (000 \$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos por Ahorros compra energía	6.160	6.160	6.160	6.160	6.160	6.160	6.160	6.160	6.160	6.160
Total Costos variables	151	151	159	159	159	166	166	166	166	166
Contribución Marginal	6.009	6.009	6.001	6.001	6.001	5.994	5.994	5.994	5.994	5.994
Depreciación	-2.213	-2.213	-2.213	-2.213	-2.213	-2.213	-2.213	-2.213	-2.213	-2.213
Costos fijos	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
Impuesto a las ganancias	2.156	2.156	2.156	2.156	2.156	2.156	2.156	2.156	2.156	2.156
Ganancias antes de impuestos	5.935	5.935	5.927	5.927	5.927	5.920	5.920	5.920	5.920	5.920
Utilidad Neta	3.779	3.779	3.771	3.771	3.771	3.764	3.764	3.764	3.764	3.764

<sup>58</sup> SAPAG CHAIN, N. (2011). Proyectos de Inversión: Formulación y evaluación. 2ª edición. Ed. Pearson Educación, Chile.

<sup>59</sup> IBIDEM

El estado de flujo de fondos es un reporte que presenta las entradas y salidas de dinero del proyecto. El mismo fue utilizado para el cálculo del VAN y la TIR en el cuadro de la figura N°37.

Un aspecto que no se ha tenido en consideración para este proyecto son los bonos de carbono. Por definición un bono de carbono es un certificado transable que equivale a una tonelada de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) capturada de la atmósfera; este puede ser adquirido por individuos y empresas interesadas en la reducción de su huella de carbono, ya sea voluntariamente o en cumplimiento de sus compromisos de reducción de emisiones. Pero no figura en los estado de resultado ni en los flujos de fondo por este motivo.

### 7.5.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Mediante el análisis multidimensional se manipularon los precios estimados de energía máximos y mínimos para conocer el comportamiento que tiene el VAN. Estos precios fueron tomados de tabla figura N°24.

El precio se va variando de acuerdo a las estimaciones de mínima y máxima y se busca el precio que hace el VAN 0. Un precio menor ya influye en un VAN negativo.

Figura N°39: Cuadro de Análisis de Sensibilidad.

Precio Energía probables	Demanda Promedio Anual (MWh)	Precio de la Energía (\$/MW)	Ahorro (\$)	VAN (\$)
Estimado	86.278	71,4	6.160.249	2.309
Mínimo	86.278	70,2	6.056.716	1.898
Máximo	86.278	76,2	6.574.384	3.962
Límite*	86.278	64,7	5.582.000	0

La Demanda Promedio es el bien que se produce en este parque eólico, son los MWh generados al año, y será siempre la misma cantidad dado que si la Empresa ACM Energy no consume esa cantidad de energía, puede vender al mercado el remanente. Por lo tanto la sensibilidad sólo dependerá del precio de la energía. El precio de venta de la energía puede caer desde 71,4 a 64,7 (9,4%) y el proyecto va a seguir siendo rentable.

#### **7.5.4. VALOR DE DESECHO**

Un beneficio que no constituye ingreso pero que debe estar incluido en el flujo de caja de cualquier proyecto es el valor de desecho de los activos remanentes al final del periodo de evaluación.

La teoría ofrece tres formas para determinar el valor de desecho. Dos de esos métodos calculan el valor de los activos al final del horizonte de evaluación: uno, determinando el valor contable o valor libro de cada uno de ellos; y el otro, definiendo su valor comercial neto del efecto impositivo derivado de cualquier utilidad o pérdida contable que generaría una eventual venta. El tercer método para determinar el valor de desecho es el económico y plantea que el valor del proyecto no es equivalente a la suma de los valores individuales de cada uno de los activos, sino que corresponde al valor actual de lo que ese conjunto de activos es capaz de generar como flujo perpetuo.

En el caso de este proyecto, se tomó una amortización de 10 años, siendo nulo el valor contable de los activos en el año 10, pero teniendo un valor comercial de venta que se calcula como el flujo sobre la tasa requerida al proyecto.

Para el caso del proyecto en análisis se tiene que al momento de concluir el horizonte de 10 años el valor residual es \$ 6.498.000. (Ver Figura N°37, Cálculo del VAN).

#### **7.6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Las energías renovables son una solución al problema del calentamiento global dada las ventajas que se han mencionado en varios puntos de este trabajo. Resumidamente se enumeran:

- Son infinitas
- Son limpias porque no generan gases efecto invernadero
- Son obtenibles en infinidad de lugares del planeta
- La tecnología progresa cada día mejorando la productividad, bajando los costos y teniendo mejores soluciones económicas

Por lo tanto los países han tomado conciencia que no hay dudas sobre las ventajas de su utilización y en particular, la República Argentina ha generado una ley, objeto de este trabajo, que es pionera en América latina y que promete una evolución en sucesivas leyes que exigirán más porcentaje de uso de energías renovables sobre el total de la energía consumida. Se presume que en el lustro 2025-2030 se podría promulgar una ley complementaria a la 27191 que incrementará este porcentaje.

De ahí la importancia de las Empresas que sean pioneras en la resolución de la generación propia, con inversiones propias y dominando el conocimiento, la administración y la producción de energías renovables.

Pero también se debe pensar seriamente en otros aspectos que pueden dañar el ecosistema del lugar. Algunos aspectos que se pueden mencionar de las energías eólicas como negativos son los siguientes:

- Es ruidosa: Los parques de aerogeneradores ocasionan mucho ruido molesto, por eso suelen construirse retirados de centros poblados para evitar causar esta molestia. Recientemente se han realizado mejoras en las turbinas que han reducido de forma considerable la contaminación acústica que generan.
- Tiene impacto visual: Para algunas personas puede ser causante de contaminación visual, por ejemplo, ver en lo alto de una montaña un cúmulo de aerogeneradores que rompan con la apacibilidad del entorno. Es por eso que la construcción de parques generadores de energía eólica tiene un impacto estético en el paisaje que puede causar molestias en la población local.
- Pone en riesgo la fauna: Cuando las turbinas están en funcionamiento, sus aspas son un verdadero riesgo para las aves y murciélagos de la zona, ya que si llegasen a chocar con el aerogenerador de seguro esto les ocasionaría la muerte.

Las características mencionadas son negativas, pero pueden tranquilamente coexistir en la zona de instalación porque comparativamente con otro tipo de centrales (térmicas, nucleares, por ejemplo) los efectos son mínimos. Para tener una precisa evaluación de la situación, previa a la inversión es necesario un Estudio de Impacto Ambiental realizado por una Empresa especialista en el tema y presentado ante autoridades provinciales para su aprobación formal.

## 8. CONCLUSIONES

Al seleccionar el proyecto de autogeneración, se buscó demostrar las ventajas de una energía incipiente en la República Argentina, que recién comienza a desarrollar en esta década sus primeros pasos y que promete ser (como lo viene demostrando en varios países del mundo) una solución al problema energético, fuente motora del desarrollo económico de cualquier nación.

Es muy importante contar con una ley específica y concreta porque da un marco conveniente al cumplimiento de exigencias a los usuarios particulares, a las empresas privadas y públicas y a los estados nacionales, provinciales y municipales.

También se genera un efecto de incentivo y lo más importante que se ha extraído del relevamiento de las encuestas es la sostenibilidad de los preceptos y lineamientos que contiene la misma, el compromiso a no cambiar reglas de juego, el sinceramiento de las tarifas y el marco legal claro.

De las alternativas que propone esta ley, el trabajo se realizó basado en la tercera alternativa: un proyecto de autogeneración. Se analizaron y dejaron de lado previamente las otras dos alternativas que prevé la misma: la compra directa de energía renovable a CAMMESA y celebrar dentro del Mercado Eléctrico Mayorista acuerdos de suministro de largo plazo, conocidos como PPA (Power Purchase Agreement) ya explicado en párrafos anteriores (Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica).

¿El porqué de la decisión? Varios son los motivos (costos, tarifas a largo plazo, falta de un panorama claro, etc.) pero fundamentalmente se decidió este proyecto, concebido para buscar y obtener la mejor alternativa que la normativa vigente ofrece a los Grandes Consumidores, para difundir y promover la inversión demostrando que es posible invertir con un nivel seguro y razonable, con un marco legal de apoyo, y que a la vez con un precio de la energía en el largo plazo que fuerce a volcarse a esta fuentes.

Conjuntamente y más allá de esta argumentación, se quiere resaltar la importancia de la confianza de un grupo empresario de origen multinacional al futuro de nuestro país. Esa confianza se seguirá consolidando si las premisas aquí expresadas se siguen fortaleciendo a través de mejorar las pautas futuras en nuevas leyes y decretos complementarios y en políticas de estado apropiadas y claras.

A lo largo del desarrollo del proyecto se llegó a un resultado técnico-económico-financiero-administrativo que brinda una opción realizable de la inversión y que además se ha complementado presentando un panorama descriptivo de la generación, transporte, distribución y consumo en este caso fabril (de la industria) de las energías renovables. También se ve reflejada la necesidad imperiosa que tiene nuestro país de cambiar su matriz energética reemplazando las energías convencionales por aquellas que no se extinguen sino por el contrario seguirán generándose dada la existencia de una estrella como el Sol que las produce.

La problemática es muy amplia e implica beneficios en distintos aspectos de la inversión a realizar. Primeramente, está la razón legal, es decir hay una nueva ley que se tiene que cumplir para evitar multas, cierres temporarios, suspensiones de actividad, etc.

Pero además y por principios, la ley tiene varios fines nobles por los cuales el Gobierno, a través de la sociedad, las empresas, los usuarios domiciliarios comunes, todos los consumidores, tiene influencia en hacer acatar y sobreactuar en este sentido. Estos principios se pueden circunscribir resumidamente en tres valoraciones:

- Evitar la utilización de combustibles fósiles que además de ser más caros, son limitados y no se renuevan o no vuelven a producirse. Tener en cuenta que las reservas actuales están calculadas para unas pocas decenas de años, no más, y lógicamente que luego se debería seguir explorando nuevas áreas y nuevos métodos como el gas de arenas, etc., con el consiguiente costo porque son cuestiones técnicamente no tan simples de resolver. Pero en definitiva lo que se quiere dar a entender es que estos son combustibles finitos.
- Lograr una mejor calidad de aire bajando sustancialmente las emisiones gaseosas perjudiciales tanto a la atmósfera inferior (polución) como a la superior (efecto

gases invernadero que facilitan el aumento gradual pero persistente de la temperatura media del planeta).

- Lograr además de una energía 'limpia', una más económica que pueda impactar beneficiando a los costos industriales que luego impactaran en los precios finales de productos, bienes y servicios y en definitiva que mejoren la calidad de vida económica de la población.

En particular, para este proyecto presentado, se espera que se pueda utilizar como medio de concientización para otros profesionales, alumnos, colegas, stakeholders, personas en general, ya que, si bien mucho se habla de las energías renovables, la mayoría no conoce la problemática y la estrategia gubernamental de solución al corto y mediano plazo (2018-2025).

Por otra parte, acciones pequeñas, pero bien focalizadas a veces son la solución para provocar mejoras verdaderas, si se realizan en el sitio apropiado. Los pensadores sistémicos lo denominan 'el principio de la palanca'<sup>60</sup>. Sólo requiere ver dónde se encuentra el punto de apalancamiento.

En este caso es el Estado el ejecutor responsable de políticas bien definidas, claras y precisas, sostenibles en el tiempo que fomenten e incentiven a la inversión privada para que el negocio de inversión en energías renovables sea apetecible en términos económicos, financieros, de responsabilidad social empresarial, que agreguen valor y jerarquía al nombre de la Empresa de la cual sus empleados se sientan orgullosos de pertenecer.

Si se piensa en beneficios e incentivos futuros se pueden mencionar muchos y adherir aún más en el futuro, por ejemplo:

- Bajar costos de transporte de energía eléctrica proveniente de energías renovables.

---

<sup>60</sup> SENGE,P. (2007). La Quinta Disciplina. 2da Edición. Editorial Gránica. Buenos Aires.

- Brindar beneficios impositivos a aquellas empresas que inviertan en proyectos de energías renovables.
- Bajar tasas de importación para importar equipos que se necesitan como aerogeneradores, etc.
- Fomentar al mediano plazo la construcción en el país de partes o equipos completos que generen energías renovables.
- Buscar alternativas de financiación como los bonos verdes, etc. para poder financiar proyectos locales.

Y quizás muchas otras acciones más. Entonces, es el Estado el que no puede dejar pasar la oportunidad de continuar con las iniciativas que se vienen haciendo bien y no discontinuarlas y por qué no, seguir mejorando y buscando herramientas y fomentando prácticas a través de promulgar leyes, capacitar a la población instruyendo en energías renovables y formando una conciencia más ecológica, sembrando hoy para cosechar en las próximas generaciones de argentinos que sepan que tienen un futuro de progreso en las energías renovables como motoras de la industria, el comercio, las exportaciones, la radicación de industrias y el mejoramiento del precio de la energía eléctrica tanto para el consumo de hogares, de transporte, como el industrial.

En ese punto es donde la palanca se debe accionar, nosotros como actores secundarios no podemos más que influenciar, motivar e inducir, pero la palabra final la tiene el Estado Argentino a través del Ministerio de Economía de la Nación.

¡Que así sea!

## 9. BIBLIOGRAFÍA

### 9.1. LIBROS

ALBANO, S. (2008). *Metodología de la Investigación en Administración*. UNR Editora, Rosario.

BREALEY, MYERS, ALLEN. (2006). *Principios de Finanzas Corporativas*. 8va Edición. McGraw-Hill, Madrid.

DRUKER, P. (1990). *Las nuevas realidades*. Ediciones Sudamericana, Buenos Aires.

ECO, H. (2006). *Cómo se hace una tesis*. Editorial Gedisa, Barcelona.

GOLEMAN, D. (2015). *Inteligencia Emocional*. 25ª Edición. J. Vergara Editor, Barcelona.

HARARI, Y. (2018). *De Animales a Dioses*. 15ª Edición. Editorial Debate. Buenos Aires

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R. – FERNÁNDEZ COLLADO, C. – BAPTISTA LUCIO, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. 6ª edición. Ed. McGraw-Hill Education, México.

NAVNTOFT, C. (2019). *Introducción a la Generación Distribuida de Energías Renovables*. Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética

PAHLEN ACUÑA, R. (2009). *Contabilidad, Pasado, Presente y Futuro*. La Ley, Buenos Aires.

SAPAG CHAIN, N. (2011). *Proyectos de Inversión: Formulación y evaluación*. 2ª edición. Ed. Pearson Educación, Chile.

RESNIK-HOLLIDAY. *Física, Ley de la termodinámica*. 11ª Edición Continental, México.

SENGE, P. (2007). *La Quinta Disciplina*. 2da Edición Granica, Buenos Aires

## 9.2 PÁGINAS WEB

AEMA. *Agencia Europea de Medio Ambiente*. [Fecha de consulta 8/7/2020].

<https://www.eea.europa.eu/es>

ANDREOTTI, J. CTE. *Cómo está constituido y cómo opera el SADI*. [Fecha de consulta: 10/3/2020].

<https://ingenieroandreotti.blogspot.com/2013/11/como-esta-constituido-y-como-opera-el.html>

ARGENTINA.GOB.AR. *Procedimiento de Inscripción al Registro Nacional de Proyectos de Energía Renovables*. [Fecha consulta:25/2/2020].

<https://www.argentina.gob.ar/energia/mater/procedimiento-de-inscripcion-al>

ARRIOLS, E. (2018). *Ventajas y desventajas de la energía eólica*. Fecha de consulta [27/6/2020].

<https://www.ecologiaverde.com/busqueda?q=EOLICA>

BRAND STUDIO. DIARIO CLARIN. *Cómo funciona el sistema argentino de interconexión*. [Fecha de consulta: 13/03/2020].

[https://www.clarin.com/brandstudio/funciona-sistema-argentino-interconexion\\_0\\_VbMUXj-vH.html](https://www.clarin.com/brandstudio/funciona-sistema-argentino-interconexion_0_VbMUXj-vH.html)

CAMMESA. *Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico*. [Fecha de consulta: 10/4/2020].

<https://portalweb.cammesa.com/default.aspx>

DAMODARÁN, A. *Data: Current , Lever and Unlever Betas by Industry*. [Fecha de consulta: 13/7/2020].

<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

ECYT-AR. *Mercado eléctrico Mayorista*. [Fecha de consulta: 1/3/2020].

[https://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Mercado Eléctrico Mayorista](https://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Mercado_El%C3%A9ctrico_Mayorista)

ENERGÍA & NEGOCIOS. *La Revolución Energética Posible*. [Fecha de consulta: 19/5/2020].

<https://www.energiaynegocios.com.ar/2019/01/la-revolucion-energetica-posible/>

FACTORENERGIA. *Qué es un Power Purchase Agreement*. [Fecha de consulta: 21/4/2020].

<https://www.factorenergia.com/es/blog/noticias/que-es-un-ppa-de-energia/>

FUNDACIÓN YPF. *Energías de mi País*. [Fecha de consulta: 7/7/2020].

<http://energiasdemipais.educ.ar/fuentes-de-energia-potencial/mapa-de-potencial-geotermico/#:~:text=Copahue%2C%20ubicado%20al%20oeste%20de,geot%3%A9rmica%20piloto%2C%20emplazada%20en%201988.&text=Se%20estima%20que%20la%20Argentina,de%20m%3%A1s%20de%202000%20MW.>

INDICE MERVAL. [Fecha de consulta: 15/7/2020].

[https://www.estadisticasbcra.com/indice\\_merval](https://www.estadisticasbcra.com/indice_merval)

MDPBURSATIL. *Índice Merval*. [Fecha de consulta: 15/7/2020].

<https://www.mdpbursatil.com.ar/especie.aspx?especie==IMERVAL>

MINISTERIO DESARROLLO PRODUCTIVO. *Energías Renovables*. [Fecha de consulta: 13/03/2020].

<https://www.argentina.gob.ar/energia/energia-electrica/renovables>

MINISTERIO DE JUSTICIA. *Infoleg. Energía*. [Fecha de consulta: 24/04/2020].

[http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/253626/norma.htm.](http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/253626/norma.htm)

PORTALWEB. *Evolución mensual de Precio Monómico Medio Total sistema y Precio Monómico compra Estacional*. [Fecha de consulta: 22 Junio de 2020].

<https://portalweb.cammesa.com/MEMNet1/Informe%20Mensual/Informe%20Mensual.pdf>

PUENTE MERCADOS. [Fecha de consulta: 15/7/2020].

<https://www.puentenet.com/cotizaciones/bonos/argentina>

REM. *Relevamiento de Expectativas de Mercado*. [Fecha de consulta: 13/7/2020].

<http://www.bcra.gov.ar/Pdfs/PublicacionesEstadisticas/REM200630%20Resultados%20web.pdf>

SECRETARÍA DE ENERGÍA. *Centrales Eléctricas*. [Fecha de consulta: 19/5/2020].

[http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos\\_didacticos/publicaciones/centrales\\_electricas.pdf](http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos_didacticos/publicaciones/centrales_electricas.pdf)

SECRETARÍA DE ENERGÍA. *Cómo Funciona el MEM*. [Fecha de consulta: 19/5/2020].

[http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos\\_didacticos/publicaciones/mercado\\_electrico\\_mayorista.pdf](http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos_didacticos/publicaciones/mercado_electrico_mayorista.pdf)

TRES LÍNEAS. *Cómo funciona el Sistema Argentino de Interconexión*. [Fecha de consulta: 3/03/2020].

<http://www.treslineas.com.ar/como-funciona-sistema-argentino-interconexion-n-1553192.html>

WIKIPEDIA. *Definición de Unidades de Energía Eléctrica*. [Fecha de consulta: 24/2/2020].

<https://es.wikipedia.org/wiki/Megavatio-hora>.

LA NACIÓN. *Récord en Generación de Energías Renovables*. [Fecha de consulta: 15/9/2020]

<https://www.lanacion.com.ar/economia/energia-renovable-se-llego-al-record-generacion-nid2450915>

## 10 ANEXOS

### 10.1. ANEXO I: GLOSARIO DE ACRÓNIMOS.

AAERA.....	Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente
ACM Energy.....	Asociación Empresas Arcor S.A., Cargill S.A.C.I., Molinos Agro S.A.
AEMA.....	Agencia Europea de Medio Ambiente
ASADES.....	Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente
BCRA.....	Banco Central de la República Argentina
BOP.....	Balance of Plant (Balance de Planta)
CAMME SA.....	Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (Organismo Encargado del Despacho –OED– centralizado del MEM y del MEMSP)
CAPM.....	Capital Asset Pricing Model (Modelo de Valoración de Activos Financieros)
CENACE.....	Centro Nacional de Control de Energía
CFEE.....	Consejo Federal de la Energía Eléctrica
CNEA.....	Comisión Nacional de Energía Atómica
CONICET.....	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
CREE.....	Centro Regional de Energía
ENAR SA.....	Energía Argentina SA
ENRE.....	Ente Nacional Regulador de Electricidad
EPE .....	Empresa Provincial de la Energía
ET PEL.....	Estación Transformadora Parque Eléctrico Laboulaye
FC.....	Factor de Capacidad (%)
FEM.....	Fuerza electromotriz
FODA.....	Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

GNC.....	Gas Natural Comprimido
GUM.....	Grandes Usuarios
GWh.....	Giga Watt hora (Giga Vatio hora)
IEC.....	International Electrotechnical Commision (Comisión Internacional de Electrotecnia)
IRENA.....	International Renewable Energy Agency (Agencia Int. de Energías Renovables)
INVAP.....	Investigaciones Aplicadas
IRAM.....	Instituto Argentino de Normalización y Certificación
KV.....	Kilo Volt (Kilo Voltio)
KW.....	kilo Watt (Kilo Vatio)
MEM.....	Mercado Eléctrico Mayorista
MW.....	Mega Watt (Mega Vatio)
MWh.....	Mega Watt hora
PEL.....	Parque Eólico Laboulaye
PPA.....	Power Purchase Agreement (Acuerdo de Compra de Energía)
PR.....	Potencia Requerida en Mega Watt
PRI.....	Período de Recupero de la Inversión
REM.....	Relevamiento de expectativas del mercado
Rf.....	Tasa libre de riesgo
Rm.....	Tasa del mercado
REM.....	Relevamiento de Expectativas de Mercado
SADI.....	Sistema Argentino de Interconexión
TIR.....	Tasa Interna de Retorno
TRANSPA.....	Compañía dedicada al transporte troncal de energía eléctrica

- TRR..... Tasa de Retorno Requerida
- VAN..... Valor Actual Neto
- WTG..... Wind Turbine Generator (Generador de Turbina de Viento)

## 10.2. ANEXO II: CUESTIONARIO PERSONAL SUPERIOR DE LA INDUSTRIA Y DE LA ACTIVIDAD ENERGÉTICA.

Para cada pregunta, coloque una "X" en el espacio sombreado correspondiente a la opción de respuesta escogida o escriba en el mismo, según el caso.

Evite dejar preguntas sin responder. Si tiene dudas, elija la opción más aproximada.

Al terminar el cuestionario, guarde los cambios realizados y envíe el archivo al remitente.

### 1. Sexo.

a  Masculino.

b  Femenino.

### 2. Edad.

a  Hasta 39 años.

b  40 años o más.

## DESARROLLO DE ENERGÍAS RENOVABLES

### 3. Para que la Argentina logre contar con una matriz energética sustentable ¿será necesario el reemplazo significativo de combustibles fósiles por el de fuentes de energía renovables?

- a  Sí.
- b  No.
- c  NS/NC.

### 4. ¿Cuál le parece que debe ser el rol del Estado con relación a la matriz energética?.

- a  Sólo debe intervenir a través de la fijación de las políticas monetarias, financieras y fiscales, y de los controles que debe ejercer en su rol.
- b  Además de intervenir con la fijación de políticas y el ejercicio de los controles indicados en la respuesta anterior, el

- Estado debe participar a través de compañías estatales que compitan en el mercado energético.
- c**  No intervención del estado.
- d**  NS/NC.

5. Viendo la situación energética actual, ¿se siente satisfecho de lo actuado legalmente hasta el momento?

- a**  Sí, satisfecho.                      **b**  No satisfecho.

6. Respecto del actual déficit de la balanza energética de la Argentina, ¿cómo cree que evolucionará en los próximos años?

- a**  Aumentará.
- b**  Disminuirá.
- c**  Se mantendrá igual.
- d**  NS/NC.

7. ¿Cómo cree que la Argentina está posicionada con respecto a otros países para alcanzar más rápidamente la sustentabilidad de su matriz energética?

- a**  Tiene amplias ventajas.
- b**  Tiene moderadas ventajas.
- c**  No tiene ventajas apreciables.
- d**  NS/NC.

8. ¿Qué lugar ocupa la Argentina respecto de otros países en cuanto al potencial de energías renovables?

- a**  Privilegiado (entre los primeros 10 países).
- b**  Medio (entre los 20 siguientes países).
- c**  No privilegiado (después de 30 países).
- d**  NS/NC.

9. ¿A partir de la aplicación de energías renovables, considera que se generaría un ahorro económico para el país?

- a  Sí.
- b  No.
- c  NS/NC.

10. ¿Qué tipo de energía renovable tendrá en Argentina mayor desarrollo en un largo plazo?.

- a  Eólica.
- b  Hidráulica.
- c  Solar
- d  Biocombustible.
- e  Biomasa
- e  Geotérmica.

11. De acuerdo a lo que estipula la ley 27.191: ¿Qué modalidad de cumplimiento elegiría para su Empresa?

- a  Compra directa a CAMMESA
- b  PPA (Acuerdo de compra de energía con un contrato a largo plazo a un tercero)
- c  Realizar inversión propia en parque solar o eólico (puede implicar asociación con otras Empresas consumidoras).

12. ¿En cuál de los siguientes factores estima que se debería seguir trabajando con mayor profundidad para fomentar el desarrollo de las energías renovables?

- a  Incentivos.
- b  Financiamiento.
- c  Tarifas.

- d Marco regulatorio.
- e Políticas de estado.

13. ¿Qué evolución tendrá el precio de los biocombustibles en el futuro?.

- a Aumentará.
- b Disminuirá.
- c Se mantendrá constante.

14. ¿Considera que es necesaria una reforma a la ley de energías renovables?

- a Sí.
- b No.
- c NS/NC.

15. ¿Qué aspectos de la ley piensa usted que se pueden mejorar?

16. Argentina cuenta con buen recurso eólico en la Patagonia pero también en la provincia de Buenos Aires en la región del Comahue y en otros puntos del país. ¿Cree que sería conveniente incentivar la instalación de proyectos en esas otras regiones para evitar la concentración de generación en la Patagonia?

- a Sí.
- b No.
- c NS/NC.

17. ¿Qué piensa acerca de la evolución de la inversión empresarial en energías renovables en los próximos años?

- |          |                          |                                    |
|----------|--------------------------|------------------------------------|
| <b>a</b> | <input type="checkbox"/> | Se incrementará considerablemente. |
| <b>b</b> | <input type="checkbox"/> | Apenas se incrementará.            |
| <b>c</b> | <input type="checkbox"/> | No se va a incrementar.            |
| <b>d</b> | <input type="checkbox"/> | NS/NC.                             |

**18.** ¿Qué sugerencias tiene para mejorar la inversión empresarial en energías renovables?

**¡Muchas gracias por responder!**

### 10.3. ANEXO III: CUESTIONARIO TÉCNICO INGENIERÍA DE PROYECTO

Este cuestionario será la guía de consultas técnicas y de inversión para el proyecto de instalación de parques de energía renovables. Será completado por el alumno durante la entrevista al especialista en proyectos.

#### PROYECTOS DE INVERSIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES

1. ¿Para un proyecto nuevo de parques renovables qué información o indicadores económicos debe incluirse en un plan de negocios?

a	<input type="checkbox"/>	Información general del proyecto.
b	<input type="checkbox"/>	Ingresos (entradas en efectivo).
c	<input type="checkbox"/>	Costos.
d	<input type="checkbox"/>	Costos de financiamiento.
e	<input type="checkbox"/>	Otros ítems (agregar al pie).

2. ¿Respecto de la información general del proyecto, le parece adecuado describir los siguientes ítems?.

a	<input type="checkbox"/>	Capacidad nominal.
b	<input type="checkbox"/>	Factor de capacidad u otros indicadores estándar de potencia de salida.
c	<input type="checkbox"/>	Previsión de inflación.
d	<input type="checkbox"/>	Año de arranque.
e	<input type="checkbox"/>	Vida del proyecto.

3. ¿Respecto de las ingresos (entradas en efectivo), le parece adecuado describir los siguientes ítems?.

a	<input type="checkbox"/>	Ahorro por desplazamiento de combustible o energía.
b	<input type="checkbox"/>	Productos o beneficios secundarios.
c	<input type="checkbox"/>	Recuperación de costos: depreciación o gasto.
d	<input type="checkbox"/>	Recuperación de costos: deducciones fiscales.

**e** Subvenciones e incentivos.

**4.** ¿Respecto de los costos (salida en efectivo), le parece adecuado describir los siguientes ítems?.

- a** Costo del equipo, que incluya instalación y preparación del sitio.
- b** Costo del resto del sistema, además del equipo
- c** Costos de capital, por ejemplo, interconexión y obras civiles.
- d** Otros costos del promotor, por ejemplo, planeación, estudios ambientales, tramitación de permisos y licencias y negociación de contratos de compraventa de energía.
- e** Operación y mantenimiento (costos fijos, variables, o una combinación de ambos).

**5.** ¿Respecto de los costos de financiamiento (pasivo y capital), le parece adecuado describir los siguientes ítems?.

- a** Préstamos.
- b** Porcentaje de deuda (porcentaje de costos de capital cubiertos por un préstamo).
- c** Capital social.
- d** Capital de trabajo inicial.
- e** Cargos por financiamiento de deuda.

**6.** ¿Para este tipo de inversión que elementos considera necesarios deben ser incluidos en el plan de negocios? Describir.



7. ¿Para la determinación de especificaciones y parámetros principales considera oportuno plantear los siguientes ítems?

- |          |                          |  |
|----------|--------------------------|--|
| <b>a</b> | <input type="checkbox"/> | Cantidad de energía a producir.            |
| <b>b</b> | <input type="checkbox"/> | Tipo de fuentes de energía que se dispone. |
| <b>c</b> | <input type="checkbox"/> | Plan de expansión de capacidad.            |
| <b>d</b> | <input type="checkbox"/> | Capital de trabajo inicial.                |
| <b>e</b> | <input type="checkbox"/> | Impacto y requisitos ambientales.          |

8. ¿Para los distintos tipos de fuentes de energía que se dispone qué parámetros deben considerarse para su correcta selección?

- |          |                          |   |
|----------|--------------------------|---|
| <b>a</b> | <input type="checkbox"/> | Ubicación próxima a una línea de alta tensión.                        |
| <b>b</b> | <input type="checkbox"/> | Fuente energética disponible en el área.                              |
| <b>c</b> | <input type="checkbox"/> | Tipo de tecnología disponible en el mercado.                          |
| <b>d</b> | <input type="checkbox"/> | Tiempo total desde adquisición de equipamientos hasta la instalación. |
| <b>e</b> | <input type="checkbox"/> | Costo específico del equipamiento (dólares/ potencia a instalar).     |

9. Por favor enumerar/describir otros aspectos definatorios:

**10.** ¿Para la localización del parque considera importante hacer un análisis previo del tránsito (congestión en el peor de los casos) de las líneas de alta tensión de transporte de la electricidad?

- a**  Sí.
- b**  No.
- c**  NS/NC.

Por favor ampliar el concepto:

**11.** ¿Debido a una mayor electrificación del consumo final de energía como tendencia mundial, considera que en el país se seguirá esta misma tendencia?

- a**  Sí.
- b**  No.
- c**  NS/NC.

Por favor ampliar el concepto:

**12.** ¿Considera que el proyecto puede tener un beneficio impositivo como fomento por parte del Estado de la aplicación de estas tecnologías renovables?

- |          |                          |        |
|----------|--------------------------|--------|
| <b>a</b> | <input type="checkbox"/> | Sí.    |
| <b>b</b> | <input type="checkbox"/> | No.    |
| <b>c</b> | <input type="checkbox"/> | NS/NC. |

**13.** ¿Qué acciones se deberían ejecutar para obtener dichos beneficios?

**14.** Por favor enumere puntos que no se hayan tocado en la entrevista y que crea necesario destacar.

**¡Muchas gracias por responder!**

## 10.4. ANEXO IV: INFORMACIÓN Y MATERIALES

### 10.4.1. LISTADO PERSONAS ENCUESTAS

#### ENCUESTA PERSONAL SUPERIOR DE LA INDUSTRIA

Fecha: del 23 Marzo al 15 Julio 2020

	<b>Persona: nombre y profesión</b>	<b>Empresa/ Institución</b>	<b>Dirección de Email</b>
1	Ing F.Puchiarello	UNR	<a href="mailto:malibaque@gmail.com">malibaque@gmail.com</a>
2	Arq APBigot	Fac Arquitectura	<a href="mailto:apbigot@hotmail.com">apbigot@hotmail.com</a>
3	Ing Maria Baque	Fac Ingeniería	<a href="mailto:malibaque@gmail.com">malibaque@gmail.com</a>
4	Arq Cristina Gómez	Fac Arquitectura	<a href="mailto:gcris700@gmail.com">gcris700@gmail.com</a>
5	Ing Raúl Zanotti	Cofco	<a href="mailto:raul_zanotti@yahoo.com.ar">raul_zanotti@yahoo.com.ar</a>
6	Inés Tonsich	Fac Abogacía	<a href="mailto:inestonsich@hotmail.com">inestonsich@hotmail.com</a>
7	Ing A.Kafman	Cargill	<a href="mailto:Andres_Kaffman@cargill.com">Andres_Kaffman@cargill.com</a>
8	Ing D.Gomez	Cargill	<a href="mailto:Daniel_Gomez@cargill.com">Daniel_Gomez@cargill.com</a>
9	Ing A.Novello	Acindar	<a href="mailto:abelnovello@gmail.com">abelnovello@gmail.com</a>
10	Ing A. Demarco	Desmet	<a href="mailto:ADemarco@desmetballestra.com">ADemarco@desmetballestra.com</a>
11	Ing.D.Francescutti	Dreyfus	<a href="mailto:DANIEL.FRANCESCUTTI@ldc.com">DANIEL.FRANCESCUTTI@ldc.com</a>
12	Ing M.Marinelli	Dreyfus	<a href="mailto:Marcelo.h.marinelli@gmail.com">Marcelo.h.marinelli@gmail.com</a>
13	Ing Eugenio Pecora	Unilever	<a href="mailto:eugeniopecora@gmail.com">eugeniopecora@gmail.com</a>
14	Ing F.Ciccarelli	Vicentin	<a href="mailto:ciccarellifabian@gmail.com">ciccarellifabian@gmail.com</a>
15	Ing G.Fava	Autoestrada Italia	<a href="mailto:gabriel_fava@iol.it">gabriel_fava@iol.it</a>
16	Ing H.Autino	Bunge	<a href="mailto:hector.autino@bunge.com">hector.autino@bunge.com</a>
17	Ing G.Rocca	Cargill	<a href="mailto:genaro_rocca@hotmail.com">genaro_rocca@hotmail.com</a>
18	Ing. H.Rosa	Gerdau	<a href="mailto:her.arg@gmail.com">her.arg@gmail.com</a>
19	Lic M.Ortulán	UNR	<a href="mailto:mariano.ortulan@gmail.com">mariano.ortulan@gmail.com</a>
20	Ing R.Chiaradia	Cargill	<a href="mailto:roberto.ch7@hotmail.com">roberto.ch7@hotmail.com</a>
21	Ing A.Rivarola	Cargill	<a href="mailto:Alfredo_Rivarola@cargill.com">Alfredo_Rivarola@cargill.com</a>
22	Lic. JF Gómez Orellano	UNR Ciencias Economicas	<a href="mailto:jfgomezorellano@gmail.com">jfgomezorellano@gmail.com</a>
23	Ing.S.Serra	Desmet	<a href="mailto:Santiago.Serra@dsengineers.com">Santiago.Serra@dsengineers.com</a>
24	Ing, L.Velez	Cargill	<a href="mailto:Luis_Velez@cargill.com">Luis_Velez@cargill.com</a>
25	Ing E.Gjeloff	Cofco	<a href="mailto:egongj@hotmail.com">egongj@hotmail.com</a>
26	Ing J.Zapata	Renova	<a href="mailto:juan.zapata@renova.com.ar">juan.zapata@renova.com.ar</a>
27	Ing T.Ortiz	Pampa Energía	<a href="mailto:ortizmackinson@yahoo.com.ar">ortizmackinson@yahoo.com.ar</a>
28	Ing. Jorge Scaramella	Construcciones	<a href="mailto:jorjo-2009@hotmail.com">jorjo-2009@hotmail.com</a>
29	Ing.F.Hosenen	Cargill	<a href="mailto:Federico_Hosenen@cargill.com">Federico_Hosenen@cargill.com</a>
30	Ing JLBosco	Cargill	<a href="mailto:Jose_Bosco@cargill.com">Jose_Bosco@cargill.com</a>

## ENTREVISTA TÉCNICA A INGENIEROS PROYECTISTAS

1	Lic. Mariano Ortulán	Consultora MER	<a href="mailto:mariano.ortulan@gmail.com">mariano.ortulan@gmail.com</a>
2	Lic. T.Ortiz Mackinson	Pampa Energía	<a href="mailto:ortizmackinson@yahoo.com.ar">ortizmackinson@yahoo.com.ar</a>

### 10.4.2. MANUAL AEROGENERADORES

# V126-3.45 MW<sup>®</sup>

## IEC IIB/IEC IIA

### Facts & figures

AEROGENERADOR DE EJE HORIZONTAL / DE TRES PALAS / ONSHORE  
V126-3.45 MW<sup>®</sup>

VIDEO



<b>POWER REGULATION</b>	Pitch regulated with variable speed
-------------------------	-------------------------------------

<b>OPERATING DATA</b>	
Rated power	3,450 kW
Cut-in wind speed	3m/s
Cut-out wind speed	22.5m/s
Re cut-in wind speed	20m/s
Wind class	IEC IIB/IEC IIA
Standard operating temperature range from -20°C to +45°C with de-rating above 30°C	
*subject to different temperature options	

<b>SOUND POWER</b>	
Maximum	104.4dB(A)** / 107.3dB(A)**
**Sound Optimised Modes dependent on site and country	

<b>ROTOR</b>	
Rotor diameter	126m
Swept area	12,469m <sup>2</sup>
Air brake	full blade feathering with 3 pitch cylinders

<b>ELECTRICAL</b>	
Frequency	50/60Hz
Converter	full scale

<b>GEARBOX</b>	
Type	two planetary stages and one helical stage

<b>TOWER</b>	
Hub heights	87m (IEC IIB/IEC IIA), 117m (IEC IIB/IEC IIA/DIBtS), 137m (IEC IIIA/DIBtS), 147m (IEC IIIA), 149m (DIBtS) and 166m (DIBtS)

<b>NACELLE DIMENSIONS</b>	
Height for transport	3.4m
Height installed (incl. CoolerTop*)	6.9m
Length	12.8m
Width	4.2m

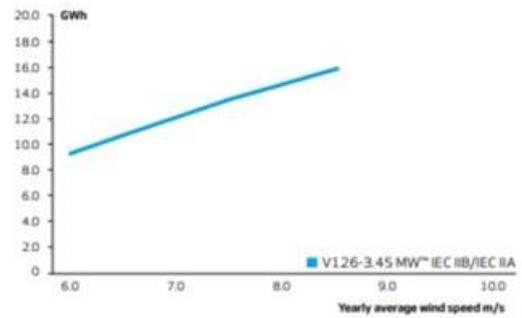
<b>HUB DIMENSIONS</b>	
Max. transport height	3.8m
Max. transport width	3.8m
Max. transport length	5.5m

<b>BLADE DIMENSIONS</b>	
Length	61.7m
Max. chord	4.0m

Max. weight per unit for transportation	70 metric tonnes
---	------------------

- TURBINE OPTIONS**
- High Wind Operation
  - Power Optimised Mode up to 3.6 MW (site specific)
  - Load Optimised Modes down to 3.0 MW
  - Condition Monitoring System
  - Service Personnel Lift
  - Vestas Ice Detection
  - Vestas De-Icing
  - Low Temperature Operation to - 30°C
  - Fire Suppression
  - Shadow detection
  - Increased Cut-in
  - Aviation Lights
  - Aviation Markings on the Blades
  - Vestas IntelliLight™

**ANNUAL ENERGY PRODUCTION**



Assumptions