

CONVERSATORIO INSTITUTO ENERGÍA UASD

FLEXIBILIDAD, INERCIA Y EFICIENCIA

El Rol de los Motores de Combustión Interna en Sistemas
Eléctricos con Alta Penetración Renovable



Abril 30, 2026

CONVERSATORIO INSTITUTO ENERGÍA UASD

01



**CONTEXTO DE LA
TRANSICIÓN ENERGÉTICA
EN LA REPÚBLICA
DOMINICANA**

02



**LA PARADOJA DE LA
EXPANSIÓN. MAYOR
CAPACIDAD & DESAFIOS
DESPACHO**

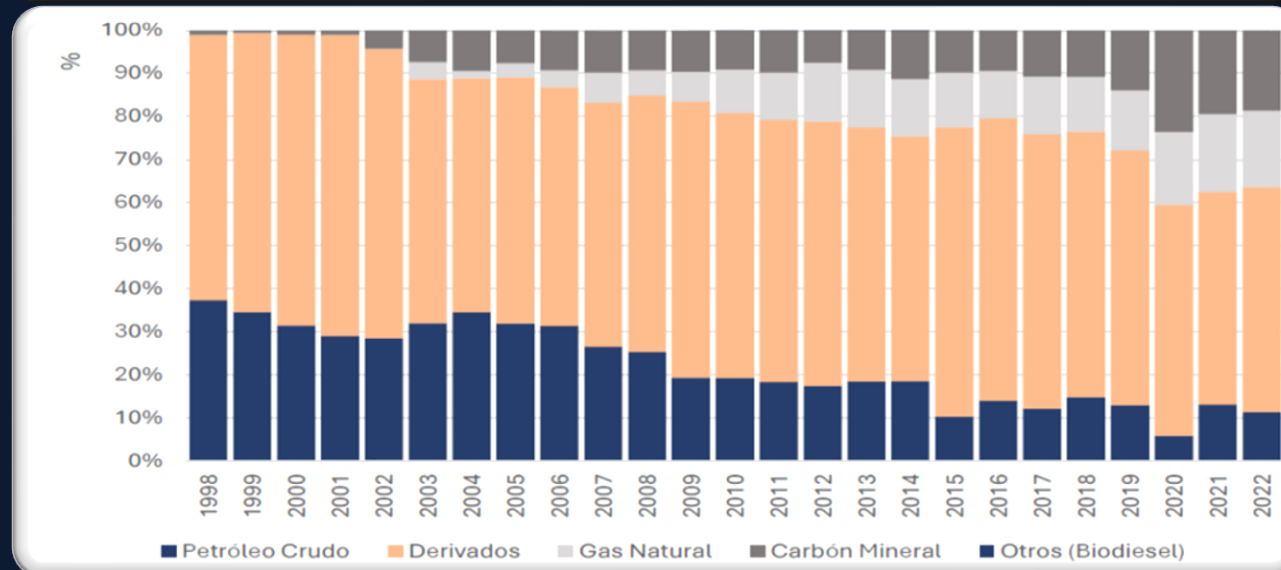
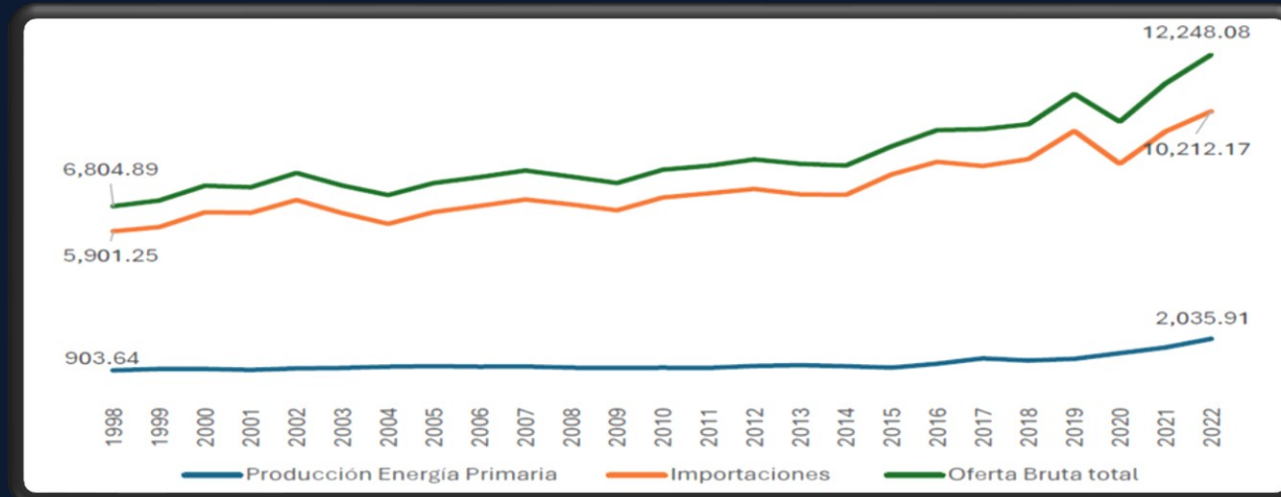
03



**LAS BARRERAS DEL
SISTEMA**

SOBERANÍA Y SEGURIDAD ENERGÉTICA




Contexto de la Transición Energética en la República Dominicana



+80% Importado

Dependencia marcada de derivados del petróleo y gas.

RIESGOS DE DEPENDENCIA

-  **Volatilidad:** Exposición directa a precios internacionales de crudo y LNG.
-  **Geopolítica:** Riesgos en rutas de suministro (Medio Oriente / Estrecho de Ormuz).
-  **Déficit:** Presión constante sobre divisas y balanza comercial energética.

SISTEMA ELÉCTRICO INSULAR Y FRÁGIL

Contexto de la Transición Energética en Rep. Dominicana




#	Fecha	Evento	Escalón / Hz
1	01-02-26	DISPARO DE LA CENTRAL AES ANDRÉS GN	2do (59.18)
3	04-02-26	DISPARO PARCIAL CENTRAL ESTRELLA DEL MAR 3	2do (59.19)
7	18-02-26	DISPARO CENTRAL ENERGAS 4	2do (59.16)
10	21-02-26	DISPARO ENERGAS 4 CICLO COMBINADO GN	3er (59.09)
11	23-02-26	EVENTO DE TRANSMISIÓN ZONA CENTRAL	4to (58.94)
12	23-02-26	PÉRDIDA DE TENSIÓN EN EL SENI	6to (58.80)
13	26-02-26	ACTUACIÓN EDAC SIN DISPARO GENERACIÓN	2do (59.19)

FUENTE: OC_INFORME MENSUAL EVENTOS DEL EDAC FEBRERO 2026

Fórmula de Transición:

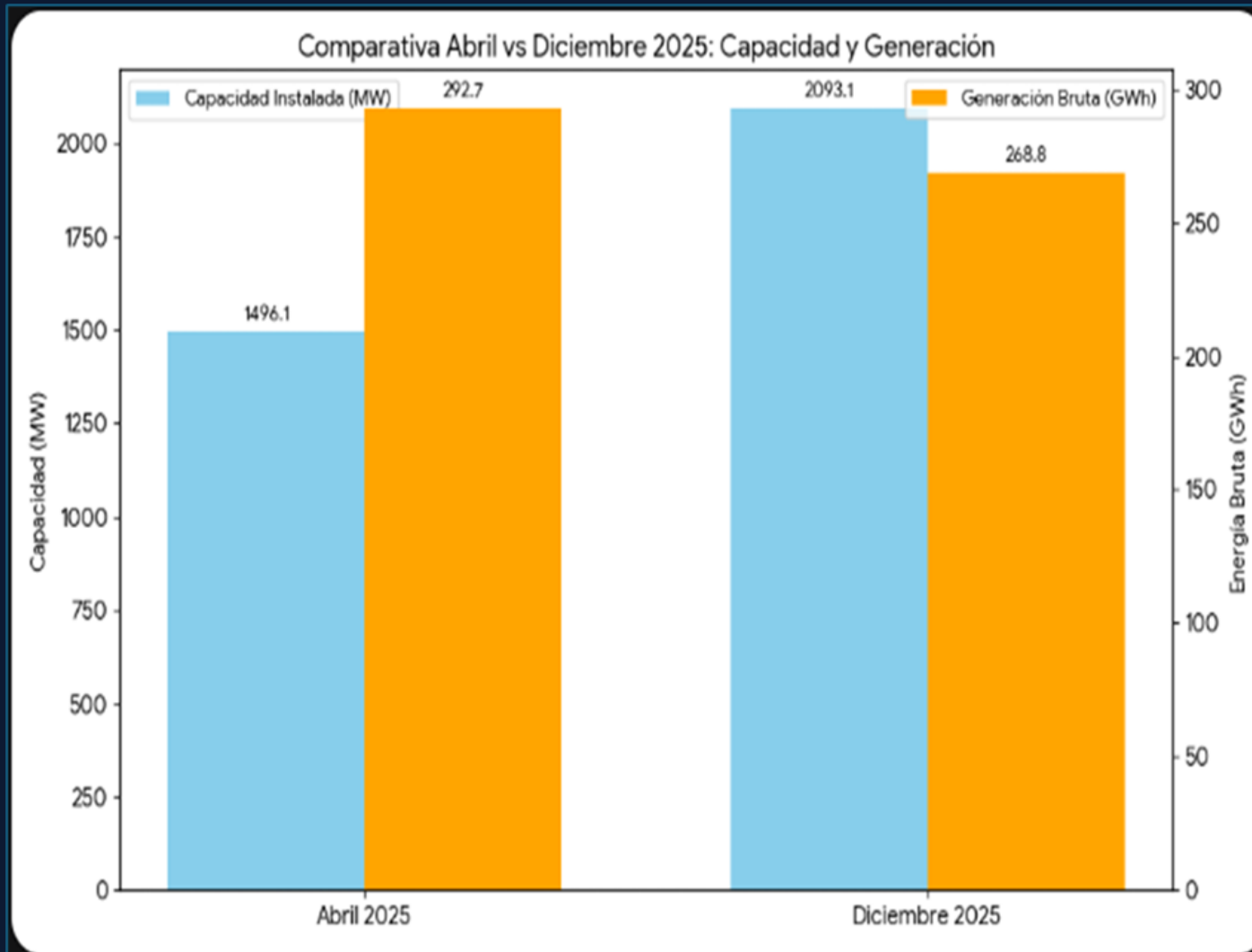
Renovables + Generación Flexible +
Almacenamiento

ANÁLISIS DEL SISTEMA

-  **Aislamiento:** Sistema sin interconexiones regionales que permitan respaldo externo.
-  **Baja Inercia:** Limitada tolerancia a eventos extremos o fallas de grandes unidades.
-  **Complejidad ERV:** Alta dificultad para integrar renovables variables sin respaldo firme local.

LA PARADOJA DE LA EXPANSIÓN

Mayor Capacidad Instalada vs. Desafíos de Despacho



ANÁLISIS CRÍTICO

Escalabilidad

A pesar del incremento a 2,061 MW, la brecha entre "Generación debida vs. Generada" eleva la complejidad de la estabilidad operativa.

Eficiencia Perdida

Se registró un vertimiento del 5.2% del potencial ERV total, reflejando cuellos de botella en el despacho.




Transición a la Baja

Menor generación con mayor capacidad instalada nueva.



COMPOSICIÓN DEL PARQUE DE GENERACIÓN

Capacidad Instalada por Tecnología (Actual 2026)

#	Tecnología	Suma PMX (MW)
	BIOMASA	30.0
	CICLOS COMBINADOS	1,844.0
	EOLICAS	425.6
	HIDROELECTRICAS	558.3
	MOTORES	1,353.8
	SOLARES	1,412.9
	TURBINAS DE GAS	85.0
	TURBINAS DE VAPOR	1,015.9

Capacidad Total

6,725.6 MW


El parque de generación presenta una matriz **diversificada**, liderada por Ciclos Combinados y una creciente participación de Plantas Solares

Explotacion del parque de generación



EXPLOTACIÓN DEL PARQUE DE GENERACIÓN

Generación por Fuente (GWh) en 2025: Con Vertimiento vs Sin Vertimiento

#	Tecnología	Generaron Con Vertimiento	Debieron Generar Sin Vertimiento
	TÉRMICA	20,952.45	20,755.99
	HIDRO	1,467.60	1,467.60
	BIOMASA	222.87	222.87
	ERV	3,545.15	3,741.61

IMPACTO DEL VERTIMIENTO

Diferencial ERV

196.46 Δ GWh

Las Energías Renovables Variables (ERV) muestran el mayor potencial de recuperación de generación sin restricciones de vertimiento.

POTENCIAL ERV: +5.5%

LAS BARRERAS DEL SISTEMA

Restricciones de Plantas y Restricciones de Seguridad del SENI

RESTRICCIONES DE PLANTAS



LIMITACIONES DE ARRANQUES

Condiciones técnicas que restringen la cantidad y frecuencia de arranques (tiempos mínimos, calentamiento/enfriamiento), reduciendo la flexibilidad operativa.



MÍNIMOS TÉCNICOS ELEVADOS

Obligación de operar por encima de potencias mínimas altas para garantizar estabilidad, limitando la inyección de renovables y aumentando vertimientos.



RESTRICCIONES OPERATIVAS

Limitaciones por mantenimiento, degradación de equipos o factores ambientales que reducen la disponibilidad, rampa o despacho efectivo.

LAS BARRERAS DEL SISTEMA.

RESTRICCIONES DE SEGURIDAD DEL SENI



RESERVA PRIMARIA (RPF)

Requerimiento normativo del 3% al 5% de la demanda instantánea para estabilidad inmediata de frecuencia.



RESERVA SECUNDARIA (RSF)

Adicional del 3% al 5% para recuperación post-contingencia. "Ocupa" espacio de las renovables.



INERCIA DEL SISTEMA



Vital para sujetar la frecuencia; no está normada actualmente, lo que genera discrecionalidad en la limitación de ERV.

INCIDENCIAS DE LAS CENTRALES TERMICAS (BARRERAS PARA ERV)

Comparación Restricciones de Plantas por tecnología

Aspectos	Turbinas (Gas/Vapor/CC)	Motores (HFO / Gas)
Limitaciones de Arranques	<p>Número de arranques limitado por fatiga térmica.</p> <p>Arranques costosos y prolongados.</p> <p>Penalización fuerte en ciclos frecuentes.</p> <p>Baja tolerancia a operación cíclica.</p>	<p>Mayor tolerancia a arranques frecuentes.</p> <p>Coste marginal de arranque significativamente menor.</p> <p>Ventanas más amplias de arranque/parada.</p> <p>Mejor adaptación al despacho variable.</p>

FORTALEZA DESTACADA

-  **Flexibilidad Operativa:** Los motores permiten responder a las fluctuaciones de la demanda sin degradación estructural prematura.
-  **Eficiencia en Despacho:** Menor impacto económico por ciclos de encendido/apagado frecuentes.

Tecnología de Motores

Sin limitaciones críticas de arranques frente a la generación térmica convencional.

INCIDENCIAS DE LAS CENTRALES TERMICAS (BARRERAS PARA ERV)

Comparación Restricciones de Plantas por tecnología

Aspectos	Turbinas (Gas/Vapor/CC)	Motores (HFO / Gas)
Tiempos de Arranque	Largos (decenas de minutos a horas) Requieren secuencia estricta de calentamiento	Cortos (minutos) Alta velocidad de sincronización



**FORTALEZA TÉCNICA
DESTACADA**

Motores → Con arranques rápidos.

INCIDENCIAS DE LAS CENTRALES TERMICAS (BARRERAS PARA ERV)

Comparación Restricciones de Plantas por tecnología

Aspectos	Turbinas (Vapor / CC)	Motores (HFO / Gas)
Mínimos Técnicos	Mínimos técnicos elevados (especialmente en CC y vapor) Operación forzada por encima de mínima estable	Mínimos técnicos bajos Amplio rango de operación estable

FORTALEZA TÉCNICA DESTACADA

Motores → Con bajo mínimos técnicos.

INCIDENCIAS DE LAS CENTRALES TERMICAS (BARRERAS PARA ERV)

Comparación Restricciones de Plantas por tecnología

Aspectos	Turbinas (Vapor / CC)	Motores (HFO / Gas)
Flexibilidad de Carga	Limitada capacidad de seguimiento rápido de carga Rampas condicionadas por estrés térmico	Alta capacidad de rampas Excelente seguimiento de carga y regulación



FORTALEZA TÉCNICA DESTACADA

Motores → Con alta flexibilidad Operativa.

INCIDENCIAS DE LAS CENTRALES TÉRMICAS (BARRERAS PARA ERV)

Comparación Restricciones de Plantas por tecnología

Aspectos	Turbinas (Vapor / CC)	Motores (HFO / Gas)
Restricciones Operativas	Sensibles a ciclos térmicos.	Restricciones más locales y modulables.
	Mayores restricciones por condiciones ambientales.	Mantenimiento por unidades (redundancia).
	Mantenimiento correctivo Complejo	Mayor resiliencia operativa

LAS CENTRALES A MOTORES NO CONDICIONAN SU OPERACIÓN AL SISTEMA A NINGUNA RESTRICCIÓN OPERATIVA



FORTALEZA TÉCNICA DESTACADA

Motores → Sin restricciones Operativas.

INCIDENCIAS DE LAS CENTRALES TÉRMICAS (BARRERAS PARA ERV)

Comparación Restricciones de Seguridad por tecnología

RESTRICCIONES DE SEGURIDAD DEL SENI

Aspecto	Turbinas (Gas / Vapor / CC)	Motores (HFO / Gas)
Márgenes de Regulación (RPF / RSF)	<p>Amplios márgenes de regulación.</p> <p>Pueden reservar potencia sin comprometer estabilidad.</p>	<p>Márgenes en función de la cantidad de motores en línea.</p> <p>Mejor disponibilidad real de RPF y RSF.</p>



FORTALEZA TÉCNICA DESTACADA

Turbina Gas → Mayor provisión efectiva de reservas operativas.

INCIDENCIAS DE LAS CENTRALES TÉRMICAS (BARRERAS PARA ERV)

Comparación Restricciones de Seguridad por tecnología

RESTRICCIONES DE SEGURIDAD DEL SENI

Aspecto	Turbinas (Gas / Vapor / CC)	Motores (HFO / Gas)
Gradientes de toma de carga (Rampas)	Rampas moderadas. Limitadas por estrés térmico y restricciones metalúrgicas.	Rampas altas. Excelente seguimiento de carga. Capacidad de subir/bajar potencia en pocos minutos.



FORTALEZA TÉCNICA DESTACADA

Motores → Superior flexibilidad dinámica
y seguimiento de carga.

INCIDENCIAS DE LAS CENTRALES TÉRMICAS (BARRERAS PARA ERV)

Comparación Restricciones de Seguridad por tecnología

RESTRICCIONES DE SEGURIDAD DEL SENI

Aspecto	Turbinas (Gas / Vapor / CC)	Motores (HFO / Gas)
Respuesta primaria de frecuencia	Aportan regulación primaria, pero más lenta. Menor capacidad de corrección inmediata.	Gobernadores rápidos. Muy efectivos en contención inicial de desviaciones.



FORTALEZA TÉCNICA DESTACADA

Motores → Mejor desempeño en eventos súbitos.

INCIDENCIAS DE LAS CENTRALES TÉRMICAS (BARRERAS PARA ERV)

Comparación Restricciones de Seguridad por tecnología

RESTRICCIONES DE SEGURIDAD DEL SENI

Aspecto	Turbinas (Gas / Vapor / CC)	Motores (HFO / Gas)
Inercia	Alta inercia síncrona (especialmente vapor y CC). Contribución natural al amortiguamiento del RoCoF.	Inercia individual menor por unidad. Aportación agregada depende del número de motores.



FORTALEZA TÉCNICA DESTACADA

Turbinas → Mayor aporte de inercia estructural al sistema.

INCIDENCIAS DE LAS CENTRALES TÉRMICAS (BARRERAS PARA ERV)

Comparación Restricciones de Seguridad por tecnología

RESTRICCIONES DE SEGURIDAD DEL SENI

Aspecto	Turbinas (Gas / Vapor / CC)	Motores (HFO / Gas)
Control del RoCoF	Más efectivos por masa rotante elevada.	Menor efecto inercial directo. Compensan con control rápido de potencia.

Las Turbinas destacan por su alta inercia y la posibilidad de altos márgenes de reserva sincronizada. Los Motores tienen mejor desempeño siguiendo la carga y muy efectivos en la contención inicial de desviaciones.



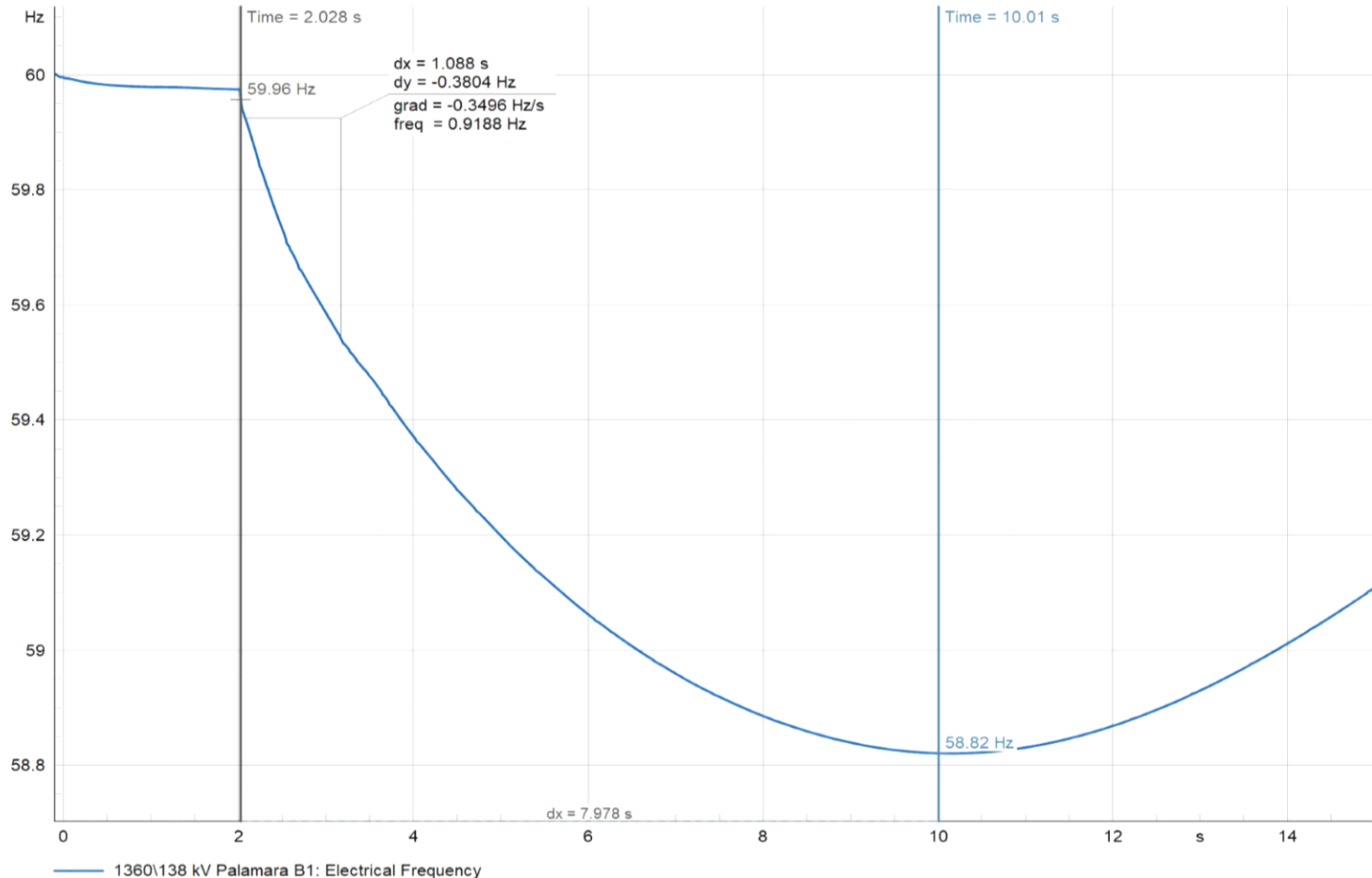
FORTALEZA TÉCNICA DESTACADA

Turbinas → Fortalezas en estabilidad inercial.

DINAMICA DEL SISTEMA. TURBINAS & MOTORES

Análisis Técnico de Estabilidad Inercial

SIMULACIÓN SALIDA 215 MW, DOS PTC EN LINEA



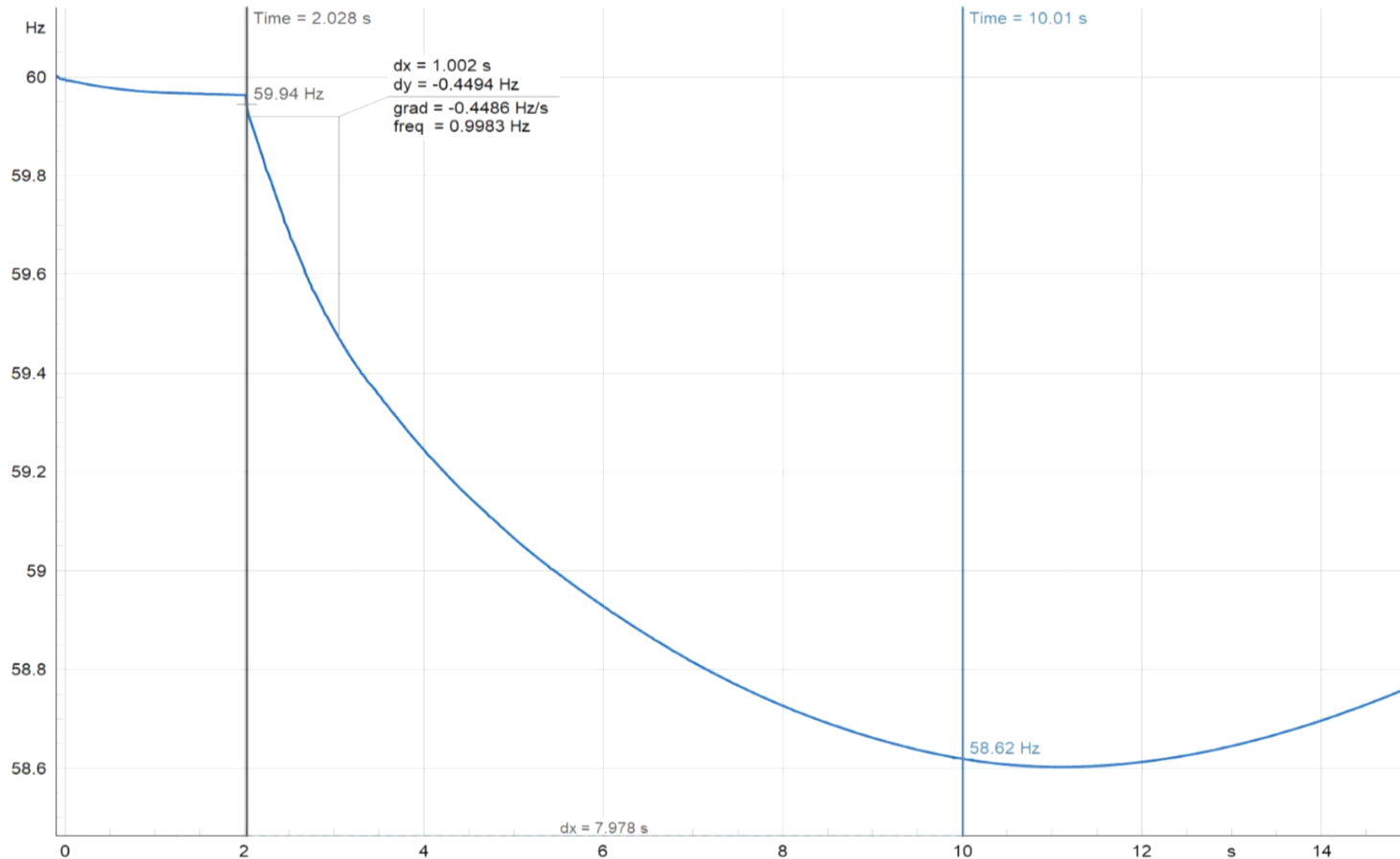
ESTABILIDAD INERCIAL

- ❏ Nadir de Frecuencia: 58.82 Hz a los 10 Segundos del Evento.
- 🕒 RoCoF: Se observa un gradiente de 0.3496 Hz/s. Para un valor de frecuencia de 60.00 Hz, en el primer segundo la frecuencia cae a 59.6504 Hz

DINAMICA DEL SISTEMA. TURBINAS & MOTORES

Análisis Técnico de Estabilidad Dinámica

SIMULACIÓN SALIDA 215 MW, UNA PTC EN LINEA Y MOTORES



1360\138 kV Palamara B1: Electrical Frequency

Disparo de 214 MW Solar, Zona Sur y Este

Curve plot Date: 4/28/2026

2 centrales Punta Catalina en línea: UNIDAD 2 COMPUESTA POR 20 MOTORES

Annex

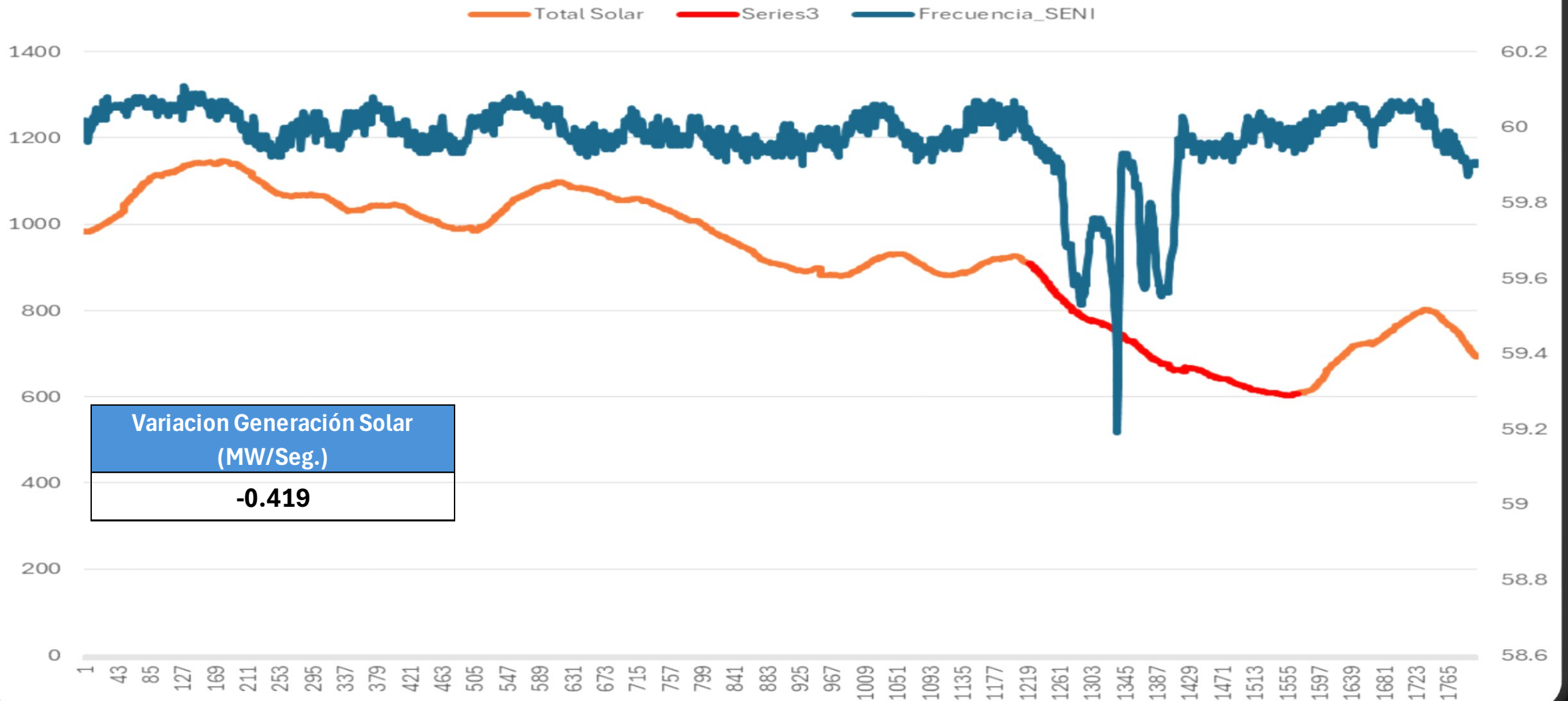
ESTABILIDAD DINÁMICA

⚡ Nadir de Frecuencia: 58.62 Hz a los 10 Segundos del Evento.

⚡ RoCoF: Se observa un gradiente de 0.4486 Hz/s. Para un valor de frecuencia de 60.00 Hz, en el primer segundo la frecuencia cae a 59.6504 Hz

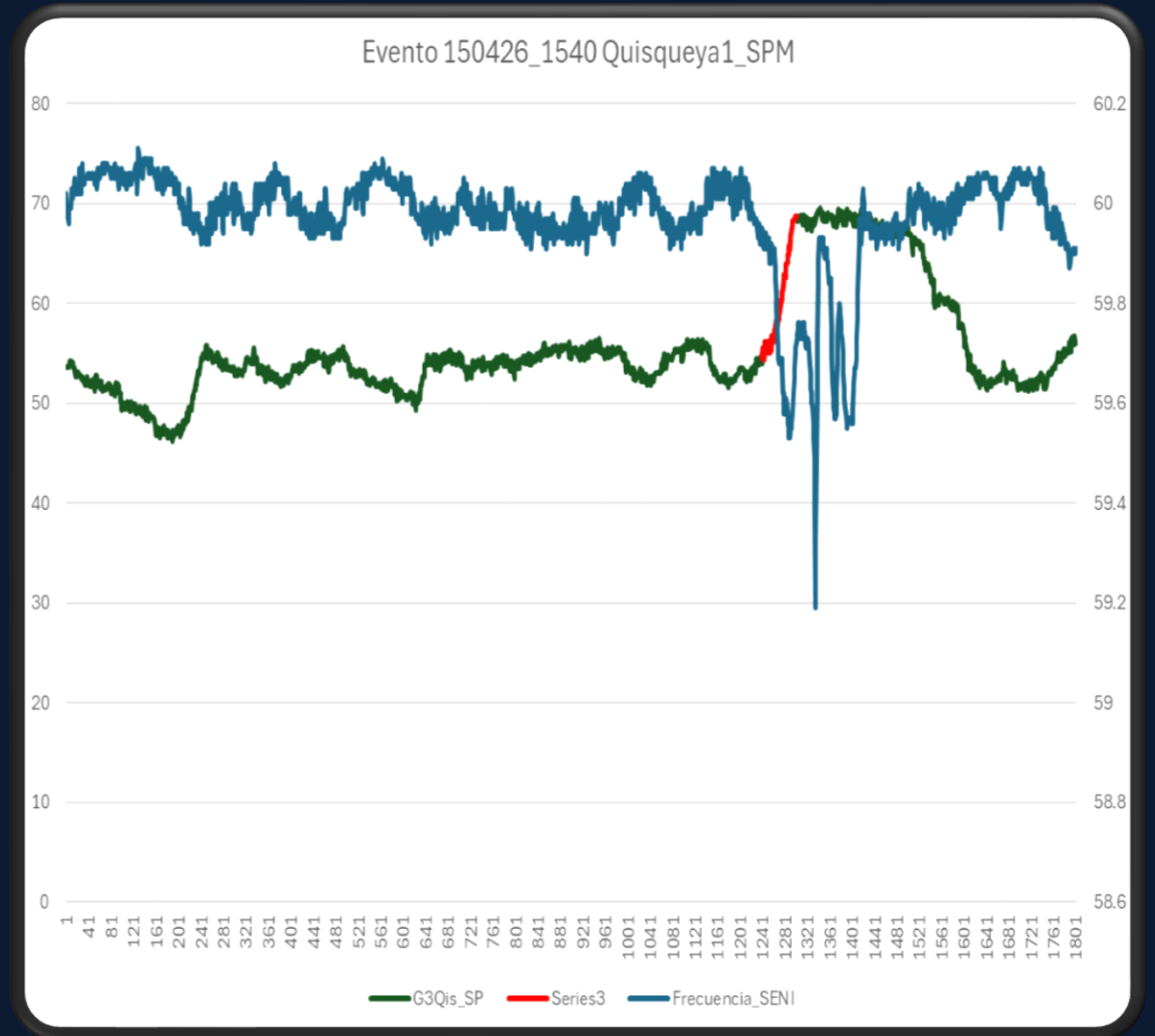
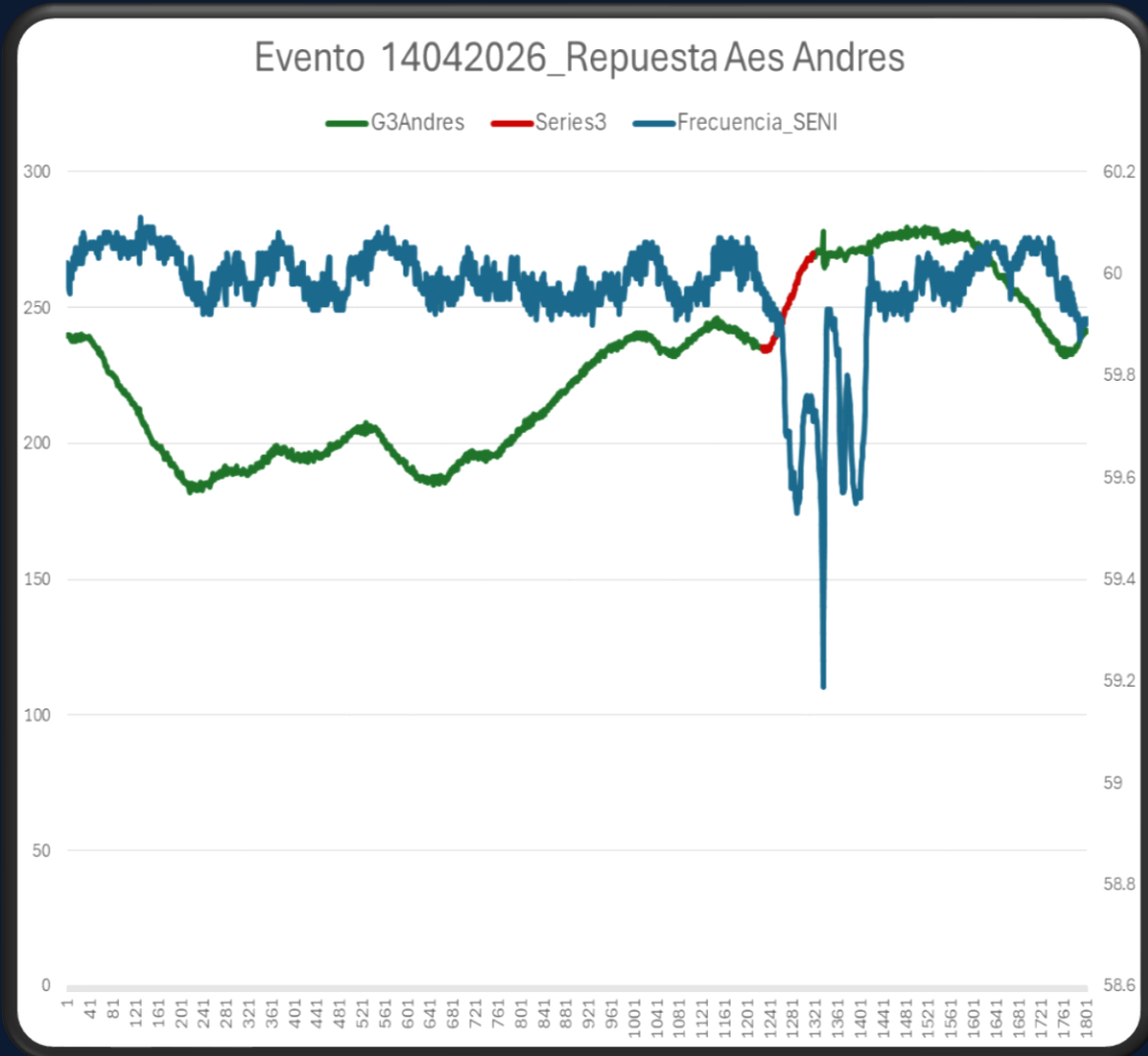
DINAMICA DEL SISTEMA. VARIACION SOLAR & CAIDA DE FRECUENCIA

EVENTO 14042026_15:40



Variacion Generación Solar
(MW/Seg.)
-0.419

DINAMICA DEL SISTEMA. CAIDA DE FRECUENCIA & REPUESTAS UNIDADES



COMPARACION DE LA EFICIENCIA EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

MOTOR

EFICIENCIA CENTRAL QUISQEYA II

7,500 BTU/KWh

TURBINA CC

EFICIENCIA CENTRAL CESP4

7,300 BTU/KWh

¡GRACIAS!

Preguntas y Comentarios



PER