

Perspectiva del balance de oferta y demanda para el periodo 2021-2026 (y sus implicancias en el potencial de inversión según tipo de generación)

César Butrón F.

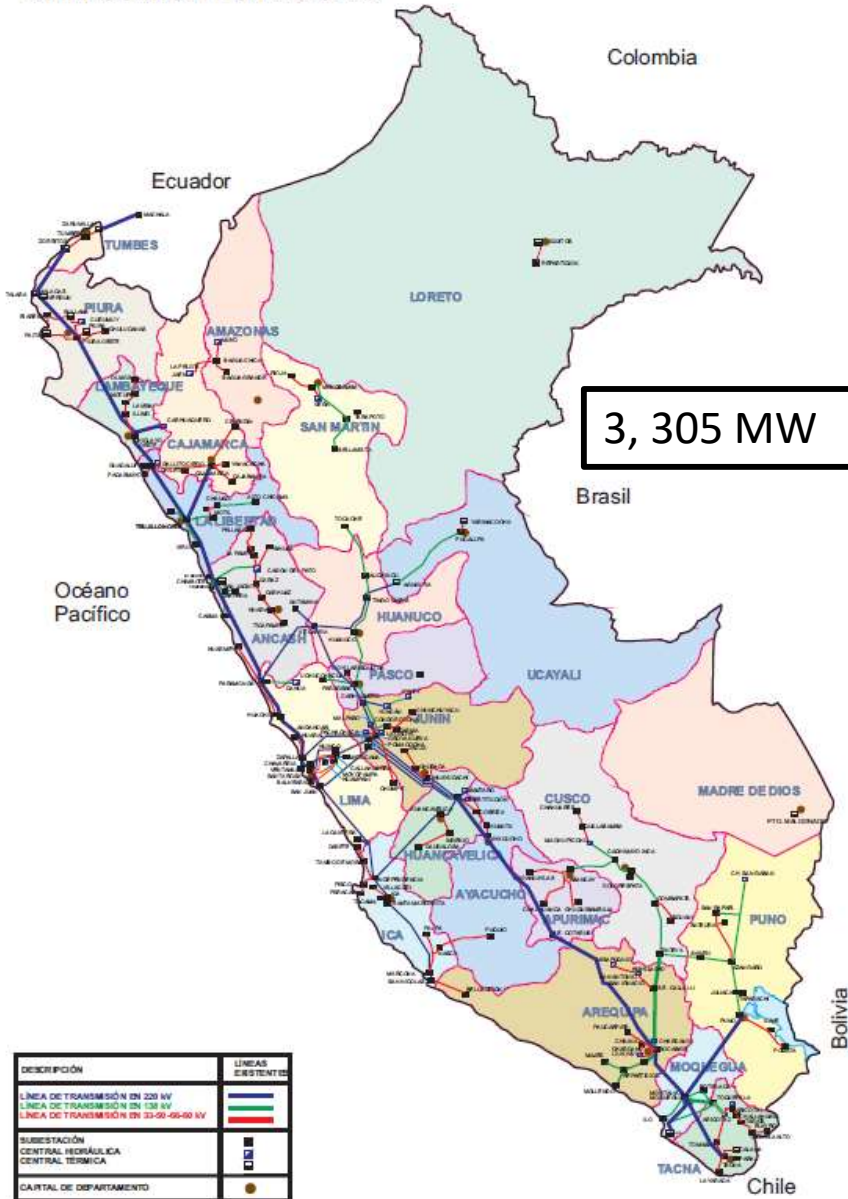
Mayo, 2019



Año 2005

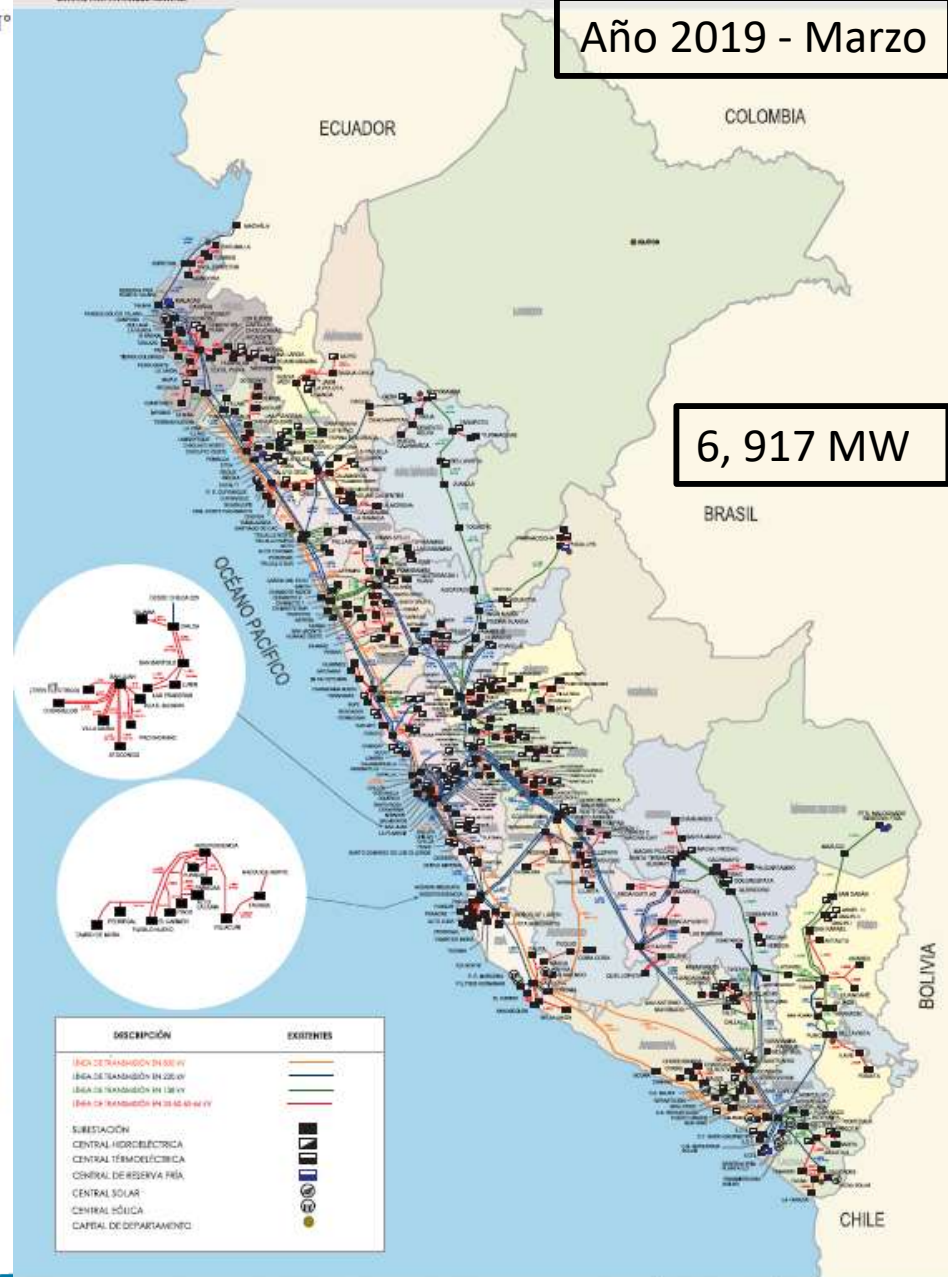
SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO NACIONAL

DIAGRAMA N°



SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO NACIONAL
ACTUALIZADO: DICIEMBRE 2018
SUB DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

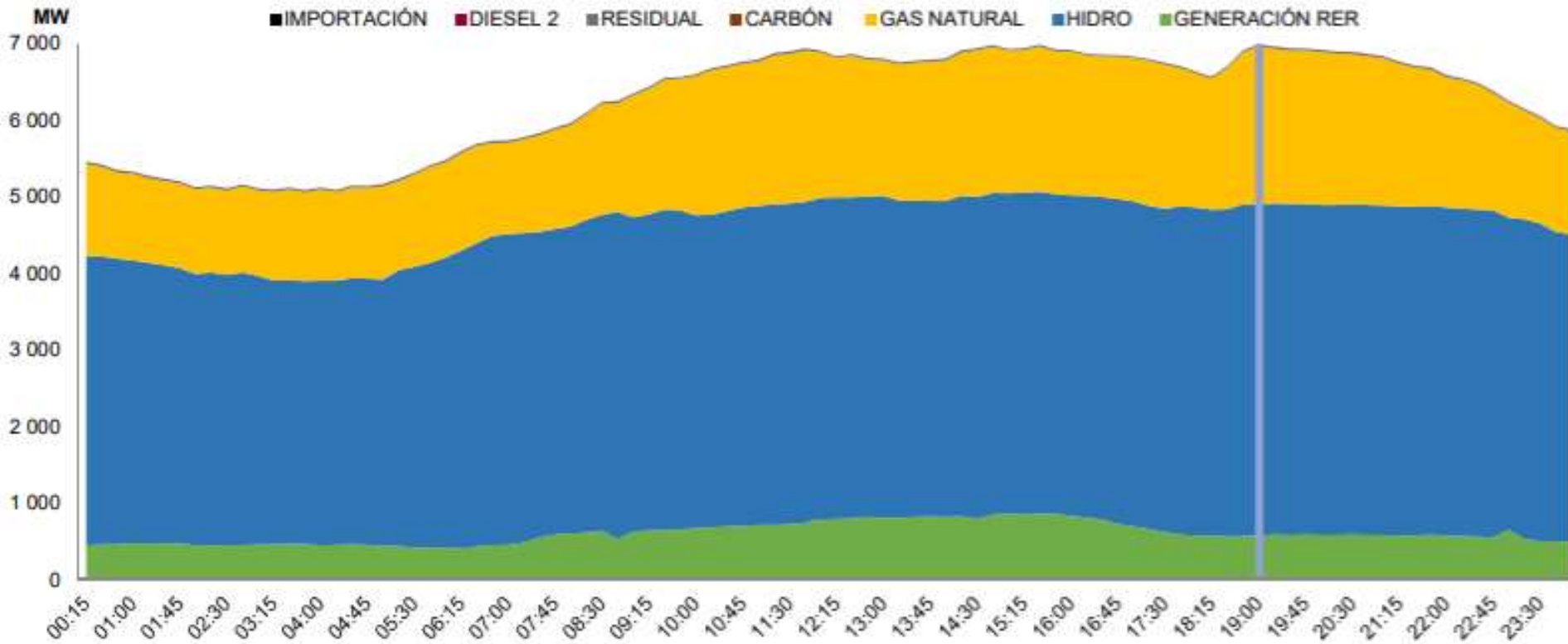
Año 2019 - Marzo

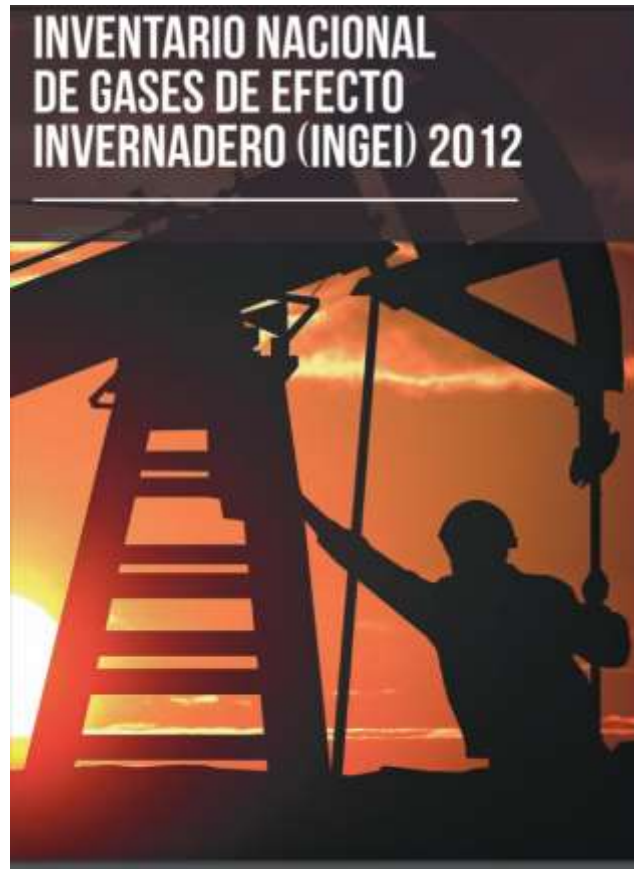


¿Con qué fuentes primarias se atiende la demanda del SEIN?

1.6. DESPACHO EN EL DÍA DE MÁXIMA POTENCIA COINCIDENTE MARZO 2019

- Día de Máxima potencia coincidente: 25 de marzo de 2019 a las 19:00 horas
- Valor de Máxima potencia coincidente: 6 990,669 MW





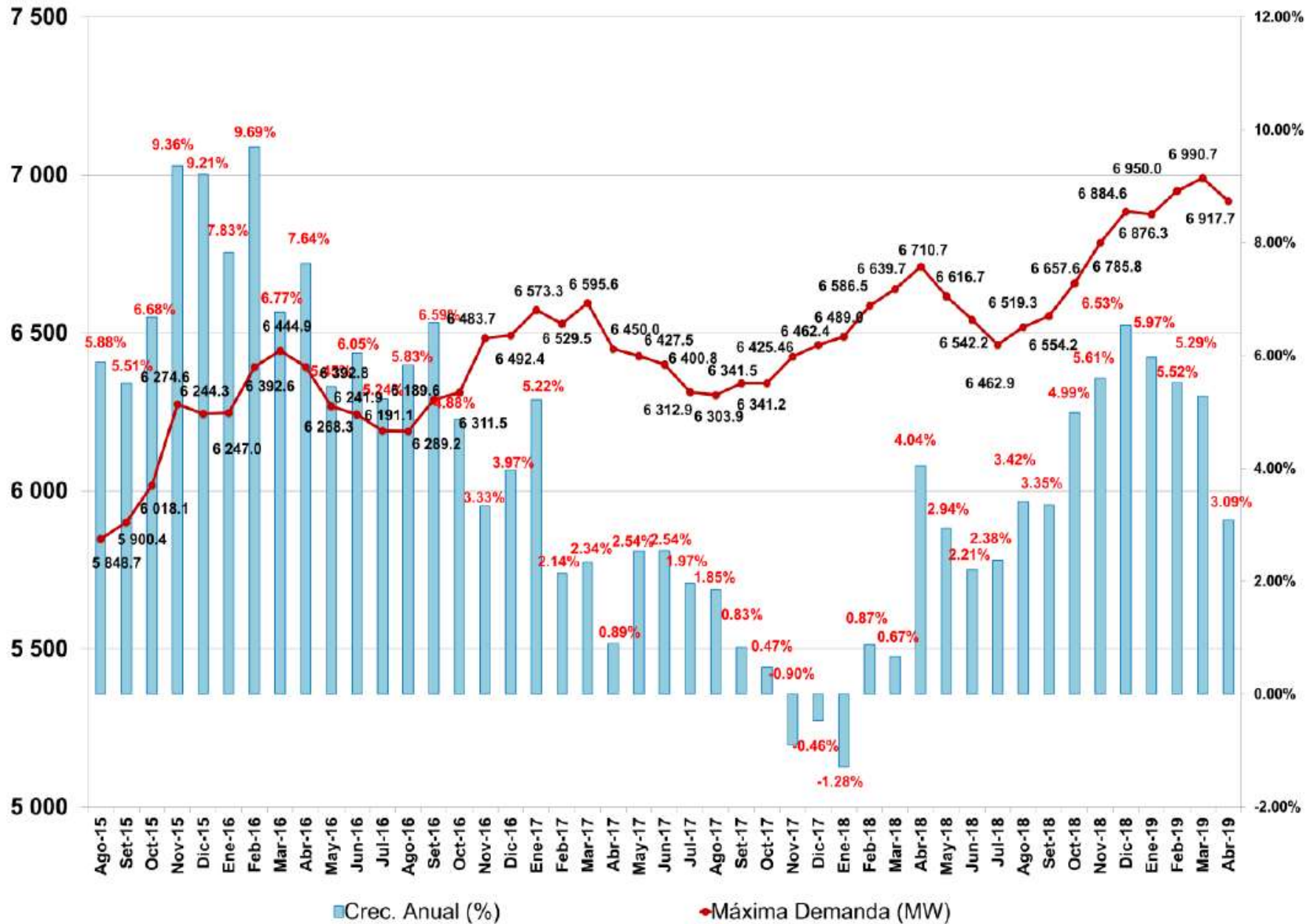
Participación de la
generación de
electricidad en el
Sistema Eléctrico
Interconectado
Nacional:

4.94%

<http://infocarbono.minam.gob.pe>

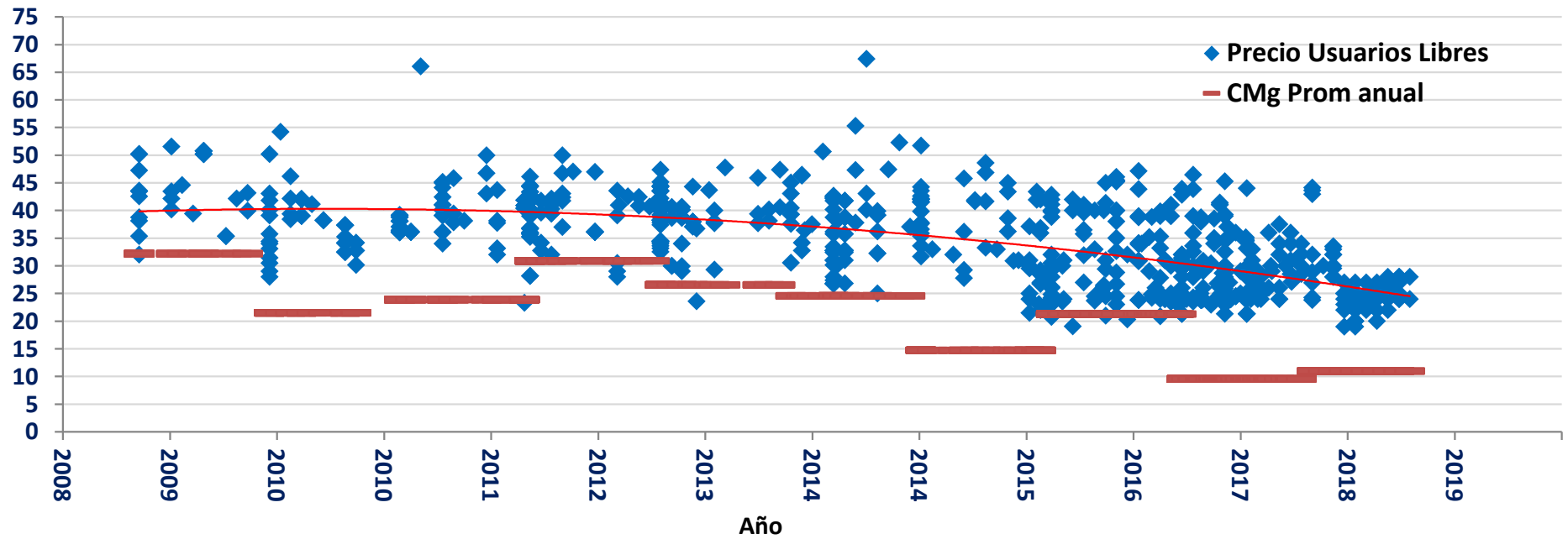
MW

CRECIMIENTO ACUMULADO MENSUAL DE LA MÁXIMA DEMANDA



Precios del Mercado Libre Vs CMg

US\$/MWh

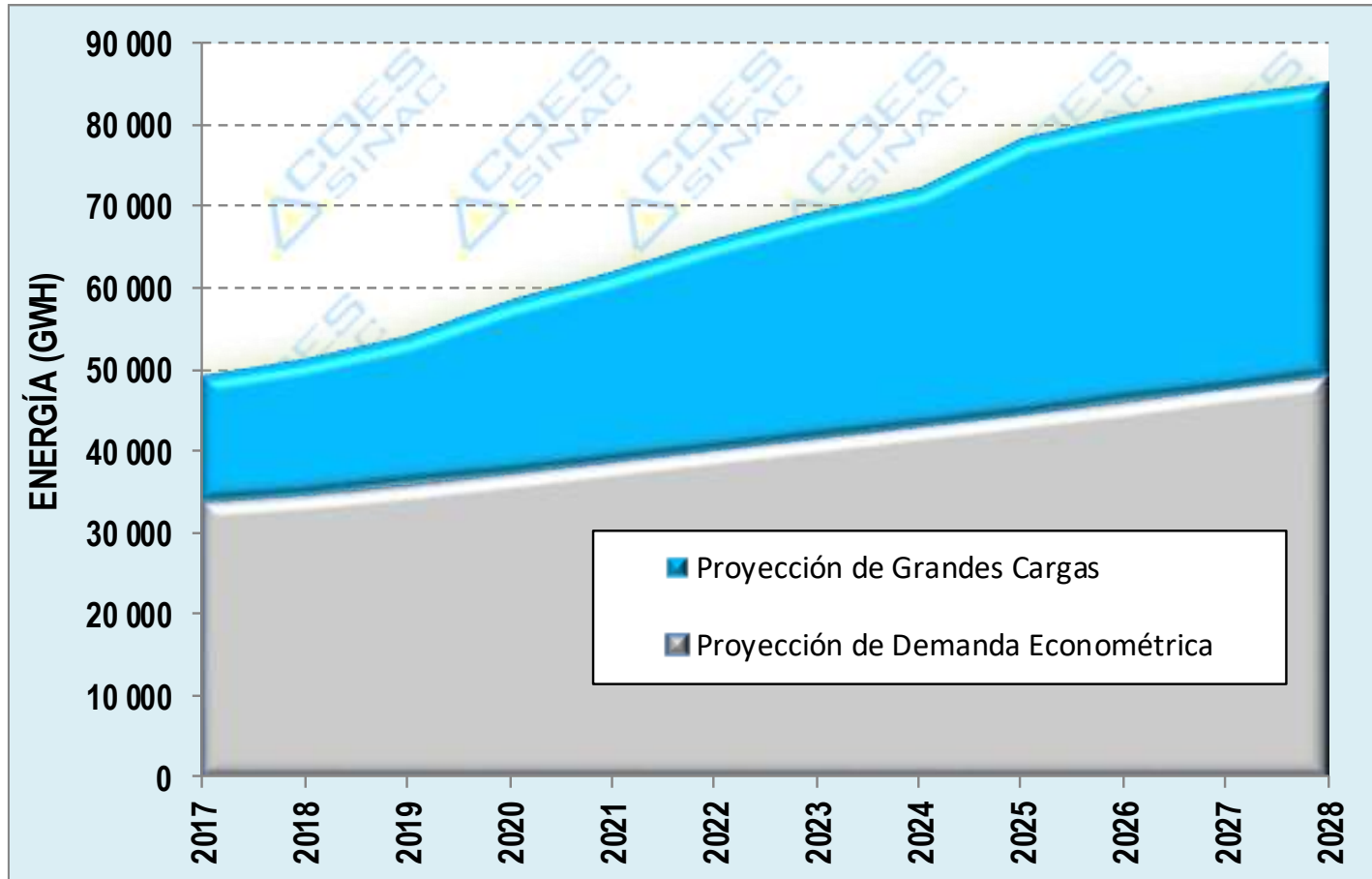


Fuente: Luz del Sur - OSINERGMIN

PROYECCIÓN DE DEMANDA EN EL SEIN

- Escenario BASE
- Escenario de demanda pesimista

Metodología de Proyección de la Demanda



PROYECTOS POR ÁREAS DEL SEIN (1/2)

PRINCIPALES PROYECTOS DE DEMANDA	2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		2028	
	MW	GWH	MW	GWH	MW	GWH	MW	GWH	MW	GWH	MW	GWH	MW	GWH	MW	GWH	MW	GWH	MW	GWH	MW	GWH
Proyecto Tía María									5	42	5	42	25	210	50	420	76	630	93	774	93	774
Ampliación Concentradora Cuajone	21	87	21	174	67	554	67	554	67	554	67	554	67	554	67	554	67	554	67	554	67	554
Ampliación Concentradora Toquepala	26	220	53	439	53	439	53	439	88	732	88	732	88	732	88	732	88	732	88	732	88	732
Ampliación Cerro Verde	14	104	14	170	24	248	24	248	24	248	24	248	24	248	24	248	24	248	24	248	24	248
El Brocal (Colquijirca)	11	69	9	171	9	171	9	171	19	255	32	356	32	356	32	356	32	356	32	356	32	356
Ampliación Shougang Hierro Perú	30	47	60	514	60	514	60	514	110	808	110	808	110	808	110	808	110	808	110	808	110	808
Ampliación Antamina	22	209	29	261	65	533	65	529	65	529	105	827	115	827	105	827	125	975	125	975	125	975
Ampliación de Aceros Arequipa			2	86	22	458	22	472	27	575	27	608	32	608	32	608	32	608	32	608	32	608
Ampliación Toromochó	4	23	6	44	66	228	66	342	66	342	66	342	66	342	66	342	66	342	66	342	66	342
Cemento Pacasmayo - Fosfatos Bayovar									30	218	60	436	60	436	60	436	60	436	60	436	60	436
Cemento Pacasmayo - Cements Piura							5	17	5	21	5	24	5	27	5	31	5	35	5	39	5	42
Ampliación UNACEM - Condorcocha					9	51	10	105	26	187	26	232	26	234	26	233	27	234	27	234	27	236
Las Bambas				17	7	96	14	155	39	348	59	506	71	609	71	605	71	605	71	605	71	609
Coroccohuayco - Antapaccay			5	9	25	142	30	226	30	226	30	226	17	128	5	38	5	38	5	38	5	38
Quechua													16	123	78	615	78	615	78	615	78	615
Quellaveco - Angloamerican					10	13	48	107	167	744	170	1 266	170	1 266	170	1 266	170	1 266	170	1 266	170	1 266
Chucapaca	2	7	2	11	16	21	18	126	18	129	18	131	18	134	18	137	18	139	18	142	20	145
Hilarión															17	121	18	128	18	128	18	128
Pukaqaqa															17	121	18	128	18	128	18	128
Pampa de Pongo			2	35	121	562	121	1 090	121	1 090	121	1 090	121	1 090	210	1 895	210	1 895	210	1 895	210	1 895
Los Calatos													39	307	90	710	90	710	90	710	90	710
Michiquillay - Angloamerican															200	701	200	1 664	200	1 664	200	1 664
Haquira													36	311	72	622	72	622	103	881	103	881
Mina Justa			15	53	79	276	80	598	80	598	80	598	80	598	80	598	80	598	80	598	80	598
Río Blanco							46	330	51	396	85	660	85	660	85	660	85	660	85	660	85	660
Ampliación Refinería Talara	2	10	33	111	84	554	84	666	84	666	84	666	84	666	84	666	84	666	84	666	84	666
Corani							33	219	47	312	47	312	47	312	47	312	47	312	47	312	47	312
Ollachea (Kuri Kullu)			7	58	10	80	10	80	12	96	11	96	11	96	11	95	11	95	7	63	2	17
Salmueras Sudamericanas					2	17	2	18	35	260	35	260	35	260	35	260	35	260	35	260	35	260
Magistral (Milpo)											17	121	18	128	18	128	18	128	18	128	18	128
Zafranal (AQM Copper)													31	276	80	701	80	701	80	701	80	701
Tambomayo (Buenaventura)		31	3	31	3	31	3	33	3	36	3	39	3	41	3	44	3	47	4	50	4	53
Ampliación-re Comp Met La Oroya (Doe Run)									25	107	36	215	51	429	51	429	51	429	51	429	51	429
Shouxin	2	91	2	91	2	91	2	91	2	91	2	91	2	91	2	91	2	91	2	91	2	91
Terminal Portuario SJ Marcona (JMP)					37	184	37	368	37	368	37	368	37	368	45	444	45	444	45	444	45	444
Total de Proyectos - Zona Norte	8	51	41	173	94	627	146	1 088	213	1 617	277	2 100	277	2 106	477	2 810	469	3 720	469	3 724	469	3 728
Total de Proyectos - Zona Centro	69	439	126	1 255	470	3 068	473	4 280	580	4 949	661	5 654	692	5 877	813	7 000	835	7 162	835	7 163	835	7 165
Total de Proyectos - Zona Sur	63	448	104	909	214	1 623	299	2 186	499	3 467	522	4 151	664	5 347	876	7 098	901	7 313	946	7 689	942	7 655
TOTAL PROYECTOS	140	938	271	2 337	779	5 318	918	7 553	1 292	10 033	1 460	11 905	1 633	13 329	2 166	16 908	2 205	18 196	2 250	18 577	2 246	18 548

PROYECTOS POR ÁREAS DEL SEIN (1/2)

PRINCIPALES PROYECTOS DE DEMANDA	2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		2028	
	MW	GWH	MW	GWH	MW	GWH	MW	GWH	MW	GWH	MW	GWH	MW	GWH	MW	GWH	MW	GWH	MW	GWH	MW	GWH
Proyecto Tía María													25	210	50	420	65	542	93	774	93	774
Ampliación Concentradora Cujajone	11	87	21	174	67	554	67	554	67	554	67	554	67	554	67	554	67	554	67	554	67	554
Ampliación Concentradora Toquepala	26	220	53	439	53	439	53	439	88	732	88	732	88	732	88	732	88	732	88	732	88	732
Ampliación Cerro Verde				45	8	119	8	119	8	119	8	119	8	119	8	119	8	119	8	119	8	119
Ampliación Shougang Hierro Perú	50	46	60	514	60	514	60	514	100	808	100	808	100	808	100	808	100	808	100	808	100	808
Ampliación Antamina	2	26	12	120	17	157	27	232	32	269	32	269	32	269	32	269	32	269	32	269	32	269
Ampliación de Aceros Arequipa			2	46	22	361	22	468	27	570	27	604	32	604	32	604	32	604	32	604	32	604
Ampliación Toromocho		0		40	6	190	26	340	51	490	51	490	51	490	51	490	51	490	51	490	51	490
Ampliación UNACEM - Condorcocha							10	105	26	187	26	232	26	234	26	233	27	234	27	234	27	236
Quechua															39	308	55	431	78	615	78	615
Quellaveco - Angloamerican					8	10	35	80	122	535	122	834	122	910	122	910	122	910	122	910	122	910
Chucapaca					1	5	1	5	9	63	11	76	14	95	16	114	16	114	16	114	16	114
Pampa de Pongo							57	448	99	784	142	1 120	142	1 120	247	1 947	247	1 947	247	1 947	247	1 947
Haqura															36	311	72	622	72	622	103	881
Mina Justa					21	144	34	241	69	481	69	481	69	481	69	481	69	481	69	481	69	481
Ampliación Refinería Talara	23	42	33	247	84	559	84	669	84	669	84	669	84	669	84	669	84	669	84	669	84	669
Corani							33	219	47	312	47	312	47	312	47	312	47	312	47	312	47	312
Ollachea (Kuri Kullu)			6	51	8	71	10	84	10	86	10	85	10	85	10	85	10	84	7	56	2	15
Magistral (Milpo)											17	121	18	128	18	128	18	128	18	128	18	128
Tambomayo (Buenaventura)		28	3	28	3	28	3	31	3	33	3	36	3	38	3	41	3	44	3	47	4	50
Shouxin		60		60		60		60		60		60		60		60		60		60		60
Terminal Portuario SJ Marcona (JMP)							44	308	44	308	44	308	44	308	53	371	53	371	53	371	53	371
Total de Proyectos - Zona Norte	30	84	41	309	92	616	92	726	92	726	92	723	92	726	92	726	84	669	84	669	84	669
Total de Proyectos - Zona Centro	52	133	74	781	125	1 428	280	2 716	448	3 958	508	4 493	514	4 502	628	5 392	629	5 392	629	5 393	629	5 395
Total de Proyectos - Zona Sur	37	335	83	738	148	1 225	210	1 531	354	2 434	356	2 748	384	3 055	487	3 906	553	4 464	601	4 855	628	5 077
TOTAL PROYECTOS	118	551	198	1 827	365	3 269	582	4 973	894	7 117	956	7 965	989	8 283	1 207	10 023	1 266	10 525	1 314	10 917	1 340	11 141

ESCENARIO BASE

AÑO	ENERGÍA		POTENCIA	
	GWH	%	MW	%
2017	49 105	1.6%	6 656	2.5%
2018	51 297	4.5%	6 823	2.5%
2019	54 070	5.4%	7 103	4.1%
2020	58 474	8.1%	7 676	8.1%
2021	61 905	5.9%	7 974	3.9%
2022	65 886	6.4%	8 525	6.9%
2023	69 308	5.2%	8 900	4.4%
2024	72 394	4.5%	9 295	4.4%
2025	78 370	8.3%	10 124	8.9%
2026	81 373	3.8%	10 400	2.7%
2027	83 509	2.6%	10 686	2.7%
2028	85 215	2.0%	10 930	2.3%

PROMEDIO 2018 - 2028 (*)	5.1%	4.6%
-------------------------------------	-------------	-------------

* Demanda a nivel de generadores COES (Año base 2017 histórico)

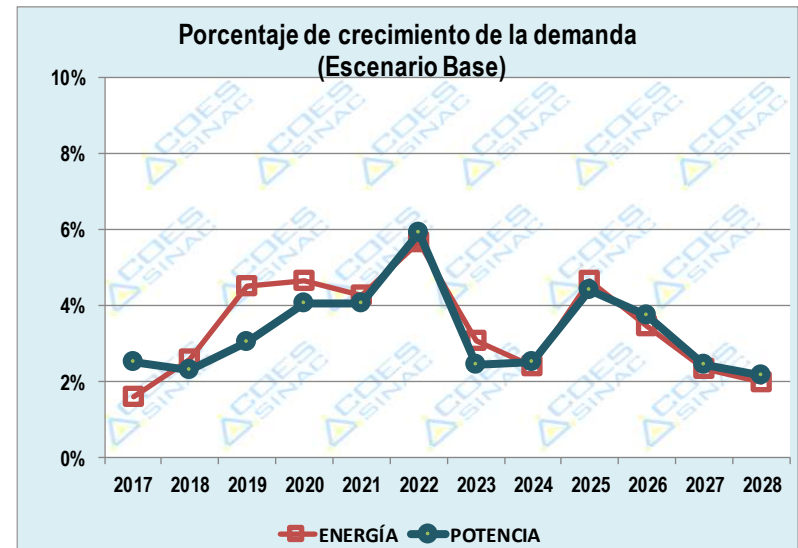
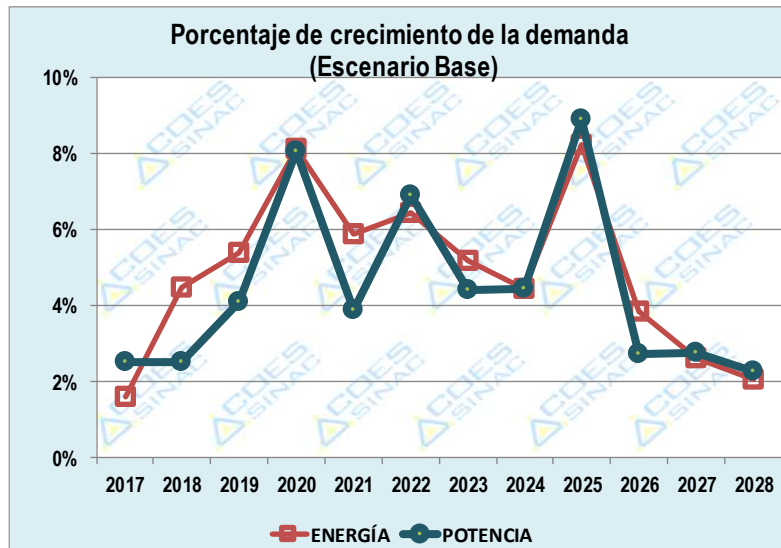
ESCENARIO PESIMISTA



AÑO	ENERGÍA		POTENCIA	
	GWH	%	MW	%
2017	49 105	1.6%	6 656	2.5%
2018	50 372	2.6%	6 809	2.3%
2019	52 649	4.5%	7 017	3.0%
2020	55 104	4.7%	7 301	4.1%
2021	57 449	4.3%	7 598	4.1%
2022	60 715	5.7%	8 047	5.9%
2023	62 576	3.1%	8 243	2.4%
2024	64 087	2.4%	8 449	2.5%
2025	67 062	4.6%	8 822	4.4%
2026	69 377	3.5%	9 152	3.7%
2027	71 010	2.4%	9 375	2.4%
2028	72 425	2.0%	9 577	2.2%

PROMEDIO 2018 - 2028 (*)	3.6%	3.4%
-------------------------------------	-------------	-------------

* Demanda a nivel de generadores COES (Año base 2017 histórico)



POTENCIA INSTALADA EN EL SEIN

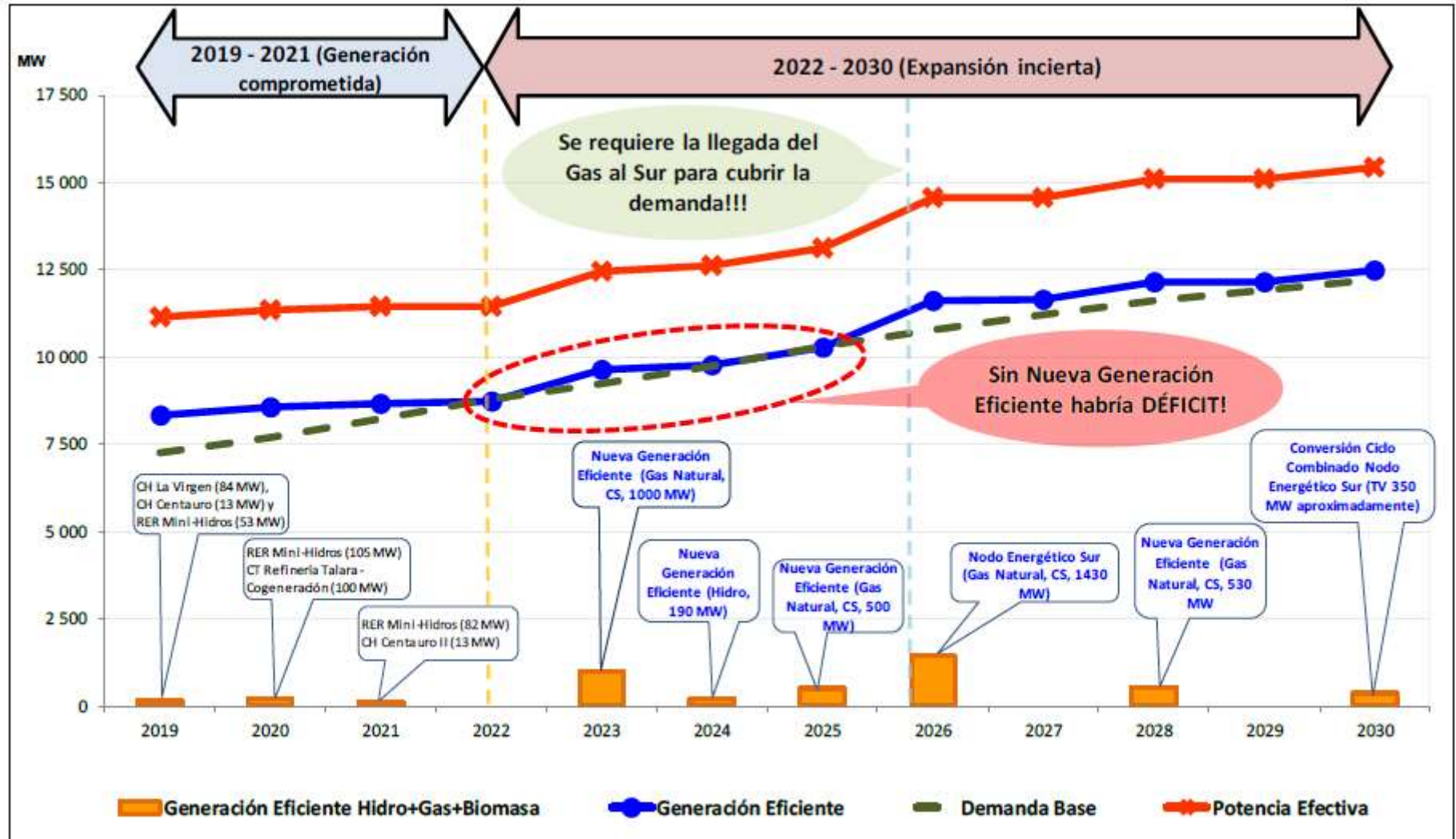
- La expansión de la generación del SEIN, considera sólo los proyectos comprometidos con el Estado (Resultados de subastas).
- No se considera la disponibilidad de gas natural en el sur.

Proyectos comprometidos en el periodo 2019-2022.

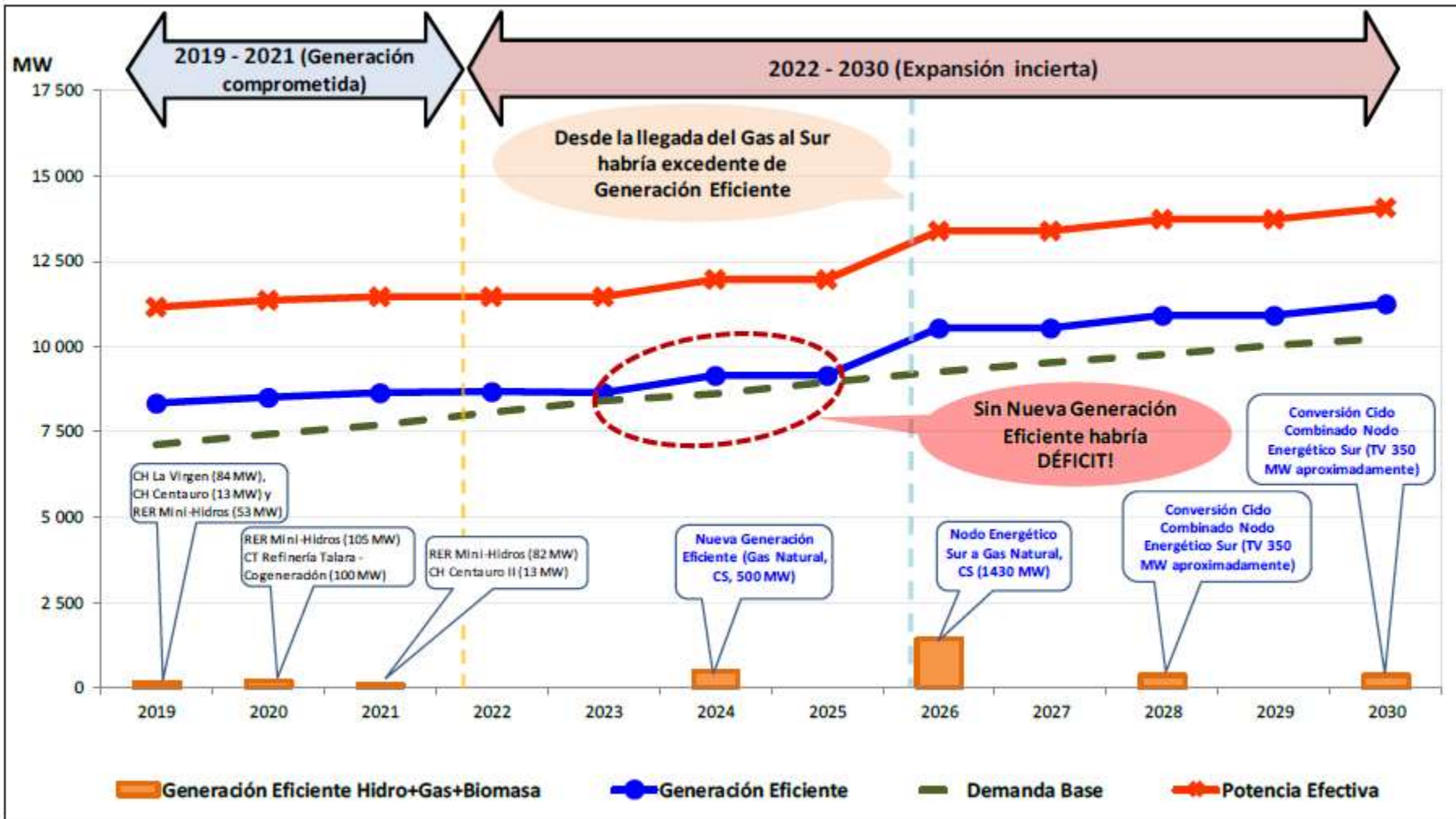
AÑO ==>	2019	2020	2021	2022
HIDRO	133	29	103	10
BIOMASA	2	0	0	0
EÓLICO	37	0	0	0
GAS	0	100	0	0
TOTAL (MW)	172	129	103	10

FECHA	PROYECTO	TECNOLOGÍA	EMPRESA	MW
ago-2018	CH Angel III	Hidroeléctrica-RER	GENERADORA DE ENERGÍA DEL PERÚ	20
ago-2018	CH Angel II	Hidroeléctrica-RER	GENERADORA DE ENERGÍA DEL PERÚ	20
ago-2018	CH Angel I	Hidroeléctrica-RER	GENERADORA DE ENERGÍA DEL PERÚ	20
ago-2018	CB Doña Catalina (Huaycoloro II)	Biomasa	EMPRESA CONCESIONARIA ENERGÍA LIMPIA	2
sep-2018	CH La Virgen	Hidroeléctrica	LA VIRGEN	28
nov-2018	CH Carhuac	Hidroeléctrica-RER	ANDEAN POWER	20
ene-2019	CH 8 de Agosto	Hidroeléctrica-RER	GENERACIÓN ANDINA	20
ene-2019	CH El Carmen	Hidroeléctrica-RER	GENERACIÓN ANDINA	9
ene-2019	CB Callao	Biomasa	EMPRESA CONCESIONARIA ENERGÍA LIMPIA	2
mar-2019	CH Centauro - Etapa I	Hidroeléctrica	CORPORACIÓN MINERA DEL PERÚ S.A. - CORMIPESA	13
may-2019	CH Santa Lorenza I	Hidroeléctrica-RER	EMPRESA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA SANTA LORENZA	19
jul-2019	CH Karpa	Hidroeléctrica-RER	HIDROELÉCTRICA KARPA	20
ago-2019	CH Ayanunga	Hidroeléctrica-RER	ENERGETICA MONZON	20
oct-2019	CE Huambos	Eólica	GR PAINO	18
oct-2019	CE Duna	Eólica	GR TARUCA	18
oct-2019	CH Manta	Hidroeléctrica-RER	PERUANA DE INVERSIONES EN ENERGÍAS RENOVABLES	20
nov-2019	CH Zaña 1	Hidroeléctrica-RER	ELECTRO ZAÑA	13
mar-2020	CH Laguna Azul	Hidroeléctrica-RER	CH MAMACocha S.R.L.	20
may-2020	CH Hydrika 6	Hidroeléctrica-RER	HYDRIKA 6 S.A.C.	9
ago-2020	CT Refinería Talara	Térmica	PETROPERU	100
ene-2021	CH Centauro - Etapa II	Hidroeléctrica	CORPORACIÓN MINERA DEL PERÚ S.A. - CORMIPESA	13
ene-2021	CH Colca	Hidroeléctrica-RER	EMPRESA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA COLCA	12
ene-2021	CH Shima	Hidroeléctrica-RER	ENERGIA HIDRO S.A.C.	9
ene-2021	CH Kusa	Hidroeléctrica-RER	CONSORCIO HIDROELÉCTRICO SUR-MEDIO	16
ene-2021	CH Alli	Hidroeléctrica-RER	CONSORCIO HIDROELÉCTRICO SUR-MEDIO	15
feb-2021	CH Hydrika 2	Hidroeléctrica-RER	HYDRIKA 2 S.A.C.	4
may-2021	CH Hydrika 4	Hidroeléctrica-RER	HYDRIKA 4 S.A.C.	8
jun-2021	CH Hydrika 1	Hidroeléctrica-RER	HYDRIKA 1 S.A.C.	7
ago-2021	CH Huatziroki I	Hidroeléctrica-RER	EMPRESA DE GENERACIÓN HIDRÁULICA SELVA	11
oct-2021	CH Hydrika 5	Hidroeléctrica-RER	HYDRIKA 5 S.A.C.	10
abr-2022	CH Hydrika 3	Hidroeléctrica-RER	HYDRIKA 3 S.A.C.	10

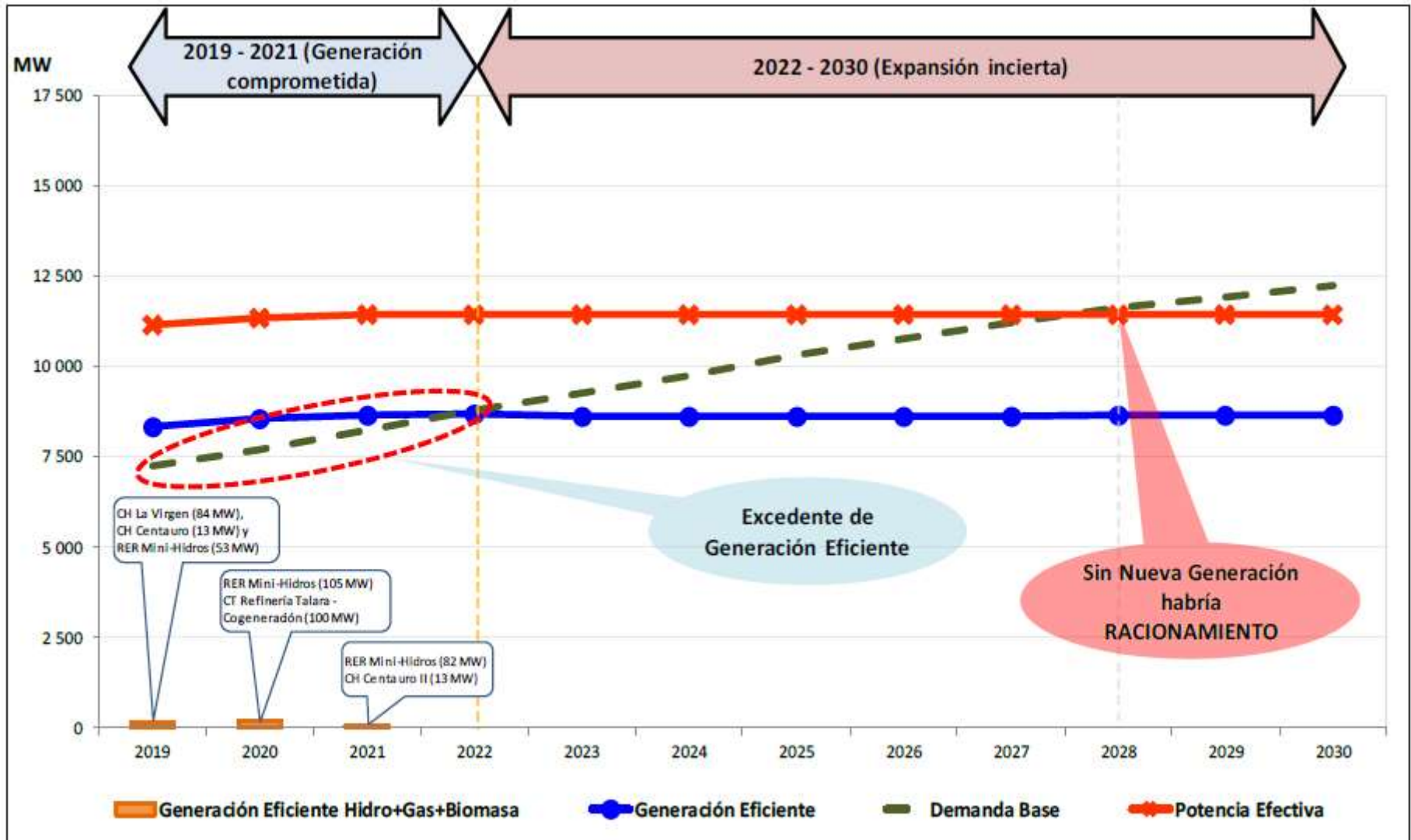
Caso Base: con Gas en el Sur



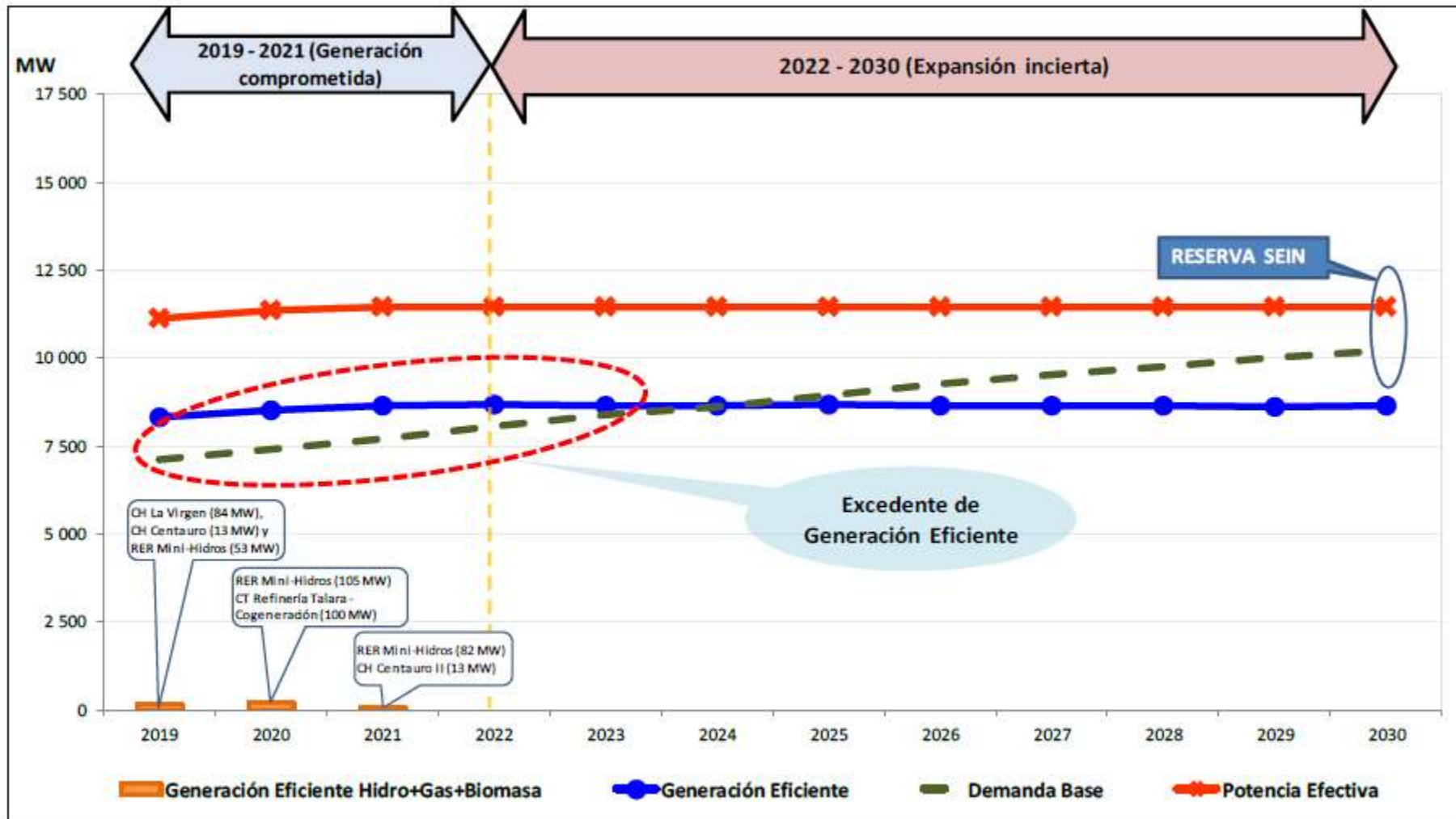
Caso Pesimista: con Gas en el Sur



Caso Base: sin Gas en el Sur

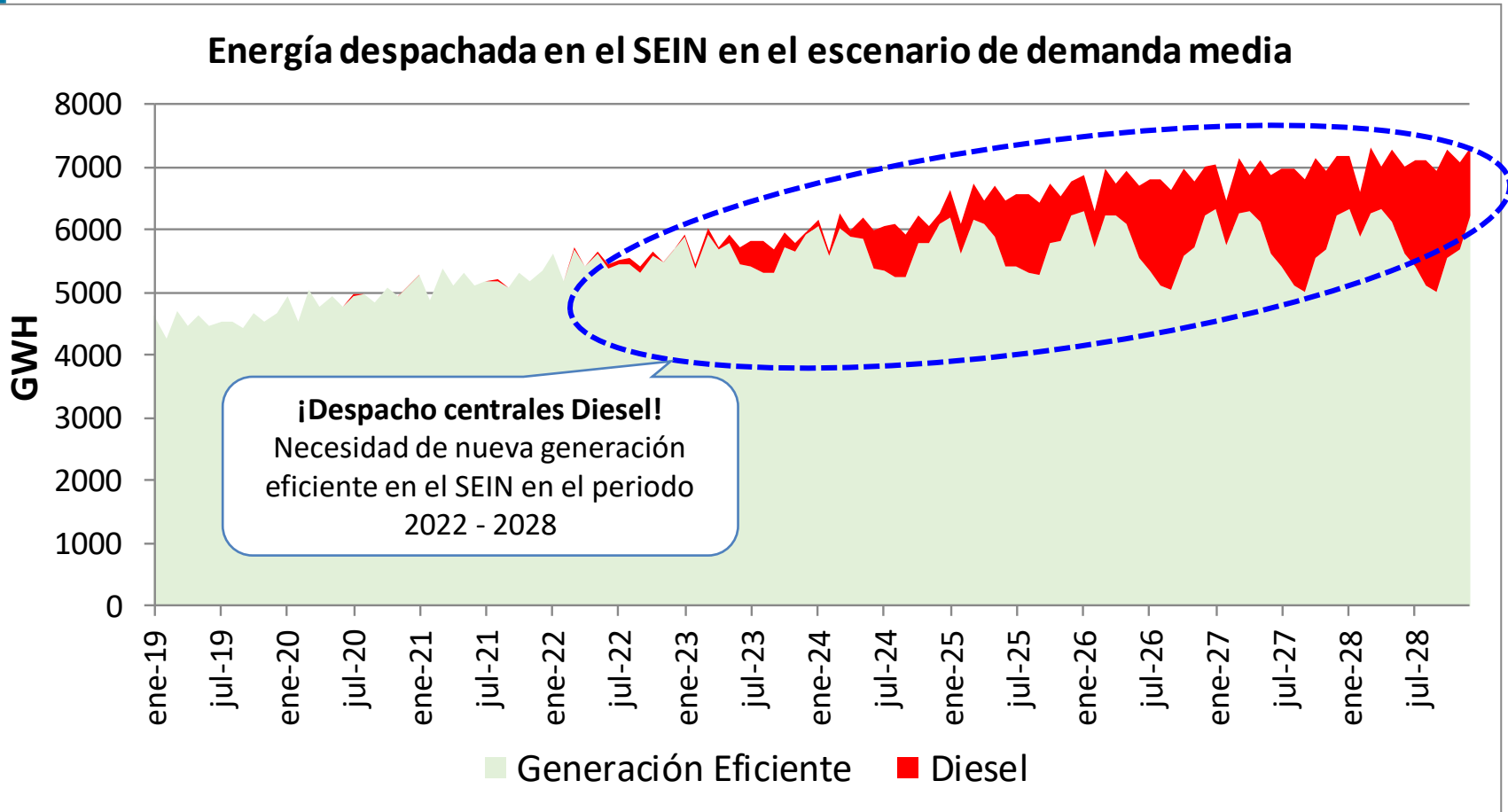


Caso Pesimista: sin Gas en el Sur



DÉFICIT DE GENERACIÓN EFICIENTE EN EL SEIN

Despacho de Energía en el SEIN al 2028 – Escenario de Demanda Base

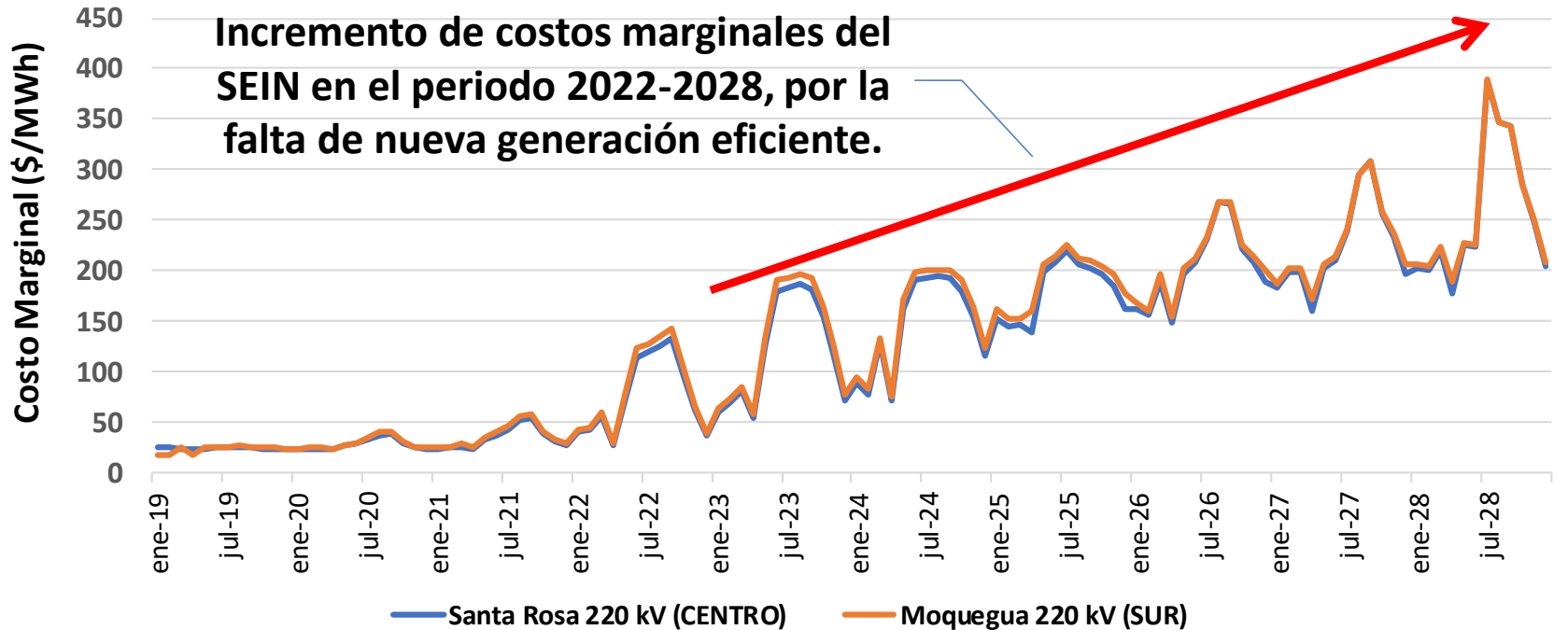


Generación Eficiente: Hidro, Gas Natural y Carbón (En el gráfico se incluyeron solares y eólicas).

FALTA DE NUEVA GENERACIÓN EFICIENTE EN EL SISTEMA

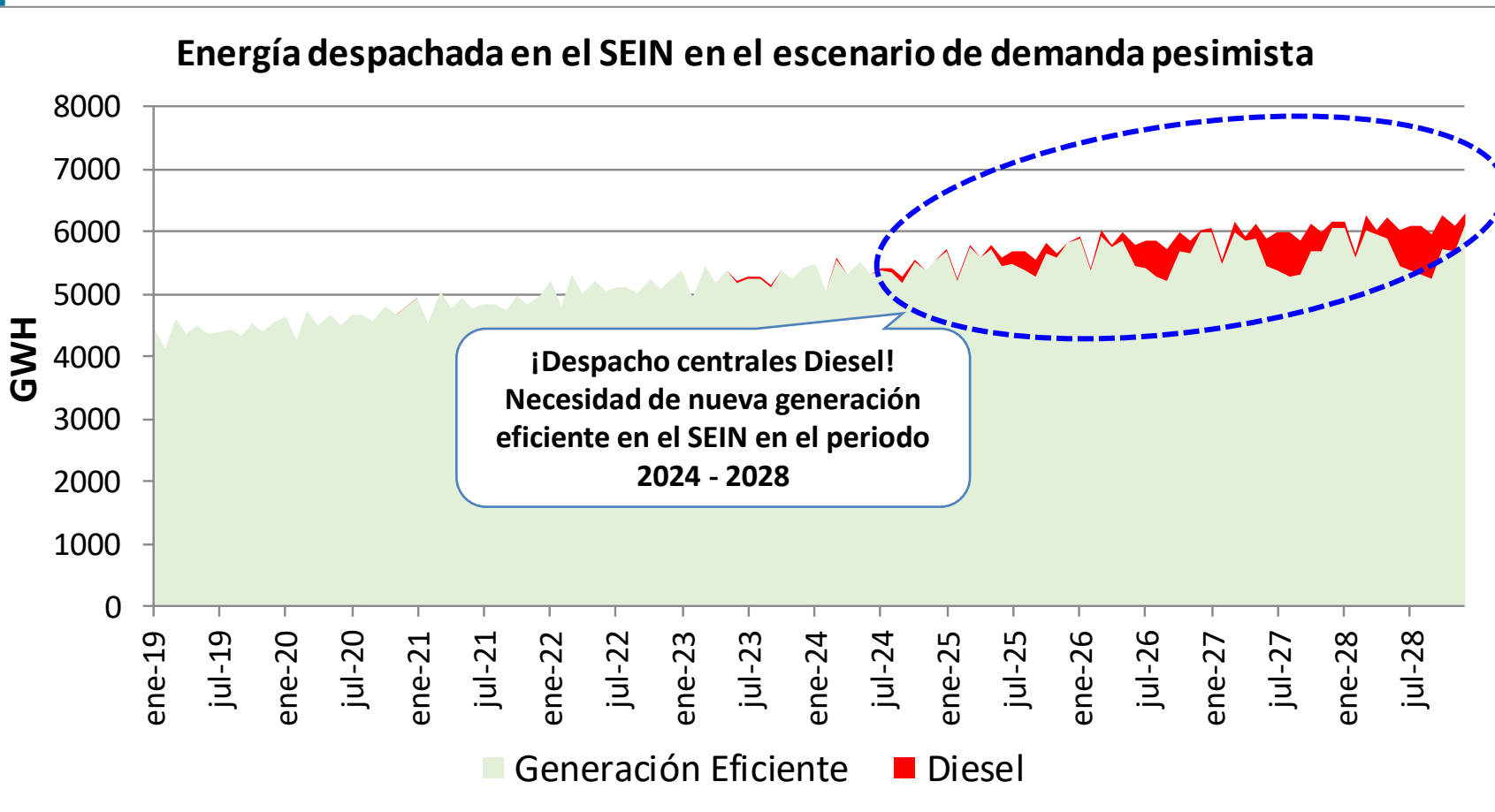
Costos marginales del SEIN– Escenario de Demanda Base

Costo marginal promedio mensual en el SEIN en el escenario de demanda media



FALTA DE NUEVA GENERACIÓN EFICIENTE EN EL SISTEMA

Despacho de Energía en el SEIN al 2028 – Escenario de Demanda Pesimista

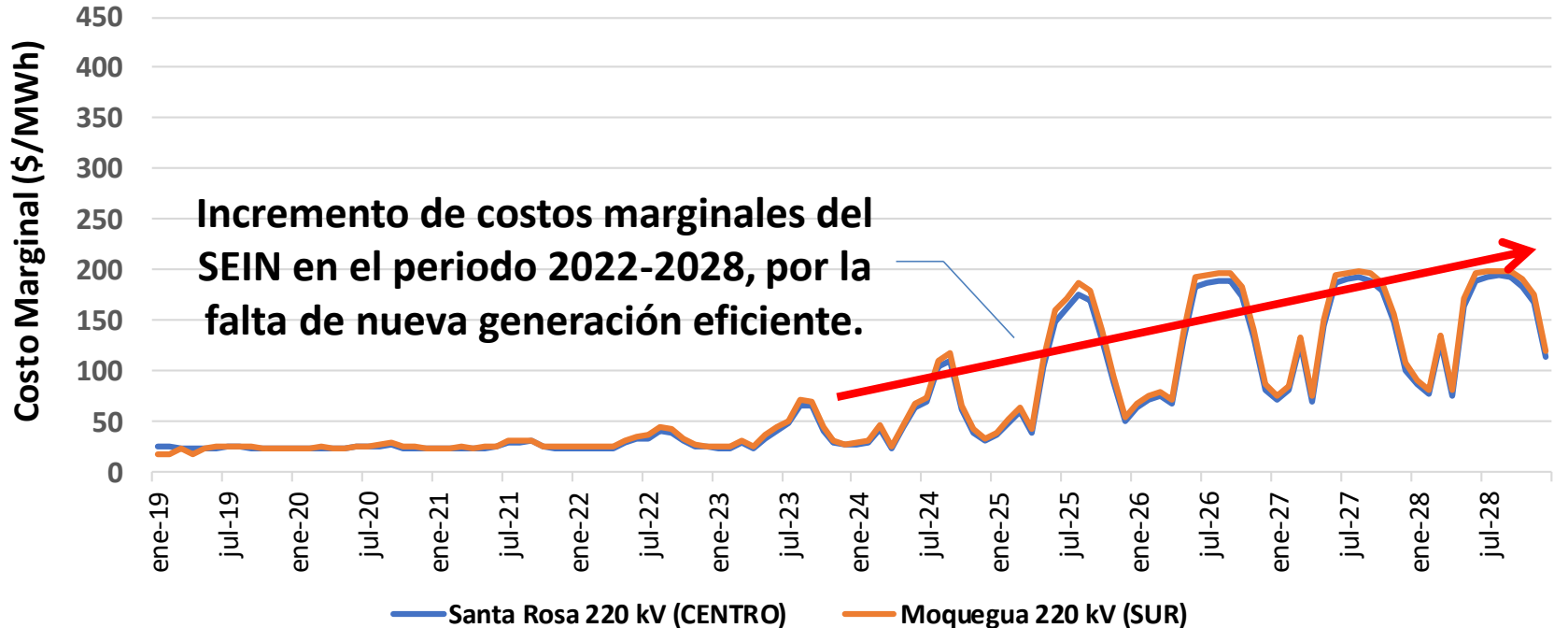


Generación Eficiente: Hidro, Gas Natural y Carbón (En el gráfico se incluyeron solares y eólicas).

FALTA DE NUEVA GENERACIÓN EFICIENTE EN EL SISTEMA

Costos marginales del SEIN– Escenario de Demanda Pesimista

Costo marginal promedio mensual en el SEIN en el escenario de demanda pesimista



Potenciales de Inversiones



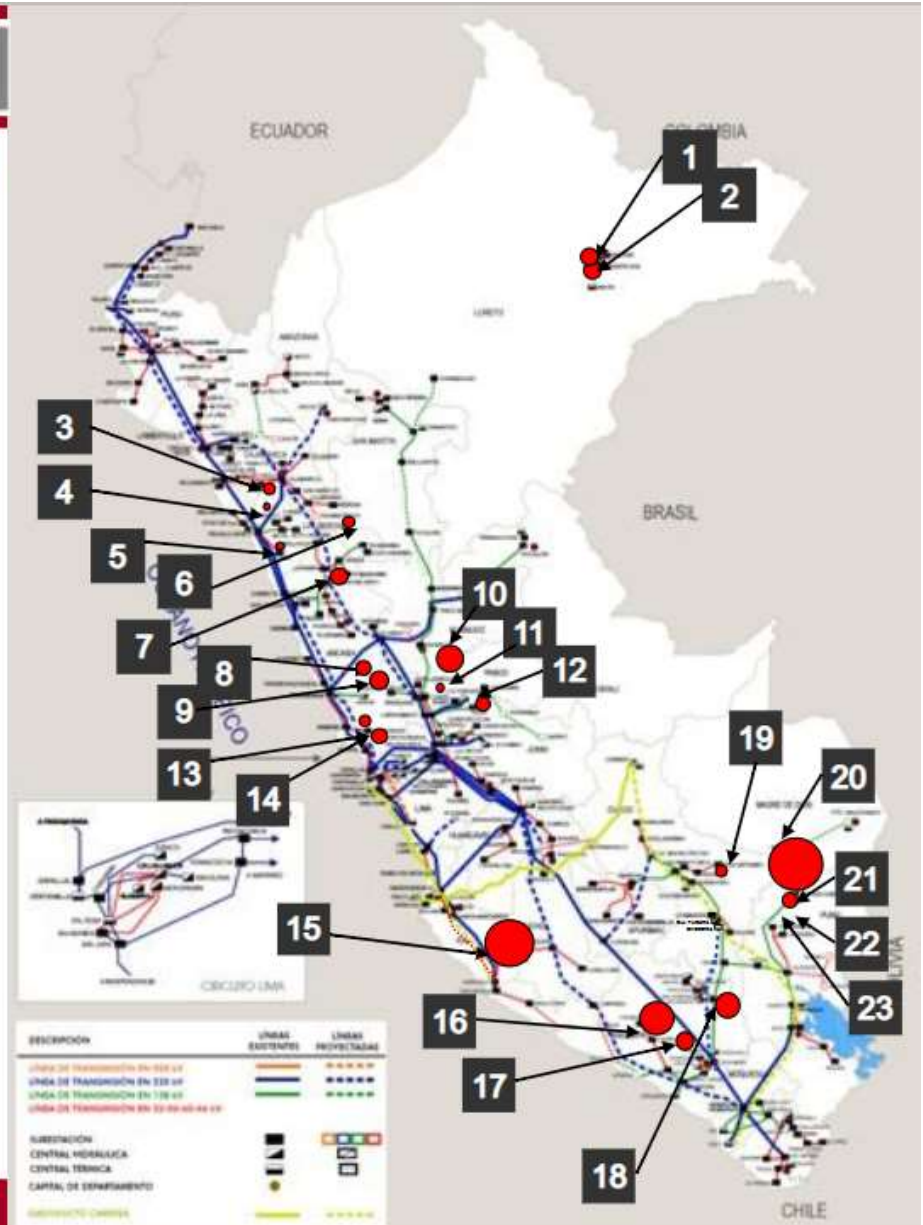
PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Viceministerio de Energía

PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS CON CONCESIÓN TEMPORAL

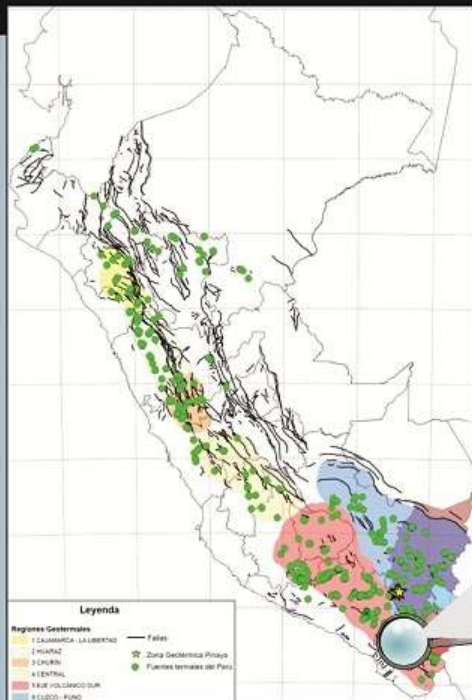
Nº	Central	Potencia (MW)
1	CH MAZÁN	150,0
2	CH. NAPO MAZÁN	154,1
3	CCHH en Cascada: QUISHUAR, LAVASEN, NIMPANA, CATIVEN, PINUTO y PARAÍSO	64,2
4	C.H. PÍAS II	16,6
5	CH COLA I	20,0
6	CH LAS JOYAS	61,0
7	C.H. EL CHORRO	150,0
8	C.H. MAYUSH	103,8
9	C.H. RAPAY	182,0
10	C.H. CHAGLLA	360,0
11	C.H. UCHUJERTA	30,0
12	C.H. EL CAÑO	100,0
13	C.H. CHEVES II	75,0
14	C.H. CHEVES III	123,6
15	CCHH en Cascada: TINYPAY, JARHUAC, PIRCA Y LA CAPILLA y EMBALSES	1 204,0
16	CCHH en Cascada: LLUTA I, LLUTA II, LLUCLLA I y LLUCLLA II	560,0
17	CH OCO 2010	154,5
18	C.H. MOLLOCO	310,0
19	C.H. PUCABÁ II	69,9
20	CH INAMBARI	1 500,0
21	CH SAN GABÁN IV	130,0
22	C.H. SAN GABÁN III	Por definir
23	C.H. SAN GABÁN II (Obras de Afianzamiento)	---
TOTAL		5 518,7



LOGROS DE GESTIÓN 2011 - 2016

INGEMMET

PROMUEVE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA EN EL PERÚ



MEDIANTE LOS SIGUIENTES ESTUDIOS:

- ✘ Estudio Geotérmico del Campo Calientes.
- ✘ Estudio Geotérmico de Campo Borateras.
- ✘ Caracterización y Evaluación del Potencial Geotérmico de la Región Tacna.
- ✘ Caracterización y Evaluación del Potencial Geotérmico de la Región Moquegua.



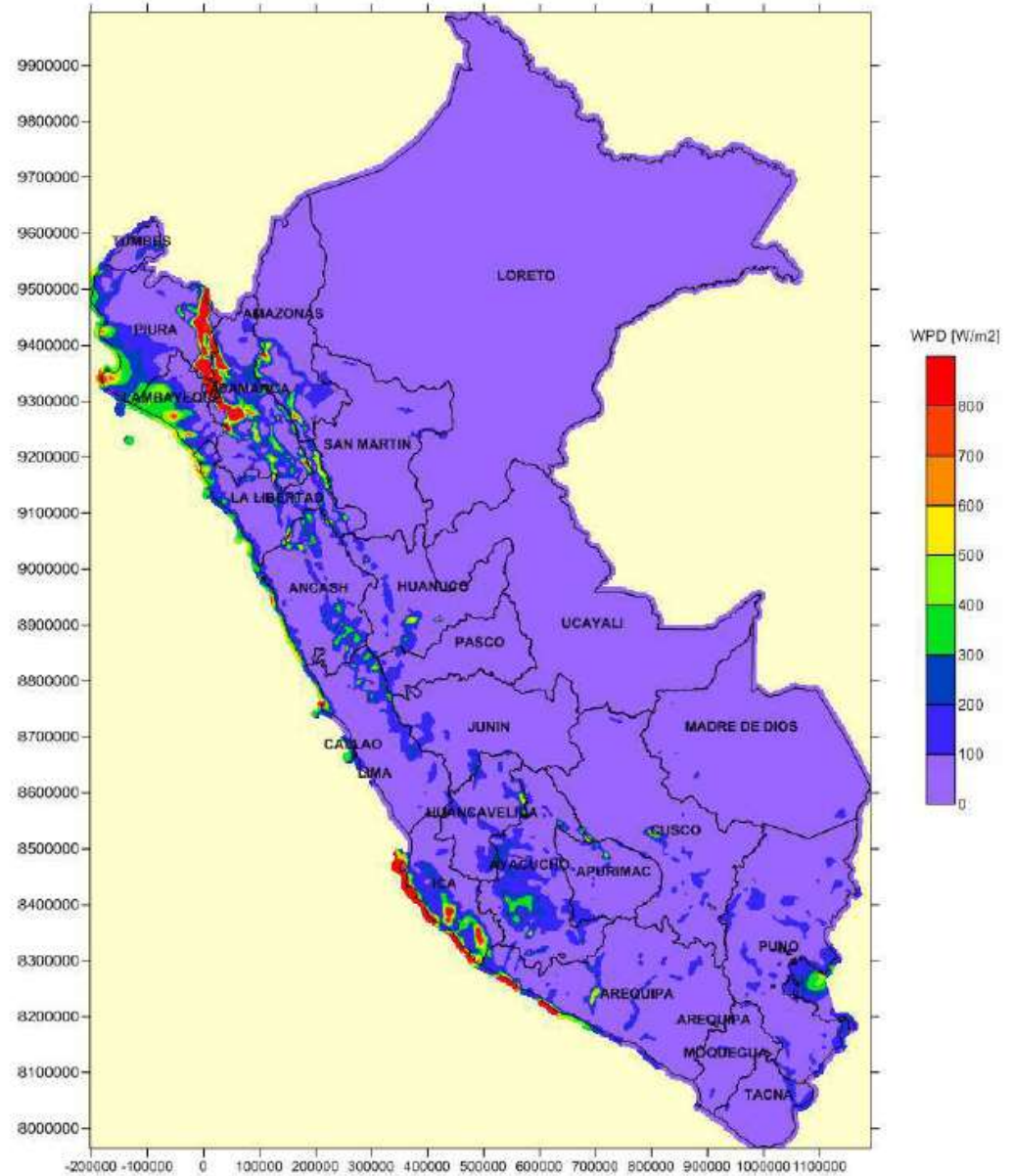
El INGEMMET en los últimos cinco años ha realizado importantes estudios de Geotermia, con el fin de promover la energía geotérmica como una energía renovable, sostenible y amigable con el medioambiente.

E.8. DENSIDAD DE POTENCIA MEDIA ANUAL DEL VIENTO A 75 m

Mapa Eólico del Perú 2016

Densidad de Potencia Media Anual

Fuente: MINEM



Energía Solar

Irradiación Directa Normal

América Latina y el Caribe

Irradiación Directa Normal

Perú



Media de la suma anual, periodo 1999-2013
< 400 800 1200 1600 2000 2400 2800 3200 3600 > kWh/m²



Media de la suma anual, periodo 1999-2013
< 600 1000 1400 1800 2200 2600 3000 > kWh/m²

MEDIANO PLAZO 2022-2024 Hasta 1400 MW

OPCIONES

- Interconexión con Ecuador.
* Importación en estiaje (≈700 MW)
- Nuevos proyectos de centrales térmicas a gas natural en la zona de Lima, Chilca, Independencia y Marcona.
 - * TV Santa Rosa (130 MW)
 - * CT Humay (500 MW)
 - * CT Sulpay (340 MW)
 - * CT Los Libertadores (520 MW)
- Nuevos proyectos RER

LARGO PLAZO 2025 – 2028 2000 MW a 3000 MW

OPCIONES:

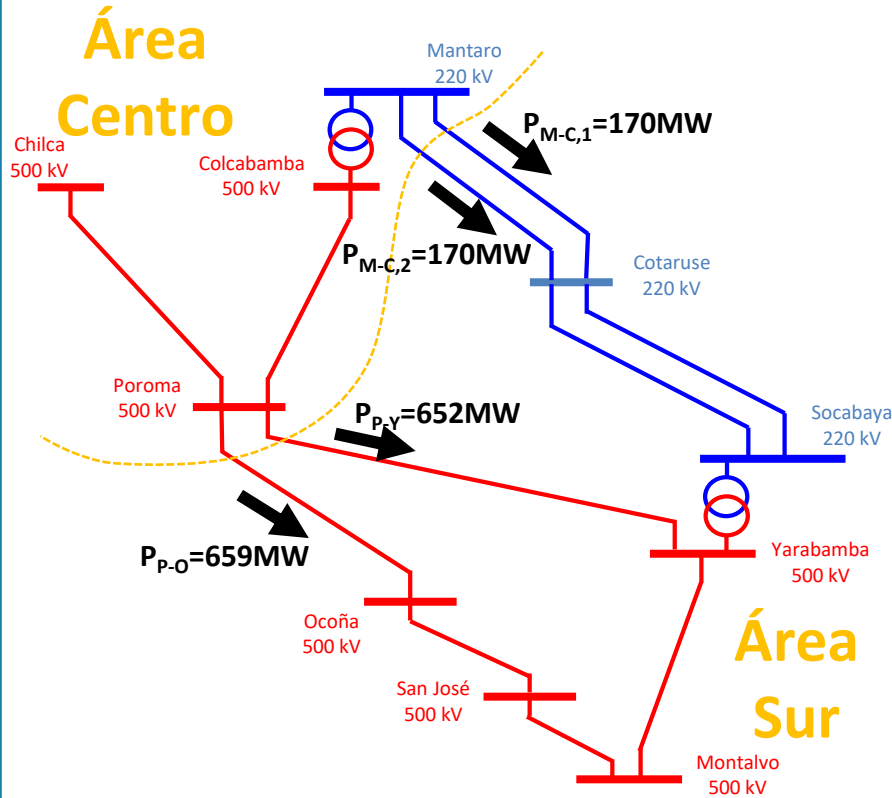
- Gas en el sur.
 - * Nodo Energético ciclo abierto: 1400 MW
 - * Nodo Energético ciclo combinado: 2000 MW
 - * Reserva Fría Ilo : 550 MW
- Nuevos proyectos hidroeléctricos.
 - * San Gabán 3 : 220 MW
 - * Lluta, Lucla : 510 MW
- Nuevos proyectos RER.

CASO: Con Nueva Generación Solar Fotovoltaica en el Sur

TRANSFERENCIA CENTRO-SUR (ESTIAJE DE 2025)



Flujos en la hora de máxima transferencia Centro-Sur



$$\text{Transferencia Centro-Sur} = P_{M-C,1} + P_{M-C,2} + P_{P-Y} + P_{P-O}$$

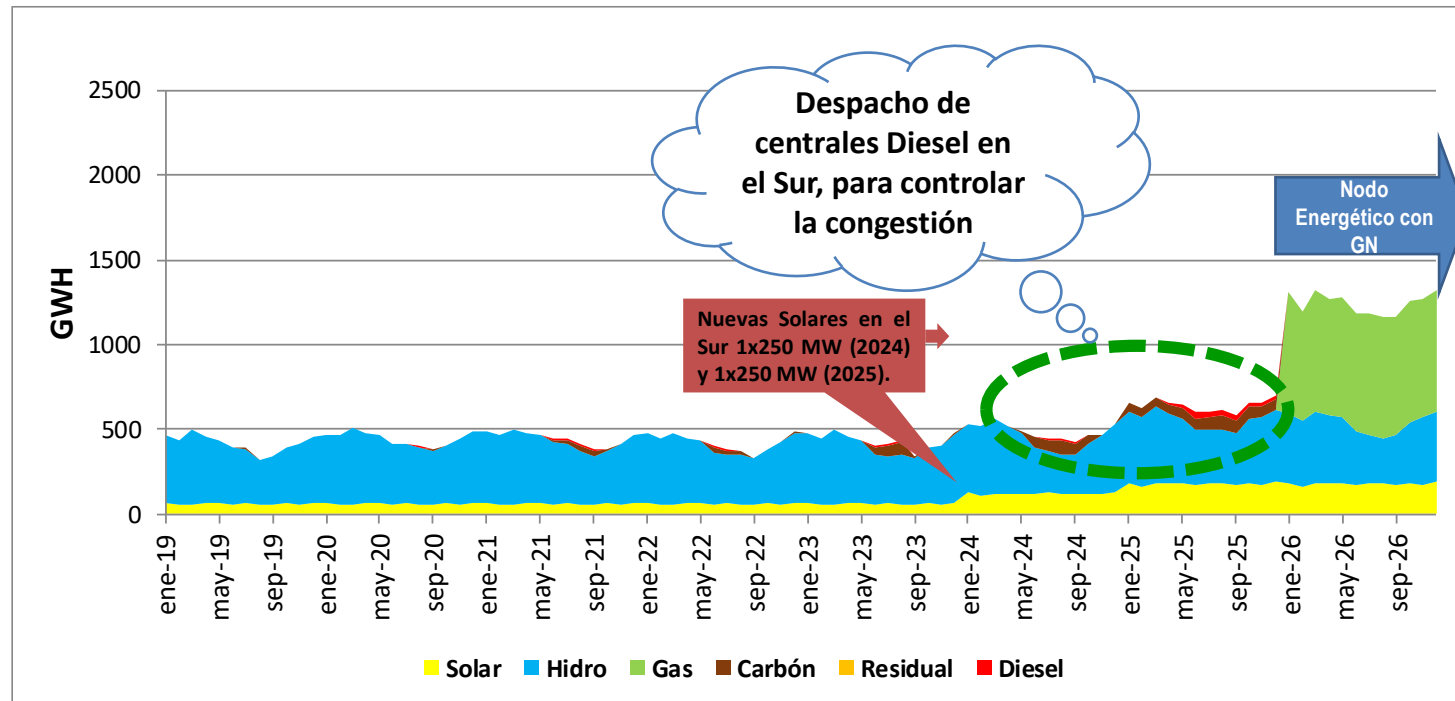
Transferencia Centro-Sur = 1650 MW



Líneas del enlace Centro-Sur
Transferencia Centro-Sur = 1650 MW

CASO: Con generación Solar Fotovoltaica en el sur

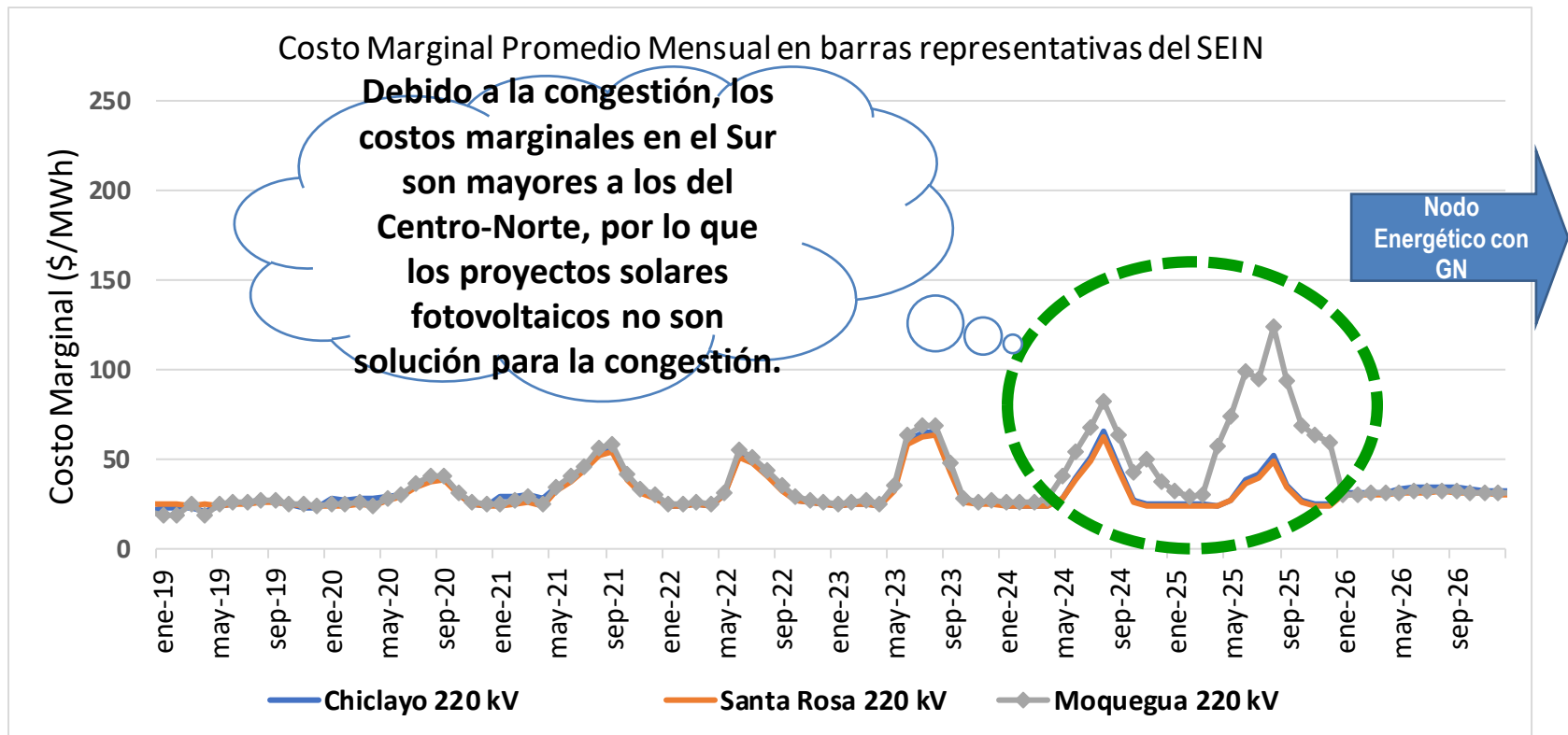
Energía despachada por centrales en el área Sur





CASO: Con 500 MW de Nueva Generación Solar Fotovoltaica en el Sur

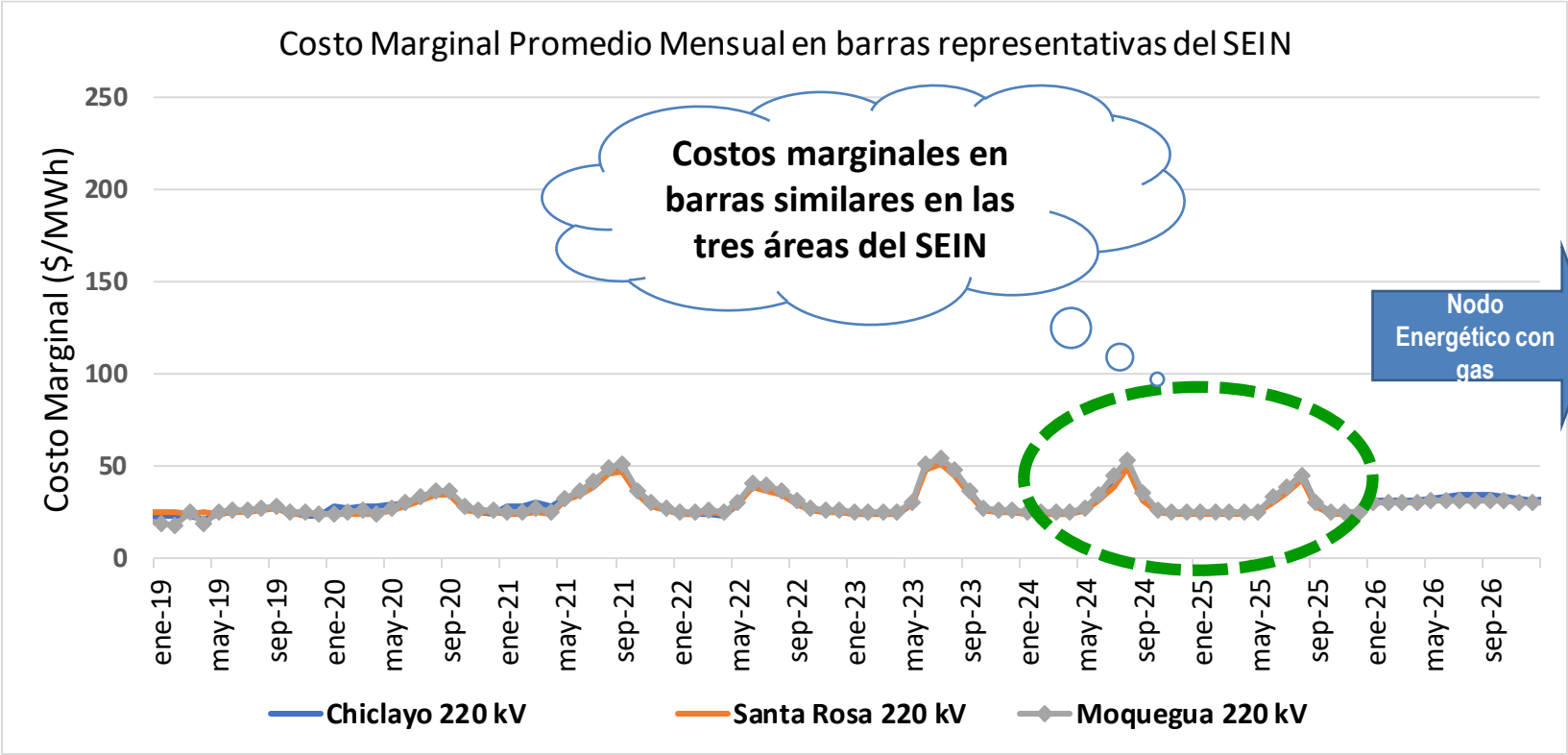
Costos Marginales en las Áreas del SEIN





CASO: Sin generación eficiente en el sur hasta el año 2025

Costos marginales en las áreas del SEIN





Comité de Operación Económica del
Sistema Interconectado Nacional