



**AUDITORÍA DE RAMPAS DE
POTENCIA ACTIVA
PSFV BOSQUE SOLARES DEL
BOLIVAR 503 19.9 MW**

Informe Final

Asociados:



Preparado para:



junio de 2024

A 905| R 1171-22

TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDOS.....	2
ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS	3
REGISTRO DE COMUNICACIONES	4
ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.....	5
SECCIÓN PRINCIPAL	6
1. INTRODUCCIÓN	6
2. RANGO DE RAMPAS OPERATIVAS	6
3. FECHA Y HORA DE LAS PRUEBAS REALIZADAS	6
4. CÁLCULO DE RAMPAS	7
5. ANEXO: REGISTROS EN FORMATO TXT	11

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla 1. Rampa de toma de carga ajustada	6
Tabla 2. Rampa de descarga ajustada	6
Gráfico 1. Cálculo de rampas para configuración de rampa mínima con escalones ascendentes.....	7
Gráfico 2. Cálculo de rampas para configuración de rampa mínima con escalones descendentes.....	7
Gráfico 3 Cálculo de rampas para configuración de rampa media con escalones ascendentes.....	8
Gráfico 4. Cálculo de rampas para configuración de rampa media con escalones descendentes.....	8
Gráfico 5 Cálculo de rampas para configuración de rampa nominal con escalones ascendentes.....	8
Gráfico 6. Cálculo de rampas para configuración de rampa nominal con escalones descendentes.....	9
Gráfico 7. Cálculo de rampas para configuración de rampa máxima con escalones ascendentes.....	9
Gráfico 8. Cálculo de rampas para configuración de rampa máxima con escalones descendentes.....	10
Gráfico 9. Archivos txt con registros de las pruebas de rampa	11
Gráfico 10. Formato de los registros txt.....	12

REGISTRO DE COMUNICACIONES

Registro de las actividades, comunicaciones y aprobación de informes.

N°	Fecha dd/mm/año	Preparó	Revisó	Aprobó	Observaciones
1	10/06/2024	EA	LP	FM	Versión inicial

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas
CNO	Consejo Nacional de Operación
CND	Centro Nacional de Despacho
ERNC	Energía Renovables No Convencional
PE	Parque Eólico
PSFV	Parque solar fotovoltaico
SE	Subestación eléctrica
AT	Alta tensión
MT	Media tensión
BT	Baja tensión
ONAN	Oil Natural Air Natural
ONAF	Oil Natural Air Forced
STR	Sistema de Transmisión Regional
STN	Sistema de Transmisión Nacional
SDL	Sistema de Distribución Local
RBC	Regulador Bajo Carga
PMU	Power Management Unit
P	Potencia activa
Q	Potencia reactiva
V	Tensión
X _{REF}	Referencia de la variable de control X
POI	Punto de Interconexión

SECCIÓN PRINCIPAL

1. Introducción

El presente informe contiene la información necesaria para que la Planta Fotovoltaica Bosque Solares del Bolívar 503 pueda cumplir el requerimiento establecido en el ítem 3.4 del Anexo *Procedimiento de Pruebas de las características del control de potencia activa/frecuencia de las plantas eólicas y solares fotovoltaicas conectadas al STN y STR y autogeneradores conectados al STN y al STR sin entrega de excedentes*, contenido en el Acuerdo CNO 1826.

A continuación, se incluye la información requerida en el Anexo.

2. Rango de rampas operativas

Esta central responde a los escalones de potencia activa con una limitación de rampa, que puede configurarse en el siguiente rango:

Tabla 1. Rampa de toma de carga ajustada

Límite inferior [MW]	Límite superior [MW]	Rata de toma de carga [MW/min]
0	19.9	2.786

Tabla 2. Rampa de descarga ajustada

Límite inferior [MW]	Límite superior [MW]	Rata de toma de carga [MW/min]
0	19.9	-2.786

3. Fecha y hora de las pruebas realizadas

Las pruebas se desarrollaron los días 22 y 23 de marzo de 2024 entre las 9AM y 16PM.

4. Cálculo de rampas

A continuación, se muestran los escalones realizados para distintas configuraciones, así como el cálculo del promedio de rampas para los 5 escalones y el coeficiente de variación. Se observa que, al tratarse de un control electrónico, las rampas medidas coinciden con las rampas configuradas en todos los casos. Se concluye, por lo tanto, que el sistema de control puede funcionar adecuadamente en el rango indicado por el fabricante (10%/min a 50%/min).

Escalones ascendentes					Potencia disponible (MW)	Mínimo técnico (MW)	Rango (MW)
Número del escalón	Tamaño del escalón	Tamaño del escalón (%)	Velocidad (MW/min)	Velocidad (%Pnominal/min)			
1	4	50%	1.99	10%	9.29	1.29	8
2	4	50%	1.99	10%	9.29	1.29	8
3	8.11	50%	1.99	10%	17.51	1.29	16.22
4	2	50%	1.99	10%	5.29	1.29	4
5	1	50%	1.99	10%	3.29	1.29	2
Promedio			1.99	10%			
Desviación estándar			0.00				
Coeficiente de variación			0				
Error entre valor ajustado y medido			0	Debe ser menor al 2%			

Gráfico 1. Cálculo de rampas para configuración de rampa mínima con escalones ascendentes

Escalones descendentes					Potencia disponible	Mínimo técnico	Rango (MW)
Número del escalón	Tamaño del escalón	Tamaño del escalón (%)	Velocidad (MW/min)	Velocidad (%Pnominal/min)			
1	8.5	50%	1.99	10%	18.29	1.29	17
2	8	50%	1.99	10%	17.29	1.29	16
3	3.9	50%	1.99	10%	9.09	1.29	7.8
4	2	50%	1.99	10%	5.29	1.29	4
5	2	50%	1.99	10%	5.29	1.29	4
Promedio			1.99	10%			
Desviación estándar			0.00				
Coeficiente de variación			0				
Error entre valor ajustado y medido			0	Debe ser menor al 2%			

Gráfico 2. Cálculo de rampas para configuración de rampa mínima con escalones descendentes

Escalones ascendentes					Potencia disponible (MW)	Mínimo técnico (MW)	Rango (MW)
Número del escalón	Tamaño del escalón	Tamaño del escalón (%)	Velocidad (MW/min)	Velocidad (%Pnominal/min)			
1	7	50%	2.388	12%	15.29	1.29	14
2	7.91	50%	2.388	12%	17.11	1.29	15.82
3	8	50%	2.388	12%	17.29	1.29	16
4	8	50%	2.388	12%	17.29	1.29	16
5	9	50%	2.388	12%	19.29	1.29	18
Promedio			2.388	12%			
Desviación estándar			-				
Coeficiente de variación			0				
Error entre valor ajustado y medido			0	Debe ser menor al 2%			

Gráfico 3 Cálculo de rampas para configuración de rampa media con escalones ascendentes

Escalones descendentes					Potencia disponible	Mínimo técnico	Rango (MW)
Número del escalón	Tamaño del	Tamaño del escalón (%)	Velocidad (MW/min)	Velocidad (%Pnominal/min)			
1	7	50%	2.388	12%	15.29	1.29	14
2	7	50%	2.388	12%	15.29	1.29	14
3	8	50%	2.388	12%	17.29	1.29	16
4	9	50%	2.388	12%	19.29	1.29	18
5	9	50%	2.388	12%	19.29	1.29	18
Promedio			2.388	12%			
Desviación estándar			-				
Coeficiente de variación			0				
Error entre valor ajustado y medido			0	Debe ser menor al 2%			

Gráfico 4. Cálculo de rampas para configuración de rampa media con escalones descendentes

Escalones ascendentes					Potencia	Mínimo técnico	Rango (MW)
Número del escalón	Tamaño del	Tamaño del escalón (%)	Velocidad (MW/min)	Velocidad (%Pnominal/min)			
1	4	50%	2.788	14%	9.29	1.29	8
2	8	50%	2.788	14%	17.29	1.29	16
3	8.5	50%	2.788	14%	18.29	1.29	17
4	8	50%	2.788	14%	17.29	1.29	16
5	6	50%	2.788	14%	13.29	1.29	12
Promedio			2.788	14%			
Desviación estándar			-				
Coeficiente de variación			0				
Error entre valor ajustado y medido			0	Debe ser menor al 2%			

Gráfico 5 Cálculo de rampas para configuración de rampa nominal con escalones

ascendentes

Escalones descendentes					Potencia	Mínimo técnico	Rango (MW)
Número del escalón	Tamaño del	Tamaño del escalón (%)	Velocidad (MW/min)	Velocidad (%Paominal/min)			
1	8.5	50%	2.788	14%	18.29	1.29	17
2	4	50%	2.788	14%	9.29	1.29	8
3	4	50%	2.788	14%	9.29	1.29	8
4	8	50%	2.788	14%	17.29	1.29	16
5	8	50%	2.788	14%	17.29	1.29	16
Promedio			2.788	14%			
Desviación estándar			-				
Coeficiente de variación			0				
Error entre valor ajustado y medido			0	Debe ser menor al 2%			

Gráfico 6. Cálculo de rampas para configuración de rampa nominal con escalones descendentes

Escalones ascendentes					Potencia	Mínimo técnico	Rango (MW)
Número del escalón	Tamaño del escalón	Tamaño del escalón (%)	Velocidad (MW/min)	Velocidad (%Paominal/min)			
Número del escalón	Tamaño del	Tamaño del escalón (%)	Velocidad (MW/min)	Velocidad (%Paominal/min)	Potencia	Mínimo técnico	Rango (MW)
1	6	50%	9.95	50%			
2	8	50%	9.95	50%	17.29	1.29	16
3	8	50%	9.95	50%	17.29	1.29	16
4	8	50%	9.95	50%	17.29	1.29	16
5	8	50%	9.95	50%	17.29	1.29	16
Promedio			9.95	50%			
Desviación estándar			-				
Coeficiente de variación			0				
Error entre valor ajustado y medido			0	Debe ser menor al 2%			

Gráfico 7. Cálculo de rampas para configuración de rampa máxima con escalones ascendentes

Escalones descendentes					Potencia	Mínimo técnico	Rango (MW)
Número del escalón	Tamaño del	Tamaño del escalón (%)	Velocidad (MW/min)	Velocidad (%Nominal/min)			
1	6	50%	9.95	50%	13.29	1.29	12
2	7	50%	9.95	50%	15.29	1.29	14
3	8	50%	9.95	50%	17.29	1.29	16
4	6	50%	9.95	50%	13.29	1.29	12
5	9	50%	9.95	50%	19.29	1.29	18
Promedio			9.95	50%			
Desviación estándar			-				
Coeficiente de variación			0				
Error entre valor ajustado y medido			0	Debe ser menor al 2%			

Gráfico 8. Cálculo de rampas para configuración de rampa máxima con escalones descendentes

5. Anexo: registros en formato txt

Se anexa al presente informe la carpeta comprimida *Acuerdo 1826 -Prot 4 - Rampas P - Registros txt.rar*, donde se guardaron los registros de las pruebas en formato txt

 10%	10/06/2024 10:13	Carpeta de archivos
 12%	10/06/2024 10:16	Carpeta de archivos
 14%	10/06/2024 10:20	Carpeta de archivos
 50%	10/06/2024 10:23	Carpeta de archivos

 10%_Ascendente_1.txt  10%_Ascendente_2.txt  10%_Ascendente_3.txt  10%_Ascendente_4.txt  10%_Ascendente_5.txt  10%_Descendente_1.txt  10%_Descendente_2.txt  10%_Descendente_3.txt  10%_Descendente_4.txt  10%_Descendente_5.txt	 12%_Ascendente_1.txt  12%_Ascendente_2.txt  12%_Ascendente_3.txt  12%_Ascendente_4.txt  12%_Ascendente_5.txt  12%_Descendente_1.txt  12%_Descendente_2.txt  12%_Descendente_3.txt  12%_Descendente_4.txt  12%_Descendente_5.txt	 14%_Ascendente_1.txt  14%_Ascendente_2.txt  14%_Ascendente_3.txt  14%_Ascendente_4.txt  14%_Ascendente_5.txt  14%_Descendente_1.txt  14%_Descendente_2.txt  14%_Descendente_3.txt  14%_Descendente_4.txt  14%_Descendente_5.txt
 50%_Ascendente_1.txt  50%_Ascendente_2.txt  50%_Ascendente_3.txt  50%_Ascendente_4.txt  50%_Ascendente_5.txt  50%_Descendente_1.txt  50%_Descendente_2.txt  50%_Descendente_3.txt  50%_Descendente_4.txt  50%_Descendente_5.txt		

Gráfico 9. Archivos txt con registros de las pruebas de rampa

1	t . (s) → Potencia . (MW) . en . el . POI > Frecuencia . (Hz) > Potencia . de . referencia . (MW) . en . el . POI
2	1645 → 1.304439941 > 60.02000046 > 1.29
3	1646 → 1.301469971 > 60.02999878 > 1.29
4	1647 → 1.301469971 > 60.02999878 > 1.29
5	1648 → 1.275390015 > 60.02999878 > 1.29
6	1649 → 1.290140015 > 60.02999878 > 1.29
7	1650 → 1.290140015 > 60.02999878 > 1.29
8	1651 → 1.30126001 > 60.02999878 > 1.29
9	1652 → 1.30126001 > 60.02999878 > 1.29
10	1653 → 1.276310059 > 60.04000092 > 1.29
11	1654 → 1.302089966 > 60.04999924 > 1.29
12	1655 → 1.302089966 > 60.04999924 > 1.29

Gráfico 10. Formato de los registros txt