



CONSORCIO:	GENERADORA:
 Hamek <small>INGENIEROS ASOCIADOS SAC</small>	
AMADEO CARRILLO VILLENA	

PROYECTO:	CLIENTE:
DETERMINACIÓN DE CONSUMOS ESPECÍFICOS DE UNIDADES GENERADORAS	

TITULO:	INFORME FINAL DE PRUEBAS DE CONSUMOS ESPECÍFICOS NETO DE LA CENTRAL TÉRMICA SAN ISIDRO I UNIDAD GENERADORA TG01 + TV02 OPERANDO EN CICLO ABIERTO Y CICLO COMBINADO CON GAS NATURAL
N° DE DOCUMENTO PROYECTO	CSI-4-INF-HMK-001

REVISIÓN:	1	EDITADO PARA	Coordinador Eléctrico Nacional
FECHA:	06-01-2021		

REGISTROS DE REVISIONES

REV. N°	FECHA	REVISIONES	REVISADO POR	APROBADO POR
1	06-01-2021	Primera versión	Marco Quispe C.	Amadeo Carrillo V.

APROBACIÓN DE DOCUMENTOS

ENEL GENERACIÓN CHILE S.A.			
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL			
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
CONSORCIO HAMEK AMADEO_CARRILLO			
	NOMBRE	FIRMA	FECHA

INFORME	PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.
			Consortio HAMEK - Amadeo Carrillo

CONTENIDO GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO	6
1 INFORMACIÓN GENERAL	11
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	11
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA SAN ISIDRO I	11
2 OBJETIVO DE LAS PRUEBAS.....	12
2.1 PRUEBAS DE CONSUMOS ESPECÍFICOS NETO	12
3 PROGRAMA DE LAS PRUEBAS	13
4 PARTICIPANTES EN LAS PRUEBAS Y ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL.....	14
5 CONDICIONES DE DISEÑO Y REFERENCIA	14
6 FRONTERA DE PRUEBA, MEDICIONES REQUERIDAS E INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA.....	15
6.1 FRONTERA DE PRUEBA.....	15
6.1.1 Frontera de Prueba y Mediciones Requeridas para las Unidades Generadoras en la Configuración Ciclo Abierto.....	15
6.1.2 Frontera de Prueba y Mediciones Requeridas para las Unidades Generadoras en la Configuración Ciclo Combinado.....	16
6.2 VARIABLES MEDIDAS E INSTRUMENTACIÓN DE MEDICIÓN.....	17
6.2.1 Variables Primarias.....	17
7 REPORTE DE COMBUSTIBLE	18
7.1 REPORTE DE GAS NATURAL.....	18
8 METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	19
8.1 VALIDACIÓN DE DATOS	19
8.2 CÁLCULOS DE LOS CONSUMOS ESPECÍFICOS NETO	19
8.2.1 Resultados de los Consumos Específicos Neto Medido ($HRN_{M.CC}$)	19
8.2.2 Cálculo de los Consumos Específicos Neto Corregido ($HRN_{C.CC}$).....	20
8.3 CÁLCULOS DE LA INCERTIDUMBRE	21
8.3.1 Incertidumbre de la Prueba.....	21
9 CÁLCULO DE CONSUMO ESPECÍFICO NETO.....	23
10 RESULTADOS DEL CICLO ABIERTO	23
10.1 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CONSUMOS ESPECÍFICOS NETO (SOBRE PODER CALORÍFICO SUPERIOR)	23
10.2 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CONSUMOS ESPECÍFICOS NETO (SOBRE PODER CALORÍFICO INFERIOR).....	23
10.3 RESULTADOS DE INCERTIDUMBRE (SOBRE PODER CALORÍFICO SUPERIOR)	24
10.4 RESULTADOS DE INCERTIDUMBRE (SOBRE PODER CALORÍFICO INFERIOR)..	25

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

11 RESULTADOS DEL CICLO COMBINADO.....	26
11.1 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CONSUMOS ESPECÍFICOS NETO (SOBRE PODER CALORÍFICO SUPERIOR)	26
11.2 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CONSUMOS ESPECÍFICOS NETO (SOBRE PODER CALORÍFICO INFERIOR).....	27
11.3 RESULTADOS DE INCERTIDUMBRE (SOBRE PODER CALORÍFICO SUPERIOR)	28
11.4 RESULTADOS DE INCERTIDUMBRE (SOBRE PODER CALORÍFICO INFERIOR)..	29

ANEXOS

- ANEXO A:** Actas de Ensayo
- ANEXO B:** Reporte de Combustible
- ANEXO C:** Cuadros de Cálculo
- ANEXO D:** Protocolo de Pruebas

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1-1: Descripción de la Central Termoeléctrica San Isidro I	11
Tabla 2-1: Variables primarias	12
Tabla 3-1: Programa de Pruebas de la Unidad Generadora (TG01) en Ciclo Abierto de la Central Térmica San Isidro I.....	13
Tabla 3-2: Programa de Pruebas de la Unidad Generadora (TG01+TV02) en Ciclo Combinado de la Central Térmica San Isidro I	13
Tabla 5-1: Condiciones de Referencia	14
Tabla 6-1: Variables e Instrumentos de Medición Utilizados en las Pruebas	17
Tabla 7-1: Reporte de Combustible – Gas Natural	18
Tabla 8-1: Condiciones de estabilidad de la Prueba de Consumo Especifico Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 (Ciclo Combinado).....	19
Tabla 10-1: Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01) en Ciclo Abierto de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)	23
Tabla 10-2: Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01) en Ciclo Abierto de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)	23
Tabla 10-3: Resultados de Incertidumbre las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01) en Ciclo Abierto de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior).....	24
Tabla 10-4: Resultados de Incertidumbre las Pruebas de Consumos Específicos Neto	

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

de la Unidad Generadora (TG01) en Ciclo Abierto de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior) 25

Tabla 11-1: Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01+TV02) en Ciclo Combinado de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)..... 26

Tabla 11-2: Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01+TV02) en Ciclo Combinado de la Central Térmica San Isidro I – Fuego Adicional (Sobre Poder Calorífico Superior) 26

Tabla 11-3: Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01+TV02) en Ciclo Combinado de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior) 27

Tabla 11-4: Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01+TV02) en Ciclo Combinado de la Central Térmica San Isidro I – Fuego Adicional (Sobre Poder Calorífico Inferior) 27

Tabla 11-5: Resultados de Incertidumbre las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01+TV02) en Ciclo Combinado de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior) 28

Tabla 11-6: Resultados de Incertidumbre las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01+TV02) en Ciclo Combinado de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior) 29

CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 4-1: Participantes y Organización del Personal durante las Pruebas..... 14

Ilustración 6-1: Frontera de Prueba de la Unidad Generadora (TG01) en Ciclo Abierto de la Central Térmica San Isidro I 15

Ilustración 6-2: Frontera de Prueba de la Unidad Generadora (TG01+TV02) en Ciclo Combinado de la Central Térmica San Isidro I 16

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

RESUMEN EJECUTIVO

Enel es una de las empresas eléctricas más importantes de Chile, que controla los negocios de generación y distribución del país. Enel Generación Chile S.A. es a su vez la empresa de generación eléctrica más importante de Chile, con una capacidad instalada total de 6.114 MW y un parque generador de 110 unidades distribuidas a lo largo del país. Su producción alcanzó los 17.548 GWh en 2019, el 57% de ella fue hidroeléctrica, 42% de fuentes termoeléctricas y el 1% de fuente eólica.

La Central Térmica San Isidro I, que es propiedad de Enel Generación Chile S.A., está ubicada en la Ruta CH-64, km 2, sector Lo Venecia, Quillota, Región Valparaíso, Chile y está constituida por una turbina a gas y una turbina a vapor en ciclo combinado, TG y TV de 379 MW de potencia nominal. Tiene la capacidad de operar con combustible gas natural y petróleo diésel, como respaldo.

El presente informe contiene los resultados de las pruebas de Consumo Especifico Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 de la Central Térmica San Isidro I, operando en ciclo abierto y ciclo combinado con gas.

Durante las pruebas se ha registrado los siguientes parámetros:

- Potencia Bruta
- Factor de Potencia Bruta
- Potencia Neta
- Factor de Potencia Neta
- Potencia de Servicios Auxiliares
- Flujo de Gas Natural
- Temperatura Ambiente
- Humedad Relativa Ambiente
- Presión Barométrica Ambiente

Las condiciones de diseño y referencia que se ha considerado son las siguientes:

Tabla N° 1
Condiciones de Diseño y de Referencia

Ítem	Unidades	Condiciones de Diseño	Condiciones de Referencia
Factor de Potencia		0.95	0.95
Temperatura Ambiente	(°C)	15.00	15.00
Humedad Relativa Ambiente	(%)	75.00	75.00

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

Las Pruebas de Consumo Especifico Neto se realizaron con Gas Natural. Durante las pruebas se obtuvo un reporte cromatográfico por cada escalón ensayado, de donde se obtuvo los valores que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla N° 2
Reporte Cromatográfico del Combustible – Gas Natural

Reporte	Fecha / Hora	Poder Calorífico Inferior		Poder Calorífico Superior	
		kcal/m ³	MJ/m ³	kcal/m ³	MJ/m ³
CA - 1er Escalón (Pmáx)	21-12-2020 / 11:30	8381.9170	35.0934	9299.3740	38.9346
CA - 2do Escalón	21-12-2020 / 10:15	8378.8779	35.0807	9296.0967	38.9209
CC - 1er Escalón (Pmáx con FA)	28-12-2020 / 16:30	8377.2871	35.0740	9294.3496	38.9136
CC - 2do Escalón (Pmáx)	29-12-2020 / 15:20	8390.0479	35.1275	9308.1602	38.9714
CC - 3er Escalón	29-12-2020 / 13:15	8398.9648	35.1648	9317.7344	39.0115
Promedio		8385.4189	35.1081	9303.1430	38.9504

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

RESULTADOS EN CICLO ABIERTO

1.1. Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto (Sobre Poder Calorífico Superior)

Tabla N° 3

Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01) en Ciclo Abierto de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)

Escalón	Potencia Nominal	Potencia Bruta Medida	Potencia Neta Medida	Consumo de Combustible Medido (m³/h)	Consumo Especifico Neto Medido		Consumo Especifico de Combustible Neto Medido (m³/kWh)	Eficiencia Neto Medido (%)	Potencia Bruta Corregida (kW)	Potencia Neta Corregida (kW)	Consumo Especifico Neto Corregido		Incertidumbre		Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido (m³/kWh)	Eficiencia Neto Corregido (%)
	(kW)	(kW)	(kW)		(kcal/kWh)	(kJ/kWh)					(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)		
1er Escalón (Pmáx)	255000	240550.926	238536.951	67674.501	2639.363	11050.484	0.284	32.578	251321.056	249307.082	2611.434	10933.550	± 18.095	± 75.759	0.281	32.926
2do Escalón	231000	231170.065	228856.794	65333.018	2655.820	11119.386	0.285	32.376	237887.264	235573.993	2638.259	11045.862	± 17.646	± 73.879	0.284	32.591

1.2. Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto (Sobre Poder Calorífico Inferior)¹

Tabla N° 4

Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01) en Ciclo Abierto de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)

Escalón	Potencia Nominal	Potencia Bruta Medida	Potencia Neta Medida	Consumo de Combustible Medido (m³/h)	Consumo Especifico Neto Medido		Consumo Especifico de Combustible Neto Medido (m³/kWh)	Eficiencia Neto Medido (%)	Potencia Bruta Corregida (kW)	Potencia Neta Corregida (kW)	Consumo Especifico Neto Corregido		Incertidumbre		Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido (m³/kWh)	Eficiencia Neto Corregido (%)
	(kW)	(kW)	(kW)		(kcal/kWh)	(kJ/kWh)					(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)		
1er Escalón (Pmáx)	255000	240550.926	238536.951	67674.501	2378.998	9960.391	0.284	36.143	251321.056	249307.082	2353.824	9854.992	± 16.323	± 68.340	0.281	36.530
2do Escalón	231000	231170.065	228856.794	65333.018	2393.832	10022.496	0.285	35.919	237887.264	235573.993	2378.003	9956.225	± 15.919	± 66.648	0.284	36.158

¹ Reporte realizado de forma informativa y de manera adicional.

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

RESULTADOS EN CICLO COMBINADO

1.3. Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto (Sobre Poder Calorífico Superior)

Tabla N° 5

Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01+TV02) en Ciclo Combinado de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)

Escalón	Potencia Nominal	Potencia Bruta Medida	Potencia Neta Medida	Consumo de Combustible Medido	Consumo Especifico Neto Medido		Consumo Especifico de Combustible Neto Medido	Eficiencia Neto Medido	Potencia Bruta Corregida	Potencia Neta Corregida	Consumo Especifico Neto Corregido		Incertidumbre		Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido	Eficiencia Neto Corregido
	(kW)	(kW)	(kW)	(m³/h)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m³/kWh)	(%)	(kW)	(kW)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m³/kWh)	(%)
2do Escalón (Pmáx)	355000	349782.563	342869.556	67405.059	1828.914	7657.297	0.197	47.014	368208.963	361316.930	1718.579	7195.345	± 14.581	± 61.046	0.185	50.032
3er Escalón	340000	340687.412	333947.396	65962.432	1837.589	7693.616	0.198	46.792	351464.865	344745.548	1776.850	7439.315	± 15.237	± 63.796	0.191	48.392

Tabla N° 6

Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01+TV02) en Ciclo Combinado de la Central Térmica San Isidro I – Fuego Adicional (Sobre Poder Calorífico Superior)

Escalón	Potencia Nominal	Potencia Bruta Medida	Potencia Neta Medida	Consumo de Combustible Medido	Consumo Especifico Neto Medido		Consumo Especifico de Combustible Neto Medido	Eficiencia Neto Medido	Potencia Bruta Corregida	Potencia Neta Corregida	Consumo Especifico Neto Corregido		Incertidumbre		Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido	Eficiencia Neto Corregido
	(kW)	(kW)	(kW)	(m³/h)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m³/kWh)	(%)	(kW)	(kW)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m³/kWh)	(%)
1er Escalón (Pmáx con FA)	380000	13004.836	12630.325	3808.281	2805.073	11744.279	0.302	30.653	13609.180	13235.872	2666.283	11163.193	± 32.035	± 134.123	0.287	32.249

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

1.4. Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto (Sobre Poder Calorífico Inferior)²

Tabla N° 7

Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01+TV02) en Ciclo Combinado de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)

Escalón	Potencia Nominal	Potencia Bruta Medida	Potencia Neta Medida	Consumo de Combustible Medido	Consumo Especifico Neto Medido		Consumo Especifico de Combustible Neto Medido	Eficiencia Neto Medido	Potencia Bruta Corregida	Potencia Neta Corregida	Consumo Especifico Neto Corregido		Incertidumbre		Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido	Eficiencia Neto Corregido
	(kW)	(kW)	(kW)	(m ³ /h)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m ³ /kWh)	(%)	(kW)	(kW)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m ³ /kWh)	(%)
2do Escalón (P _{máx})	355000	349782.563	342869.556	67405.059	1648.498	6901.930	0.197	52.159	368208.963	361316.930	1549.047	6485.548	± 13.151	± 55.059	0.185	55.508
3er Escalón	340000	340687.412	333947.396	65962.432	1656.317	6934.666	0.198	51.913	351464.865	344745.548	1601.569	6705.451	± 13.742	± 57.535	0.191	53.688

Tabla N° 8

Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01+TV02) en Ciclo Combinado de la Central Térmica San Isidro I – Fuego Adicional (Sobre Poder Calorífico Inferior)

Escalón	Potencia Nominal	Potencia Bruta Medida	Potencia Neta Medida	Consumo de Combustible Medido	Consumo Especifico Neto Medido		Consumo Especifico de Combustible Neto Medido	Eficiencia Neto Medido	Potencia Bruta Corregida	Potencia Neta Corregida	Consumo Especifico Neto Corregido		Incertidumbre		Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido	Eficiencia Neto Corregido
	(kW)	(kW)	(kW)	(m ³ /h)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m ³ /kWh)	(%)	(kW)	(kW)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m ³ /kWh)	(%)
1er Escalón (P _{máx} con FA)	380000	13004.836	12630.325	3808.281	2528.362	10585.745	0.302	34.008	13609.180	13235.872	2403.263	10061.981	± 28.883	± 120.929	0.287	35.778

² Reporte realizado de forma informativa y de manera adicional.

INFORME	PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A. / Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

1 INFORMACIÓN GENERAL

1.1 Descripción de la Empresa

Enel Generación Chile se constituyó en 1943 bajo la razón social de Empresa Nacional de Electricidad S.A. En 1994, se modificaron los estatutos de la sociedad, incorporándose el nombre de fantasía Endesa. En 2005, se agregó el nombre de fantasía Endesa Chile y, en 2016, se cambió la razón social a Enel Generación Chile S.A. y marca a “Enel Generación Chile”. La compañía está inscrita en el Registro de Comercio de Santiago, a fs. 61 N°62 y fs. 65 vta. N°63, respectivamente, con fecha 19 de enero de 1944. Tiene su domicilio social y oficinas principales en calle Santa Rosa 76, Santiago de Chile.

1.2 Descripción de la Central Termoeléctrica San Isidro I

La Central Termoeléctrica San Isidro I, se ubica a 8 km. de Quillota, Región de Valparaíso, Chile.

Esta central está conformada por un ciclo combinado; compuesta por una turbina de gas y una turbina de vapor, cuyas características se indican a continuación:

Tabla 1-1: Descripción de la Central Termoeléctrica San Isidro I

Concepto ³	Unidad	Unidad TG01	Unidad TV02
Marca		Mitsubishi	Mitsubishi
Modelo		701 F	SRT 40.5 AX
Serie		-	-
Tipo de Unidad		Turbina de Gas	Turbina de Vapor
Tipo de Combustible		Gas Natural y Petróleo Diésel	-
Año de Fabricación	Año	1997	1997
Fecha de Entrada en Operación	dd-mm-aa	1998	1998
Potencia Nominal	MW	241	139
Potencia Mínimo Técnico con Gas Natural	MW	14.00	-
Potencia Mínimo Técnico con Petróleo Diésel	MW	13.00	-
Potencia Mínimo Técnico Ambiental con Gas Natural	MW	113.00	-
Potencia Mínimo Técnico Ambiental con Petróleo Diésel	MW	198.00	-
Potencia Máxima Técnico	MW	265.00	130
Tensión Nominal	kV	13.8	15
Factor de Potencia	-	0.85	0.85
Velocidad de Rotación	RPM	3 000	3 000

³ Información extraída desde:

<https://www.enel.cl/es/inversionistas/inversionistas-enel-generacion/filiales/gasatacama-chile-sa/gasatacama-chile.html> y <https://infotecnica.coordinador.cl/instalaciones/unidades-generadoras>

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

2 OBJETIVO DE LAS PRUEBAS

2.1 Pruebas de Consumos Específicos Neto

Estos ensayos tienen por objeto contar con toda la información necesaria para calcular los Consumos Específicos Neto de la Unidades Generadoras TG01 + TV02 a partir de una operación a distintas cargas, y bajo condiciones de estabilidad requeridas.

Durante los ensayos se han medido los siguientes parámetros:

Tabla 2-1: Variables primarias

Ítem	Variable
Variables de Condiciones Ambientales	
a)	Temperatura Ambiente
b)	Humedad Relativa Ambiente
c)	Presión Ambiente
Variables Eléctricas	
a)	Potencia Activa Bruta
b)	Potencia Reactiva Bruta
c)	Factor de Potencia Bruta
d)	Potencia Activa Neta
e)	Potencia Reactiva Neta
f)	Factor de Potencia Neta
Consumo de Combustible	
a)	Consumo de gas natural.

Así mismo, se registraron las siguientes variables secundarias que son las que se miden, pero no entran en el cálculo de la Determinación de Consumos Específicos de Unidades Generadoras, pero se miden para asegurarse que no se ha violado la condición de prueba requerida:

- a. Tensión.
- b. Velocidad de rotación
- c. Consumos propios o auxiliares.
- d. Temperatura del combustible.
- e. Presión de descarga del compresor.
- f. Presión de Ingreso del fluido de trabajo.
- g. Caudal de condensado, agua de alimentación y vapor principal.
- h. Presión y Temperatura de condensado.
- i. Temperatura de agua de alimentación.
- j. Presión y Temperatura de vapor principal.
- k. Temperatura de gases de escape a la entrada de la caldera de recuperación de calor.
- l. Temperatura de gases de escape en chimenea.
- m. Posición de los álabes directores de entrada al (a los) compresor(es) de la(s) turbina(s) a gas.
- n. Temperatura de agua de refrigeración en entrada y salida.

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

3 PROGRAMA DE LAS PRUEBAS

Conforme se ha indicado en el Acta de Ensayo, luego de coordinaciones previas y a la luz de las condiciones encontradas en la unidad TG01 + TV02 a ser evaluada, se definió finalmente el Programa de Pruebas de Consumo Específico Neto de esta unidad que se muestra en la siguiente tabla

Tabla 3-1: Programa de Pruebas de la Unidad Generadora (TG01) en Ciclo Abierto de la Central Térmica San Isidro I

Prueba CEN en Ciclo Abierto con Gas Lunes, 21 de Diciembre del 2020				
Hito		Potencia Nominal	Hora de Inicio	Hora del Final
Toma de carga y estabilización			09:30	10:00
Prueba CEN a Carga Intermedia		P _{Parcial}	231 MW	10:00 10:30
Toma de carga y estabilización			10:30	11:15
Prueba CEN a Potencia Máxima		P _{Pot. Máx}	255 MW	11:15 11:45

Tabla 3-2: Programa de Pruebas de la Unidad Generadora (TG01+TV02) en Ciclo Combinado de la Central Térmica San Isidro I

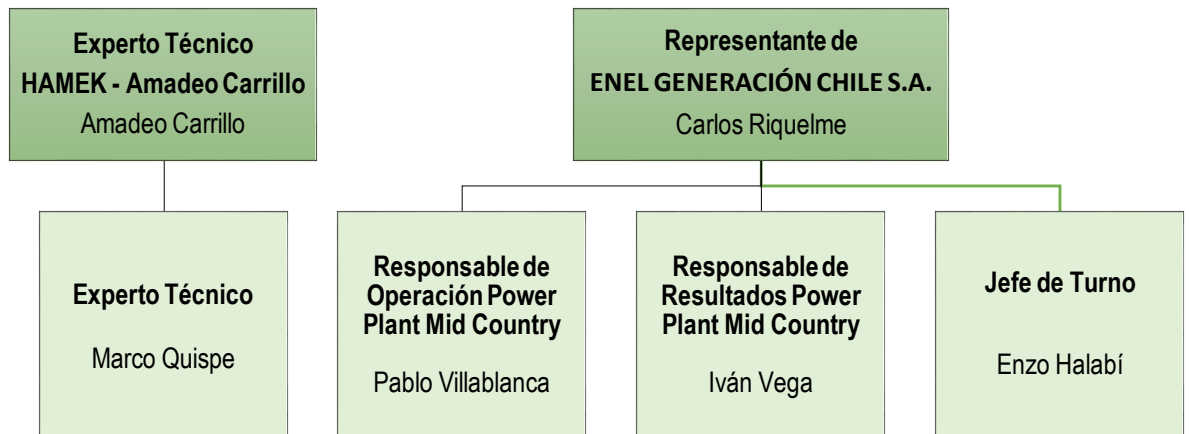
Prueba CEN en Ciclo Combinado con Gas Lunes, 28 de Diciembre del 2020 / Martes, 29 de Diciembre del 2020				
Hito		Potencia Nominal	Hora de Inicio	Hora del Final
Lunes, 28 de Diciembre del 2020				
Prueba CEN a Potencia Máxima con Fuego Adicional		P _{Pot. Máx}	380 MW	16:00 17:00
Martes, 29 de Diciembre del 2020				
Toma de carga y estabilización			12:15	17:15
Prueba CEN a Carga Intermedia		P _{6ta Parcial}	340 MW	12:45 13:45
Toma de carga y estabilización			13:45	14:50
Prueba CEN a Potencia Máxima		P _{Pot. Máx}	355 MW	14:50 15:50

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

4 PARTICIPANTES EN LAS PRUEBAS Y ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL

Durante las pruebas han participado, el representante de ENEL GENERACIÓN CHILE S.A., el Experto Técnico y el Asistente de la CONSULTORA; como se indica en el siguiente gráfico.

Ilustración 4-1: Participantes y Organización del Personal durante las Pruebas



5 CONDICIONES DE DISEÑO Y REFERENCIA

Según el Artículo 36 del Anexo Técnico, el Consumo Especifico Neto determinado en la prueba correspondiente, podrá ser corregido a fin de homologarla con los valores de referencia para los cuales fue calculado el Consumo Especifico original de garantía. Para ello se hace uso de las Curvas de Corrección de las Unidades Generadoras de la Central Termoeléctrica.

Las condiciones de referencia a las cuales hay que corregir el Consumo Especifico Neto Medido son los que se indican en la siguiente tabla.

Tabla 5-1: Condiciones de Referencia

Ítem	Unidades	Condiciones de Diseño	Condiciones de Referencia
Factor de Potencia		0.85	0.95
Temperatura Ambiente	(°C)	15.00	15.00
Humedad Relativa Ambiente	(%)	75.00	75.00

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

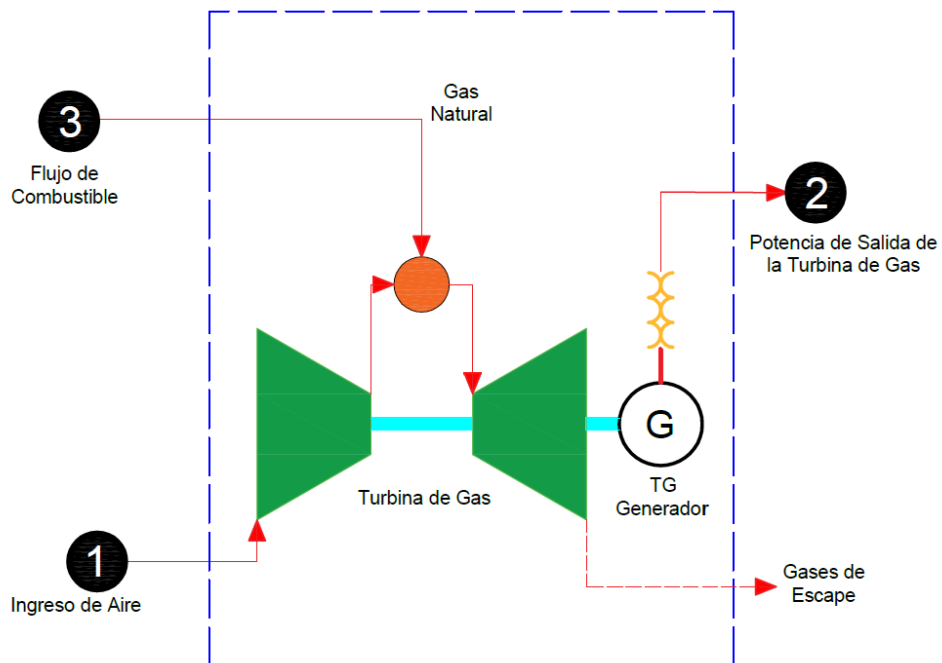
6 FRONTERA DE PRUEBA, MEDICIONES REQUERIDAS E INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA

6.1 Frontera de Prueba

La frontera de prueba identifica los flujos de energía que deben ser medidos para calcular los resultados corregidos. En la siguiente figura se identifica dichos flujos, considerando que son los que atraviesan la frontera, los otros flujos que se quedan dentro de la frontera no se necesitan para obtener los resultados corregidos; sin embargo, sirven para verificar las condiciones operativas.

6.1.1 Frontera de Prueba y Mediciones Requeridas para las Unidades Generadoras en la Configuración Ciclo Abierto

Ilustración 6-1: Frontera de Prueba de la Unidad Generadora (TG01) en Ciclo Abierto de la Central Térmica San Isidro I



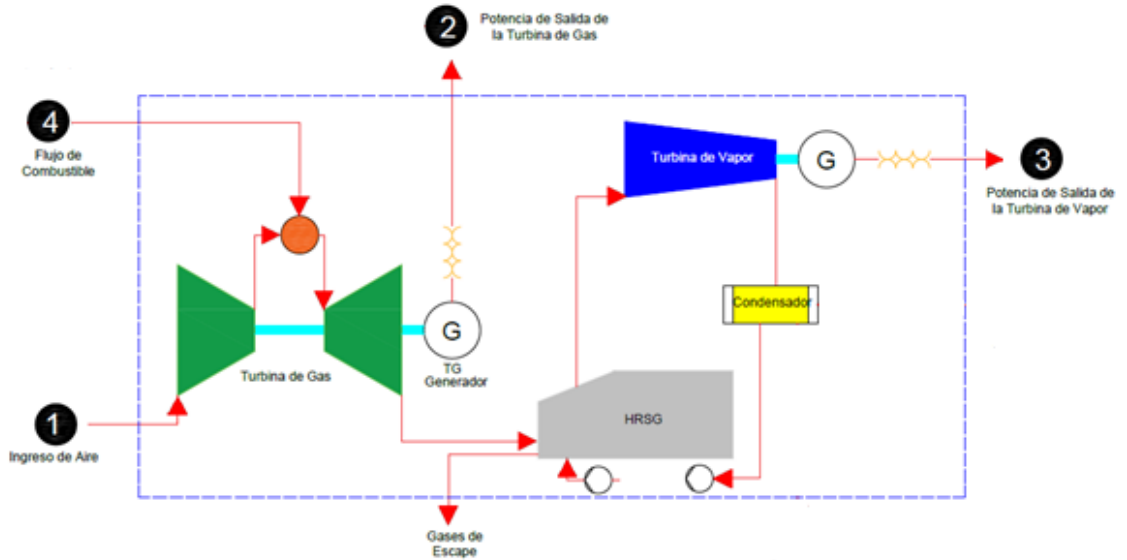
Para la obtención de los resultados corregidos, acorde con la frontera de prueba graficado anteriormente se requiere las siguientes mediciones:

1. Ingreso de aire para combustión, se requiere medir la temperatura, presión y humedad en donde el aire ingresa al compresor de la turbina a gas.
2. Potencia de salida del generador de la turbina a gas.
3. Flujo de gas natural que ingresa a la turbina de gas.

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

6.1.2 Frontera de Prueba y Mediciones Requeridas para las Unidades Generadoras en la Configuración Ciclo Combinado

Ilustración 6-2: Frontera de Prueba de la Unidad Generadora (TG01+TV02) en Ciclo Combinado de la Central Térmica San Isidro I



Para la obtención de los resultados corregidos, acorde con la frontera de prueba graficado anteriormente se requiere las siguientes mediciones:

1. Ingreso de aire para combustión, se requiere medir la temperatura, presión y humedad en donde el aire ingresa al compresor de la turbina a gas.
2. Potencia de salida del generador de la turbina a gas.
3. Potencia de salida del generador de la turbina de vapor.
4. Flujo de gas natural que ingresa a la turbina de gas.

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

6.2 Variables Medidas e Instrumentación de Medición

6.2.1 Variables Primarias

Estas variables son las que se miden y se utilizan en los cálculos de resultados de la Determinación de Consumos Específicos de la Unidad Generadora TG01 + TV02, pertenecientes a la Central Termoeléctrica San Isidro I. En la siguiente tabla se indica estas variables y los instrumentos de medición utilizados.

Tabla 6-1: Variables e Instrumentos de Medición Utilizados en las Pruebas

VARIABLES MEDIDAS	UNIDAD	MARCA	MODELO	SERIE
Potencia Bruta				
Parámetros eléctricos: Potencia, factor de potencia	TG01	Schneider Electric	ION 7650	MJ-1302A908-03
	TV02	Schneider Electric	ION 7650	MJ-1303A878-03
Potencia Neta				
Parámetros eléctricos: Potencia, factor de potencia	TG01	Schneider Electric	ION 7650	MJ-1009A639-02
	TV02	Schneider Electric	ION 7650	PJ-1009A676-02
Potencia de Servicios Auxiliares				
Parámetros eléctricos: Potencia, factor de potencia	SSAA TG01	Schneider Electric	ION 7650	MJ-1706A096-05
	SSAA TV02	Schneider Electric	ION 7650	MJ-1707A313-05
	11BJA01 TFA	Schneider Electric	PM5560	600102699
	11BJC01 HVAC	Schneider Electric	PM5560	600102691
	11BJC01 TFA	Schneider Electric	PM5560	600102691
Condiciones Ambientales				
Parámetros ambientales: Presión ambiente.	TG01 TV02	Vaisala	PTB110	P2440211
Parámetros ambientales: Temperatura ambiente y humedad relativa.	TG01 TV02	Okazaki	-	ABS44901
Consumo de Gas Natural				
Flujo, temperatura y presión de combustible (Gas Natural)	TG01	OMNI	6000	63188
Reporte Cromatográfico				
Reporte cromatográfico del Gas Natural.	TG01	DANIEL	2350A	9009550

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

7 REPORTE DE COMBUSTIBLE

7.1 Reporte de Gas Natural

Durante las pruebas de Consumo Específicos Neto, la empresa distribuidora de gas (Electrogas) reportó información del análisis cromatográfico por cada escalón ensayado.

Este reporte contiene la siguiente información:

- I. Análisis cromatográfico en porcentaje volumétrico o molar que incluya el contenido de hidrocarburos (metano, etano, propano, isobutano, n-butano, isopentano, n-pentano, hexano y heptano), nitrógeno, dióxido de carbono y ácido sulfhídrico (H₂S).
- II. Densidad relativa y densidad del gas corregida.
- III. Gravedad específica.
- IV. Poderes caloríficos superior e inferior.

Del reporte cromatográfico mencionado se ha extraído la siguiente información correspondiente al gas natural para cada uno de los escalones de la prueba.

Tabla 7-1: Reporte de Combustible – Gas Natural

Reporte	Fecha / Hora	Poder Calorífico Inferior		Poder Calorífico Superior	
		kcal/m ³	MJ/m ³	kcal/m ³	MJ/m ³
CA - 1er Escalón (Pmáx)	21-12-2020 / 11:30	8381.9170	35.0934	9299.3740	38.9346
CA - 2do Escalón	21-12-2020 / 10:15	8378.8779	35.0807	9296.0967	38.9209
CC - 1er Escalón (Pmáx con FA)	28-12-2020 / 16:30	8377.2871	35.0740	9294.3496	38.9136
CC - 2do Escalón (Pmáx)	29-12-2020 / 15:20	8390.0479	35.1275	9308.1602	38.9714
CC - 3er Escalón	29-12-2020 / 13:15	8398.9648	35.1648	9317.7344	39.0115
Promedio		8385.4189	35.1081	9303.1430	38.9504

Los reportes cromatográficos emitidos por Electrogas, se encuentran en el Apéndice B.

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

8 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

8.1 Validación de Datos

Las mediciones de las Variables Primarias, cuyos datos registrados se encuentren fuera de los rangos de fluctuación indicados en la siguiente tabla serán eliminadas. Respecto a los datos que serán eliminados, se debe condicionar la prueba a la estabilidad exigida.

Las mediciones válidas serán todas las mediciones efectuadas menos las mediciones eliminadas.

Tabla 8-1: Condiciones de estabilidad de la Prueba de Consumo Especifico Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 (Ciclo Combinado)

Parámetro	Máxima fluctuación respecto al valor promedio
Potencia eléctrica de salida	± 1.3 %
Factor de Potencia	± 1.3 %
Presión barométrica	± 0.33 %
Temperatura de ingreso del aire	± 1.3 °F o ± 0.72 °C
Presión del combustible gaseoso suministrado a la turbina de gas	± 0.65 %
Flujo de combustible	± 1.3 %
Presión de descarga	± 0.33 %
Velocidad de rotación	± 0.65 %

8.2 Cálculos de los Consumos Específicos Neto

8.2.1 Resultados de los Consumos Específicos Neto Medido ($HRN_{M.CC}$)

Para los datos validados, se determinará el Consumo Especifico Neto Medido o Heat Rate Neto Medido durante el escalón ensayado ($HRN_{M.CC}$); considerando el consumo de gas natural, el poder calorífico superior del Gas Natural utilizado como combustible (HHV) y la potencia neta medida en cada carga (escalón) ensayada. Para ellos se aplicará la siguiente formula:

$$HRN_{M.CC} = \frac{\dot{m}_{GN} * HHV}{PN_{M.CC}}$$

Donde:

- $HRN_{M.CC}$: Heat Rate Neto Medido, kJ/kWh.
- \dot{m}_{GN} : Consumo de Gas Natural, m³/h o kg/h.
- HHV : Poder Calorífico Superior del Gas Natural, kJ/m³ o kJ/kg.
- $PN_{M.CC}$: Potencia Neta Medida, kW.

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

8.2.2 Cálculo de los Consumos Específicos Neto Corregido ($HRN_{C.CC}$)

Para calcular el valor de Consumo Especifico Neto Corregido o Heat Rate Neto Corregido, estas deberán ser ajustadas por medio de la aplicación de factores de corrección multiplicativos. Para ello se aplicará la siguiente formula:

$$HRN_{C.CC} = \frac{HRN_{M.CC}}{\alpha_1 * \alpha_2}$$

Donde:

- $HRN_{C.CC}$: Heat Rate Neto Corregido, kJ/kWh.
- $HRN_{M.CC}$: Heat Rate Neto Medido, kJ/kWh.
- α_1 : Factor de Corrección por Temperatura Ambiente.
- α_2 : Factor de Corrección por Humedad Relativa.

Según la norma ASME PTC 46, el factor de corrección α_1 se deduce de la curva de corrección y es el resultado de dividir el factor de corrección de las condiciones de prueba a condiciones de diseño entre el factor de corrección de las condiciones de referencia a las condiciones de diseño; así por ejemplo el factor de corrección por temperatura ambiente se deduce de la siguiente manera:

$$\alpha_1 = \frac{\alpha_{1a}}{\alpha_{1b}}$$

Donde:

- α_1 : Factor de Corrección por Temperatura Ambiente.
- α_{1a} : Factor de Corrección por Temperatura Ambiente de las condiciones de pruebas a las condiciones de diseño.
- α_{1b} : Factor de Corrección por Temperatura Ambiente de las condiciones de referencia a las condiciones de diseño.

Finalmente, para el factor de corrección por humedad relativa (α_2) se deduce de la siguiente manera:

$$\alpha_2 = \frac{\alpha_{2a}}{\alpha_{2b}}$$

Donde:

- α_2 : Factor de Corrección por Humedad Relativa.
- α_{2a} : Factor de Corrección por Humedad Relativa de las condiciones de pruebas a las condiciones de diseño.
- α_{2b} : Factor de Corrección por Humedad Relativa de las condiciones de referencia a las condiciones de diseño.

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

8.3 Cálculos de la incertidumbre

La incertidumbre del resultado de la prueba, es un cálculo matemático que calcula con una confianza específica, el rango dentro del cual se encuentra los resultados reales. Según la norma ASME PTC 19.1 "Test Uncertainty"; para la unidad que estamos evaluando en el modo de ciclo simple y ciclo combinado, la incertidumbre más grande deseada es igual a 0.8%.

A continuación, se muestra la metodología utilizada en el cálculo de la Incertidumbre de la prueba de Consumos Específicos Neto Corregido.

8.3.1 Incertidumbre de la Prueba

El cálculo de la incertidumbre total de una prueba, así como la composición de la incertidumbre sistemática y aleatoria, e obtendrán de la siguiente expresión:

$$U_{95} = \sqrt{B_R^2 + (t \cdot S_R)^2}$$

Donde el primer término corresponde a la contribución de la incertidumbre sistemática y el segundo, a la del azar.

La expresión anterior nos muestra la incertidumbre absoluta, es decir, en la unidad del resultado de la prueba (Consumos Específicos Neto Corregido), para calcular la incertidumbre relativa porcentual se aplica lo siguiente:

$$U_R \% = \frac{U_R}{R}$$

a) Cálculo de la Incertidumbre Sistemática Absoluta

La incertidumbre sistemática absoluta se calcula con la siguiente expresión:

$$B_R = \sqrt{\sum_i (\theta_i \cdot B_{\bar{p}i})^2}$$

Donde:

- B_R : Incertidumbre sistemática total, %.
- θ_i : Coeficiente de sensibilidad % / %.
- $B_{\bar{p}i}$: Incertidumbre sistemática de cada variable individual %.
- i : La sumatoria al ejecutar todas las variables que intervienen en el cálculo del resultado.

La incertidumbre Sistemática Instrumental de cada variable que interviene en el cálculo del resultado final se obtendrá de:

$$B_{\bar{p}i} = \frac{\text{Precisión}\%}{100} \cdot \bar{X}_i$$

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

El coeficiente de sensibilidad absoluto se obtendrá de:

$$\theta_i = \frac{\partial R}{\partial \bar{X}_i} \approx \frac{\Delta R}{\Delta \bar{X}_i}$$

Así también, el coeficiente de sensibilidad relativa se obtendrá de:

$$\theta_i' = \frac{\bar{X}_i}{R} \cdot \frac{\partial R}{\partial \bar{X}_i}$$

Donde:

- \bar{X}_i : Valor medio de la variable obtenida durante la prueba.
- R : Resultado de los cálculos de la prueba.

El valor de \bar{X}_i , llamado Valor Medio, será calculado de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\bar{P}_i = \frac{1}{N_j} \cdot \sum_{k=1}^{N_j} P_{ik}$$

Donde:

- N_j : Número total de lecturas de la variable i.
- P_{ik} : Valor de la lectura k de la variable i.
- P_{ik} : La sumatoria al ejecutar todas las lecturas registradas durante la prueba de la variable i.

b) Cálculo de la Incertidumbre Aleatoria Absoluta

La incertidumbre aleatoria absoluta se dará por:

$$tS_R = \sqrt{\sum_i (\theta_i \cdot S_{\bar{x}_i} \cdot t_{95,v})^2}$$

Donde:

- N_j : Número total de lecturas de la variable i.
- tS_R : Incertidumbre aleatoria Absoluta.
- $S_{\bar{x}_i}$: Desviación estándar de la media de la variable Xi.
- $t_{95,v}$: t Student's con 95% de Confiabilidad y $v = N_j - 1$ grados de libertad.

La desviación estándar de la media se obtendrá de:

$$S_{\bar{x}_i} = \frac{1}{\sqrt{N_j}} \sqrt{\sum_{k=1}^{N_j} \frac{(X_{ik} - \bar{X}_i)^2}{N_j - 1}}$$

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

9 CÁLCULO DE CONSUMO ESPECÍFICO NETO

Los cuadros de cálculo de la prueba de Consumo Especifico Neto de la Unidad Generadora TG01 + TV02 operando en Ciclo Abierto y Ciclo Combinado con Gas Natural de la Central Térmica San Isidro I, se muestran en el Apéndice C.

10 RESULTADOS DEL CICLO ABIERTO

10.1 Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto (Sobre Poder Calorífico Superior)

Tabla 10-1: Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01) en Ciclo Abierto de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)

Escalón	Potencia Nominal	Potencia Bruta Medida	Potencia Neta Medida	Consumo de Combustible Medido	Consumo Especifico Neto Medido		Consumo Especifico de Combustible Neto Medido	Eficiencia Neto Medido	Potencia Bruta Corregida	Potencia Neta Corregida	Consumo Especifico Neto Corregido		Incertidumbre		Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido	Eficiencia Neto Corregido
	(kW)	(kW)	(kW)	(m³/h)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m³/kWh)	(%)	(kW)	(kW)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m³/kWh)	(%)
1er Escalón (Pmáx)	255000	240550.926	238536.951	67674.501	2639.363	11050.484	0.284	32.578	251321.056	249307.082	2611.434	10933.550	± 18.095	± 75.759	0.281	32.926
2do Escalón	231000	231170.065	228856.794	65333.018	2655.820	11119.386	0.285	32.376	237887.264	235573.993	2638.259	11045.862	± 17.646	± 73.879	0.284	32.591

10.2 Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto (Sobre Poder Calorífico Inferior)⁴

Tabla 10-2: Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01) en Ciclo Abierto de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)

Escalón	Potencia Nominal	Potencia Bruta Medida	Potencia Neta Medida	Consumo de Combustible Medido	Consumo Especifico Neto Medido		Consumo Especifico de Combustible Neto Medido	Eficiencia Neto Medido	Potencia Bruta Corregida	Potencia Neta Corregida	Consumo Especifico Neto Corregido		Incertidumbre		Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido	Eficiencia Neto Corregido
	(kW)	(kW)	(kW)	(m³/h)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m³/kWh)	(%)	(kW)	(kW)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m³/kWh)	(%)
1er Escalón (Pmáx)	255000	240550.926	238536.951	67674.501	2378.998	9960.391	0.284	36.143	251321.056	249307.082	2353.824	9854.992	± 16.323	± 68.340	0.281	36.530
2do Escalón	231000	231170.065	228856.794	65333.018	2393.832	10022.496	0.285	35.919	237887.264	235573.993	2378.003	9956.225	± 15.919	± 66.648	0.284	36.158

⁴ Reporte realizado de forma informativa y de manera adicional.

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

10.3 Resultados de Incertidumbre (Sobre Poder Calorífico Superior)

Tabla 10-3: Resultados de Incertidumbre las Pruebas de Consumos Especificos Neto de la Unidad Generadora (TG01) en Ciclo Abierto de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)

Prueba de Consumo Específico Neto de la Unidad TG01 (Ciclo Abierto) - Central Térmica San Isidro I - (kcal/kWh)

Descripción	Valor Nominal	CEN _c Consumo Específico Neto Corregido	Unidad	B _R Incertidumbre Sistemático de Cada Escalón	t S _R Incertidumbre Aleatorio de Cada Escalón	U _R Incertidumbre Absoluta Total de Cada Escalón	Nota
Consumo Específico Neto Corregido - 1er Escalón	-	2611.434	kcal/kWh	16.947	6.343	18.095	Incertidumbre del 1er Escalón de la Prueba de Consumo Específico Neto
Consumo Específico Neto Corregido - 2do Escalón	-	2638.259	kcal/kWh	17.091	4.391	17.646	Incertidumbre del 2do Escalón de la Prueba de Consumo Específico Neto

Prueba de Consumo Específico Neto de la Unidad TG01 (Ciclo Abierto) - Central Térmica San Isidro I - (kJ/kWh)

Descripción	Valor Nominal	CEN _c Consumo Específico Neto Corregido	Unidad	B _R Incertidumbre Sistemático de Cada Escalón	t S _R Incertidumbre Aleatorio de Cada Escalón	U _R Incertidumbre Absoluta Total de Cada Escalón	Nota
Consumo Específico Neto Corregido - 1er Escalón	-	10933.550	kcal/kWh	70.952	26.557	75.759	Incertidumbre del 1er Escalón de la Prueba de Consumo Específico Neto
Consumo Específico Neto Corregido - 2do Escalón	-	11045.862	kcal/kWh	71.555	18.385	73.879	Incertidumbre del 2do Escalón de la Prueba de Consumo Específico Neto

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

10.4 Resultados de Incertidumbre (Sobre Poder Calorífico Inferior)⁵

Tabla 10-4: Resultados de Incertidumbre las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01) en Ciclo Abierto de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)

Prueba de Consumo Específico Neto de la Unidad TG01 (Ciclo Abierto) - Central Térmica San Isidro I - (kcal/kWh)

Descripción	Valor Nominal	CEN _c Consumo Específico Neto Corregido	Unidad	B _R Incertidumbre Sistemático de Cada Escalón	t S _R Incertidumbre Aleatorio de Cada Escalón	U _R Incertidumbre Absoluta Total de Cada Escalón	Nota
Consumo Específico Neto Corregido - 1er Escalón	-	2353.824	kcal/kWh	15.275	5.754	16.323	Incertidumbre del 1er Escalón de la Prueba de Consumo Específico Neto
Consumo Específico Neto Corregido - 2do Escalón	-	2378.003	kcal/kWh	15.405	4.012	15.919	Incertidumbre del 2do Escalón de la Prueba de Consumo Específico Neto

Prueba de Consumo Específico Neto de la Unidad TG01 (Ciclo Abierto) - Central Térmica San Isidro I - (kJ/kWh)

Descripción	Valor Nominal	CEN _c Consumo Específico Neto Corregido	Unidad	B _R Incertidumbre Sistemático de Cada Escalón	t S _R Incertidumbre Aleatorio de Cada Escalón	U _R Incertidumbre Absoluta Total de Cada Escalón	Nota
Consumo Específico Neto Corregido - 1er Escalón	-	9854.992	kcal/kWh	63.953	24.092	68.340	Incertidumbre del 1er Escalón de la Prueba de Consumo Específico Neto
Consumo Específico Neto Corregido - 2do Escalón	-	9956.225	kcal/kWh	64.496	16.798	66.648	Incertidumbre del 2do Escalón de la Prueba de Consumo Específico Neto

⁵ Reporte realizado de forma informativa y de manera adicional.

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

11 RESULTADOS DEL CICLO COMBINADO

11.1 Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto (Sobre Poder Calorífico Superior)

Tabla 11-1: Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01+TV02) en Ciclo Combinado de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)

Escalón	Potencia Nominal	Potencia Bruta Medida	Potencia Neta Medida	Consumo de Combustible Medido	Consumo Especifico Neto Medido		Consumo Especifico de Combustible Neto Medido	Eficiencia Neto Medido	Potencia Bruta Corregida	Potencia Neta Corregida	Consumo Especifico Neto Corregido		Incertidumbre		Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido	Eficiencia Neto Corregido
	(kW)	(kW)	(kW)	(m³/h)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m³/kWh)	(%)	(kW)	(kW)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m³/kWh)	(%)
2do Escalón (Pmáx)	355000	349782.563	342869.556	67405.059	1828.914	7657.297	0.197	47.014	368208.963	361316.930	1718.579	7195.345	± 14.581	± 61.046	0.185	50.032
3er Escalón	340000	340687.412	333947.396	65962.432	1837.589	7693.616	0.198	46.792	351464.865	344745.548	1776.850	7439.315	± 15.237	± 63.796	0.191	48.392

Tabla 11-2: Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01+TV02) en Ciclo Combinado de la Central Térmica San Isidro I – Fuego Adicional (Sobre Poder Calorífico Superior)

Escalón	Potencia Nominal	Potencia Bruta Medida	Potencia Neta Medida	Consumo de Combustible Medido	Consumo Especifico Neto Medido		Consumo Especifico de Combustible Neto Medido	Eficiencia Neto Medido	Potencia Bruta Corregida	Potencia Neta Corregida	Consumo Especifico Neto Corregido		Incertidumbre		Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido	Eficiencia Neto Corregido
	(kW)	(kW)	(kW)	(m³/h)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m³/kWh)	(%)	(kW)	(kW)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m³/kWh)	(%)
1er Escalón (Pmáx con FA)	380000	13004.836	12630.325	3808.281	2805.073	11744.279	0.302	30.653	13609.180	13235.872	2666.283	11163.193	± 32.035	± 134.123	0.287	32.249

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

11.2 Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto (Sobre Poder Calorífico Inferior)⁶

Tabla 11-3: Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01+TV02) en Ciclo Combinado de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)

Escalón	Potencia Nominal	Potencia Bruta Medida	Potencia Neta Medida	Consumo de Combustible Medido	Consumo Especifico Neto Medido		Consumo Especifico de Combustible Neto Medido	Eficiencia Neto Medido	Potencia Bruta Corregida	Potencia Neta Corregida	Consumo Especifico Neto Corregido		Incertidumbre		Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido	Eficiencia Neto Corregido
	(kW)	(kW)	(kW)	(m³/h)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m³/kWh)	(%)	(kW)	(kW)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m³/kWh)	(%)
2do Escalón (Pmáx)	355000	349782.563	342869.556	67405.059	1648.498	6901.930	0.197	52.159	368208.963	361316.930	1549.047	6485.548	± 13.151	± 55.059	0.185	55.508
3er Escalón	340000	340687.412	333947.396	65962.432	1656.317	6934.666	0.198	51.913	351464.865	344745.548	1601.569	6705.451	± 13.742	± 57.535	0.191	53.688

Tabla 11-4: Resultados de las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01+TV02) en Ciclo Combinado de la Central Térmica San Isidro I – Fuego Adicional (Sobre Poder Calorífico Inferior)

Escalón	Potencia Nominal	Potencia Bruta Medida	Potencia Neta Medida	Consumo de Combustible Medido	Consumo Especifico Neto Medido		Consumo Especifico de Combustible Neto Medido	Eficiencia Neto Medido	Potencia Bruta Corregida	Potencia Neta Corregida	Consumo Especifico Neto Corregido		Incertidumbre		Consumo Especifico de Combustible Neto Corregido	Eficiencia Neto Corregido
	(kW)	(kW)	(kW)	(m³/h)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m³/kWh)	(%)	(kW)	(kW)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(kcal/kWh)	(kJ/kWh)	(m³/kWh)	(%)
1er Escalón (Pmáx con FA)	380000	13004.836	12630.325	3808.281	2528.362	10585.745	0.302	34.008	13609.180	13235.872	2403.263	10061.981	± 28.883	± 120.929	0.287	35.778

⁶ Reporte realizado de forma informativa y de manera adicional.

INFORME	PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.
			Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

11.3 Resultados de Incertidumbre (Sobre Poder Calorífico Superior)

Tabla 11-5: Resultados de Incertidumbre las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01+TV02) en Ciclo Combinado de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Superior)

Prueba de Consumo Específico Neto de la Unidad TG01 + TV02 (Ciclo Combinado) - Central Térmica San Isidro I - (kcal/kWh)

Descripción	Valor Nominal	CEN _c Consumo Específico Neto Corregido	Unidad	B _R Incertidumbre Sistemático de Cada Escalón	t S _R Incertidumbre Aleatorio de Cada Escalón	U _R Incertidumbre Absoluta Total de Cada Escalón	Nota
Consumo Específico Neto Corregido - 1er Escalón	-	2666.283	kcal/kWh	22.056	23.233	32.035	Incertidumbre del 1er Escalón de la Prueba de Consumo Específico Neto
Consumo Específico Neto Corregido - 2do Escalón	-	1718.579	kcal/kWh	14.213	3.252	14.581	Incertidumbre del 2do Escalón de la Prueba de Consumo Específico Neto
Consumo Específico Neto Corregido - 3er Escalón	-	1776.850	kcal/kWh	14.663	4.144	15.237	Incertidumbre del 3er Escalón de la Prueba de Consumo Específico Neto

Prueba de Consumo Específico Neto de la Unidad TG01 + TV02 (Ciclo Combinado) - Central Térmica San Isidro I - (kJ/kWh)

Descripción	Valor Nominal	CEN _c Consumo Específico Neto Corregido	Unidad	B _R Incertidumbre Sistemático de Cada Escalón	t S _R Incertidumbre Aleatorio de Cada Escalón	U _R Incertidumbre Absoluta Total de Cada Escalón	Nota
Consumo Específico Neto Corregido - 1er Escalón	-	11163.193	kcal/kWh	92.344	97.271	134.123	Incertidumbre del 1er Escalón de la Prueba de Consumo Específico Neto
Consumo Específico Neto Corregido - 2do Escalón	-	7195.345	kcal/kWh	59.508	13.617	61.046	Incertidumbre del 2do Escalón de la Prueba de Consumo Específico Neto
Consumo Específico Neto Corregido - 3er Escalón	-	7439.315	kcal/kWh	61.392	17.350	63.796	Incertidumbre del 3er Escalón de la Prueba de Consumo Específico Neto

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

11.4 Resultados de Incertidumbre (Sobre Poder Calorífico Inferior)⁷

Tabla 11-6: Resultados de Incertidumbre las Pruebas de Consumos Específicos Neto de la Unidad Generadora (TG01+TV02) en Ciclo Combinado de la Central Térmica San Isidro I (Sobre Poder Calorífico Inferior)

Prueba de Consumo Específico Neto de la Unidad TG01 + TV02 (Ciclo Combinado) - Central Térmica San Isidro I - (kcal/kWh)

Descripción	Valor Nominal	CEN _c Consumo Específico Neto Corregido	Unidad	B _R Incertidumbre Sistemático de Cada Escalón	t S _R Incertidumbre Aleatorio de Cada Escalón	U _R Incertidumbre Absoluta Total de Cada Escalón	Nota
Consumo Específico Neto Corregido - 1er Escalón	-	2403.263	kcal/kWh	19.880	20.953	28.883	Incertidumbre del 1er Escalón de la Prueba de Consumo Específico Neto
Consumo Específico Neto Corregido - 2do Escalón	-	1549.047	kcal/kWh	12.811	2.969	13.151	Incertidumbre del 2do Escalón de la Prueba de Consumo Específico Neto
Consumo Específico Neto Corregido - 3er Escalón	-	1601.569	kcal/kWh	13.217	3.763	13.742	Incertidumbre del 3er Escalón de la Prueba de Consumo Específico Neto

Prueba de Consumo Específico Neto de la Unidad TG01 + TV02 (Ciclo Combinado) - Central Térmica San Isidro I - (kJ/kWh)

Descripción	Valor Nominal	CEN _c Consumo Específico Neto Corregido	Unidad	B _R Incertidumbre Sistemático de Cada Escalón	t S _R Incertidumbre Aleatorio de Cada Escalón	U _R Incertidumbre Absoluta Total de Cada Escalón	Nota
Consumo Específico Neto Corregido - 1er Escalón	-	10061.981	kcal/kWh	83.234	87.726	120.929	Incertidumbre del 1er Escalón de la Prueba de Consumo Específico Neto
Consumo Específico Neto Corregido - 2do Escalón	-	6485.548	kcal/kWh	53.637	12.430	55.059	Incertidumbre del 2do Escalón de la Prueba de Consumo Específico Neto
Consumo Específico Neto Corregido - 3er Escalón	-	6705.451	kcal/kWh	55.335	15.755	57.535	Incertidumbre del 3er Escalón de la Prueba de Consumo Específico Neto

⁷ Reporte realizado de forma informativa y de manera adicional.

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo

APÉNDICES

INFORME		PROPIETARIO	GENERADORA	CONTRATISTA
Versión	1	Coordinador Eléctrico Nacional	Enel Generación Chile S.A.	Consorcio HAMEK - Amadeo Carrillo