

**TIPO** : Declaración al CEN  
**AUTOR** : Sergio Molina  
**ÁREA** : Unidad de Negocio 12/13

**Información de Parámetros de las Unidades TG1 y TG2 de CTT según el  
Anexo Técnico “Determinación de Parámetros para los Procesos de  
Partida y Detención de Unidades Generadoras”**

**DISTRIBUCIÓN:**

Gerencia Unidad de Negocio CTT12 - 13  
Gerencia Técnica  
Gerencia Gestión CDEC

<b>1.- Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>2.- Parámetros declarados.....</b>	<b>4</b>
2.1.- Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de partida.....	4
2.2.- Energía Eléctrica consumida en el proceso de Partida.....	6
2.3.- Tiempo requerido para el proceso de Partida según GE.....	7
2.4.- Cantidad y tipo de Combustible utilizado en el proceso de Detención.....	9
2.5.- Energía Eléctrica consumida durante el proceso de Detención.....	10
2.6.- Tiempo requerido para el proceso de Detención.....	11
2.7.- Tiempo mínimo de operación antes de poder detenerse, una vez concluido el proceso de partida.....	11
<b>3.- Anexos</b>	
3.1.- Datos tiempo y consumo Diésel Oil Prueba 09-06-2016.....	12
3.2.- Certificado Fluke 435-II Power Quality and Energy Analyzer.....	13
3.3.- Datos Tiempo y Consumo SSAA Prueba 09-06-2016.....	14
3.4.- Datos y gráficos Consumo SSAA Prueba 09-06-2016.....	15

## 1.- Introducción

El objetivo del presente informe es determinar, informar y actualizar los parámetros asociados a los procesos de Partida y Detención de las Unidades TG1 y TG2 según lo solicitado en la carta "CDEC-SING N° 0682/2016" del 26 de abril de 2016, siguiendo lo establecido en el Anexo Técnico "Determinación de Parámetros para los Procesos de Partida y Detención de Unidades Generadoras", en adelante, "el Anexo". Este informe incluye a ambas unidades por ser técnicamente idénticas y gemelas, por lo tanto los resultados de este informe son homologables entre estas Unidades.

Esta prueba se realiza en la TG1, de igual forma que la Prueba CEN, la cual fue homologada con la TG2 (según Carta CDEC-SING 1317/2016). Los consumos de diésel están dados en base 11.000 kcal/kg, siendo el poder calorífico superior el que se señala en el siguiente adjunto:



INF. OTICH18-2016  
Diesel.pdf

Dado que no se registraban datos Operacionales es que se decidió realizar una prueba según Solicitud de Conexión SC N°176708, la que se ejecutó y en la cual se consignan los resultados de esta prueba, realizándose esta a partir de las 10:00 hrs. del día jueves 09 de junio de 2016 (Ver Figura 1).

CDEC-SING		Curso Normal		N° CDEC:																																				
				N° LOCAL/SOLIC:																																				
1. EMPRESA SOLICITANTE:	E-CL																																							
2. CENTRAL / SUBESTACIÓN:	CTT																																							
3. SOLICITANTE AUTORIZADO:	Rodrigo Gonzalez Trujillo																																							
4. RELACIONADOR:	Jefe Turno CTT																																							
5. PERIODO:	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Fecha (Día dd-mm-aaaa)</th> <th>Hora (hh:mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Desde:</td> <td>09-06-2016</td> <td>10:00</td> </tr> <tr> <td>Hasta:</td> <td>09-06-2016</td> <td>13:00</td> </tr> </tbody> </table>					Fecha (Día dd-mm-aaaa)	Hora (hh:mm)	Desde:	09-06-2016	10:00	Hasta:	09-06-2016	13:00																											
	Fecha (Día dd-mm-aaaa)	Hora (hh:mm)																																						
Desde:	09-06-2016	10:00																																						
Hasta:	09-06-2016	13:00																																						
6. INSTALACIÓN A CONECTAR:	Componente TG1																																							
6.1 EMPRESA PROPIETARIA:	E-CL																																							
7. TRABAJOS POR REALIZAR:	Prueba de máxima carga																																							
8. PRUEBA:	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO																																							
9. CONDICIONES REQUERIDAS:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Lugar</th> <th>Condición</th> <th>N°</th> <th>Lugar</th> <th>Condición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Central Térmica Tocopilla</td> <td>Unidad TG1 en servicio.</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td>6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td></td> <td>8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> <td></td> <td>10</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				N°	Lugar	Condición	N°	Lugar	Condición	1	Central Térmica Tocopilla	Unidad TG1 en servicio.	2			3			4			5			6			7			8			9			10		
N°	Lugar	Condición	N°	Lugar	Condición																																			
1	Central Térmica Tocopilla	Unidad TG1 en servicio.	2																																					
3			4																																					
5			6																																					
7			8																																					
9			10																																					
10. N° GUÍAS DE MANIOBRAS:	SG																																							
11. PERSONAL DE MANIOBRAS:	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Empresa</th> <th>Lugar</th> <th>Nombre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Encargado de Maniobras</td> <td>E-CL</td> <td>Tocopilla</td> <td>Jefe Turno CTT</td> </tr> <tr> <td>Ejecutor de Maniobras</td> <td>E-CL</td> <td>Tocopilla</td> <td>Operador Sala Control</td> </tr> <tr> <td>Jefe de Faena</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Empresa	Lugar	Nombre	Encargado de Maniobras	E-CL	Tocopilla	Jefe Turno CTT	Ejecutor de Maniobras	E-CL	Tocopilla	Operador Sala Control	Jefe de Faena																							
	Empresa	Lugar	Nombre																																					
Encargado de Maniobras	E-CL	Tocopilla	Jefe Turno CTT																																					
Ejecutor de Maniobras	E-CL	Tocopilla	Operador Sala Control																																					
Jefe de Faena																																								
12. RESOLUCION CDEC-SING:	Planifica	Fecha	Hora																																					
13. SOLICITUD DE PUESTA EN VIGENCIA:	Solicitó	Puesta en Vigencia CDC	Fecha	Hora																																				
	Jefe de Turno	Despachador	09/06/2016	10:00																																				
14. CONEXIÓN:	Fecha	Hora	Informó	Recibió CDC																																				
			Manuel C.	Despachador																																				
15. SOLICITUD INICIO DE MANIOBRAS DE NORMALIZACIÓN:	Solicitó	Autorizo CDC	Fecha	Hora																																				
	Jefe de Turno	Despachador	09/06/2016																																					
16. DESCONEJÓN/DISPONIBLE:	Fecha	Hora	Informó	Recibió CDC																																				
			Manuel C.	Despachador																																				
17. OBSERVACIONES:																																								

Figura 1.- Solicitud de Conexión Pruebas TG1

Para estas Unidades, se considerará solo un tipo de partida cuando estas sean requeridas por el Despacho de Carga. El tiempo de partida es el mismo para partida Fría o partida Caliente, dado que la secuencia de partida es automática, la cual se encuentra programada en el Sistema de Control Mark V.

## 2.- Parámetros Declarados

Tal como se declaró anteriormente en virtud que no existen antecedentes operacionales suficientes y fiables, producto de la antigüedad de estas Unidades es que se opta por realizar pruebas dinámicas a la Turbo Gas 1 (TG1), de tal forma que la declaración de los Parámetros Operacionales sea lo más fidedigna.

Se hace presente que estas Unidades TG1 y TG2, fueron construidas en forma paralela, con estándares y diseño idénticos (año 1973), por lo tanto los resultados de esta obtención de datos son homologables entre ambas Unidades.

### 2.1.- Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de partida

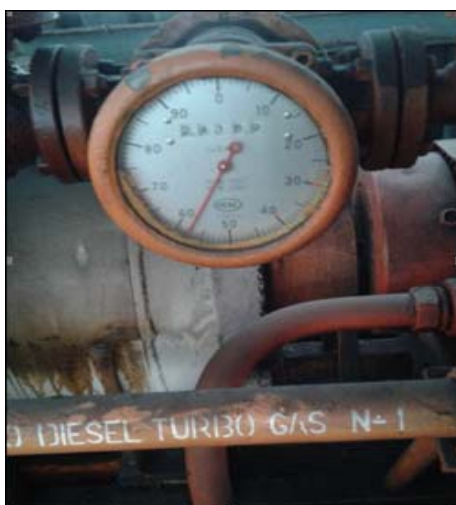
Se entiende que el proceso de partida se inicia en el momento en que el Despacho de Carga solicita que la Unidad generadora entre en operación desde el estado “Apagado” y finaliza cuando alcanza su Mínimo Técnico.

Durante la solicitud de conexión para efectos de prueba, la medición de este parámetro (Flujo de Diésel Oil) se realiza utilizando un medidor de flujo tipo coriolis Marca Endress + Hauser modelo Promass 80F, tal como se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.- Medidor Coriolis utilizado para medir consumos Diésel Oil**

Por otro lado, los datos de integración de Diésel Oil se obtienen del medidor original de la Unidad, marca **OVAL**, tal como se aprecia en la Figura 3.



**Figura 3.- Medidor Integrador OVAL, Diésel Oil**

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las Pruebas, respecto al consumo de Combustible para la Partida de la Unidad y para cada una de sus etapas:

En **Anexo 3.1**. Se observa tabla de datos de Medición de Diésel Oil, obtenidos en Prueba realizada el jueves 09-06-2016.

### 2.1.1.- Partida típica

2.1.1.1- Desde el inicio del proceso de Partida hasta la Sincronización

<b>COMBUSTIBLE</b> Partida / Sincronización	<b>Valor Real</b> <b>Litros</b>	<b>Valor Corregido</b>
Medidor Inicial	<b>2.391.561</b>	
Medidor Final	<b>2.391.897</b>	
Diésel Oil Consumido	<b>336 Litros</b>	<b>333,74 Litros</b>

2.1.1.2.-Desde la Sincronización hasta el Mínimo Técnico (3 MW).

<b>COMBUSTIBLE</b> Sincronización /Min. Tec.	<b>Valor Real</b> <b>Litros</b>	<b>Valor Corregido</b>
Medidor Inicial	<b>2.391.897</b>	
Medidor Final	<b>2.391.918</b>	
Diésel Oil Consumido	<b>21 Litros</b>	<b>20,86 Litros</b>

Se puede observar que el consumo de Combustible es menor en esta etapa, producto que el tiempo que se requiere para alcanzar el Mínimo Técnico es bastante menor que el tiempo de arranque hasta la Sincronización.

2.1.1.3.- Desde el Mínimo Técnico hasta la Potencia Máxima (20 MW)

COMBUSTIBLE Min. Tec. / Pot. Máxima	Valor Real Litros	Valor Corregido
Medidor Inicial	2.391.918	
Medidor Final	2.392.360	
Diésel Oil Consumido	442 Litros	439,03 Litros

**2.2.- Energía Eléctrica consumida en el proceso de Partida**

Tal como se hizo en el inciso anterior, se determinará para cada etapa asociada a la partida de estas Unidades.

Estas mediciones se realizaron con un medidor **Fluke 435-II**, Figura 4. (Ver certificado de calibración **Anexo 3.2.**)

En **Anexo 3.3.** Se aprecian los datos de Consumo de SSAA de la Unidad.



**Figura 4.- Medidor Fluke utilizado para medir los SSAA**

### 2.2.1.- Partida típica

2.2.1.1.- Desde el inicio del proceso de Partida hasta la Sincronización

<b>CONSUMO ENERGÍA</b>	<b>kWh</b>
Partida / Sincronización	
Medidor Inicial	<b>1,71</b>
Medidor Final	<b>4,34</b>
Servicios Auxiliares	<b>2,63</b>

2.2.1.2.-Desde la Sincronización hasta el Mínimo Técnico (3 MW)

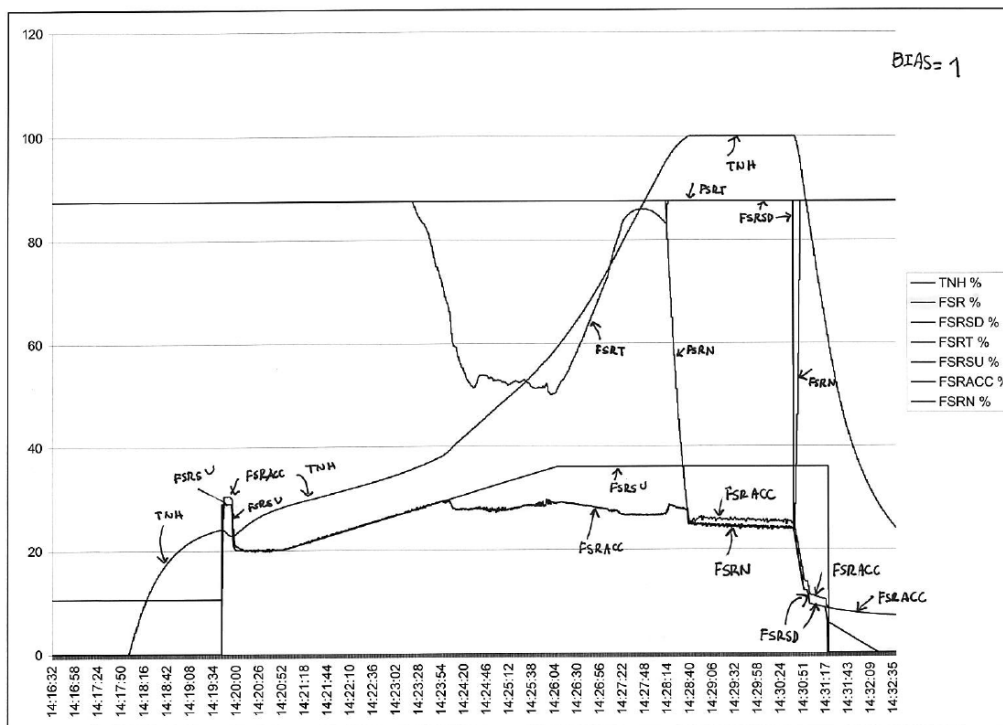
<b>CONSUMO ENERGÍA</b>	<b>kWh</b>
Sincronización /Min. Tec.	
Medidor Inicial	<b>4,34</b>
Medidor Final	<b>4,54</b>
Servicios Auxiliares	<b>0,20</b>

2.2.1.3.- Desde el Mínimo Técnico hasta la Potencia Máxima (20 MW)

<b>CONSUMO ENERGÍA</b>	<b>kWh</b>
Min. Tec. / Pot. Máxima	
Medidor Inicial	<b>4,54</b>
Medidor Final	<b>5,70</b>
Servicios Auxiliares	<b>1,16</b>

### 2.3.- Tiempo requerido para el proceso de Partida según GE

Originalmente las Turbo Gas N°1 y 2 contaban con un Protocolo de Partida de Hitachi (7 minutos para llegar a condiciones de Sincronización de 5.100 RPM), como fabricantes de esta unidad. Con el tiempo, General Electric (GE) compra Hitachi y en los años 90' se procede al cambio del Protocolo de Partida original por el suministrado por General Electric (12 minutos para llegar a 5.100 RPM), el que se aplica hasta el día de hoy. Ver Figura 5.



**Figura 5.- Curva de Arranque GE**

**NOTA:** Se puede observar la consecuencia entre la información del Protocolo de Partida (General Electric) con los datos obtenidos en la Pruebas realizadas el 09-06-2016.

**2.3.1.- Partida típica (Total: 17 minutos)**

2.3.1.1.- Desde el inicio del proceso de Partida hasta la Sincronización

TIEMPO REQUERIDO	MINUTOS
Partida / Sincronización	12

2.3.1.2.- Desde la Sincronización hasta el Mínimo Técnico (3 MW)

TIEMPO REQUERIDO	MINUTOS
Sincronización / Min. Tec.	0,6

2.3.1.3.- Desde el Mínimo Técnico hasta la Potencia Máxima (20 MW)

TIEMPO REQUERIDO	MINUTOS
Min. Tec. / Pot. Nominal	4,4



## 2.4.- Cantidad y tipo de Combustible utilizado en el proceso de Detención

Los valores graficados a continuación se obtienen de la interrogación del flujómetro de Diésel Oíl coriolis indicado en el punto 2.1. durante la operación de la Unidad. Ver Figura 6.

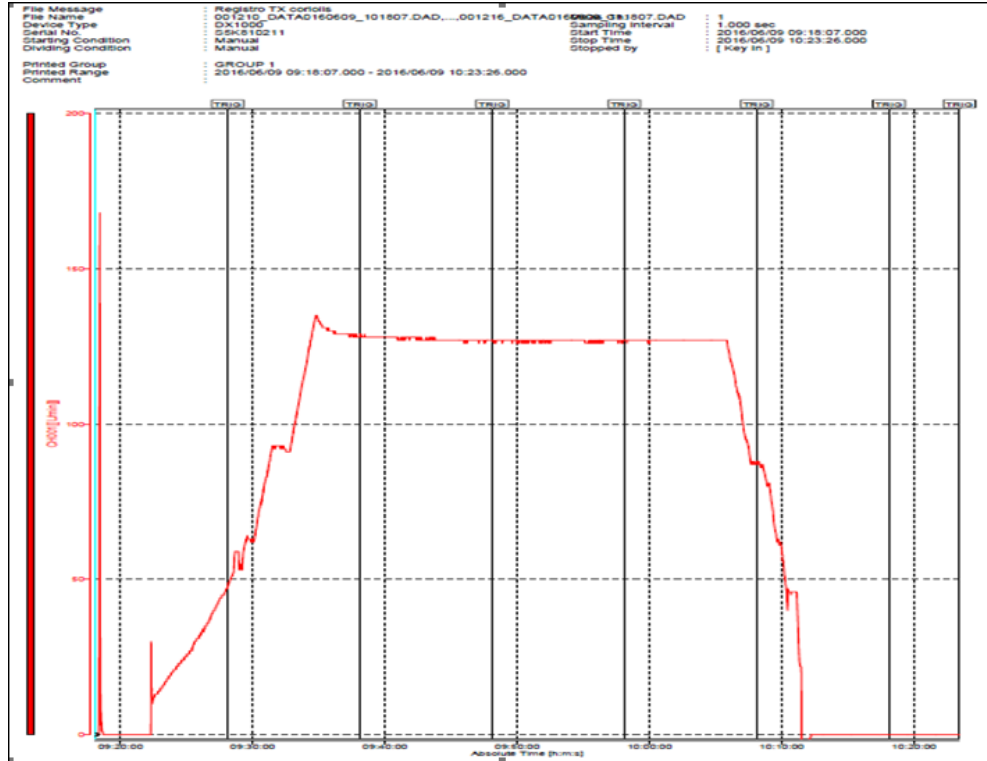


Figura 6.- Grafico Medición de Flujo de Diésel Oíl, Coriolis

Se entiende que el proceso de Detención se inicia cuando la Unidad se encuentra en Mínimo Técnico hasta que se encuentre en estado “Apagado”, es decir, cuando no se tiene ningún proceso térmico en operación.

### 2.4.1.- Desde la operación a Potencia Nominal hasta Mínimo Técnico (3 MW)

COMBUSTIBLE Pot. Nominal / Min. Tec.	Valor Real Litros	Valor Corregido
Medidor Inicial	<b>2.396.190</b>	
Medidor Final	<b>2.396.598</b>	
Diésel Oil Consumido	<b>408 Litros</b>	<b>405,26 Litros</b>

2.4.2.- Desde Mínimo Técnico hasta la Desconexión

<b>COMBUSTIBLE</b> Min. Tec. / Desconexión	<b>Valor Real</b> <b>Litros</b>	<b>Valor Corregido</b>
Medidor Inicial	<b>2.396.598</b>	
Medidor Final	<b>2.396.610</b>	
<b>Diésel Oil Consumido</b>	<b>12 Litros</b>	<b>11,92 Litros</b>

2.4.3.- Desde la Desconexión hasta el estado "Apagado"

<b>COMBUSTIBLE</b> Min. Tec. / Apagado	<b>Valor Real</b> <b>Litros</b>	<b>Valor Corregido</b>
Medidor Inicial	<b>2.396.610</b>	
Medidor Final	<b>2.396.710</b>	
<b>Diésel Oil Consumido</b>	<b>100 Litros</b>	<b>99,33 Litros</b>

**2.5- Energía Eléctrica consumida durante el proceso de Detención (Ver Anexo 3.1.)**

Para la adquisición de datos se utiliza el mismo instrumento **Fluke 435-II** señalado en el inciso 2.2., Figura 4.

2.5.1.- Desde la operación a Potencia Nominal hasta Mínimo Técnico (3 MW)

<b>CONSUMO ENERGÍA</b> Pot. Nominal / Min. Tec.	<b>kWh</b>
Medidor Inicial	<b>12,90</b>
Medidor Final	<b>13,24</b>
Servicios Auxiliares	<b>0,34</b>

2.5.2.- Desde Mínimo Técnico hasta la Desconexión

<b>CONSUMO ENERGÍA</b> Min. Tec. / Desconexión	<b>kWh</b>
Medidor Inicial	<b>13,24</b>
Medidor Final	<b>13,47</b>
Servicios Auxiliares	<b>0,23</b>

2.5.3.- Desde la Desconexión hasta el estado "Apagado"

<b>CONSUMO ENERGÍA</b> Desconexión / Apagado	<b>kWh</b>
Medidor Inicial	<b>13,47</b>
Medidor Final	<b>16,85</b>
Servicios Auxiliares	<b>3,38</b>

## 2.6.- Tiempo requerido para el proceso de Detención

Estos datos son obtenidos durante la Prueba realizada el jueves 09 de junio y obedece a una secuencia automática del Sistema de Control de la Unidad.

2.6.1.- Desde la operación a Potencia Nominal hasta Mínimo Técnico (3 MW)

TIEMPO REQUERIDO	MINUTOS
Pot. Nominal / Min. Tec.	3,4

2.6.2.- Desde Mínimo Técnico hasta la Desconexión

TIEMPO REQUERIDO	MINUTOS
Min. Tec. / Desconexión	1,6

2.6.3.- Desde la Desconexión hasta el estado "Apagado"

TIEMPO REQUERIDO	MINUTOS
Desconexión / Apagado	18

## 2.7.- Tiempo mínimo de operación antes de poder detenerse, una vez concluido el proceso de partida

Estas unidades pueden iniciar la secuencia de detención en cualquier momento y por lo tanto no tienen tiempo mínimo de operación.

3.- Anexos.

FECHA: 09-06-2016				
<b>HOJA DATOS PRUEBAS TURBO GAS N°1 (OPERACIONES)</b>				
HORA	ESTADO	MEDIDOR Diesel Oil		
		Tiempo	Litros	D.O.
10:12	INICIAL		2.391.561	
				0
10:12	PARTIDA		2.391.561	
		12		336
10:24	5100 RPM		2.391.897	
		0,6		21
10:25	3 MW		2.391.918	
		4,4		442
10:30	Max. Carga Inicial		2.392.360	
		32		3.830
11:02	Max. Carga Final		2.396.190	
		3,4		408
11:05	3 MW		2.396.598	
		1,6		12
11:07	5100 RPM		2.396.610	
		0		100
11:07	DETENIDA		2.396.710	
		18		0
11:25	FINAL		2.396.710	

Anexo 3.1.- Datos tiempo y consumo Diésel Oil Prueba 09-06-2016

# Fluke Corporation Statement of Calibration Practices

Fluke Corporation certifies this product was calibrated with applicable calibration procedures during the manufacturing process. Fluke's certified ISO-9001 quality system controls these procedures.

The measurement standards and instruments used during the calibration of this product are traceable to SI units through internationally recognized measurement standards. Fluke's measurement standards are calibrated by comparison to higher level standards at planned intervals. This document is not a certificate of calibration or traceability.

To obtain a certificate of calibration contact the nearest Fluke Service Center to process an order to have your unit sent in for Calibration. A nominal fee is charged for calibration service.

Jason Shaffer,  
Senior Manager of Global Quality  
Fluke Corporation



Model/Serial Number:

FLUKE-435-II / 24753139

Calibration Date:

10 Jul 2013

895 0945642 Rev. 1, 3/2011

[www.fluke.com](http://www.fluke.com)

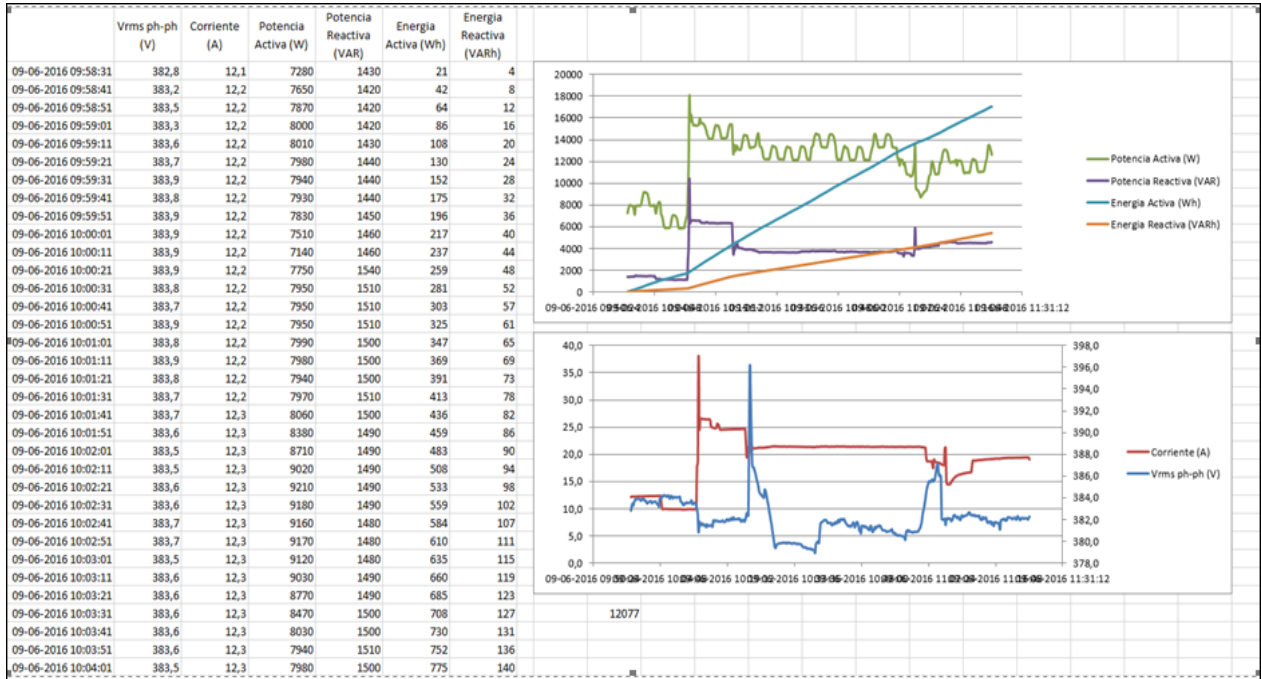
## Anexo 3.2.- Certificado Fluke 435-II Power Quality and Energy Analyzer

FECHA: 09-06-2016

**HOJA DATOS PRUEBAS TURBO GAS N°1 (ELECTRICOS)**

HORA	ESTADO	Tiempo	MEDIDOR SS/AA	kWh
10:12	INICIAL			
	PARTIDA		1,71 kWh	
		12		2,63
10:24	5100 RPM		4,34 kWh	
		0,6		0,20
10:25	3 MW		4,54 kWh	
		4,4		1,16
10:30	Max. Carga Inicial		5.70 kWh	
		33		7,20
11:03	Max. Carga Final		12,90 kWh	
		3		0,34
11:06	3 MW		13,24 kWh	
		1,6		0,23
11:08	5100 RPM		13,47 kWh	
				3,38
11:26	DETENIDA		16,85 kWh	
		18		0,00
11:26	FINAL		16,85 kWh	

Anexo 3.3.- Datos Tiempo y Consumo SSAA Prueba 09-06-2016



Anexo 3.4.- Datos y gráficos Consumo SSAA Prueba 09-06-2016