

# Impacto de instalación de una Planta de Biomasa de 20 MW

Autores:

Emiliano Roselló

Daniel Salomone

Trabajo final, curso SimSEE

IMPORTANTE: Este trabajo se realizó en el marco del curso Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica (SimSEE) y fue evaluado por el enfoque metodológico, la pericia en la utilización de las herramientas adquiridas en el curso para la resolución del estudio y por la claridad de exposición de los resultados obtenidos. Se quiere dejar expresamente claro que no es relevante a los efectos del curso la veracidad de las hipótesis asumidas por los estudiantes y consecuentemente la exactitud o aplicabilidad de los resultados. Ni la Facultad de Ingeniería, ni el Instituto de Ingeniería Eléctrica, ni el o los docentes, ni los estudiantes asumen ningún tipo de responsabilidad sobre las consecuencias directas o indirectas que asociadas al uso del material del curso y/o a los datos, hipótesis y conclusiones del presente trabajo.

**IIE – FING – UDELAR**

*Agosto 2018*

*Montevideo – Uruguay.*

# Objetivo

- Determinar el beneficio económico para el sistema eléctrico uruguayo de contar con generación a partir de Biomasa.

- ✓ Actualmente la biomasa ocupa un porcentaje menor dentro de la matriz y está asociada a generadores industriales que utilizan vapor en sus procesos.

- ✓

- ✓ Propuesta: **Año 2023**

- PLANTA DE 20 MW

- PLANTA DE 40 MW pero consumiendo una media de 20MW.

- 

## **INCOVENIENTES DE LA BIOMASA:**

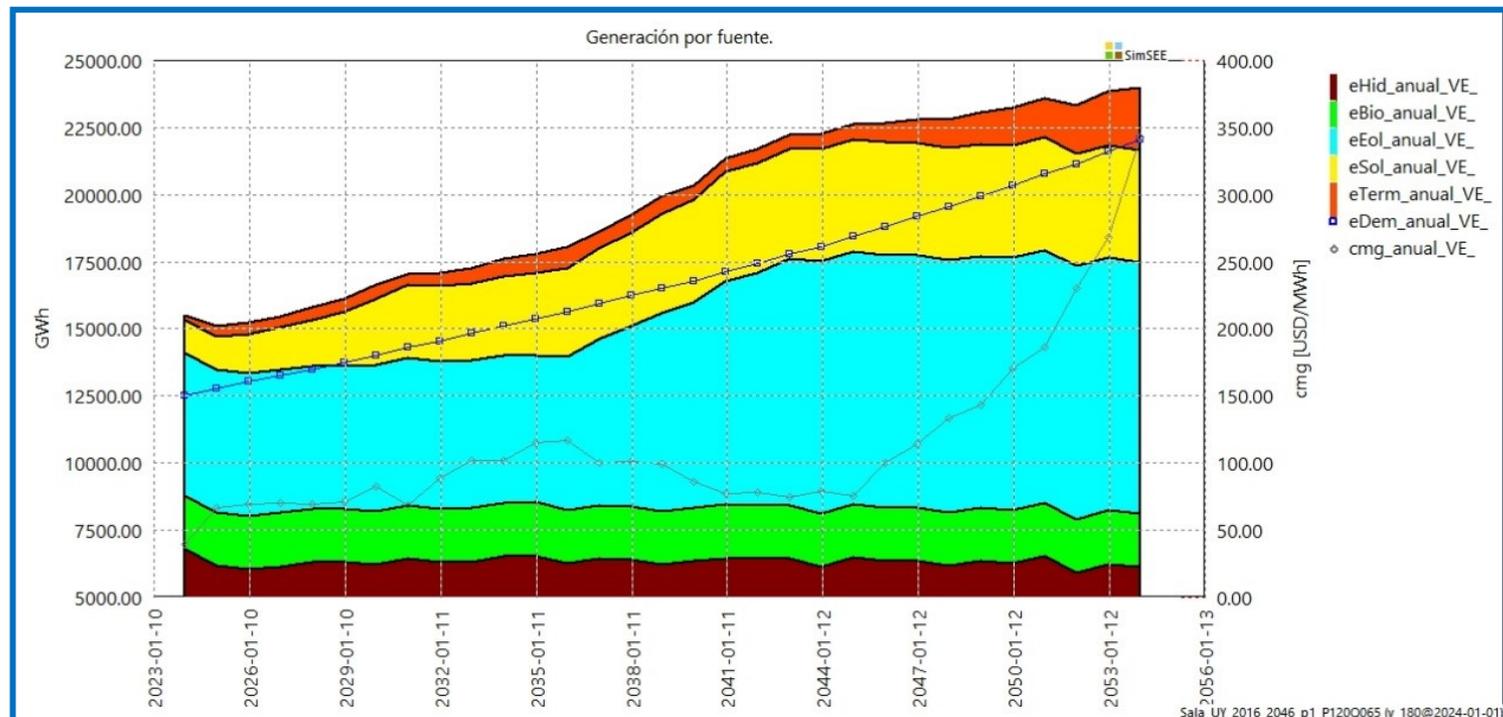
- Almacenamiento y logística
- Tiempos de puesta en marcha
- Inversión

# Hipótesis de trabajo

- **PLANTA DE BIOMASA:** Se agrega potencia adicional a la existente, con despacho en la base; para ello se asume un energético de costo variable nulo.

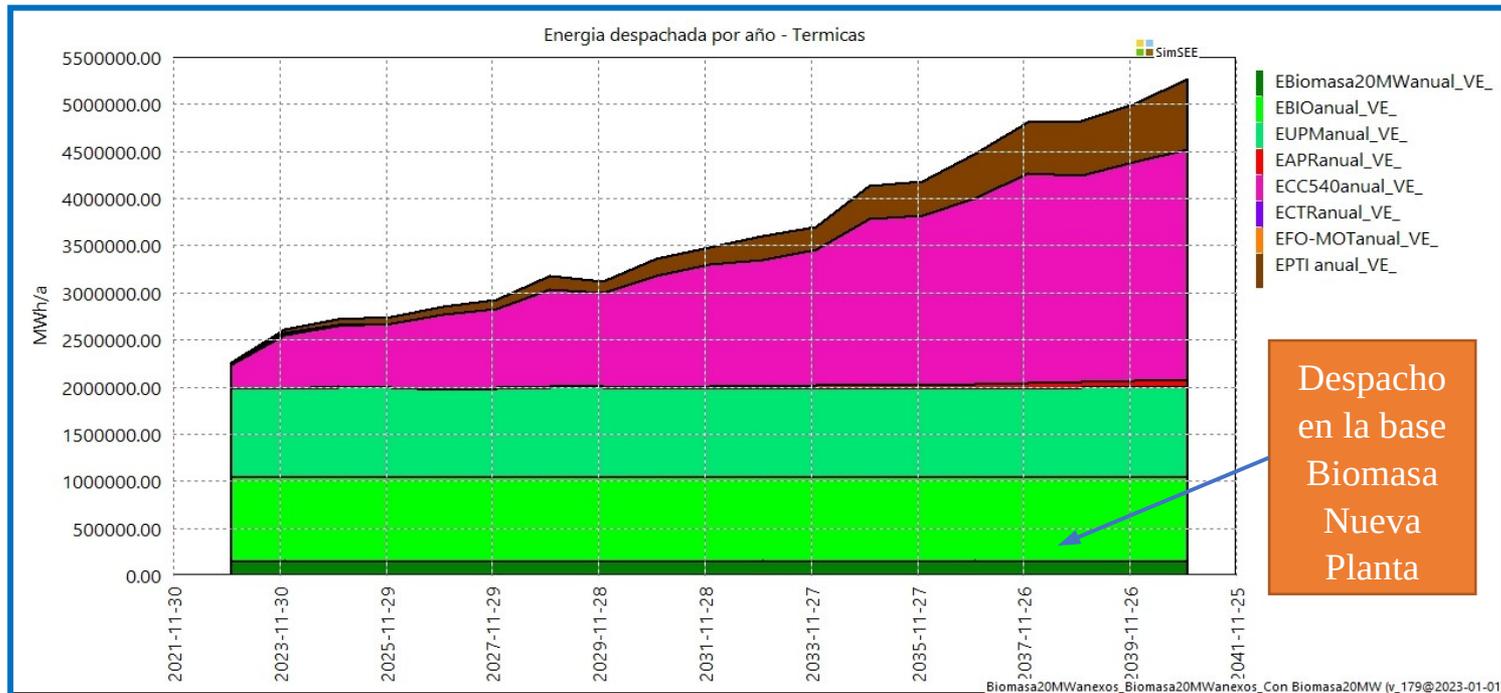
Se desinstalan las siguientes expansiones:

- Eólica y solar/Turbina aeroderivada de 60 MW/Ciclo combinado de 180 MW

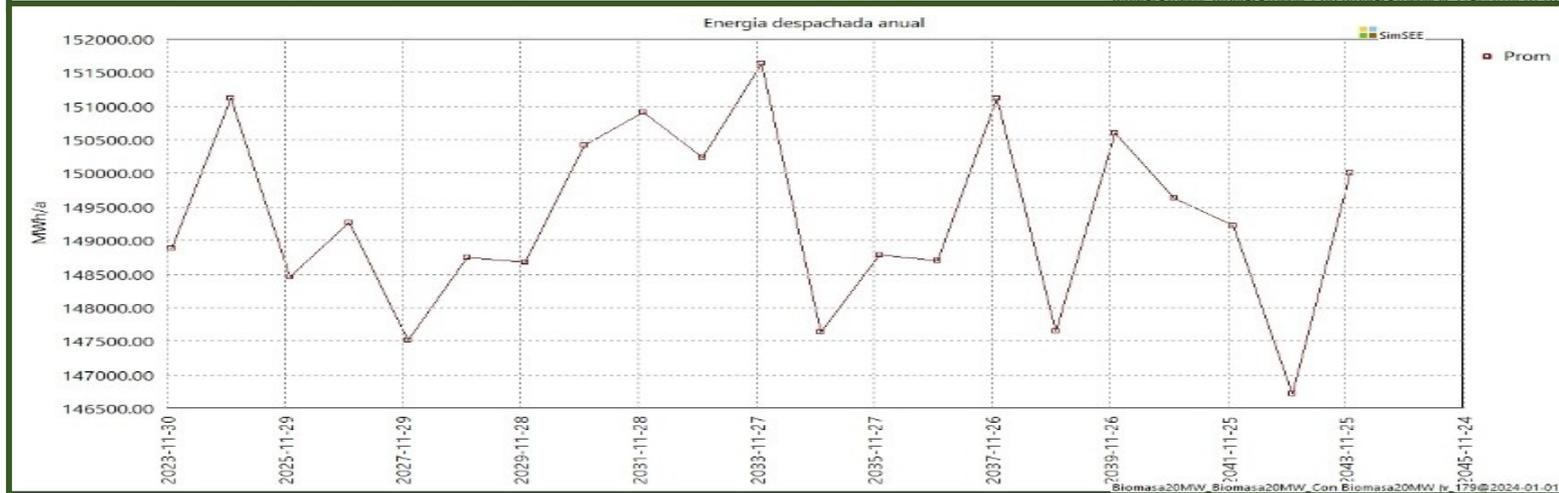
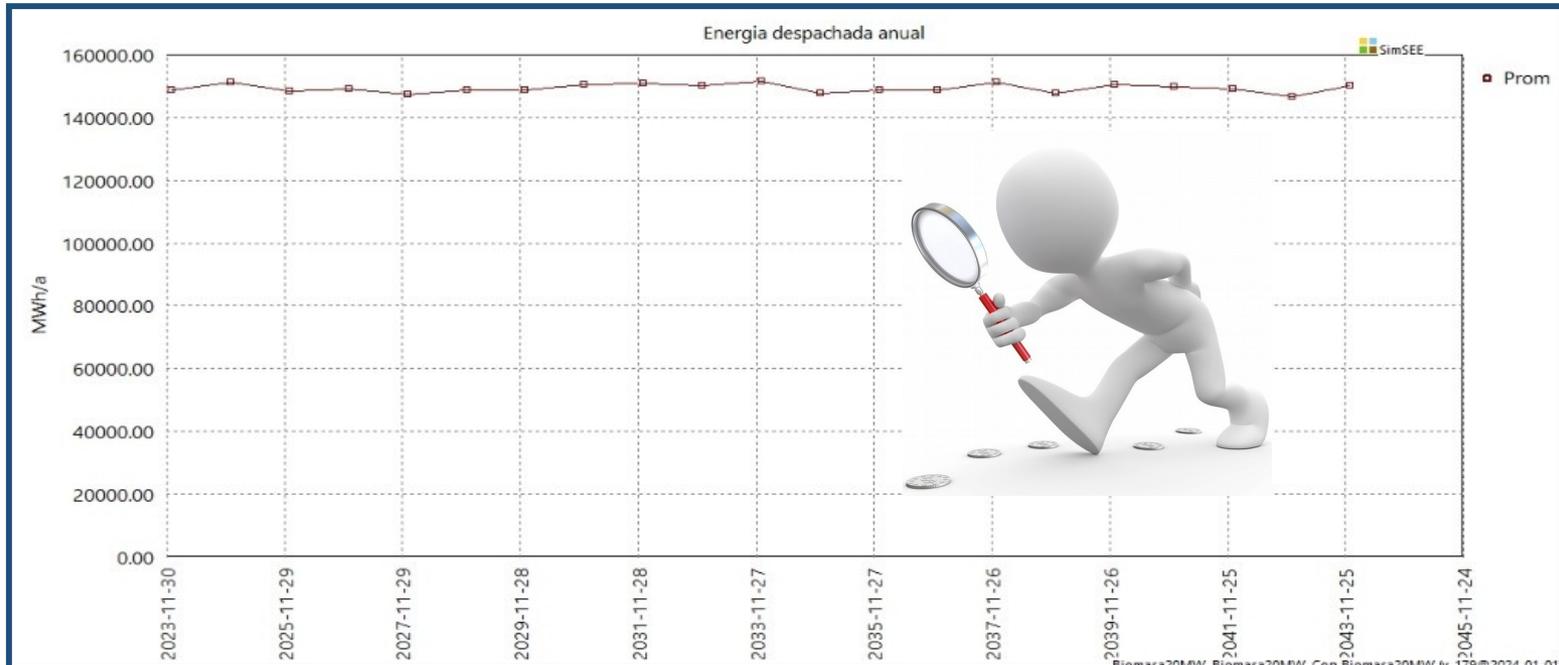


# Metodología

- Se emplea Sala UY 2016 – 2046.
- Central de biomasa simulada como “Generador Térmico Básico”.
- Disponibilidad complejiva: 85 %
- Tiempo medio de reparación (TMR): 360 h
- Se simularon 100 crónicas para cada uno de los escenarios trabajando con la semilla aleatoria de optimización N° 31.



- Se opta por sala de paso semanal. Largo plazo aumenta tiempo de procesamiento sin mejorar resultado.



## PARTE 1

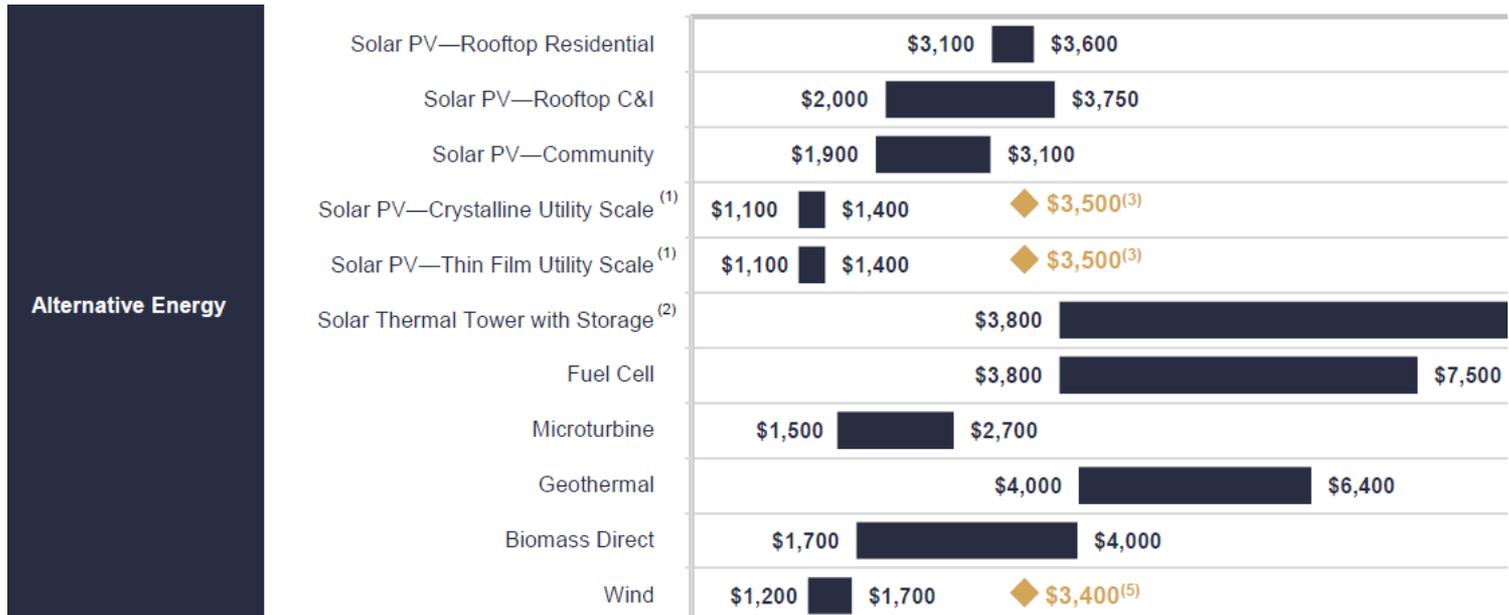
- 1 - Determinación del Pago por Potencia Disponible a partir de datos bibliográficos sobre inversiones estimadas para las distintas tecnologías.
- 2 - Determinación del gradiente de inversión acumulado utilizando la herramienta SimSEE (mediante índice Grad Inv) según la siguiente metodología:
  - Ø **PARA LA PLANTA DE 20 MW**
    - ü 5 situaciones de “Precio por Energía” (de 0 a 20 USD/MWh) **SIN expansión eólica-solar** (5 x 100 crónicas)
    - ü 5 situaciones de “Precio por Energía” (de 0 a 20 USD/MWh) **CON expansión eólica-solar** (5 x 100 crónicas)
    - ü 1 situación utilizando una Turbina aeroderivada gas de 20MW y otra con Ciclo Combinado (1 x 100 crónicas) desinstalando la planta de Biomasa de 20MW.
  - Ø **PARA LA PLANTA DE 40 MW**
    - ü 5 situaciones de Precio por Energía (de 0 a 20 USD/MWh) **SIN expansión eólica-solar** (5 x 100 crónicas)
    - ü 5 situaciones de Precio por Energía (de 0 a 20 USD/MWh) **CON expansión eólica-solar** (5 x 100 crónicas)

# PARTE 2

Trabajando con un precio aceptable de “Pago por Energía”, se determina utilizando la herramienta SimSEE, tanto para la planta de 20 (1 x 100 crónicas) y de 40 MW (1 x 100 crónicas), los siguientes parámetros:



## DETERMINACIÓN DEL PAGO POR POTENCIA DISPONIBLE



# Resultados del estudio.

## PARTE 1

- **PAGO POR POTENCIA DISPONIBLE**

Planta	20 MW	40 MW
Inversión actualizada (MUSD)	63	126
OyM acumulado y actualizado (MUSD) (20 años)	22,5	45
Neto de costos fijos de operación y mantenimiento (MUSD)	85,5	171

En base a estos costos, el Pago por Potencia puesta a disposición (PP) resulta:

$$(PP) : \frac{C_{fijos}}{P_{instalada} \times h \times \sigma \frac{1}{(1 + tasa)^i}}$$

$C_{fijos}$  : ~~No~~ costos fijos actualizados y acumulados

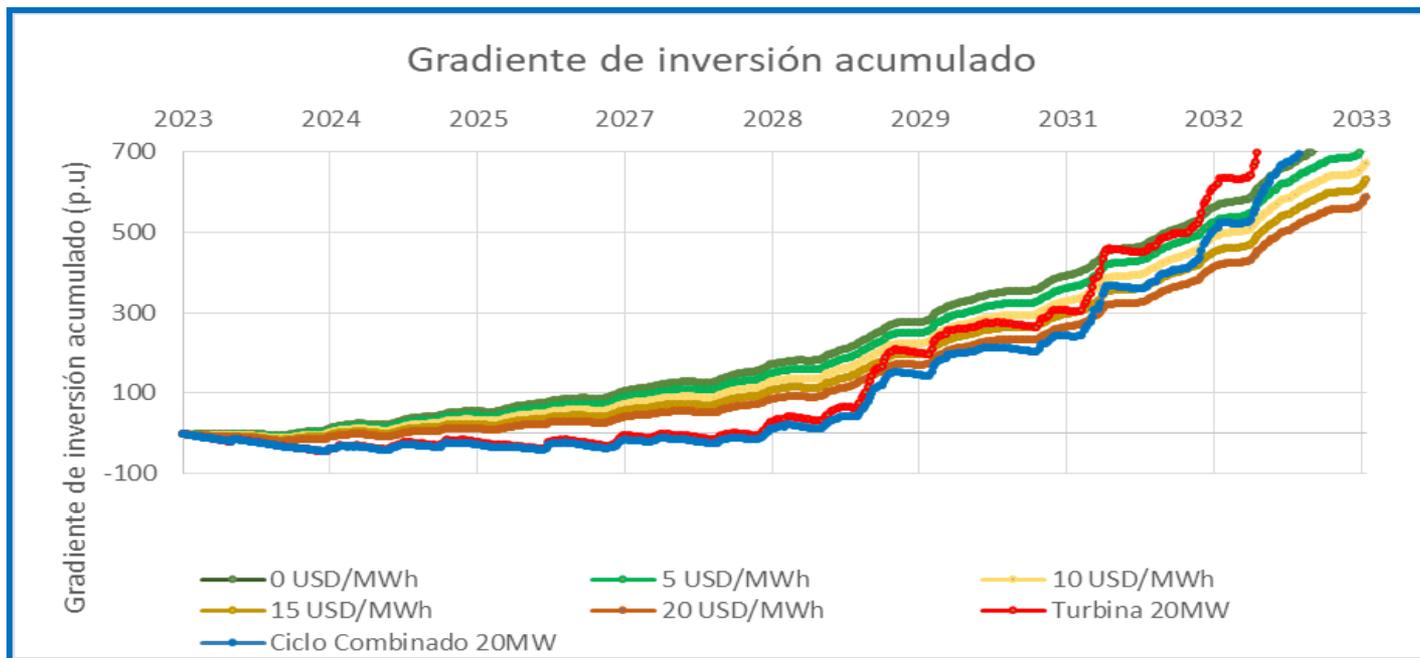
**Pago por disponibilidad – Precio por potencia (USD/MW-h)**

57,31

# GRADIENTE DE INVERSIÓN (GI) 20 MW sin EXPANSIÓN EÓLICA-SOLAR

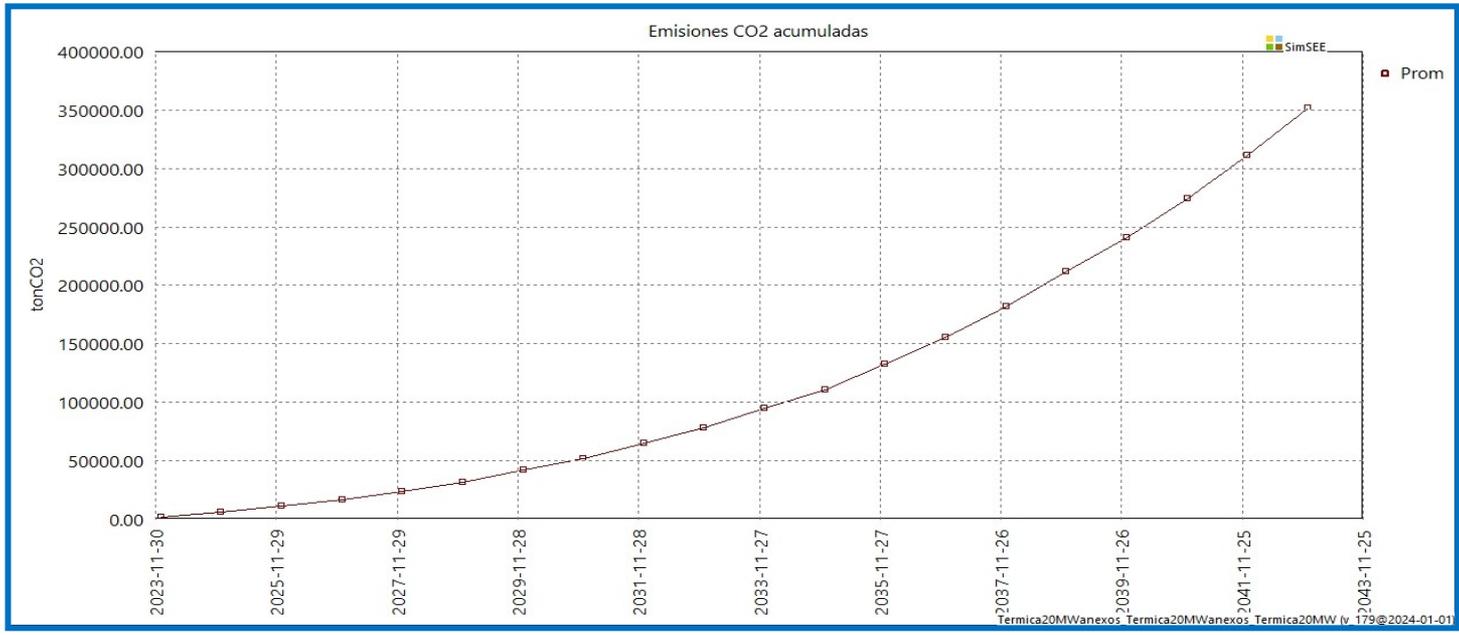
$$(GI) = \frac{\text{Beneficio marginal} - \text{Costos Fijos}}{\text{Costos Variables}}$$

- Fuerte estacionalidad sobre el costo marginal. Se recurre a gradiente de inversión acumulado. Se utiliza la post operación “acumularCronVar”.
- Gradiente acumulado PENDIENTE POSITIVA – FAVORABLE
- Pago por Potencia en 57,31 USD/MW-h y Pago por Energía variable entre 0 y 20 USD/MWh.

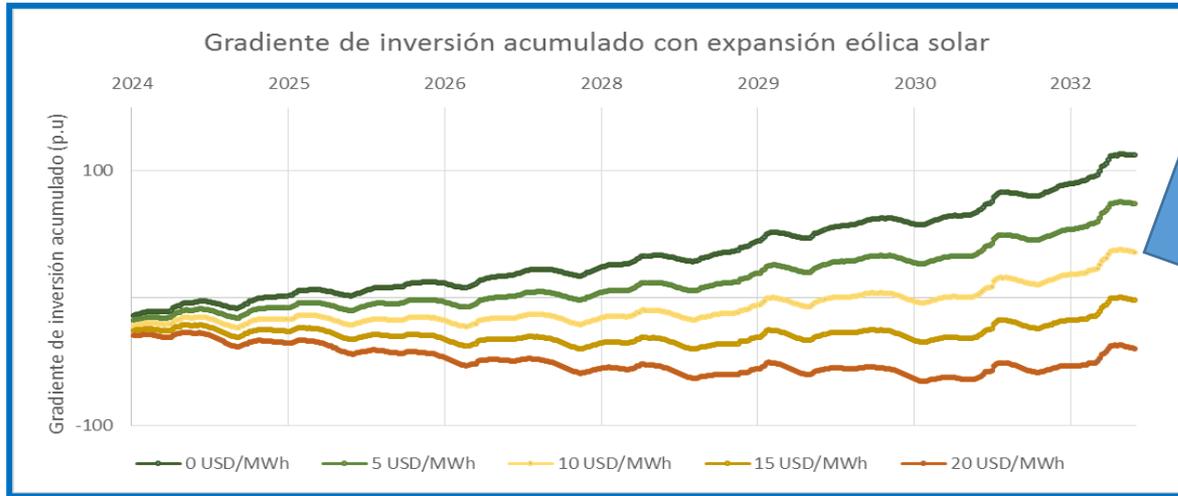


• Costos	• TG	• CC	• BIO	• Pagos	• TG	• CC	• BIO
• Costo variable incremental (USD/MWh)	• 10	• 82	• 0	• Pago por potencia (USD/MWh)	• 14	• 18	• 57,3
• Costo variable no combustible (USD/MWh)	• 10	• 8,3	• 0	• Pago por energía (USD/MWh)	• 0	• 0	• V

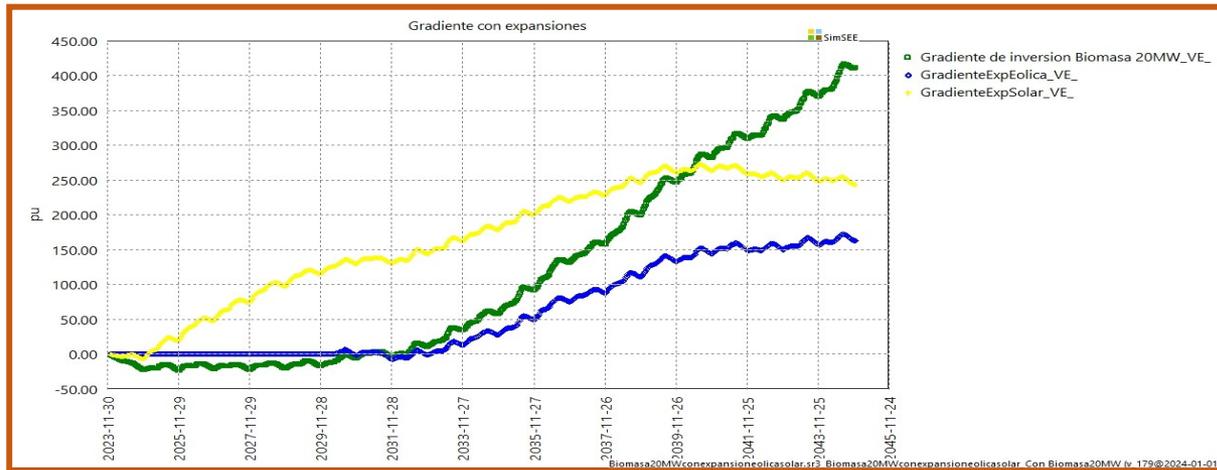
CO <sub>2</sub> Emissions	Ib/MMBtu	0	-	117	117
---------------------------	----------	---	---	-----	-----



# GRADIENTE DE INVERSIÓN (GI) 20 MW CON EXPANSIÓN EÓLICA



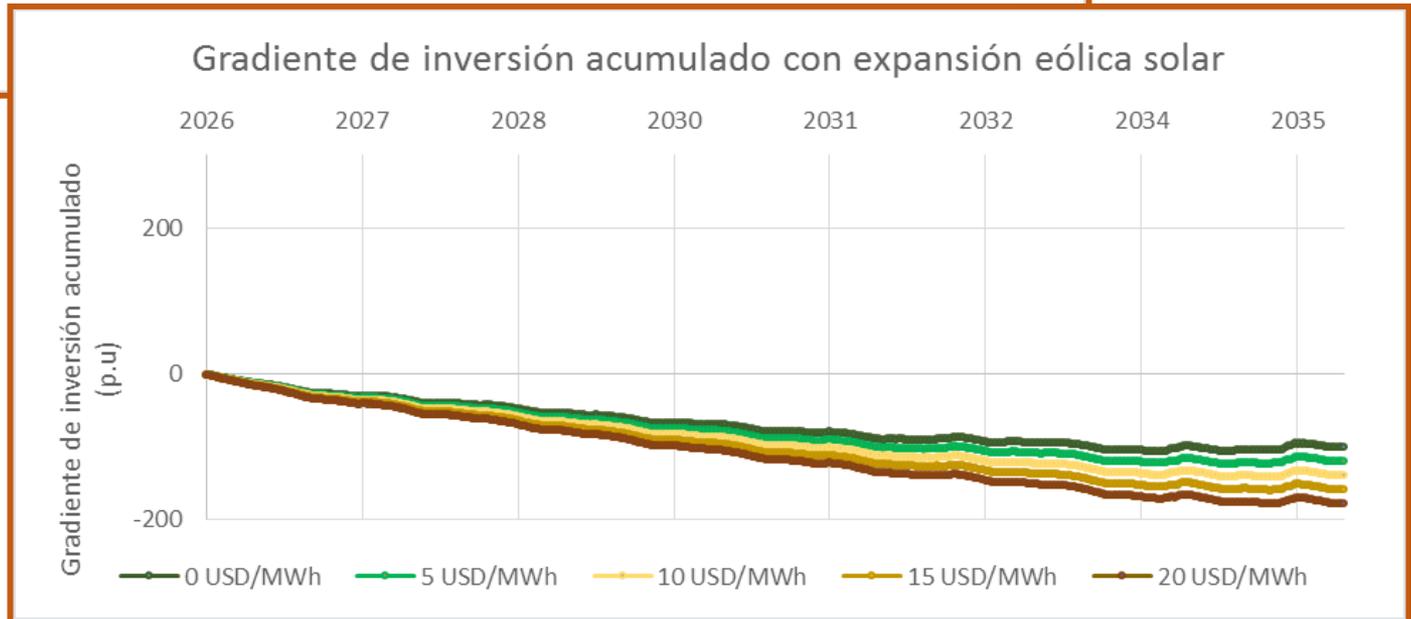
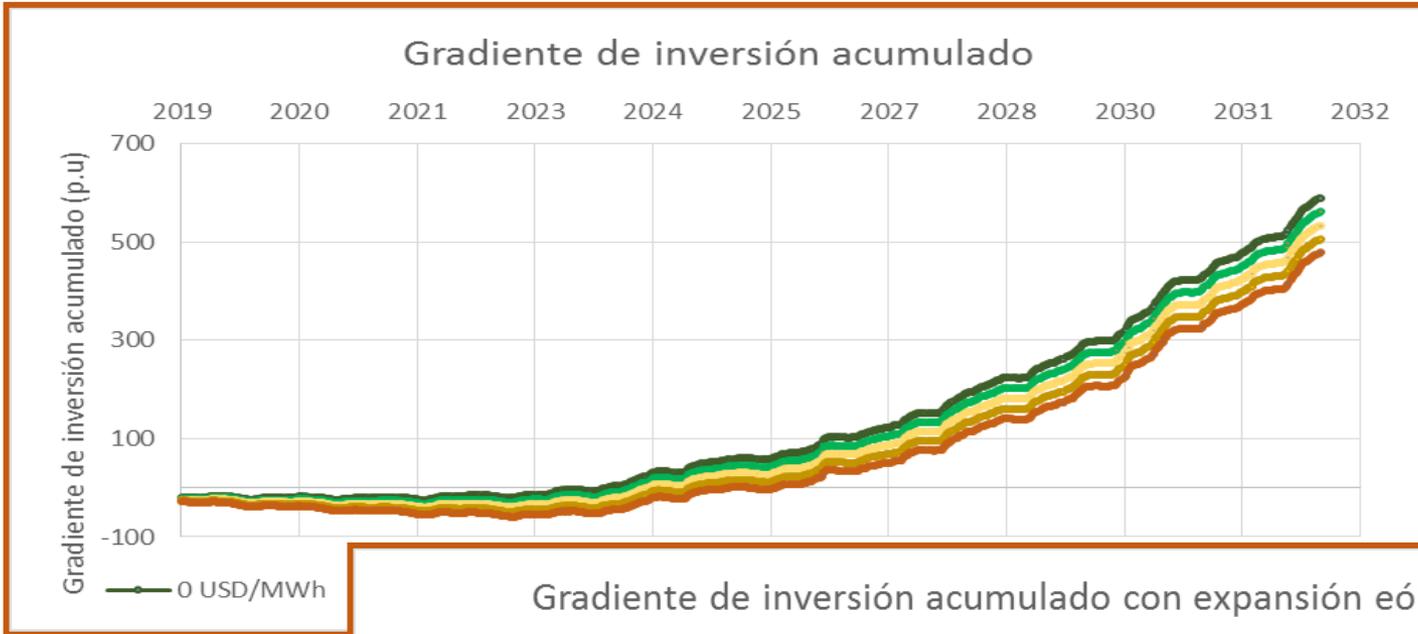
• CON expansión eólica y solar propuesta por la sala Sala UY 2016 – 2046. Biomasa con Pago por Energía de 10 USD/MWh.



• Reducción de costos en eólica y solar de 67 % y 86 % respectivamente desde 2009. Consultora Lazard.

## GRADIENTE DE INVERSIÓN (GI) 40 MW

Planta de 40 MW con energía de paso semanal restringida a 20 MW medios (3.360 MWh). SIMSEE  $E_{\text{maxpaso}}$  (MWh) de la pestaña Generador Térmico Básico



- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
-

## PARTE 2

- **CÁLCULO DEL VALOR PRESENTE NETO (VPN)**

- El valor presente de un flujo de fondos  $f(i)$  (comprendido como los ingresos menos los costos), será:

$$VP : \frac{f(i)}{(1 + \text{tasa})^i}$$

Se asume tasa de descuento del 10 % y se discriminan los ingresos y egresos anuales actualizados.

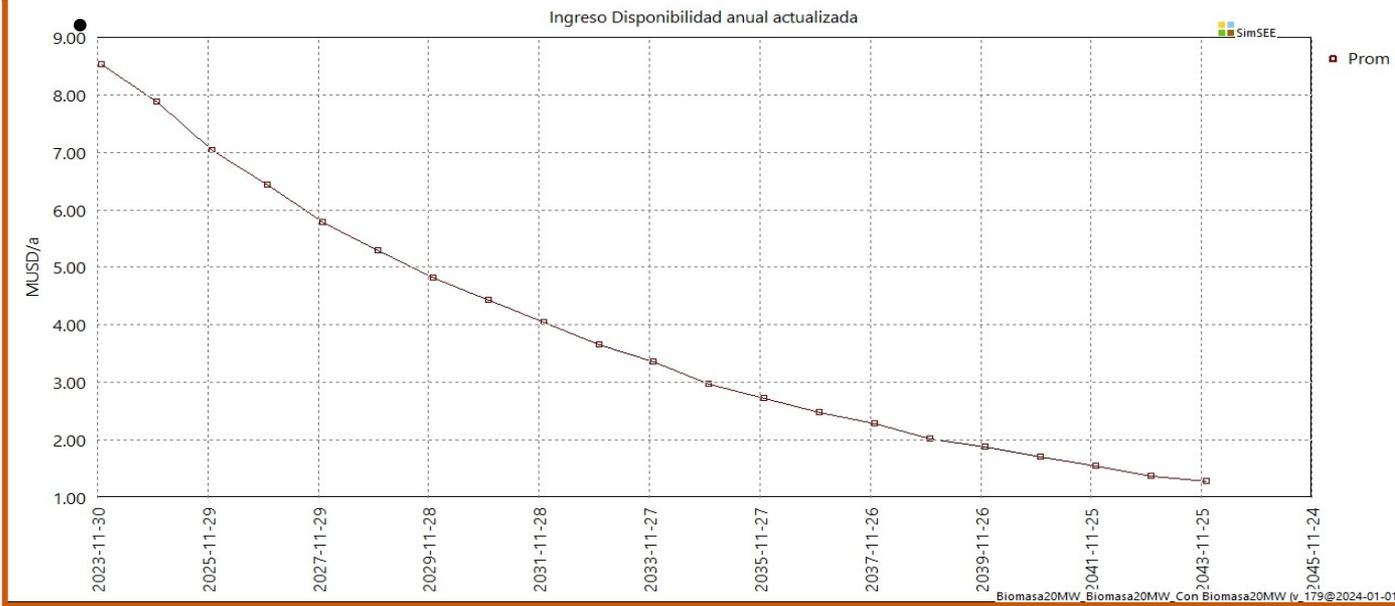
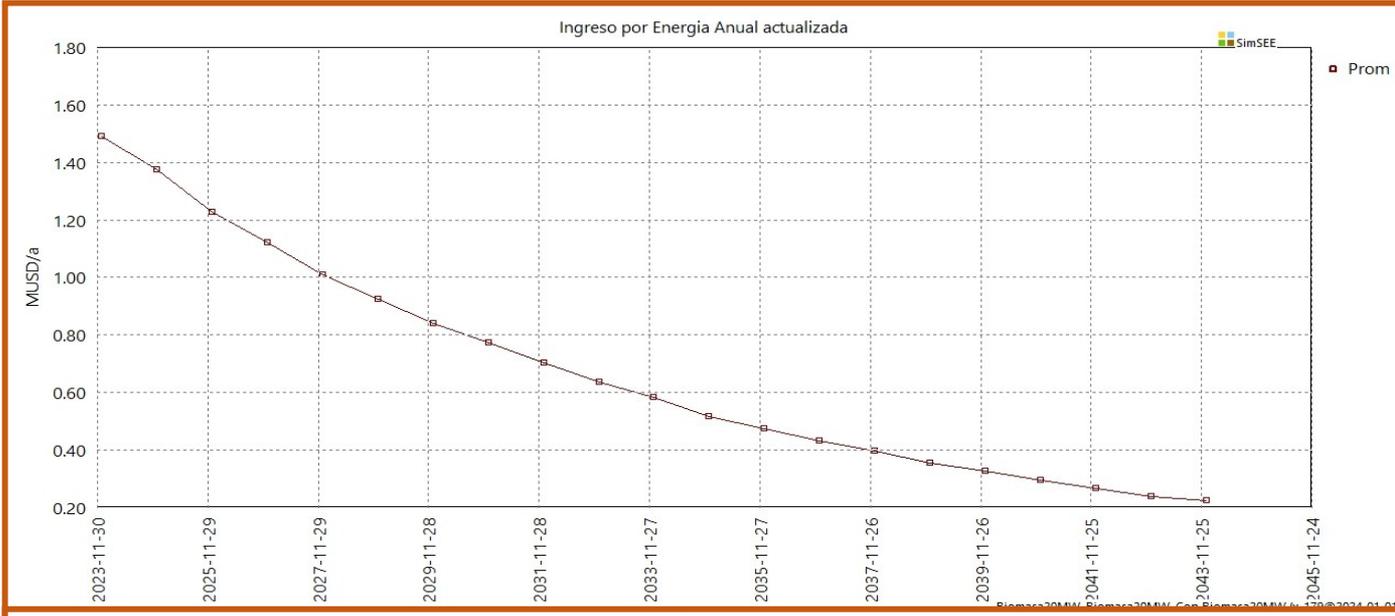
Los ingresos a evaluar son:

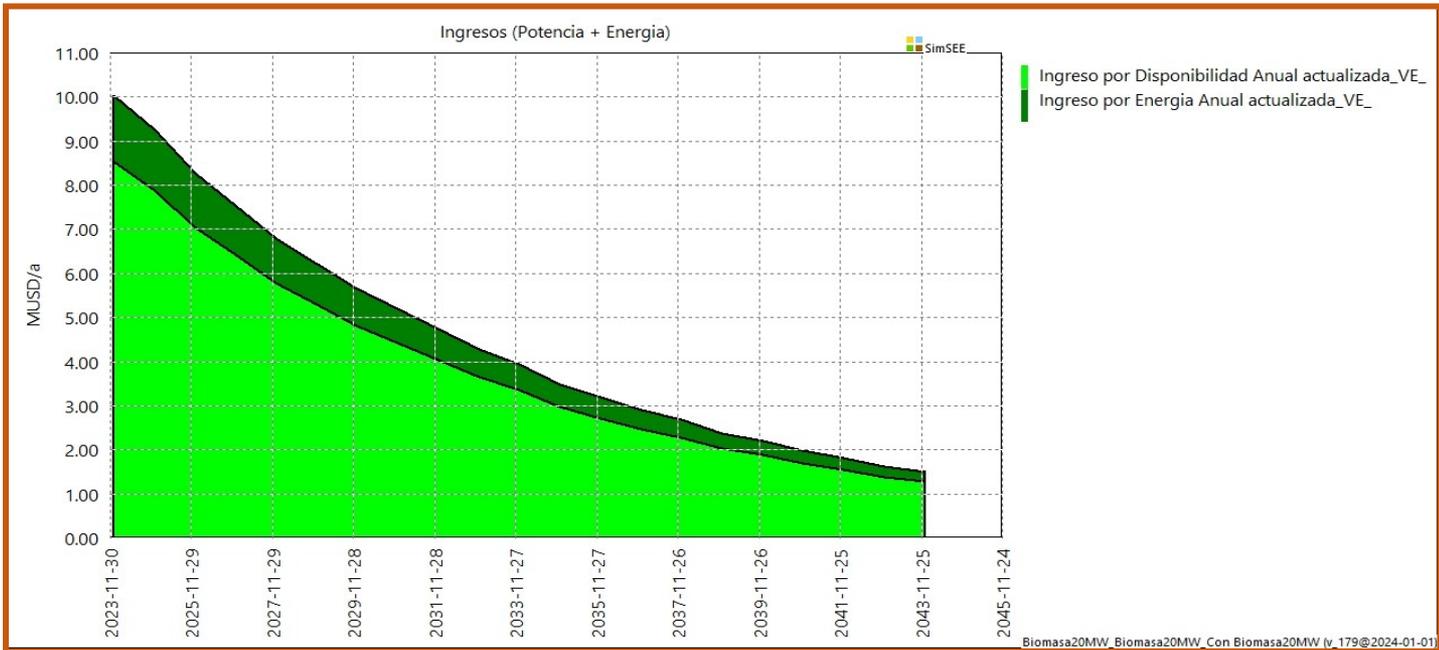
- Pago por potencia (Disponibilidad).-
- Pago por energía.-

Los egresos a evaluar:

- Inversión.-
- Operación y mantenimiento.- 4 % anual de la inversión
- Los costos variables se asumen nulos.-

# INGRESOS ANUALES ACTUALIZADOS 20 MW

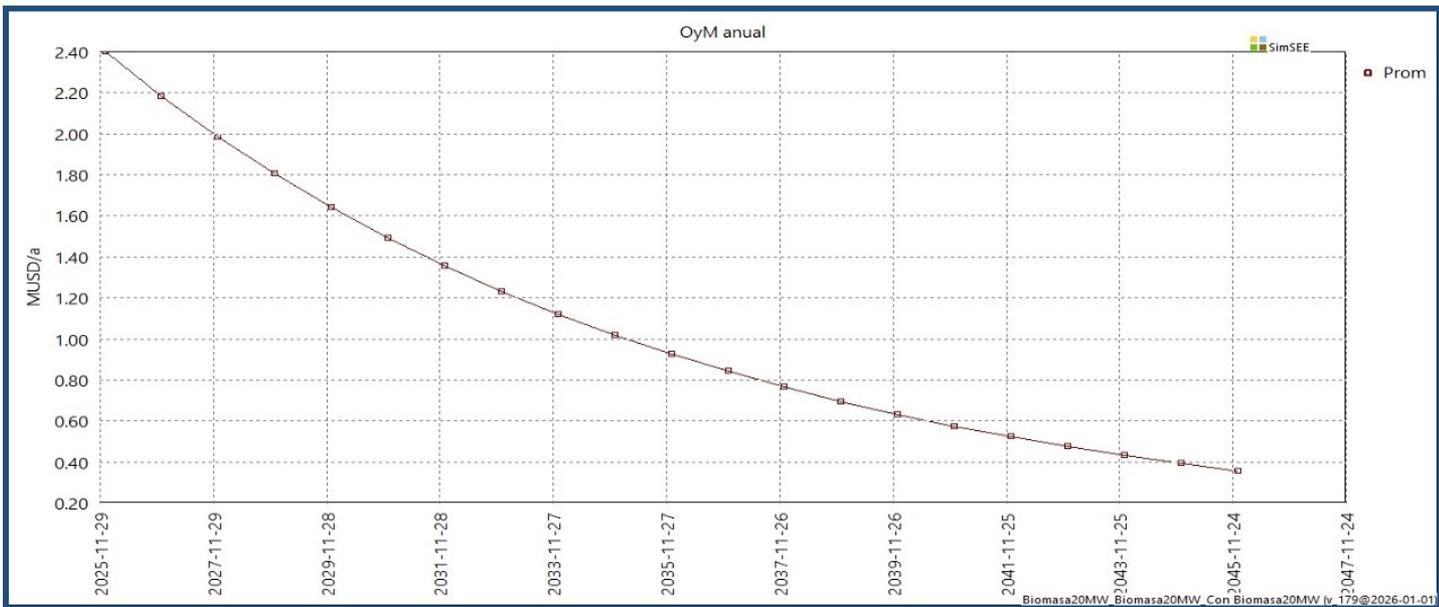




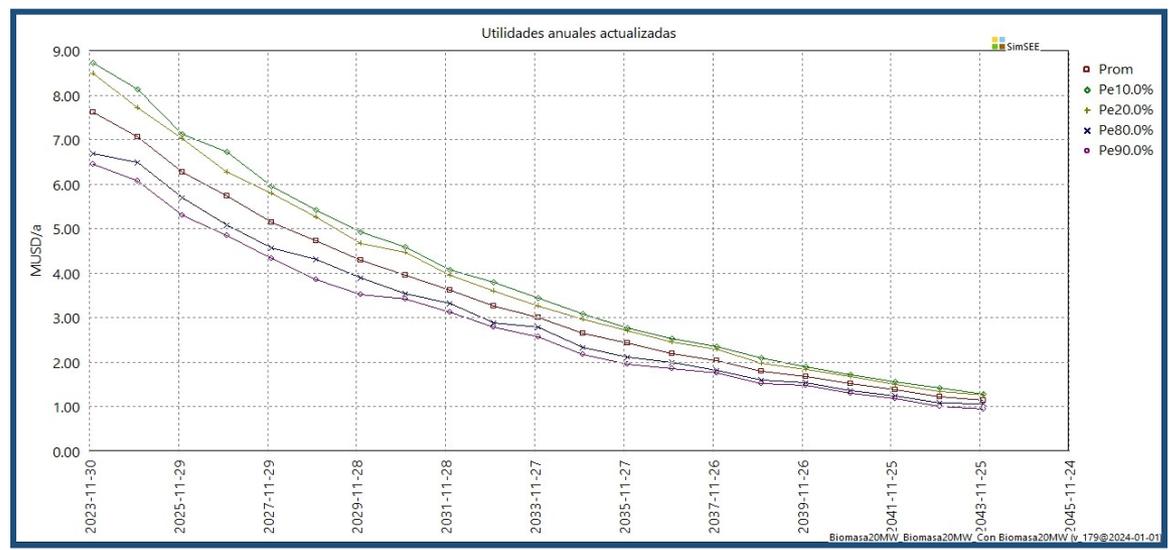
- 

## EGRESOS ANUALES O&M ACTUALIZADOS 20 MW

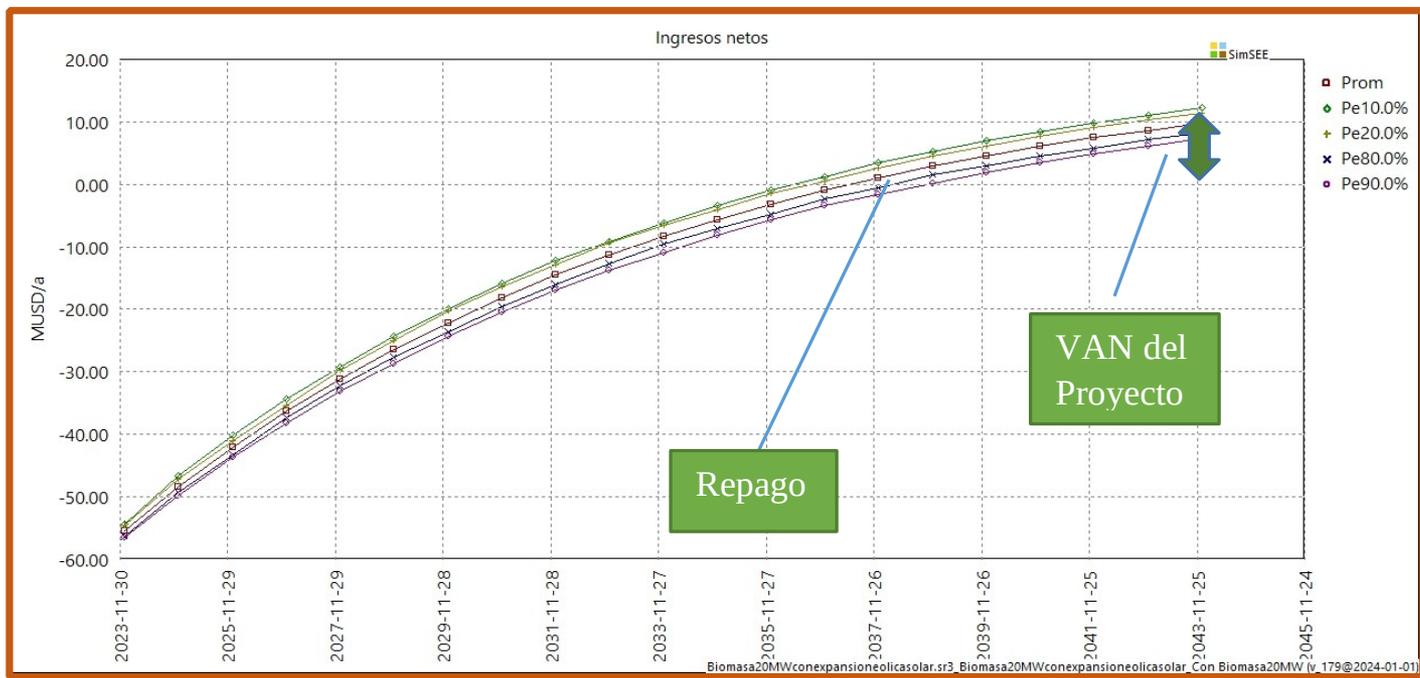
- 



# UTILIDADES NETAS ANUALES 20 MW



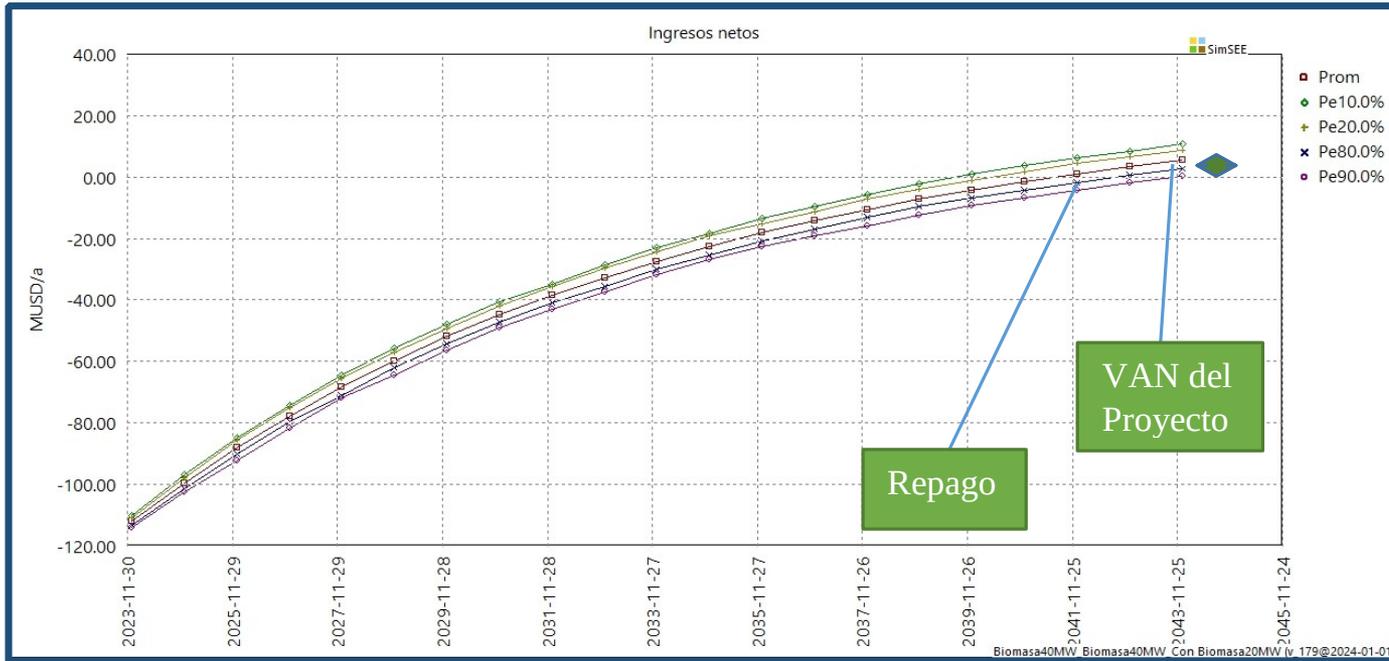
# VALOR PRESENTE ANUALIZADO Y ACTUALIZADO 20 MW



## VPN 20 MW PARA DISTINTAS SEMILLAS

VPN para distintas semillas (MUSD) – 20 AÑOS					
Semilla	Promedio	Pe10.0%	Pe20.0%	Pe80.0%	Pe90.0%
31	8,6559	11,0607	10,3605	7,1266	6,1216
101	8,4666	10,9760	10,2078	6,8279	5,5651
151	8,4674	10,9597	10,1517	6,8417	5,3289

## VALOR PRESENTE ANUALIZADO Y ACTUALIZADO 40 MW



# Posibles trabajos futuros

Costo nulo de la Biomasa no realista.

1. Abundancia de residuos en nuestro país, lo que permitiría contar con un respaldo térmico de materia prima local.
2. Mercado industrial - Cogeneración de electricidad y energía térmica para las industrias, vendiendo excedentes de energía.
3. En cuanto al programa se sugiere la posibilidad de comparar dos o más salas a través de los gráficos de SimRes3 para independizarse de las planillas Excel.

# FIN

