

## INTRODUCCIÓN: EL SOL

### Slide 3

El sol es la fuente de energía por excelencia y, sin lugar a dudas, el gran protagonista, de las Energías Renovables.

En toda su gran masa se originan reacciones nucleares de fusión, liberando una enorme cantidad de energía, cuya potencia es del orden de los  $4 \times 10^{23}$  KW. De toda esta energía, solamente  $1 \text{ kW/m}^2$  llega a la superficie de la Tierra.

### Slide 4

Se estima que esta cantidad de Joules es la que recibe anualmente nuestro planeta del sol, la cual representa 4.500 veces el consumo mundial de energía y generosamente, la tenemos a nuestra disposición para transformarla.

### Slide 5

El sol lleva activo 4.600 millones de años y tiene suficiente combustible para permanecer activo otros 5.000 millones de años más.

## Slide 6

Podemos decir que el origen de las energías renovables está en el sol, ¿Por qué?: Porque éste provoca en la Tierra las diferencias de presión que dan origen a los vientos (ENERGÍA EÓLICA), participa en el ciclo del agua, provocando lluvias (ENERGÍA HIDRÁULICA); interviene en la fotosíntesis de las plantas para su vida y crecimiento (ENERGÍA DE BIOMASA) siendo así una fuente indirecta de todas estas fuentes. Y como fuente directa: en la energía solar, tanto térmica como fotovoltaica.

-----

## CAMBIO CLIMÁTICO

## Slide 9

Cuando nos referimos al cambio climático, lo primero que debemos tener en cuenta es que la mayor parte de la energía que recibimos en la Tierra la recibimos del Sol.

Del total de la energía emitida por el Sol, el 49% no es absorbida por la Tierra, sino que es absorbida por la atmósfera, por las nubes, o reflejada como tal por la Tierra – efecto albedo. De ese 51% retenido por la Tierra el

50% es emitido nuevamente a la atmósfera, pero ya no como luz visible, sino como calor, es decir, radiación infrarroja.

Resulta que la atmósfera, además de Nitrógeno y Oxígeno, tiene una componente de otros gases, llamados gases de efecto invernadero. Estos gases, básicamente dióxido de carbono tienen una particularidad: dejan pasar la luz visible recibida del Sol, pero retienen en gran parte los rayos infrarrojos emitidos por la Tierra, reflejándolos nuevamente a la Tierra, aumentando el calor de la misma.

Este efecto de los gases de efecto invernadero es el que ha permitido el desarrollo de la vida como la que conocemos, pues sin ello, la temperatura media de la Tierra sería como la Luna, es decir 18°C bajo cero, y no los 15°C que tiene. Pero el equilibrio es muy delicado; si por alguna razón se aumenta, podría llegarse a niveles no aceptables.

## Slide 10

La correlación que existe entre el contenido de CO<sub>2</sub> y la temperatura la podemos ver en el gráfico siguiente. La curva superior muestra cómo evolucionó la Temperatura en los últimos 500 000 años. El cero de referencia es el que se toma en todos los estudios, y es el promedio global para la década 1961-1990. Podemos ver en este gráfico que hubo períodos de hasta 8 grados por debajo de esa media que corresponde a las épocas glaciales, y picos de temperaturas levemente superiores a ese promedio, correspondiente a épocas interglaciales como la que estamos viviendo

actualmente. En el siguiente gráfico, mostramos cómo evolucionó en contenido de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, con mínimos de 200 ppm, hasta máximos de 280 ppm. Lo notable es la exacta correlación entre una y otro efecto, por lo que podemos decir con seguridad que el aumento de temperatura está en relación directa con el contenido de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

Mostramos también un gráfico con el contenido de cenizas volcánicas en la atmósfera, que también tendrían algún efecto, pero debe ser descartado por no mostrar correlación alguna.

### **Slide 11**

En resumen, podemos decir que si la Tierra no tuviera gases de efecto invernadero que retienen radiación infrarroja, la temperatura sería de unos 20° bajo cero.

La situación normal es la que conocemos con una absorción equilibrada.

Y finalmente presentamos una situación en que por algún motivo aumenta mucho la capa de GEI, situación en que la temperatura subiría a niveles insospechados.

### **Slide 12**

El aumento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera está siendo seguido cuidadosamente como podemos ver en este gráfico. En 1980 estábamos en

niveles de 340 ppm (recordemos que en la era preindustrial era 280), y ese nivel ha llegado en 2017 a un valor de 403, valor jamás alcanzado en los últimos 500 mil años.

A título de ejemplo, agrego un cuadro con los otros gases de efecto invernadero que, si bien tienen un poder de absorción mayor que el CO<sub>2</sub>, su incidencia volumétrica es menos de uno en mil, por lo que siempre hablamos de dióxido de Carbono.

### **Slide 13**

Como ha influido esto en la temperatura media de la Tierra lo vemos en este gráfico. En la era preindustrial, mediados del siglo 19, la temperatura era de 3 décimas por debajo del nivel de referencia, promedio 1961-1990. Actualmente, 2017, la temperatura global está en 8 décimas por encima de dicho nivel. Es decir, ya estamos en 1.1 grados por encima del nivel pre-industrial.

### **Slide 15**

Es por eso que en la reunión sobre cambio climático de París, de 2015, se decidió:

*Que los países mantengan el aumento de temperatura media anual muy por debajo de los 2°C con respecto al nivel preindustrial, esforzándose para que dicho medio quede en los 1.5°.*

Para ello es necesario que los países tomen medidas para disminuir la emisión de GEI, reemplazando la producción de energía con combustibles fósiles por energías renovables, mayor eficiencia energética y medidas de adaptación y mitigación.

### **Slide 16**

Todo este programa implica reducir las externalidades negativas, lo que obviamente significa incremento de costos. Pero si lo comparamos con el costo marginal creciente del daño al medio ambiente que generan los GEI, tenemos como resultado el costo social que deberán soportar las generaciones venideras.

### **Slide 17**

Para finalizar, presentamos un gráfico con la cantidad de GEI que emite el mundo, que en 2012 ascendió a 43 GTON de equivalente en CO<sub>2</sub>, generado principalmente por China, India, EEUU, la UE, etc. Para la producción de electricidad, agricultura, industria, etc.

De ese total a la Argentina correspondieron 338 millones de Ton.

Estas cifras, en el 2017 ascendieron a 49 GTon y 368 M ton respectivamente. Es decir que Argentina contribuye con el 0.75 % del total mundial.

Muchas gracias por vuestra atención.

-----

## FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA

### Slide 19

Mundialmente, el uso de fuentes de energía renovable es una realidad. En nuestra matriz energética, las renovables eólica y solar, tienen una participación de 0,41% del total. La intención de la ley 27.191 es lograr una matriz más diversificada y sustentable, donde se libere al Ambiente la menor cantidad posible de CO<sub>2</sub>, fomentando así, el uso de fuentes de energía limpia. La ley 27.191 está reglamentada en el Decreto 531 del año 2016.

## Slide 20

De esta ley, cabe destacar:

En primer lugar, lograr una contribución de las fuentes de Energía Renovable del 8% al 31 de diciembre de 2017, no cumplida hasta alcanzar en forma escalonada con metas bianuales, el 20% al 31 de diciembre de 2025. Estamos lejos de estos porcentajes, pero hay muy buenas perspectivas con las licitaciones RENOVAR y la nueva ley de generación distribuida, para irnos acercando.

El art. 8 de la ley 27.191 establece que “todos los usuarios” de energía eléctrica deberán contribuir a alcanzar estas metas, pero hace una distinción según la demanda de potencia del usuario.

## Slide 21

Aquellos que consuman 300KW o más, deberán usar fuentes de energía renovable, cumpliendo en forma individual y efectiva las metas del Art.8.

También, la ley establece la creación de un fondo fiduciario. Y líneas de crédito y beneficios impositivos.

Ahora bien, veamos cuáles son las fuentes de energía renovable, a las que se aplica esta ley.



## Slide 22

El Artículo 2, inc. a) de la Ley 27.191, define las Fuentes Renovables de Energía para la producción de energía eléctrica, que las podemos clasificar en convencionales y no convencionales.

Dentro de las no convencionales tenemos: la energía eólica; la energía solar; la biomasa, cuya fuente está compuesta de materia orgánica, tanto vegetal como animal, que la podemos clasificar en biocombustibles, exceptuando los usos para transporte, en donde se aplica la ley 26.093; y biogás obtenido a partir de Gases de Plantas de Depuración (GPD) y Gases de Vertedero (GV). También la Ley 27.191 menciona la energía geotérmica, cuya fuente es el calor que transmite el centro de la Tierra. Por último, dentro de las no convencionales, se encuentra la energía marítima, cuya fuente es el movimiento del mar, donde se distinguen tres tecnologías: mareomotriz, undimotriz y las corrientes marinas, que algunos las denominan energías azules.

Dentro de las convencionales se menciona a la energía hidráulica pero solamente para proyectos de hasta 50 MW llamados Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos.

## Slide 24

Vemos aquí uno de los muchos parques eólicos que están generando energía en el mundo.

**Slide 25**

Así vemos que en la actualidad, la energía eólica se aprovecha, fundamentalmente, mediante su transformación en electricidad a través de los aerogeneradores. Un aerogenerador eléctrico es una máquina que convierte la energía cinética del viento en energía eléctrica.

Hay 2 tipos de aerogeneradores: los de eje vertical y los de eje horizontal. Este es de eje horizontal; veamos su funcionamiento:

(1) La energía cinética del aire en movimiento, mueve las palas del rotor acoplado por un eje primario o lento a la multiplicadora. Ésta mediante un mecanismo de engranajes hace que el eje secundario o rápido, eleve sustancialmente su velocidad de rotación para producir electricidad en el generador. Es decir, la energía eólica o del viento, se transforma en energía mecánica, para finalmente producir energía eléctrica. Acá se observa una imagen real de la multiplicadora, el eje rápido y el generador, con su sistema de refrigeración.

La energía eléctrica producida por la rotación del generador, es transportada a un centro de control (5) desde donde, una vez elevada su tensión por los transformadores (7), es enviada a la red general mediante las líneas de transporte de alta tensión (8).

Las centrales de este tipo deben disponer de una fuente auxiliar (6) para tener garantizado el suministro de energía eléctrica cuando el recurso eólico no sea adecuado para que el aerogenerador funcione.

## Slide 26

En Solar Térmica clasificamos a las tecnologías según las temperaturas de operación:

Dentro de los concentradores de alta temperatura tenemos los lineales de espejos parabólicos y de espejos planos o de Fresnel.

Los que concentran la energía solar en un punto mediante discos parabólicos y los de recepción solar central.

Veamos el funcionamiento de esta última de torre central con acumulación de energía.

## Slide 27

En el esquema vemos, por un lado la fuente solar para generar vapor, y por el otro, el ciclo de potencia convencional de una turbina-generator. Los helióstatos (1) o espejos direccionales de grandes dimensiones, concentran los haces reflejados en una caldera (2) situada sobre una torre (3) de gran altura.

En la caldera, el calor de la radiación solar concentrada, es absorbido por un fluido térmico, que en el caso de acumulación, son sales fundidas. Este fluido es almacenado en un tanque y conducido hacia un generador de vapor (4), donde al transferir su calor, se enfría y contrae por lo que se lo

devuelve a un segundo depósito y de éste a la torre para elevar nuevamente su temperatura.

El vapor de alta presión es conducido a una turbina (5) donde su energía cinética y térmica se convierte en energía mecánica, que permite al generador producir electricidad. El vapor de baja presión que sale de la turbina, pasa por un condensador, cerrando así el ciclo.

La ventaja de este tipo de central, es que el calor se mantiene en las sales fundidas de un modo mucho más eficiente, y muy útil para acumulación. Aquí vemos un tanque de almacenamiento de sales fundidas.

## **Slide 28**

Ésta es una central híbrida donde se combinan dos tecnologías: la solar térmica con acumulación y la fotovoltaica, lográndose una tecnología final más eficiente, de menor costo final y con electricidad despachable las 24 horas.

El elemento básico de una central fotovoltaica es el conjunto de dispositivos semiconductores o células fotovoltaicas, que captan la energía solar, transformándola directamente en corriente eléctrica continua.

## **Slide 29**

Las células fotovoltaicas están integradas, primero, en módulos, y luego se forman con ellos los paneles fotovoltaicos (1).

La producción de electricidad de dichas células depende de las condiciones meteorológicas, fundamentalmente de la insolación. Dichas condiciones son medidas y analizadas con la ayuda de una torre meteorológica (2).

Como la energía eléctrica que circula por la red es corriente alterna, la corriente continua generada en los paneles solares, debe ser transformada. Es conducida, entonces, al sector de corriente continua (3), para ser convertida por medio de un inversor (4) y ser finalmente transportada al sector de corriente alterna (5) donde se adapta a las condiciones de intensidad y tensión, para su utilización en los centros de consumo.

El funcionamiento de todos los equipos de la central se supervisa desde la sala de control y monitorización (7 y 8), en la que se recibe información de los distintos sistemas de la instalación. Actualmente, todos estos controles pueden realizarse en forma remota por internet.

### **Slide 30**

Por biomasa se entiende la materia orgánica renovable producida por los seres vivos.

¿Por qué es una fuente renovable? Porque las emisiones de dióxido de carbono generadas durante su aprovechamiento energético, son equivalentes al dióxido de carbono previamente obtenido de la atmósfera para su generación, es decir, el balance es 0.

Este dióxido de carbono, proviene directa o indirectamente, de aquel que fue capturado por las plantas a través de la fotosíntesis.

Los factores bióticos son todos los organismos que tienen vida e intervienen en las cadenas tróficas, siendo las plantas el primer eslabón en esta cadena.

Se clasifican en:

- Productores que fabrican sus propios alimentos.
- Consumidores que no pueden producir su alimento, por ello lo ingieren.
- Digestores o descomponedores que son aquellos organismos que se alimentan de materia orgánica en descomposición.

Toda esta cadena trófica produce biomasa de origen vegetal y animal.

### **Slide 31**

La energía de biomasa se puede aprovechar por 3 procesos: combustión directa, biodigestión y biocombustibles.

La biodigestión es el proceso por el cual ciertas bacterias digieren anaeróbicamente, residuos sólidos o líquidos orgánicos, como los de plantas de depuración o los vertederos. De este proceso se obtiene el “biogás”.

La composición de este gas combustible, depende del sustrato digerido y del tipo de tecnología usada, siendo el metano (CH<sub>4</sub>) y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), los de mayor proporción.

A partir de los 3 procesos mencionados, se puede obtener energía térmica y energía eléctrica.

### **Slide 32**

Aquí tenemos un esquema de un biodigestor aplicado a residuos rurales.

Con la digestión anaeróbica se obtienen dos tipos de productos: el biogás, utilizado principalmente como combustible para generar calor y electricidad y el otro, el digestato que es el lodo residual orgánico estabilizado, utilizado como acondicionador y biofertilizante de suelos.

### **Slide 34**

Por último, veamos los sistemas de generación.

En esta transición energética con las renovables, iremos pasando de un sistema de generación centralizado a uno descentralizado.

La generación con renovables puede ser en forma concentrada o distribuida, donde se destaca como innovación, la autogeneración. Esta puede ser instalada: *off grid* o autónoma y *on grid* o conectada a la red.

Para promover esta última forma, a fines del año 2017, se sanciona la ley 27.424 de Generación Distribuida de Energía Renovable integrada a la red eléctrica pública.

### **Slide 35**

El objetivo principal de la ley 27.424 es la autogeneración de los usuarios de las redes de distribución, y eventualmente la posibilidad de inyectar a la red el excedente que generen y no consuman.

Las fuentes de energía renovable, son las definidas en la ley 27.191.

Otros objetivos de la ley 27.424 son: eficiencia energética, reducción de pérdidas, reducción de costos, protección ambiental y protección de los derechos de los usuarios.

Al día de la fecha, la ley 27.424 no está reglamentada.

-----