

**PROPUESTA TÉCNICA PARA:
LA AUDITORÍA TÉCNICA DE LOS PARÁMETROS DE MÍNIMO
TÉCNICO Y TIEMPOS DE OPERACIÓN DE LAS UNIDADES
GENERADORAS DE CENTRAL ATACAMA**

Protocolo de Auditoría / Audit Protocol

CDEC-SING

Report No.: 240148-CHSA-R-01, Rev. B

Document No.: 240148

Date: 03-08-2015



Project name: PROPUESTA TÉCNICA PARA:
 LA AUDITORÍA TÉCNICA DE LOS PARÁMETROS DE
 MÍNIMO TÉCNICO Y TIEMPOS DE OPERACIÓN DE
 LAS UNIDADES GENERADORAS DE CENTRAL
 ATACAMA

Report title: Protocolo de Auditoría / Audit Protocol
Customer: CDEC-SING,
 Apoquindo 4501, Piso 6, Las Condes
 Santiago, Chile

Contact person: Sr Patricio Valenzuela
Date of issue: 29 July 2015
Project No.: 240148
Organization unit:
Report No.: 240148-CHSA-R-01, Rev. B
Document No.: 240148

DNV GL Energy
 Germanischer Lloyd Chile Limitada
 Alfredo Barros Errazuriz 1954,
 Oficina 1010, Providencia,
 Santiago, Chile
 Tel: +56 2 2638 5280

Task and objective:

Prepared by:

Verified by:

Approved by:

 Ron Tim
 Senior Engineer

 Juan Ignacio Sánchez
 Project Manager

 Eugenio Chinchón
 Country Manager Chile

 Adriaan Braam
 Senior Engineer

 Mercedes Jul
 Senior Engineer

- Unrestricted distribution (internal and external) **Keywords:**
 Unrestricted distribution within DNV GL **[Keywords]**
 Limited distribution within DNV GL after 3 years
 No distribution (confidential)
 Secret

Reference to part of this report which may lead to misinterpretation is not permissible.

Rev. No.	Date	Reason for Issue	Prepared by	Verified by	Approved by
----------	------	------------------	-------------	-------------	-------------



Table of contents

1	INTRODUCTION / INTRODUCCION	1
2	AUDIT FACILITIES / INSTALACIONES	3
3	OBJECTIVE AND SCOPE / OBJETIVO Y ALCANCE	5
4	EQUIPMENT TO BE AUDITED / EQUIPOS A SER AUDITADOS	7
5	RESOURCES NECESSARY FOR TECHNICAL AUDIT / RECURSOS NECESARIOS PARA LA AUDITORIA TECNICA	7
6	TIME REQUIRED / TIEMPO REQUERIDO	8
7	WORK PLAN FIELD TESTS / PLAN DE TRABAJO PARA LAS PRUEBAS EN CAMPO	8
7.1	Test program MT field tests / Programa de pruebas para los tests de MT	8
7.2	Stabilization and test duration / Estabilización y duración de tests	10
7.3	DNV GL Team for tests/Equipo que participará en la prueba	11
8	TEST SPECIFICATIONS / ESPECIFICACIONES DE LOS TESTS	12
9	REGISTRATION OF VARIABLES / REGISTRO DE VARIABLES	13
10	CONDITIONS FOR SUCCESSFUL TEST / CONDICIONES PARA LA REALIZACION EXITOSA.....	16
11	INSTRUMENTATION TO BE NEEDED / INSTRUMENTACIÓN NECESARIA.....	17
12	CONTENTS OF AUDIT REPORT AND DELIVERY OF REPORTS / CONTENIDO DEL INFORME DE TEST Y DE AUDITORIA	17

Appendix A Typical Example of Mark V Measurement Tags

1 INTRODUCTION / INTRODUCCION


This audit protocol contains the following items:

- A short description of the facilities and units that will be audited. Gas Atacama possesses two combined cycle units, which are identical. The technical limitations put forward by Gas Atacama occur in both units, the best is to focus the audit protocol on one of the units, since the results obtained for the following phases of the project can be extrapolated to the other unit. In any case, this decision will be taken with the agreement of CDEC-SING.
- General technical characteristics of the Gas Atacama combined cycle units such as performance data of the plant and operational information of each of the units.
- Objectives and scope of the technical audit to be obtained as a result of the implementation of this audit protocol, both in the review and study of the technical background of the plant and the execution of the field tests. DNV GL defines the conditions of the field tests to investigate and to understand the root cause of the technical restrictions.
- Information to perform the technical audit. The testing protocol contains the resources and facilities to be provided by the owner and operator of the plant.
- Test specification and detailing activities to be undertaken:
 - The ultimate nature and purpose of these tests and / or activities
 - Test program of field tests.
 - Test specifications and boundary conditions.
 - Variables to be recorded by plant instrumentation (gas turbine, HRSG, steam turbine, net power).
 - Conditions for successful tests and instrumentation to be needed.
 - Contents of the audit report and the delivery of the reports.

This audit protocol has to be approved by CDEC-SING. After approval CDEC-SING the audit protocol will be submitted to Gas Atacama in advance of the start the field tests.

Este Protocolo de Auditoría contiene los siguientes puntos:

- Una descripción breve de las instalaciones y unidades objeto de verificación. Gas Atacama dispone de dos unidades de ciclo combinado, que son idénticas. Las limitaciones técnicas reportadas por Gas Atacama son inherentes a ambas unidades, por lo que se propone focalizar la auditoría en una de las unidades, dado que los resultados obtenidos en las siguientes fases del proyecto pueden ser extrapolada a la otra unidad. En cualquier caso, esta decisión se tomará bajo el acuerdo del CDEC-SING.
- Características técnicas generales de las unidades de ciclo combinado de Gas Atacama, tales como datos de performance de planta e información de operación de cada unidad.

- 
- Objetivos y alcance de la auditoría técnica a ser obtenidos como resultado de la ejecución de este protocolo, tanto en la revisión y estudio de los antecedentes de planta como en la ejecución de los test en campo. DNV GL define en este documento las condiciones de estas pruebas en campo para investigar y entender la causa raíz de las restricciones técnicas.
 - Información para realizar la auditoría técnica. El protocolo de pruebas contiene las fuentes y recursos a ser provistos por la propiedad y el operador de la planta.
 - Especificación de los tests y actividades detalladas a ser llevadas a cabo:
 - La naturaleza y propósito de los test y/o actividades.
 - El programa de pruebas en campo.
 - Las especificaciones de cada tests y las condiciones de contorno.
 - Las variables a ser registradas de la instrumentación de planta (turbina de gas, HRSG, turbina de vapor, potencia neta).
 - Condiciones para la realización con éxito de los tests e instrumentación necesaria.
 - Contenido del informe de auditoría y plan de entrega de los mismos.

Este protocolo de auditoría requiere la aprobación del CDEC-SING. Después de su aprobación, el protocolo será enviado por CDEC-SING a Gas Atacama con anticipación para comenzar las pruebas.

2 AUDIT FACILITIES / INSTALACIONES

Central Gas Atacama comprises two power generating blocks with a total rated net power of 740 MW under base load and ISO conditions. The plant is located in the Northern part of Chili 50 km north of the port of Antofagasta.

The four gas turbines (TG1A, TG1B, TG2A, TG2B) are built by Alstom/GE, model PG9171E and commissioned in 1999. The two steam turbines (TV1C, TV2C) are Alstom, model TA 30-130B. The general characteristics of the plant are shown in the following table.

La central de Gas Atacama se compone de dos bloques de generación con una potencia neta nominal de 740 MW en carga base y bajo condiciones ISO. La planta está localizada en el norte de Chile a 50 km del puerto de Antofagasta.

Las cuatro turbinas de gas (TG1A, TG1B, TG2A, TG2B) han sido suministradas por Alstom/GE, modelo PG9171E y comisionadas en 1999. Las dos turbinas de vapor (TV1C, TV2C) son suministro Alstom, modelo TA 30-130B. Las características generales de la planta se exponen en la siguiente tabla.

Table 3.1 General Characteristics of Gas Atacama (source: 'Características Técnicas TG')

	Natural gas	Diesel oil
MCR at gas turbine generator terminals (kW)	121700	126100
MCR at steam turbine generator terminals (kW)	135300	130500
Auxiliary power at MCR (kW),	6918	7108
Step up transformer losses (kW)	1332	1332
Combined Cycle Configuration	2 x 2 x 1	2 x 2 x 1
Water injection at gas turbine (t/h per GT)	0	26.9
MCR net power output at HV terminals (kW)	370450	374260
Net heat rate (LHV):		
100% MCR (kJ/kWh)	7096	7537
80% MCR (kJ/kWh)	7337	7749
60% MCR (kJ/kWh)	7978	8409

Each power block consists of two gas turbines, two heat recovery steam generators and one steam turbine. Detailed information of the units is shown in table 3.2.

Cada bloque consiste en dos turbinas de gas, dos calderas de vapor de recuperación y una turbina de vapor. Información detallada de cada unidad se muestra en la tabla 3.2.

Table 3.2 Characteristics of the units based on the last information received (source: respuesta_a_carta_cdec_sing_n_0521-2015.pdf)

Unit number:	TG1A	TG1B	TG2A	TG2B
Last reported inspection: combustion inspection, hot gas path inspection, major overhaul	Combustion inspection	Combustion inspection	Major overhaul	Hot gas path inspection
Start date inspection:	14-11-2011	29-08-2011	10-01-2011	24-09-2013
End date inspection:	27-11-2011	09-09-2011	24-02-2011	15-11-2013
Equivalent Operation Hours (EOH) per April 1, 2015	89873	95820	79459	95711
EOH after latest inspection	11095	15176	11725	5948
number of starts after inspection	178	163	213	59
Number of stops after inspection	178	163	213	59
Number of trips after inspection	8	13	14	4
Planned Combustion inspection, hot gas path inspection, major overhaul	Combustion inspection	Hot gas path inspection	Combustion inspection	Combustion inspection
Expected start date inspection:	01-12-2015	22-09-2015	01-03-2016	11-03-2016
Expected end date inspection:	10-12-2015	16-10-2015	10-03-2016	20-03-2016

The generators connected to the gas and steam turbines are of the mark Alstom and have voltage of 15 kV. The step up transformers (type: Trifásico y T240 – 370) are 165 MVA and have ratio of 15/230 kV.

Los generadores conectados a las turbinas de gas y vapor son suministrados por Alstom y tienen una tensión nominal de 15 kV. Los transformadores elevadores de tensión (tipo: trifásico y T240 – 370) son de 165 MVA y tienen una relación de transformación de 15/230 kV.

Fuel supply

The gas supply from Argentina is stopped nowadays and the plant is supplied with LNG or is running on diesel oil. The running hours in natural gas or in diesel oil for each of the gas turbines is given in table 3.3.

This table shows as well the average load factor over the last years after the latest inspection or overhaul. One equivalent operation hour on diesel oil is equivalent to 2.5 running hours.

El suministro de gas desde Argentina está actualmente parado y la planta se abastece de gas procedente de la regasificación de LNG o con funcionamiento de combustible Diesel. El número de horas de funcionamiento bajo gas natural o combustible Diesel de cada una de las turbinas de gas se muestra en la tabla 3.3.

Table 3.3 Gas turbines running hours (source: respuesta_a_carta_cdec_sing_n_0521-2015.pdf)

Unit number:	TG1A	TG1B	TG2A	TG2B
End date latest inspection or overhaul:	27-11-2011	09-09-2011	24-02-2011	15-11-2013
Running hours on natural gas after inspection	1410	2865	1876	10
Running hours on Diesel oil after latest inspection	3874	3544	5320	2375
Average load factor after latest inspection	18%	18%	23%	20%

3 OBJECTIVE AND SCOPE / OBJETIVO Y ALCANCE

The objective of the technical audit is to establish the parameters of technical minimum power level operation (MT) and minimum technical operating and detention time (TMO) of the Gas Atacama units. This will imply: confirm the declared values or updates the parameters as appropriate.

El objetivo de la auditoría técnica es determinar los parámetros de mínimo técnico (MT) y los tiempos de operación y detención (TMO) de las unidades de Gas Atacama. Esto supone: confirmar los valores declarados o actualizaciones de los mismos, según sea el caso.

Minimum technical power level of operation

The technical minimum power level of operation (MT) will be determined during a field test at one of the blocks considering all settings, operating modes and fuels (natural gas and diesel oil) that can be used according to manufacturer's recommendations.

This audit protocol describes the intended field tests based on the technical capacity of the equipment and not based on economic, contractual or environmental constraints.

El mínimo técnico de operación (MT) se determinará durante los test en campo en uno de los bloques considerando todos los parámetros, modos de operación y combustibles (gas natural y combustible diesel) que pueden ser utilizados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Este protocolo de auditoria expone el objetivo de los tests en campo en base a las capacidades técnicas del equipamiento y no en base a condiciones económicas, contractuales o limitaciones ambientales.



Minimum technical operating time

The minimum technical operating and detention time (TMO) cannot be determined by carrying out field tests, but will be determined by investigating the technical configuration of the plant, verifying the technical restrictions in operation of the plant and studying manufacturer's recommendations.

The technical information provided by Gas Atacama, received from the manufacturer together with the DNV GL in house knowledge will deliver the minimum technical operating and detention time (TMO) of the Gas Atacama units.

Los tiempos mínimos de operación y detención (TMO) no pueden ser determinados en base a pruebas o tests en campo, pero sí en base al estudio de la configuración técnica de la planta, verificando las restricciones técnicas en la operación de la planta y estudiando las recomendaciones del fabricante.

La información técnica suministrada por Gas Atacama, la recibida del fabricante y junto con el conocimiento de DNV GL será la fuente para la obtención de los tiempos mínimos de operación y detención (TMO) de las unidades de Gas Atacama.

Emission levels

The emission levels for different configurations and operating modes (for natural gas and diesel oil) will be checked. The historical records, made available by Gas Atacama, will be reviewed and additional measurements will be carried out during the field tests to establish the emission levels.

The emission levels will be verified if they are in compliance or not with the maximum allowable legislative emission levels, but in any case, the determination of MT parameter will be without taking into consideration any emission restrictions.

Los niveles de emisión para las diferentes configuraciones y modos de operación (gas natural o combustible diesel) serán chequeados. Los registros históricos, puestos a disposición por Gas Atacama, serán revisados y medidas adicionales serán conducidas durante los tests en campo para establecer los niveles de emisión.

Los niveles de emisión se verificarán si son conformes o no a los máximos permitidos según las restricciones ambientales a las que esté sujeta la instalación, pero en cualquier caso, la determinación del mínimo técnico se realizará sin considerar restricciones ambientales.


Recommendations for modifications

If feasible, recommendations for modifications or adjustments of the units in order to reduce the values of MT and TMO will be proposed.

Si es factible, recomendaciones de modificaciones o ajuste de las unidades con el objetivo de reducir los valores de los parámetros MT y TMO serán propuestas.

International Benchmark

Parallel to the scope describe above an international benchmark will be carried out to the values of operation and maintenance policies of similar power plants in relation to MT and TMO. With the DNV GL in house



knowledge minimum level operation parameters for power plants with similar technologies will be identified and compared with the MT and TMO of the Gas Atacama plant.

En paralelo al alcance descrito con anterioridad, un benchmarking será llevado a cabo respecto a los valores de operación y políticas mantenimiento en plantas similares respecto a los parámetros de MT y TMO. En base al conocimiento de DNV GL, los parámetros de niveles mínimos de operación para plantas de similar tecnología se identificarán y compararán con los parámetros de MT y TMO de Gas Atacama.

4 EQUIPMENT TO BE AUDITED / EQUIPOS A SER AUDITADOS

Two Combined Cycle blocks are owned and operated by Gas Atacama and consist of:

- Combined Cycle 1 (CC1) comprises TG1A, TG1B and TV1C
- Combined Cycle 2 (CC2) comprises TG2A, TG2B and TV2C

For the audit a decision has to be taken which of the two units will be used for these field tests. The results of the tests can be extrapolated to the other unit. DNV GL proposes that the unit with the largest operation hours will be chosen for these tests unless other arguments will be provided by Gas Atacama and/or CDEC-SING to choose the other unit.

Las dos unidades propiedad y operadas de Gas Atacama consisten en:

- Ciclo combinado 1 (CC1) compuesto de TG1A, TG1B y TV1C.
- Ciclo combinado 2 (CC2) compuesto de TG2A, TG2B y TV2C.


Para la auditoría se requiere una decisión sobre en cuál de las dos unidades se ejecutarán las pruebas en campo. Los resultados de estos tests pueden ser extrapolados a la otra unidad. DNV GL propone que la unidad con más horas de operación sea la seleccionada para estas pruebas salvo que existan otras consideraciones autorizadas por el CDEC-SING para seleccionar otra unidad.

5 RESOURCES NECESSARY FOR TECHNICAL AUDIT / RECURSOS NECESARIOS PARA LA AUDITORIA TECNICA

All the relevant documentation among others: former test reports, historical operation records, historical emission level records, current operating restrictions, etc. have to be made available in advance of field tests.

During the field tests the settings of the units have to be carried out according this audit protocol. The performance experts of DNV GL must have access to all relevant operational parameters. All relevant data have to be made available via the Mark V and DCS system. Relevant screen dumps have to be handed over.

Toda la documentación relevante, entre otras: informes de test previos, registros históricos de operación, registros históricos de emisiones, restricciones de operación actuales, etc. deben ser puestos a disposición con anticipación a las pruebas en campo.



Durante las pruebas en campo, los ajustes de las unidades deben conducirse según el protocolo de auditoría. Los expertos en performance de DNV GL tendrán acceso a todos los parámetros relevantes de operación. Todos los datos relevantes de operación vía Mark V y DCS deben estar disponibles. Volcados o capturas con información relevante deben ser puestos a disposición de DNV GL.

6 TIME REQUIRED / TIEMPO REQUERIDO

According to the time schedule prepare by DNV GL for the execution of the technical audit the field tests are expected to start on Tuesday 1st of September and have duration of 5 days with an extra back up day as presented in table 7.1. that shows a detailed time schedule for the field tests and that includes among others: activities to be carried out, start dates, duration of each measurement, etc.

De acuerdo con el plan preparado por DNV GL para la ejecución de la auditoría técnica, los test en campo está previsto se inicien el martes 1 de septiembre y que tenga una duración de 5 días más un día adicional, tal y como se expone en la tabla 7.1, que muestra un cronograma detallado para las pruebas en campo y que incluye, entre otros: las actividades a ser ejecutadas, las fechas de inicio, la duración de cada tarea de medición, etc.

7 WORK PLAN FIELD TESTS / PLAN DE TRABAJO PARA LAS PRUEBAS EN CAMPO

7.1 Test program MT field tests / Programa de pruebas para los tests de MT

The object of the MT test program is to investigate the technically possibilities to achieve the lowest possible minimum load of the plant. In this stage of the investigation environmental concessions are acceptable exceeding their limits.

To adjust the relative load as good as possible, we propose first to perform a base load test and so to determine the actual gross power output of the unit, under the actual ambient conditions. Part load of the unit will be adjusted as a percentage of the above mentioned determined base load power output. As an intermediate load point we propose to perform first a test at 80% and then go down in load in steps of 10% until limitations are reached for normal operation related to the steam turbine, for instance the point of opening of the bypass systems. In table 7.1 the proposed test program is presented.

GasAtacama will be responsible to send the indicated load program of the units to the dispatcher and CDEC-SING in due time.

El objetivo del programa de tests de MT es investigar las posibilidades técnicas de lograr el menor nivel de carga de la planta. En esta etapa de la investigación, los límites de emisiones establecidos por la normativa vigente no constituirán una restricción para llevar la unidad a un nivel de carga más bajo.

Para ajustar las cargas relativas de la mejor manera posible, se propone realizar primero la prueba a carga base y poder así determinar los valores reales de potencia bruta de la unidad bajo las condiciones

ambientales que hubiere. Las cargas parciales de la unidad se ajustarán como porcentaje sobre el valor previamente determinado de la carga base de la unidad. Como punto intermedio de carga, se propone realizar primero una prueba al 80% y a posteriori ir reduciendo la carga en escalones del 10% hasta que se alcancen las limitaciones de operación normal sobre la turbina de vapor, por ejemplo, el punto en el que abre el bypass de turbina. En la tabla 7.1 se presenta el programa de pruebas.

Como todo trabajo que implica intervención de instalaciones del SING, es responsabilidad de Gas Atacama enviar al CDEC-SING el programa de carga previsto para las unidades y el ingreso de las respectivas solicitudes de trabajo para poder planificar las pruebas con la debida anticipación.

Table 7.1 Test Program

Description	Week X						
	Tuesday/Martes	Wednesday/Miércoles	Thursday/Jueves	Friday/Viernes	Saturday/Sábado	Sunday/Domingo	
Test or Activity							
<i>Familiarization/Preparation with Gas Atacama</i>	■	■	■	■			
<i>Test 2GT+1ST Natural Gas Base Load</i>		■					
<i>Test 2GT+1ST Natural Gas 80%</i>		■	■				
<i>Test 2GT+1ST Natural Gas 70%</i>		■	■	■			
<i>Test 2GT+1ST Natural Gas 60%</i>			■	■			
<i>Test 2GT+1ST Natural Gas 50% and less if possible</i>			■	■	■		
<i>Test 1GT+1ST Natural Gas Base Load</i>			■				
<i>Test 1GT+1ST Natural Gas 80%</i>			■	■			
<i>Test 1GT+1ST Natural Gas 70%</i>			■	■	■		
<i>Test 1GT+1ST Natural Gas 60%</i>				■	■		
<i>Test 1GT+1ST Natural Gas 50% and less if possible</i>				■	■	■	
<i>Test 2GT+1ST Diesel Base Load</i>				■			
<i>Test 2GT+1ST Diesel 80%</i>				■	■		
<i>Test 2GT+1ST Diesel 70%</i>				■	■	■	
<i>Test 2GT+1ST Diesel 60%</i>					■	■	
<i>Test 2GT+1ST Diesel 50% and less if possible</i>					■	■	■
<i>Test 1GT+1ST Diesel Base Load</i>					■		
<i>Test 1GT+1ST Diesel 80%</i>					■	■	
<i>Test 1GT+1ST Diesel 70%</i>					■	■	■
<i>Test 1GT+1ST Diesel 60%</i>						■	■
<i>Test 1GT+1ST Diesel 50% and less if possible</i>						■	■
<i>Back Up Day</i>							■

A detailed daily time program is presented in table 7.2

El programa de tiempo detallado se presenta en la tabla 7.3.

Table 7.2 Daily Program / Programa diario

- 05:00-08:30 Starting of the unit and/or increasing the load to base load, including stabilization time. / Arranque de la unidad y/o incremento de carga hasta la carga base, incluyendo los tiempos de estabilización.
- 08:30-09.00 Base load test. / Tests a carga base.
- 09:05-10.00 Decreasing load to 80% including stabilization time / Bajada de carga al 80% incluyendo tiempo de estabilización.
- 10:00-10:30 Test at 80%. / Tests al 80%.

10:35-11:30 Decreasing load to 70% including stabilization time / Bajada al 70% incluyendo el tiempo de estabilización.

11:30-12:00 Test at 70%. / Tests al 70%

12:05-13:00 Decreasing load to 60% including stabilization time. / Bajada al 60% incluyendo el tiempo de estabilización.

13:00-13:30 Test at 60%. / Tests al 60%.

13:35-14:30 Decreasing load to 50% including stabilization time. / Bajada de carga hasta el 50% incluyendo el tiempo de estabilización.

14:30-15:00 Test at 50% / Tests al 50%.

15:05-16:00 Decreasing load to 40% (if possible) including stabilization time / Bajada de carga al 40% (si es posible) incluyendo tiempo de estabilización.

16:00-16:30 Test at 40% (if possible) / Tests al 40% (si es posible)

16:30-19:00 Back-up time reserved to extend the test program for loads less than 40% if possible. / Tiempo adicional para extender la bajada por debajo del 40% si es posible.

19:00-xxxx For dispatcher or shut down of the plant / Paso de la planta a control de despacho (o parada si fuere el caso).

7.2 Stabilization and test duration / Estabilización y duración de tests

At least one hour of stabilization will be needed, before starting the tests. In case the plant has been started in the morning, at least two hours of stabilization is required after reaching base load conditions.

The test duration of each test will be half one hour. In case, by judgment of the DNVGL test engineer, the test may be extended when specific critical parameters are still (slowly) increasing or decreasing. So the stabilization time will be extended until a stable equilibrium has been reached.

In case, during decreasing the load and/or during the tests, critical parameters are reaching their limits, the responsible operator and the DNVGL test engineer will decide if it will be needed to interrupt the test and will investigate the specific situation more in detail.

Como mínimo se requiere de una hora para la estabilización del grupo antes de empezar las pruebas. En caso de que la planta haya sido arrancada en la mañana, al menos dos horas de estabilización es requerido para lograr las condiciones de carga base.

La duración de cada escalón de test es de media hora. En cualquier caso, bajo el juicio de los ingenieros de DNV GL, el test puede ser extendido cuando los parámetros críticos están todavía creciendo o decreciendo. Por tanto, el tiempo de estabilización puede ser extendido hasta que un equilibrio estable haya sido alcanzado.

En el caso de que, durante la reducción de carga y/o ejecución de los tests, algún parámetro crítico se aproxime a su límite, el operador de la planta y los ingenieros de DNV GL decidirán si es necesario interrumpir las pruebas e investigar la situación específica con más detalle.

7.3 DNV GL Team for tests/Equipo que participará en la prueba

The DNV GL team that will participate and supervise the field tests will consist of the following experts:

- Senior test engineer, with extensive knowledge of performance testing and responsible for supervision of the field tests. This profile will be covered by one DNV GL specialist for the project, depending on dates/availability from:
 - o Ron Tim / Lex Schut / Mathijs Snippert

- Power plant expert, with extensive experiences in design, operation and maintenance of combined cycle power plants and responsible for the technical audit. This profile will be covered by one DNV GL specialist for the project, depending on dates/availability from:
 - o Adrian Braam / Frans van Aart / Jan Middelkamp / Marloes Bergman

- Technical support engineer, with experience in power plants and responsible for communication. This profile will be covered by one DNV GL specialist for the project, depending on dates/availability from:
 - o Juan Ignacio Sánchez / Mercedes Jul / Eugenio Chinchón

El equipo de DNV GL que participará y supervisará los tests en campo se compondrá de los siguientes expertos:

- Un ingeniero senior de test, con conocimientos avanzados en tests de performance y responsable de la supervisión de las pruebas. Este perfil será cubierto por uno de los especialistas de DNV GL puestos a disposición del proyecto, en función de fechas y disponibilidades:
 - o Ron Tim / Lex Schut / Mathijs Snippert

- Un experto en plantas de generación, con experiencia en diseño, operación y mantenimiento de plantas de ciclo combinado y responsable de auditoría técnica. Este perfil será cubierto por uno de los especialistas de DNV GL puestos a disposición del proyecto, en función de fechas y disponibilidades:
 - o Adrian Braam / Frans van Aart / Jan Middelkamp/Marloes Bergman

- Un ingeniero de soporte técnico, con experiencia en plantas de generación e interlocución. Este perfil será cubierto por uno de los especialistas de DNV GL puestos a disposición del proyecto, en función de fechas y disponibilidades:
 - o Juan Ignacio Sánchez / Mercedes Jul / Eugenio Chinchón

8 TEST SPECIFICATIONS / ESPECIFICACIONES DE LOS TESTS

8.1 General / General

The tests to determine the technical minimum (MT) of the plant, will be based on procedure CDEC-SING-P034/2010.

The technical minimum is defined as the minimum gross active power in which the unit can operate permanently and deliver power to the grid without introducing disturbances to the system. The foreseen MT tests of the plant will be performed with the main fuel (natural gas) and with the back-up fuel (diesel).

In principle two different plant configurations will be tested:

- (1) two gas turbines with the steam turbine in operation
- (2) one gas turbine with the steam turbine in operation

The MT test configuration of both gas turbines in the mode "open cycle" will be combined with the test based on the plant configuration (1). The effect of different back pressure at MT (back pressure bypass stack versus back pressure HRSG) of both gas turbines is to be considered as negligible.

The plant will be operated under normal operating conditions, so with all control systems operating in automatic mode, including the primary frequency control system of the unit.

Los tests para determinar el parámetro de mínimo técnico (MT) de planta, se basará en el procedimiento P034/2010.

El mínimo técnico se define como la potencia activa bruta en la que una unidad puede operar de manera estable y entregar potencia en la red sin introducir perturbaciones en el sistema. Los MT previstos de la planta se realizarán con el combustible principal (Gas Natural) y alternativo (combustible Diesel).

En principio, dos configuraciones distintas de planta serán probadas:

- (1) dos turbinas de gas con la turbina de vapor en operación
- (2) una turbina de gas con la turbina de vapor en operación.

La configuración de los tests de MT con las turbinas de gas en modo "ciclo abierto" se prevé realizar en combinación sobre la configuración de planta (1). El efecto de la distinta presión de descarga en el parámetro MT (contrapresión de descarga vía bypass frente a contrapresión vía el HRSG) para ambas turbinas se considera despreciable.

La planta se operará bajo condiciones normales de operación, con los sistemas de control operando en modo automático, incluyendo el control primario de frecuencia.

8.2 Reference conditions / Condiciones de referencia

The applicable reference conditions of the plant are presented in table 8.2.

Las condiciones de referencia aplicables a la planta se presentan en la tabla 8.2.

Table 8.2 Reference conditions

Description	Unit	Reference
Ambient temperature	°C	15
Ambient pressure	mbar	1013
Ambient relative humidity	%	60
Cooling Water Temperature	°C	17
Power factor generator gas turbine	-	0.85
Power factor generator steam turbine	-	0.85

9 REGISTRATION OF VARIABLES / REGISTRO DE VARIABLES

9.1 Registration of process parameters / Registro de parámetros de proceso

Monitoring of the main process parameters during the tests will be based on plant measurements from the DCS and Mark V system and other separate systems, for instance the CEMS data log system and/or weather station or local environmental systems)The main process parameters to be monitored are:

La monitorización de los parámetros principales durante la ejecución de los tests se realizará en base a medidas de planta del DCS, el sistema Mark V y otros sistemas auxiliares, como por ejemplo el sistema CEMS y/o estación meteorológica o sistema de medida medioambiental.

Los parámetros principales a ser monitorizados son:

Ambient conditions and reference conditions/ Condiciones ambientales y de referencia:

- Ambient air temperature (weather station or environmental local system) / Temperatura aire ambiente (estación meteorológica o sistema medioambiental)
- Ambient humidity (weather station or environmental local system) / Humedad ambiente (estación meteorológica o sistema medioambiental).
- Ambient pressure (weather station or environmental local system) / Presión ambiente (estación meteorológica o sistema medioambiental).
- Cooling water inlet temperature / Temperatura de entrada agua de circulación

Gas turbine(s) / Turbina de Gas:

- Inlet temperature compressor / Temperatura de entrada al compresor
- IGV angle / Ángulo-posición IGV
- Gross power / Potencia bruta
- Voltage generator / Tensión en el generador

- Current Generator / Corriente en el generador
- Power Factor / Factor de potencia
- Fuel flow natural gas / Caudal gas natural
- Fuel composition natural gas (gas chromatograph, if available) / Composición gas natural (cromatógrafo, si disponible).
- Fuel flow diesel / Caudal de combustible diesel
- Water injection flow / Caudal de inyección de agua
- Control valve demand-position IBH. / Demanda-posición válvula de control IBH.
- Mass flow IBH. / Caudal válvula IBH.
- Discharge pressure of compressor / Presión de descarga del compresor
- Discharge temperature of compressor / Temperatura de descarga del compresor
- Exhaust temperature (TTXM) / Temperatura gases de escape
- Spread of exhaust temperature (spread 1, 2 and 3) / Difusión de la temperatura de gases de escape
- Wheel space temperatures / Temperaturas en el huelgo de la TG.
- Vibrations of gas turbine / Vibraciones en la turbine de gas.
- Vibrations of GT generator / Vibraciones en el generador de la TG
- Timers (total fired, peak, bleed heat hours, total starts, total trips) / Acumuladores-Totalizadores de operación
- DLN Timers (pre-mix, lean-lean, primary, secondary, extended lean-lean) / Acumuladores-totalizadores del DLN
- Specific typical Mark V tags, as presented in Appendix A, to be supplemented for diesel. / Parámetros específicos del sistema Mark V, tal y como se exponent en el Apéndice A.

HRSG's:

- Feed water flow (HP, IP) / Caudal de agua de alimentación
- Feed water temperature (HP, IP) / Temperatura de agua de alimentación.
- Steam pressure (HP, IP) / Presión de vapor
- Steam temperature (HP, IP) / Temperatura de vapor.
- Exhaust stack temperature / Temperatura de salida de gases
- CEMS (NO_x, CO, O₂) data from CEMS data log system / Concentraciones de gases medidos por el sistema CEMS.

Steam Turbine / Turbina de vapor:

- Gross power / Potencia bruta
- Voltage generator / Tensión en el generador.
- Current Generator / Corriente en el generador.
- Power Factor / Factor de potencia
- Steam flow inlet ST (HP, IP)./ Caudal de entrada de vapor (alta y media presión)

- Steam pressure inlet ST (HP, IP) / presión de entrada de vapor (alta y media presión)
- Steam temperature ST (HP, IP) / temperatura de vapor (alta y media presión)
- Position steam valves ST (HP, IP) / posición de las válvulas (alta y media presión)
- Condenser pressure / Presión en el condensador
- Vibrations and displacements of steam turbine / Vibración y desplazamiento axial en la turbina de vapor.
- Vibrations of ST generator / Vibraciones en el generador.

Net Power / Potencia neta:

- Net power of the plant (metering system) / Potencia neta de la planta (sistema de medición)
- Voltage at 220 kV / Tensión en 220 kV
- Current at 220 kV / Corriente en 220 kV
- Power factor of 220 kV grid / Factor de potencia en 220 kV
- Grid frequency / Frecuencia de la red.

Gas Atacama is requested to prepare the data protocols or trend files of the above mentioned parameters and to deliver this data in Excel, or comparable format. A scanning interval of 30 second will be sufficient.

During the familiarization day, the DNVGL test engineer also will make a selection of the available standard trend curves and/or screen graphics from the DCS system and/or Mark V system, which will be used as additional reference information.

Gas Atacama is requested to deliver these additional copies in a standard digital format (jpeg, bmp or comparable).


Se requiere de Gas Atacama prepare y cuente con un procedimiento de registro automático de estos datos y de gráficos de tendencia de los mismos y su suministro en ficheros Excel o formato similar. Un valor de escaneo de 20 segundos se considera suficiente.

Durante el día de familiarización (previo al inicio de las pruebas), los ingenieros de DNV GL realizarán también una selección de las curvas y/o pantallas gráficas del DCS y/o Mark V, que será utilizado como información de referencia adicional.

Se requiere de Gas Atacama entregar esta información adicional en un formato digital estándar (jpge, bmp o similar).

9.2 Registration of alarms and limitations / registro de alarmas y límites

Registration of alarms and or exceeding of limits will be monitored by means of the DCS system and the Mark V system. After each test the alarm protocols, of the period about one hour before the tests and during the tests, will be gathered and analyzed.



Specially interest is to register the event/status of “change combustion operation mode” from premix and the IBH control valve operation. Due to the smooth ramps proposed in every test stage, accurate data and timestamp will be obtained, knowing the initial conditions when these controls actuates and, after the event, the control behavior.

Los registros de alarmas y/o avisos de superación de límites serán monitorizados vía DCS y el sistema Mark V. Los avisos, eventos y alarmas recogidos, durante una hora antes de la ejecución del test y los registrados durante los propios tests, serán recopilados y analizados.

De especial interés son los registros asociados a eventos/estados de “cambios en modos de operación de combustión” desde el modo Premix y la operación del sistema IBH. Dadas las rampas de variación de carga propuestas en cada una de las etapas, se obtendrán datos bastante precisos y registros de tiempos, las condiciones en la que dichos controles actúan y, a posteriori, su evolución posterior.

10 CONDITIONS FOR SUCCESSFUL TEST / CONDICIONES PARA LA REALIZACION EXITOSA

Before the tests can started, the state of the plant must be in normal condition with normal performed maintenance as per manufacturer requirements, so to be ready for normal operation.

No specific conditions have to be arranged to perform the tests. The plant will be operated according the normal operating regime, with all relevant control system on automatic control.

The test will be successful in case no limits, as per manufacturer requirements or as per normal operational practice, will be exceeded.

Any abnormality or perturbation occurring during the tests, which might have an impact on the stability of the plant and on the test results, will be evaluated by the test engineer who may decide to repeat a test if needed.

Antes del inicio de los tests, el estado de la planta debe estar en condiciones normales con un mantenimiento normal según los requerimientos del fabricante, para estar lista para operación normal.

No hay otras condiciones específicas necesarias para ejecutar los tests. La planta será operada conforme a las condiciones normales de operación, con todos los controles relevantes en automático.

Las pruebas se considerarán satisfactorias si no es excedido ningún límite, tanto por requerimientos del fabricante como por práctica de operación normal.

Cualquier anomalía o perturbación que ocurra durante las pruebas, que pueda tener un impacto en la estabilidad de planta o en los resultados de las pruebas, será evaluada por los ingenieros de tests que determinarán si es necesaria la repetición de la misma.

11 INSTRUMENTATION TO BE NEEDED / INSTRUMENTACIÓN NECESARIA

For the purpose of the MT tests, which in principle must be considered as a functionality test of the plant, no specific additional (precision) measurements are needed in this stage.

As mentioned in chapter 9, all relevant process measurements will be gathered by means of the DCS system and measurements/constants supplemented by means of the Mark V system as per Appendix A, and/or other available separate data log systems.

Gas Atacama is requested to calibrate the CEMS system, in the week before the execution of the tests by means of the normal calibration procedure of this equipment. Protocols of this calibration will be handed over to DNVGL.

Para el propósito de los test de determinación del MT, que en principio debe ser considerado como una funcionalidad de la planta, no se requiere medidas (precisión) específicas adicionales.

Como se indica en la Sec. 9, todos los datos relevantes de proceso se obtendrán del DCS y medidas/parámetros del sistema Mark V (véase Apéndice A) y/o otros sistemas de registro adicional.

Se requiere de Gas Atacama la calibración del sistema CEMS, en la semana anterior a la ejecución de los tests mediante los procedimientos ordinarios de calibración de este sistema. Los protocolos de esta calibración deberán ser puestos a disposición de DNV GL.

12 CONTENTS OF AUDIT REPORT AND DELIVERY OF REPORTS / CONTENIDO DEL INFORME DE TEST Y DE AUDITORIA

12.1 Content of test report / Informe de tests

The content of the test report will be:

- Project Management Information
- Introduction
- Test program
- Operating conditions
- Observations, results and discussion
- Conclusion
- Appendixes

The test report will be delivered three working days after finalizing the field tests.

In these chapters all relevant information will be reported, concerning the specific operational conditions, the stability and parameters which are deviating from normal operation or which are exceeding environmental limitations or limitations as given by the manufacturer(s).



El contenido del informe de pruebas será:

- Información de gestión del proyecto.
- Introducción.
- Programa de tests.
- Condiciones de operación.
- Observaciones, resultados y discusiones.
- Conclusiones.
- Apéndices.

El informe de test se entregará tres días laborables después de la finalización de los tests en campo.

En los capítulos del informe toda la información relevante será reportada, respecto a condiciones específicas de operación, de estabilidad y parámetros que eventualmente se desvían de la operación normal o que exceden los límites ambientales o limitaciones dadas por el fabricante(s).

12.2 Content of audit report / Informe de auditoria

The content of the audit report will contain among others:

- Outcome and results of the field tests for minimum technical operation (MT)
- Discussion of operation restrictions declared by Gas Atacama
- Review of emission levels at MT in compliance with legislation

The audit report will be submitted ten working days after submitting of the test report.

El contenido del informe de auditoría contendrá, entre otros:

- Hallazgos y resultados de las pruebas en campo relativas al parámetro de mínimo técnico MT
- Tratamiento/argumentación sobre las restricciones de operación declaradas por Gas Atacama.
- Revisión de los niveles de emisión en el MT y contrastación con los límites que impone la normativa vigente.

El informe de auditoría se enviará 10 días laborables después del envío del informe de pruebas.

APPENDIX A

Typical Example of Mark V Measurement Tags

Tag	Unit	Description
G2VFPAP	in/in	Flow Inlet Barometric Pressure Transducer 96AP
G2Vafpap1a	inHg	Barometric Pressure Transducer 96AP-1A
G2Vafpap1b	inHg	Barometric Pressure Transducer 96AP-1B
G2Vafpap1c	inHg	Barometric Pressure Transducer 96AP-1C
G2Vafpbd	inH2O	BellMouth Inlet Pressure 96BD
G2Vafpcs	inH2O	Compressor Inlet Pressure Transducers 96CS
G2Vafpep	inH2O	Exhaust Pressure Transmitter 96EP-1
G2VAFQ	lbm/s	Compressor Inlet Air Mass Flow
G2VATID	°F	Median Anti Icing Inlet Duct Temperature
G2Vbb1	in/s	[39V-1A] Vibration Sensor - Turbine #1 Brg
G2Vbb10	in/s	[39V-4B] Vibration Sensor - Generator #4 Brg
G2Vbb11	in/s	[39V-5A] Vibration Sensor - Generator #5 Brg
G2Vbb12	in/s	[39V-5B] Vibration Sensor - Generator #5 Brg
G2Vbb2	in/s	[39V-1B] Vibration Sensor - Turbine #1 Brg
G2Vbb3	in/s	[39V-2A] Vibration Sensor - Turbine #2 Brg
G2Vbb4	in/s	[39V-3A] Vibration Sensor - Turbine #3 Brg
G2Vbb5	in/s	[39V-3B] Vibration Sensor - Turbine #3 Brg
G2Vbb9	in/s	[39V-4A] Vibration Sensor - Generator #4 Brg
G2VBB_MAX	in/s	Maximum vibration
G2VCMHUM	#H/#A	Specific Humidity
G2Vcpbh1	psig	Inlet Bleed Heat CV Upstream Pressure
G2Vcpbh2	psig	Inlet Bleed Heat CV Downstream Pressure
G2VCPD	psig	Compressor Discharge Press Max Select
G2Vcpd1a	psig	Compressor Discharge Press Transd. 96CD-1
G2Vcpd1b	psig	Compressor Discharge Press Transd. 96CD-1B
G2Vcpd1c	psig	Compressor Discharge Press Transd. 96CD-1C
G2V CPR	ratio	COMPRESSOR PRESSURE RATIO
G2V CQBH	lbm/s	IBH Mass Flow Of Valve
G2Vcsbhc	%	Inlet Heating Control Valve Position
G2Vcsgv	°	IGV angle in deg
G2Vcsrgv	°	IGV REFERENCE
G2VCSRIH	%	INLET BLEED HEAT REFERENCE
G2Vcsrihout	%	Inlet Heating Control Valve Command
G2VCTD	°F	Compressor Discharge Temperature
G2Vctda1	°F	Compressor Discharge Thermocouple #1
G2Vctda2	°F	Compressor Discharge Thermocouple #2
G2Vctf1a	°F	Compressor Inlet Thermocouple 1A
G2Vctf2a	°F	Compressor Inlet Thermocouple 2A
G2Vctfr	°F	Compressor Temperature - Inlet Flange
G2VCTIM	°F	Compressor Inlet Temperature
G2VDF	Hz	Generator Frequency
G2VDPF	PF	Calculated Power Factor
G2Vdv	%	Generator Volts - VTUR
G2Vdvar	MVAR	Generator VARS
G2VDWATT	MW	Generator Watts Max Selected
G2Vdwatt1	MW	Generator Watts 96GG-1 Transducer
G2Vdwatt2	MW	Generator Watts 96GG-2 Transducer
G2VFG2	psig	Interstage fuel gas press
G2Vfpg2a	psig	Interstage fuel gas press xmitter 96FG-2A
G2Vfpg2b	psig	Interstage fuel gas press xmitter 96FG-2B
G2Vfpg2c	psig	Interstage fuel gas press xmitter 96FG-2C
G2VFGG	lbm/s	Gas Fuel Validated Fuel Mass Flow
G2Vfpguv	lbm/s	Gas Fuel Mass Flow From Transmitter 96FM-1
G2VFSR	%	Fuel Stroke Reference
G2VFTG	°F	Gas Fuel Voted Gas Temperature Turb.
G2Vftgc1	°F	Fuel gas temperature sensor 1
G2Vftgc2	°F	Fuel gas temperature sensor 2
G2Vftgc3	°F	Fuel gas temperature sensor 3
G2Vftg1	°F	Fuel Gas Temperature Thermocouple #1
G2Vftg2	°F	Fuel Gas Temperature Thermocouple #2
G2Vftg3	°F	Fuel Gas Temperature Thermocouple #3
G2Vt dp	°F	Flow Inlet Dewpoint Sensor Xmitter
G2VFTT_T	hours	Total fired time
G2Vtrh_v	rpm	Voted Speed Signal (TMR)

Tag	Unit	Description
G2VTTK_C_CC[0]	°F/Rat	Exhaust Temp Control Curve CPR Ref Corner Array
G2VTTK_C_CC[1]	°F/Rat	Exhaust Temp Control Curve CPR Ref Corner Array
G2VTTK_C_CC[2]	°F/Rat	Exhaust Temp Control Curve CPR Ref Corner Array
G2VTTK_C_SC[0]	°F/Rat	Exhaust Temp Control Curve CPR Ref Corner Array
G2VTTK_C_SC[1]	°F/Rat	Exhaust Temp Control Curve CPR Ref Corner Array
G2VTTK_C_SC[2]	°F/Rat	Exhaust Temp Control Curve CPR Ref Corner Array
G2VTTK_I[0]	°F	Exhaust Temp Control Curve TX Ref Isothermal Array
G2VTTK_I[1]	°F	Exhaust Temp Control Curve TX Ref Isothermal Array
G2VTTK_I[2]	°F	Exhaust Temp Control Curve TX Ref Isothermal Array
G2VTTK_S_CC[0]	°F/Rat	Exhaust Temp Curve CPR Ref Slope Array for CC
G2VTTK_S_CC[1]	°F/Rat	Exhaust Temp Curve CPR Ref Slope Array for CC
G2VTTK_S_CC[2]	°F/Rat	Exhaust Temp Curve CPR Ref Slope Array for CC
G2VTTKGVC_CC[0]	°F/Rat	IGV Tx Ctrl CPR
G2VTTKGVC_CC[1]	°F/Rat	IGV Tx Ctrl CPR
G2VTTKGVC_CC[2]	°F/Rat	IGV Tx Ctrl CPR
G2VTTKGVC_CC[3]	°F/Rat	IGV Tx Ctrl CPR
G2VTTKGVC_SC[0]	°F/Rat	IGV Tx Ctrl CPR
G2VTTKGVC_SC[1]	°F/Rat	IGV Tx Ctrl CPR
G2VTTKGVC_SC[2]	°F/Rat	IGV Tx Ctrl CPR
G2VTTKGVC_SC[3]	°F/Rat	IGV Tx Ctrl CPR
G2VTTKGVTC DG	n/d	IGV Tx CTRL CTD BIAS GAIN
G2VTTKGVTC DO	°F	IGV Tx CTRL CTD BIAS OFFSET
G2VTTKRBP1_B	ratio	BASE TEMP CONTROL SEGMENT 1 SWITCH POINT BASE
G2VTTKRBP2_B	ratio	BASE TEMP CONTROL SEGMENT 2 SWITCH POINT BASE
G2VTTKXCOEF	n/d	Turbine TC Temperature Correction Coefficient
G2VTTKXCOEF_1	n/d	Part Load TC Temperature Correction Coefficient
G2VTTKXCOEF_2	n/d	Base Load TC Temperature Correction Coefficient
G2VTRF1	°F	COMBUSTION REFERENCE TEMPERATURE
G2VTRXP	°F	Temp Control Primary Temp Reference
G2VTRXS	°F	Temp Control Backup Temp Reference
G2Vtws1ao1	°F	Turbine Temperature Wheelspace 1ST Stg Aft Outer
G2Vtws1ao2	°F	Turbine Temperature Wheelspace 1ST Stg Aft Outer
G2Vtws1fi1	°F	Turbine Temperature Wheelspace 1ST Stg Fwd Inner
G2Vtws1fi2	°F	Turbine Temperature Wheelspace 1ST Stg Fwd Inner
G2Vtws2ao1	°F	Turbine Temperature Wheelspace 2nd Stg Aft Outer
G2Vtws2ao2	°F	Turbine Temperature Wheelspace 2nd Stg Aft Outer
G2Vtws2fo1	°F	Turbine Temperature Wheelspace 2nd Stg Fwd Outer
G2Vtws2fo2	°F	Turbine Temperature Wheelspace 2nd Stg Fwd Outer
G2Vtws3ao1	°F	Turbine Temperature Wheelspace 2nd Stg Fwd Outer
G2Vtws3ao2	°F	Turbine Temperature Wheelspace 3rd Stg Aft Outer
G2Vtws3fo1	°F	Turbine Temperature Wheelspace 3rd Stg Fwd Outer
G2Vtws3fo2	°F	Turbine Temperature Wheelspace 3rd Stg Fwd Outer
G2VTTXD1	°F	Exhaust Thermocouple Array By Position
G2VTTXD1_1	°F	Exhaust Thermocouple 1- Compensated
G2VTTXD1_10	°F	Exhaust Thermocouple 10 - Compensated
G2VTTXD1_11	°F	Exhaust Thermocouple 11 - Compensated
G2VTTXD1_12	°F	Exhaust Thermocouple 12 - Compensated
G2VTTXD1_13	°F	Exhaust Thermocouple 13 - Compensated
G2VTTXD1_14	°F	Exhaust Thermocouple 14 - Compensated
G2VTTXD1_15	°F	Exhaust Thermocouple 15 - Compensated
G2VTTXD1_16	°F	Exhaust Thermocouple 16 - Compensated
G2VTTXD1_17	°F	Exhaust Thermocouple 17 - Compensated
G2VTTXD1_18	°F	Exhaust Thermocouple 18 - Compensated
G2VTTXD1_19	°F	Exhaust Thermocouple 19 - Compensated
G2VTTXD1_2	°F	Exhaust Thermocouple 2- Compensated
G2VTTXD1_20	°F	Exhaust Thermocouple 20 - Compensated
G2VTTXD1_21	°F	Exhaust Thermocouple 21 - Compensated
G2VTTXD1_22	°F	Exhaust Thermocouple 22 - Compensated
G2VTTXD1_23	°F	Exhaust Thermocouple 23 - Compensated
G2VTTXD1_23	°F	Exhaust Thermocouple 23 - Compensated
G2VTTXD1_24	°F	Exhaust Thermocouple 24 - Compensated
G2VTTXD1_3	°F	Exhaust Thermocouple 3- Compensated
G2VTTXD1_4	°F	Exhaust Thermocouple 4- Compensated
G2VTTXD1_5	°F	Exhaust Thermocouple 5- Compensated
G2VTTXD1_6	°F	Exhaust Thermocouple 6 - Compensated
G2VTTXD1_7	°F	Exhaust Thermocouple 7 - Compensated
G2VTTXD1_8	°F	Exhaust Thermocouple 9 - Compensated
G2VTTXD1_9	°F	Exhaust Thermocouple 9 - Compensated

Tag	Unit	Description
G2\Tbd_1	°F	Exhaust Thermocouple 1
G2\Tbd_10	°F	Exhaust Thermocouple 10
G2\Tbd_11	°F	Exhaust Thermocouple 11
G2\Tbd_12	°F	Exhaust Thermocouple 12
G2\Tbd_13	°F	Exhaust Thermocouple 13
G2\Tbd_14	°F	Exhaust Thermocouple 14
G2\Tbd_15	°F	Exhaust Thermocouple 15
G2\Tbd_16	°F	Exhaust Thermocouple 16
G2\Tbd_17	°F	Exhaust Thermocouple 17
G2\Tbd_18	°F	Exhaust Thermocouple 18
G2\Tbd_19	°F	Exhaust Thermocouple 19
G2\Tbd_2	°F	Exhaust Thermocouple 2
G2\Tbd_20	°F	Exhaust Thermocouple 20
G2\Tbd_21	°F	Exhaust Thermocouple 21
G2\Tbd_22	°F	Exhaust Thermocouple 22
G2\Tbd_23	°F	Exhaust Thermocouple 23
G2\Tbd_24	°F	Exhaust Thermocouple 24
G2\Tbd_3	°F	Exhaust Thermocouple 3
G2\Tbd_4	°F	Exhaust Thermocouple 4
G2\Tbd_5	°F	Exhaust Thermocouple 5
G2\Tbd_6	°F	Exhaust Thermocouple 6
G2\Tbd_7	°F	Exhaust Thermocouple 7
G2\Tbd_8	°F	Exhaust Thermocouple 8
G2\Tbd_9	°F	Exhaust Thermocouple 9
G2\TTXM	°F	Exhaust Temp Median Corrected By Average
G2\TTXSP1	°F	Combustion Monitor Actual Spread 1
G2\TTXSP2	°F	Combustion Monitor Actual Spread 2
G2\TTXSP3	°F	Combustion Monitor Actual Spread 3
G2\WEXH	lbm/s	Turbine Exhaust Mass Flow
G2\Iex	Amps	Excitation Current



About DNV GL

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil and gas, and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our 16,000 professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.