

**MANTENIMIENTO DE LAS PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA
DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, SELECCION,
INVENTARIO, CARACTERIZACIÓN Y PROTOCOLO DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO**

**FABIÁN JOSÉ ROMERO BERMUDEZ
JOSÉ ALBERTO MARTINEZ DE LA HOZ**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2009

**MANTENIMIENTO DE LAS PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA
DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, SELECCION,
INVENTARIO, CARACTERIZACIÓN Y PROTOCOLO DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO**

**FABIÁN JOSÉ ROMERO BERMUDEZ
JOSÉ ALBERTO MARTINEZ DE LA HOZ**

**Trabajo de grado como requisito para optar el título de:
Ingeniero Electricista**

**Director:
MPE. JOSE ALEJANDRO AMAYA PALACIO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2009

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a todas esas personas que siempre creyeron, confiaron y nos apoyaron durante todo este proceso de formación, ya que con su apoyo incondicional hoy estamos más cerca de alcanzar ese sueño que empezamos a construir años atrás.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Ingeniería Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones.

A nuestros padres por brindarme la oportunidad de realizar nuestros estudios en esta importante universidad.

A todos los profesores que nos guiaron y orientaron durante el proceso de formación.

Al ingeniero José Alejandro Amaya y al personal de Planta Física que nos dieron la oportunidad de trabajar con ellos durante la ejecución de este trabajo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 JUSTIFICACIÓN	3
1.2 OBJETIVOS	4
1.2.1 Objetivo General	4
1.2.2 Objetivos Específicos	4
2. METODOLOGÍA	5
3. INVENTARIO DE LOS GRUPOS ELECTROGENOS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	6
3.1 INTRODUCCIÓN	6
3.2 PLANTA DE EMERGENCIA DEL EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN	6
3.2.1 Motor	7
3.2.2 Sistema Eléctrico del Motor	9
3.2.2.1 Batería	9
3.2.2.2 Alternador	9
3.2.2.3 Motor de arranque	10
3.2.2.4 Cargador de baterías	10
3.2.3 Sistema de Refrigeración	10
3.2.3.1 Radiador	11
3.2.3.2 Ventilador	11
3.2.3.3 Bomba de agua	12
3.2.3.4 Filtro de agua refrigerante	12
3.2.3.5 Tapa o tapón del radiador de agua	13
3.2.3.6 Termostato	13
3.2.3.7 Correa	14
3.2.3.8 Mangueras o manguito	14
3.2.4 Sistema de Admisión y Escape de Aire	14

3.2.4.1 Filtro de aire	15
3.2.4.2 Indicador de restricción de aire	16
3.2.4.3 Turbo compresor	16
3.2.4.4 Radiador de enfriamiento de aire de carga	17
3.2.4.5 Múltiple de admisión	17
3.2.4.6 Múltiple de escape	18
3.2.4.7 Tubería de escape y silenciador	18
3.2.4.8 Mangueras o tubos	18
3.2.5 Sistema de Combustible	18
3.2.5.1 Tanque de combustible	19
3.2.5.2 Bomba de transferencia de combustible	19
3.2.5.3 Separador de agua – combustible	20
3.2.5.4 Filtros de combustibles	20
3.2.5.5 Línea de suministro de baja presión y retorno de combustible	20
3.2.5.6 Bomba de inyección Robert Bosch	21
3.2.5.7 Líneas de combustibles de alta presión	21
3.2.5.8 Inyectores	21
3.2.5.9 Solenoide de cierre de combustible	21
3.2.6 Sistema de Aceite de Lubricación	22
3.2.6.1 Filtro de aceite	22
3.2.6.2 Varilla de aceite	23
3.2.6.3 Tapón de drenado de aceite	23
3.2.7 Sistema de Control	23
3.2.7.1 Indicadores	24
3.2.8 Generador	26
3.2.9 Transferencia	27
3.2.9.1 Transferencia 1	27
3.2.9.2 Transferencia 2	29
3.2.9.3 Contactores	31
3.2.10 Ubicación	32

3.2.11 Observaciones	32
3.3 PLANTAS DE EMERGENCIA DE LOS EDIFICIOS CENTIC Y CIENCIAS HUMANAS	32
3.3.1 Motor	33
3.3.2 Sistema eléctrico del motor	33
3.3.2.1 Batería	33
3.3.2.2 Alternador	34
3.3.2.3 Motor de arranque	34
3.3.2.4 Cargador de batería	34
3.3.3 Sistema de Refrigeración	34
3.3.3.1 Radiador	34
3.3.3.2 Ventilador	34
3.3.3.3 Bomba de agua	34
3.3.3.4 Filtro de agua refrigerante	34
3.3.3.5 Tanque auxiliar	34
3.3.3.6 Tapa o tapón del radiador de agua	35
3.3.3.7 Correa	35
3.3.3.8 Termostato	35
3.3.3.9 Mangueras o manguito	35
3.3.3.10 Pre calentador de agua	35
3.3.4 Sistema de admisión y escape de aire	35
3.3.4.1 Filtro de aire	36
3.3.4.2 Indicador de restricción de aire	36
3.3.4.3 Turbo compresor	36
3.3.4.4 Radiador de enfriamiento de aire de carga	36
3.3.4.5 Múltiple de admisión	36
3.3.4.6 Múltiple de escape	36
3.3.4.7 Tubería de escape y silenciador	36
3.3.4.8 Mangueras o tubos	36
3.3.5 Sistema de Combustible	36

3.3.5.1 Tanque de combustible	36
3.3.5.2 Bomba de transferencia de combustible	36
3.3.5.3 Separador de agua – combustible	36
3.3.5.4 Filtros de combustibles	36
3.3.5.5 Línea de suministro de baja presión y retorno de combustible	37
3.3.5.6 Bomba de inyección Robert Bosch	38
3.3.5.7 Líneas de combustibles de alta presión	38
3.3.5.8 Inyectores	38
3.3.5.9 Solenoide de cierre de combustible gobernador	38
3.3.6 Sistema de Aceite de Lubricación	38
3.3.6.1 Filtro de aceite	38
3.3.6.2 Varilla de aceite	38
3.3.6.3 Tapón de drenado de aceite	38
3.3.7 Sistema de control	38
3.3.7.1 Características Generales	39
3.3.7.2 Interfase de Operador	39
3.3.7.3 Medidas e Instrumentación	40
3.3.7.4 Apagado de Protección y Señalización	40
3.3.7.5 Indicación de Alarmas	41
3.3.8 Generador	41
3.3.9 Transferencia	42
3.3.9.1 Transferencia de la Planta de Emergencia del CENTIC	42
3.3.9.2 Transferencia de la Planta de Emergencia de Ciencias Humanas	45
3.3.10 Ubicación	47
3.4 PLANTA DE EMERGENCIA DEL AUDITORIO LUIS A. CALVO	48
3.4.1 Motor	49
3.4.2 Sistema Eléctrico del Motor	49
3.4.2.1 Batería	49
3.4.2.2 Alternador	49
3.4.2.3 Motor de arranque	50

3.4.2.4 Cargador de batería	50
3.4.2.5 Distribuidor de corriente	50
3.4.2.6 Cables de alta	50
3.4.2.7 Bujías	51
3.4.2.8 Bobina	51
3.4.2.9 Panela electrónica	51
3.4.3 Sistema de Refrigeración	52
3.4.3.1 Radiador	52
3.4.3.2 Ventilador	52
3.4.3.3 Bomba de agua	52
3.4.3.4 Tapa o tapón del radiador de agua	52
3.4.3.5 Correa	52
3.4.3.6 Mangueras o manguito	52
3.4.3.7 Pre calentador de agua	52
3.4.4 Sistema de Admisión y Escape de Aire	52
3.4.4.1 Filtro de aire	52
3.4.4.2 Múltiple de admisión	53
3.4.4.3 Múltiple de escape	53
3.4.4.4 Tubería de escape y silenciador	53
3.4.4.5 Mangueras o tubos	53
3.4.5 Sistema de combustible	53
3.4.5.1 Red de suministro	53
3.4.5.2 Contador	54
3.4.5.3 Regulador	54
3.4.5.4 Tubería de suministro	54
3.4.5.5 Electro válvula	54
3.4.5.6 Llave de paso	54
3.4.5.7 Carburador	54
3.4.6 Sistema de Aceite de Lubricación	55
3.4.6.1 Filtro de aceite	55

3.4.6.2 Varilla de aceite	55
3.4.6.3 Tapón de drenado de aceite	55
3.4.7 Sistema de Control	55
3.4.7.1 Indicadores	56
3.4.7.2 Alarmas Luminosas	57
3.4.7.3 Interruptores	58
3.4.7.4 Reóstato de Tensión	59
3.4.8 Generador	59
3.4.9 Transferencia	59
3.4.9.1 Vigilante de tensión	60
3.4.9.2 Temporizadores	60
3.4.9.3 Contactores	60
3.4.9.4 Protección	60
3.4.9.5 Interruptores de control	60
3.4.9.6 Supresor de picos	60
3.4.10 Ubicación	61
4. PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO	62
4.1 INTRODUCCIÓN	62
4.2 SEGURIDAD Y PRECAUCIONES	63
4.2.1 Elementos de protección personal (EPP)	63
4.2.2 Herramientas	64
4.2.3 Precauciones para el mantenimiento	65
4.3 HOJA DE VIDA DE LA PLANTA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA	66
4.4 PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	67
4.4.1 Mantenimiento semanal	68
4.4.2 Mantenimiento Trimestral o cada 250 horas	72
4.4.3 Mantenimiento semestral o cada 500 horas	77
4.4.4 Mantenimiento anual o cada 1000 horas	82
4.5 PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	85

5. CARACTERIZACIÓN DE LAS PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	87
5.1 CARACTERIZACION DE LA PLANTA ELECTRICA DE EMERGENCIA DEL EDIFICIO DE ADMINISTRACION	87
5.1.1 Análisis del Barraje del Transformador (TRF) de 200KVA	88
5.1.2 Análisis del Barraje del Transformador (TRF) de 75 KVA	101
5.2 CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL GRUPO ELECTROGENO DEL EDIFICIO DE ADMINISTRACION DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	113
5.3 CARACTERIZACION PLANTA DEL AUDITORIO LUIS A. CALVO	114
6. CRITERIOS PARA LA SELECCION DE UN GRUPO ELECTROGENO	123
6.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE UNA PLANTA DE EMERGENCIA PARA EDIFICACION NUEVA	123
6.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE UNA PLANTA DE EMERGENCIA DE UNA EDIFICACION EXISTENTE	125
6.3 CRITERIOS A TENER EN CUENTA PARA ESCOGER EL PRIMO MOTOR DE UN GRUPO ELECTROGENO	126
6.4 CRITERIOS A TENER EN CUENTA PARA ESCOGER EL GENERADOR DE UN GRUPO ELECTROGENO	128
CONCLUSIONES	130
BIBLIOGRAFIA	132
ANEXOS	133

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Placa característica del motor.	8
Tabla 2. Generador	27
Tabla 3. Placa característica del motor.	33
Tabla 4. Generador	42
Tabla 5. Parámetros del tablero de control VORKOM I	46
Tabla 6. Placa característica del motor.	49
Tabla 7. Generador.	59
Tabla 8. Herramientas	64
Tabla 9. Cuadro inicial de tensiones y corrientes en el barraje del transformador de 200 KVA	88
Tabla 10. Valores máximos de potencia activa y reactiva en el barraje del TRF de 200 KVA.	100
Tabla 11. Cuadro inicial de tensiones y corrientes en el barraje del transformador de 75 KVA	101
Tabla 12. Valores máximos de potencia activa y reactiva en el barraje del TRF de 75 KVA.	112

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Motor	7
Figura 2. Batería	9
Figura 3. Alternador	9
Figura 4. Motor de arranque	10
Figura 5. Cargador de baterías	10
Figura 6. Sistema de Refrigeración	11
Figura 7. Radiador	11
Figura 8. Ventilador	12
Figura 9. Bomba de agua	12
Figura 10. Filtro de agua refrigerante.	13
Figura 11. Tapa o tapón del radiador de agua	13
Figura 12. Correa	14
Figura 13. Sistema de admisión y escape de aire	15
Figura 14. Filtro de aire	15
Figura 15. Indicador de restricción de aire	16
Figura 16. Turbo compresor	17
Figura 17. Radiador de enfriamiento de aire de carga	17
Figura 18. Tubería de escape y silenciador	18
Figura 19. Sistema de combustible	19
Figura 20. Tanque de combustible	19
Figura 21. Bomba de transferencia de combustible	20
Figura 22. Selenoide de cierre de combustible	22
Figura 23. Filtro de aceite	22
Figura 24. Tapón de drenado y varilla de aceite	23
Figura 25. Sistema de control	23
Figura 26. Transferencia 1.	27
Figura 27. Transferencia 2	30

Figura 28. Vigilante de tensión	30
Figura 29. Temporizadores	31
Figura 30. Contactores	31
Figura 31. Protección	31
Figura 32. Interruptores de control	32
Figura 33. Tanque auxiliar	35
Figura 34. Pre calentador de agua	35
Figura 35. Sistema de Control	39
Figura 36. Transferencia del CENTIC	42
Figura 37. Transferencia de CIENCIAS HUMANAS	45
Figura 38. Motor	49
Figura 39. Distribuidor de corriente	50
Figura 40. Cables de alta	50
Figura 41. Bobina	51
Figura 42. Panela electrónica	51
Figura 43. Filtro de aire	52
Figura 44. Sistema de combustible	53
Figura 45. Carburador	55
Figura 46. Filtro de Aceite	55
Figura 47. Sistema de Control	56
Figura 48. Transferencia	60
Figura 49. Supresor de picos.	61
Figura 50. Elementos de protección personal (EPP)	63
Figura 51. Etiqueta de advertencia.	65
Figura 52. Advertencia de temperatura.	66
Figura 53. Nivel del refrigerante.	70
Figura 54. Nivel aceite	70
Figura 55. Separador de agua	71
Figura 56. Sistema de admisión de aire	72
Figura 57. Filtro de aire	73

Figura 58. Indicador de restricción	74
Figura 59. Drenado del aceite.	75
Figura 60. Cambio del filtro de aceite.	75
Figura 61. Rosca del tapón de drenado.	75
Figura 62. Llenado de los filtros de aceite.	76
Figura 63. Llenado del motor.	76
Figura 64. Nivel del aceite.	76
Figura 65. Drenado del refrigerante.	77
Figura 66. Cambio del filtro del refrigerante.	78
Figura 67. Instalación del filtro del refrigerante.	78
Figura 68. Válvula del refrigerante.	78
Figura 69. Cambio de los filtros de combustible.	79
Figura 70. Filtros de combustible.	80
Figura 71. Instalación de los filtros de combustible	80
Figura 72. Tornillo de purga.	81
Figura 73. Purgado del aire en líneas de combustible.	82
Figura 74. Tapa de válvulas.	83
Figura 75. Engrane del motor.	84
Figura 76. Ajuste de válvulas.	84
Figura 77. Sello de hule	85
Figura 78. Curva de demanda de corriente de la fase uno TRF 200 KVA.	90
Figura 79. Curvas de demanda de corriente de la fase dos TRF 200 KVA.	91
Figura 80. Curvas de demanda de corriente de la fase tres TRF 200 KVA.	92
Figura 81. Curva de demanda de potencia activa de la fase uno TRF 200 KVA.	94
Figura 82. Curvas de demanda de potencia reactiva de la fase uno TRF 200 KVA.	95
Figura 83. Curvas de demanda de potencia activa de la fase dos TRF 200 KVA.	96

Figura 84. Curvas de demanda de potencia reactiva de la fase dos TRF 200 KVA.	97
Figura 85. Curvas de demanda de potencia activa de la fase tres TRF 200 KVA.	98
Figura 86. Curvas de demanda de potencia reactiva de la fase 3 TRF 200 KVA.	99
Figura 87. Curva de demanda de corriente de la fase uno. TRF 75 KVA.	102
Figura 88. Curva de demanda de corriente de la fase dos. TRF 75 KVA.	103
Figura 89. Curvas de demanda de corriente de la fase tres. TRF 75 KVA.	104
Figura 90. Curva de demanda de potencia activa de la fase uno. TRF 75 KVA.	106
Figura 91. Curvas de demanda de potencia reactiva de la fase uno. TRF 75 KVA.	107
Figura 92. Curva de demanda de potencia activa de la fase dos. TRF 75 KVA.	108
Figura 93. Curva de demanda de potencia reactiva de la fase dos. TRF 75 KVA.	109
Figura 94. Curva de demanda de potencia activa de la fase tres. TRF 75 KVA.	110
Figura 95. Curva de demanda de potencia reactiva de la fase tres. TRF 75 KVA.	111
Figura 96. Corriente de la fase 1	115
Figura 97. Corriente de la fase 2	116
Figura 98. Corriente de la fase 3	117
Figura 99. Demanda de potencia activa de la fase 1	119
Figura 100. Demanda de potencia activa de la fase 2	120
Figura 101. Demanda de potencia activa de la fase 3	121

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Formato de hoja de vida de las plantas eléctricas de emergencia	134
Anexo B. Formato de protocolo de mantenimiento preventivo	135
Anexo C. Formato de protocolo de mantenimiento correctivo	136

RESUMEN

MANTENIMIENTO DE LAS PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, SELECCION, INVENTARIO, CARACTERIZACIÓN Y PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

AUTORES: ROMERO BERMUDEZ, FABIÁN JOSÉ
MARTINEZ DE LA HOZ, JOSÉ ALBERTO **

PALABRAS CLAVES: Mantenimiento, Preventivo, Correctivo, Caracterización, Criterio, Grupos Electrónos.

En este proyecto se tratan varios aspectos relacionados con las plantas eléctricas de emergencia instaladas en los edificios de Administración, Ciencias Humanas, Centic y el auditorio Luis A. Calvo. Uno de estos aspectos es un inventario detallado de los grupos electrónos de la universidad industrial de Santander que hacen parte de este proyecto, este inventario cuenta además con una breve descripción del funcionamiento de cada una de las partes que componen las plantas eléctricas de emergencia.

Después de este inventario encontramos los protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo, el protocolo de mantenimiento preventivo cuenta con cuatro etapas, y deben realizarse una vez se haya cumplido alguna de las condiciones que se enuncian a continuación y siguiendo los pasos establecidos en cada uno de los formatos.

1. Semanal o después de cada arranque.
2. Trimestral o cada 250 horas.
3. Semestral o cada 500 horas.
4. Anual o cada 1000 horas.

También encontraremos la caracterización de las plantas eléctricas de emergencia donde se muestra claramente los problemas que actualmente están presentando, esta caracterización muestra las curvas de corrientes y de potencia necesarias para determinar el comportamiento y el tipo de problemas que están presentando, así como el planteamiento de algunas soluciones.

Por último se tiene una serie de criterios que son de gran importancia al momento de escoger un grupo electróno. Estos criterio aunque no brindan todas la pautas necesarias para hacer una buena selección si dan una idea general del equipo que se necesita instalar.

* Proyecto de Grado.

** Facultad de Ingeniería Físico-Mecánica, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica Y Telecomunicaciones, Director: M.P.E José Alejandro Amaya Palacio.

ABSTRACT

TITLE: MAINTENANCE OF THE EMERGENCY POWER SYSTEM OF THE INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER, SELECTION, INVENTORY, CHARACTERIZATION AND PROTOCOL OF PREVENTIVE MAINTENANCE AND CORRECTIVE

**AUTHORS: ROMERO BERMUDEZ, FABIÁN JOSÉ
MARTINEZ DE LA HOZ, JOSÉ ALBERTO ****

KEYWORDS: Maintenance, Preventive, Corrective, Characterization, Criterion, Generator Sets.

In this project are several aspects related to the electrical plants emergency installed in the buildings of Administration, Human Sciences, CENTIC and the audience Luis A. Calvo. One of this aspects is a detailed inventory of the generator sets of the Industrial University of Santander that are part of this project, this inventory counts in addition on a brief description to the operation of each one of the parts that compose the electrical plants of emergency.

After this inventory we found the protocols of preventive maintenance and corrective, the protocol of preventive maintenance account with four stages, and must be made once has been fulfilled some of the conditions that are enunciated next and following the steps established in each one of the formats.

- Weekly or after each starting.
- Quarterly or every 250 hours.
- Semester or every 500 hours.
- Annual or every 1000 hours.

Also we will find the characterization of the electrical plants of emergency where one is clearly the problems that at the moment are presenting, this characterization shows the curves of currents and power necessary to determine the behavior and the kind of problems that are presenting, as well as the exposition of some solutions.

Finally a series of criteria is had that are of great importance at the time of choosing a generator set. These criterion although does not offer all the guidelines necessary to make a good selection if they give a general concept of the equipment that is needed to install.

* Degree Thesis

** Faculty of Mechanical Engineering Physical, School of Electrical Engineering, Electronics And Telecommunications. Director: M.P.E Amaya Jose Alejandro Palacio.

INTRODUCCIÓN

Cada vez que se enciende una bombilla, un televisor o cualquier otro aparato de funcionamiento eléctrico, estamos haciendo uso de una de las fuentes de energía más apreciadas e importantes que el ser humano haya podido concebir, y es que sin la energía eléctrica la civilización ya no sería lo que es en la actualidad; progreso y calidad de vida. La energía eléctrica, tal y como la conocemos hoy, la producen grandes alternadores de corriente alterna instalados en centrales eléctricas. En muchas ocasiones y por diversas razones el suministro de energía eléctrica se hace imposible de suministrar, por lo que en determinadas circunstancias se hace uso de máquinas que suplen este déficit, máquinas que se les conoce como grupos electrógenos o de emergencia. Son máquinas que mueven un generador a través de un motor de combustión interna.

Debido al crecimiento de las diferentes cargas y la fragilidad de algunas de ellas, es necesario mantener la continuidad del suministro de energía eléctrica, es por eso que la Universidad Industrial de Santander implementó el uso de grupos electrógenos para mantener constante el suministro de energía a estas cargas.

Inicialmente la universidad tuvo la necesidad de garantizar la continuidad en la alimentación de dos cargas importantes, que eran la del edificio administrativo y la del auditorio LUIS A CALVO.

Por esto se implementaron plantas de emergencia en cada uno de estos edificios, en el edificio de administración se instaló una planta CUMMINS de 156 KVA DIESEL, mientras que en el auditorio LUIS A CALVO se instaló una planta KOHLER 69 KVA a gas natural.

Más tarde vino la construcción de dos edificios nuevos el CENTIC y HUMANIDADES, en cada uno de estos se instaló una planta CUMMINS de 260 KVA DIESEL.

Cada uno de estos grupos electrógenos a lo largo de su vida de trabajo han venido presentando diferentes clases de problemas como los son problemas de arranque, calentamiento, transferencia de carga entre otros, que no permiten que estas cumplan con su objetivo fundamental.

Pero no solo era la necesidad de contar con estos equipos, también está la responsabilidad de mantener el buen funcionamiento de estos grupos electrógenos, y es por esto que este proyecto busca conseguir que la universidad cuente con todas la herramientas que se necesitan para que estas plantas eléctricas aumenten al máximo su disponibilidad.

Por otra parte, las plantas eléctricas de emergencia pasan desapercibidas la mayor parte del tiempo, pero ante una eventual falla es necesario que operen adecuadamente, de esta forma es importante que se apliquen estrategias periódicas de mantenimiento y protocolos de inspección y chequeo, con el fin de prevenir fallas al momento de operación.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ya que la universidad cuenta con estos sistemas de emergencia se hace necesario hacer un buen control, de manera que se garantice la correcta operación de estos equipos.

Actualmente no se está haciendo un buen control.

Y no se está haciendo un buen control por qué no se cuenta con unas estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo con los que podamos hacer revisiones periódicas a los diferentes elementos de los grupos electrógenos.

Por otra parte no tenemos una documentación exacta que permita conocer con qué tipo de planta cuenta la universidad en estos momentos, que tipo de fallas están presentando, como funcionan, como se deben operar, a que porcentaje se encuentran, como seleccionar una planta entre otros aspectos importantes para caracterizar un equipo.

1.1 JUSTIFICACIÓN

Con el presente trabajo de grado se pretende realizar una labor investigativa en torno a todo lo relacionado con las plantas eléctricas de emergencia, buscando documentar principios de funcionamiento, criterios de selección y algo muy importante como implementar rutinas de mantenimiento preventivo y correctivo de una manera práctica y confiable, además que instalar una planta eléctrica requiere de otros elementos que se deben tener en cuenta, tales como, las transferencias automáticas utilizadas para acoplar el sistema de emergencia a la red. Pero no solo este proyecto de grado se limitará a mostrar el funcionamiento de las plantas eléctricas, sino que también, busca mejorar el monitoreo a las plantas eléctricas

instaladas en la universidad, dado que en la actualidad no se cuentan con las suficientes herramientas para darle un correcto seguimiento a estos equipos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General. Documentar el proceso de selección, inventariar, caracterizar y realizar manuales de mantenimiento para las diferentes plantas eléctricas de emergencia de la Universidad Industrial de Santander, asimismo presentar una propuesta de protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar un inventario de los equipos actualmente instalados.
- Documentar el procedimiento de selección de una planta eléctrica de emergencia
- Caracterizar las plantas eléctricas existentes en la UIS, evaluando la distribución y capacidad de carga, eficiencia, tiempo de arranque, estabilidad, cargabilidad etc.
- Documentar estrategias para realizar el mantenimiento tanto preventivo como correctivo de los diferentes grupos electrógenos instalados y presentar propuestas de mantenimiento preventivo y correctivo.

2. METODOLOGÍA

- Documentación teórica acerca todo lo relacionado con plantas eléctricas de emergencia.
- Caracterización de las plantas eléctricas existentes.
- Inventario de las plantas eléctricas existentes.
- Diseñar las rutinas de mantenimiento y seguimiento de las plantas eléctricas.
- Documentar un procedimiento de selección de una planta eléctrica de emergencia.

3. INVENTARIO DE LOS GRUPOS ELECTROGENOS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

3.1 INTRODUCCIÓN

Un grupo electrógeno está conformado por muchas partes, las cuales operan en conjunto para cumplir su objetivo fundamental, pero como todas las plantas eléctricas de emergencia o grupos electrógenos no son iguales se hace necesario conocer con qué tipo de partes cuenta el equipo, y así poder tomar las decisiones correctas al momento de manipularlo.

Por esta razón en este capítulo se presenta un inventario completo de cada una de las plantas que hacen parte de este proyecto, contará con las partes que conforman los diferentes sistemas del grupo electrógeno, así como una breve explicación de la función que desempeñan en la planta eléctrica de emergencia.

3.2 PLANTA DE EMERGENCIA DEL EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN

Para el inventario de esta planta se tuvo en cuenta todas las partes que se pueden ver a simple vista, ósea que no se incluyen las partes internas del motor.

Esta planta está conformada por los siguientes sistemas:

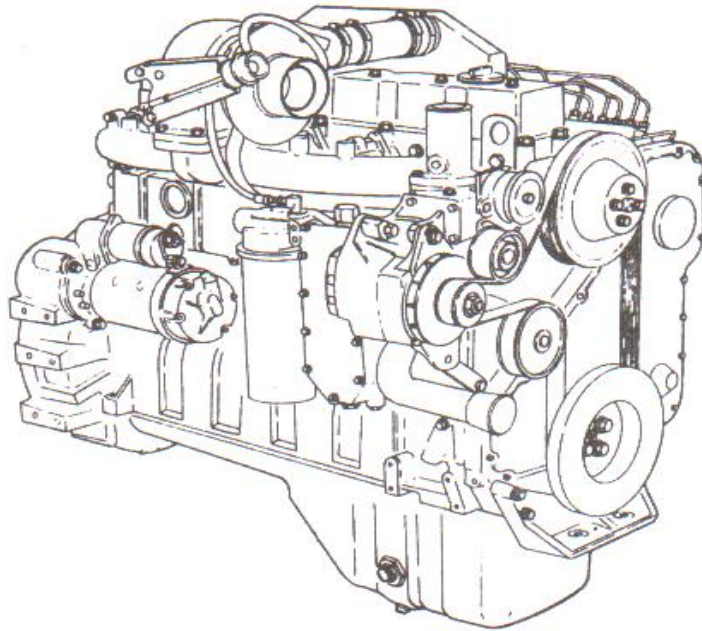
1. Motor.
2. Sistema eléctrico del motor.
3. Sistema de refrigeración.
4. Sistema de admisión y escape de aire.
5. Sistema de combustible.
6. Sistema de aceite y lubricación.
7. Sistema de control.

8. Generador.
9. Transferencia.
10. Ubicación.
11. Observaciones.

A continuación se presenta una breve descripción del equipo y su funcionamiento, desarrollados a partir de la experiencia y con base en los diferentes manuales de Cummins, Stamford, Perkins.

3.2.1 Motor

Figura 1. Motor



Fuente: Tomada del manual de Cummins

Tabla 1. Placa característica del motor.

Engine cert LD	C.I.D / L 505 8.3	SERIE 412	CPL 0.985	Engine serial No 45243846
Timing – TDC 20 Degrees				Cust Spec 100-3024
Valve lash cold int: 0.012 exh: 0.024				Rated HP 207 at 1800 rpm
Frind Order 153624				Fuel rated at rated hp 120 mm ³
Low idle RPM 850	E.C.S.			Model name 6 C T 8.3 – G

Explicación de la nomenclatura de la Tabla 1.

- **C.I.D./L** : Desplazamiento en pulgadas cúbica por litro.
- **C.P.L.** : lista de partes de control.
- **Engine serial No**: número serial del motor.
- **Cust Spec**: especificaciones del cliente.
- **Valve lash cold int 0.012 exh 0.024**: válvula de golpe frío admisión: 0.012 pulgada escape: 0.024 pulgada.
- **Rated Hp 207 at 1800 RPM**: Desarrolla 207 caballos a 1800 revoluciones por minuto.
- **Frind Order**: Número de orden de compra.
- **Fuel rated at rated hp**: Combustible consumido por caballo de fuerza.
- **Low idle RPM**: Revoluciones mínimas del motor.
- **Model name: 6 C T 8.3 - G**

| | | └─ Desplazamiento en litros.
 | | └─ Turbo cargado.
 | └─ Motor serie C.
 └─ Motor de 6 cilindros.

3.2.2 Sistema Eléctrico del Motor

3.2.2.1 Batería. La batería es un dispositivo que almacena energía eléctrica usando procedimientos electroquímicos y que posteriormente la devuelve casi en su totalidad. Esta planta cuenta con dos baterías 4D marca MAC, de 12 voltios 1400 amperes, conectadas en series para producir una tensión de 24 voltios que es la tensión de operación de esta planta. Ver figura 2.

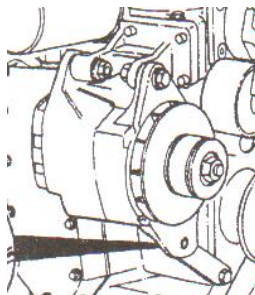
Figura 2. Batería



Fuente: Fotografía tomada por los autores

3.2.2.2 Alternador. Este equipo se encarga de generar potencia suficiente para abastecer todas las necesidades de energía que tenga el motor, una vez que este se encuentra en movimiento, la tensión de servicio de este equipo es de 24 volts. Ver figura 3.

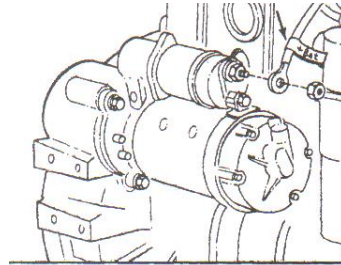
Figura 3. Alternador



Fuente: Tomada del manual de Cummins

3.2.2.3 Motor de arranque. Este es un motor eléctrico de corriente continua a 24 voltios, el cual se encarga de hacer girar el motor DIESEL hasta que este produzca las explosiones suficientes para encender. Ver figura 4.

Figura 4. Motor de arranque



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

3.2.2.4 Cargador de baterías. Debido a que las plantas de emergencia son equipos que pueden tardar en operar, se hace necesario utilizar un cargador de baterías independiente del funcionamiento del motor, garantizando así que las baterías tengan tensión suficiente para hacer funcionar la planta en el momento que se necesite. Ver figura 5.

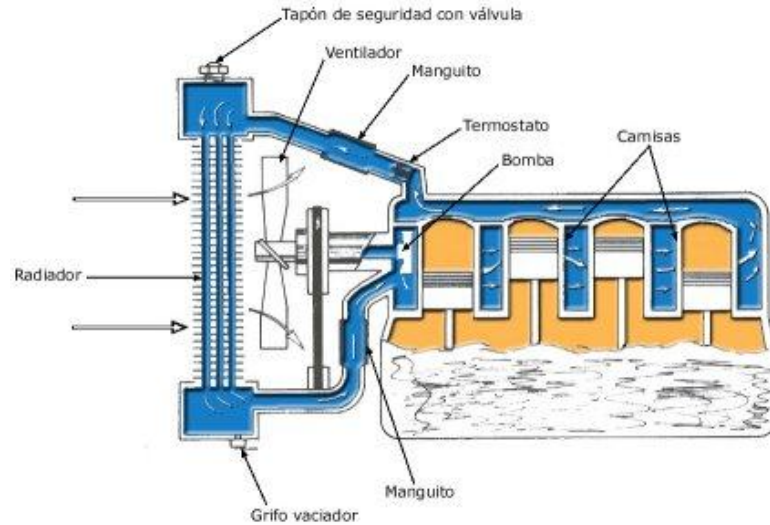
Figura 5. Cargador de baterías



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.2.3 Sistema de Refrigeración. El sistema de refrigeración es el encargado de mantener el motor a una temperatura normal de funcionamiento, este sistema está conformado por los siguientes elementos. Ver figura 6.

Figura 6. Sistema de Refrigeración



Fuente: Tomada de www.almuro.net/sitios/Mecanica/refrigeracion

3.2.3.1 Radiador. Es un dispositivo intercambiador de calor que se encarga de bajar la temperatura del refrigerante que circula por el motor, este proceso se lleva a cabo al hacer circular el refrigerante por varios conductos que están expuestos a un flujo de aire. Ver figura 7.

Figura 7. Radiador

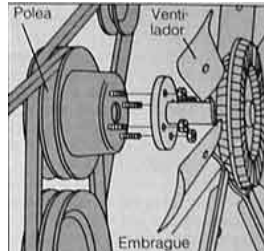


Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.2.3.2 Ventilador. Es un dispositivo que se encarga de hacer circular un flujo de aire sobre el radiador. Este equipo cuenta con 6 aspas y un embrague térmico que

se encarga de regular en función de la temperatura, la cantidad de vueltas que debe dar para suministrar un flujo de aire suficiente para mantener el refrigerante a una temperatura normal de trabajo. Ver figura 8.

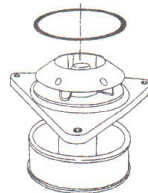
Figura 8. Ventilador



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

3.2.3.3 Bomba de agua. La función de la bomba de agua es impulsar el refrigerante a lo largo de todo el circuito de refrigeración, forzando su velocidad de circulación para así hacer más efectiva la evacuación del calor desarrollado por el motor. Ver figura 9.

Figura 9. Bomba de agua



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

3.2.3.4 Filtro de agua refrigerante. Referencia No WF 2071, este filtro se encarga de purificar el fluido que circula por este sistema, atrapando los contaminantes que se produzca durante su funcionamiento o que ingresen por factores externos. Los filtros que contienen aditivos suplementarios (SCA) distribuirán estos productos químicos para mantener el pH, combatir la erosión,

resistir la acumulación de depósitos y reducir la erosión por cavitación en los motores. Ver figura 10.

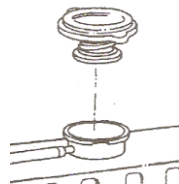
Figura 10. Filtro de agua refrigerante.



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.2.3.5 Tapa o tapón del radiador de agua. 7 libras de presión marca TITAN. Al igual que todas las partes del sistema de refrigeración la tapa o tapón del radiador cumple una función muy importante en el proceso de refrigeración del motor, ya que esta cuenta con unas características propias del sistema. En este caso la presión que inhibe la ebullición y aumenta la temperatura de funcionamiento lo cual trae consigo un mejor aprovechamiento del calor para generar potencia. Ver figura 11.

Figura 11. Tapa o tapón del radiador de agua

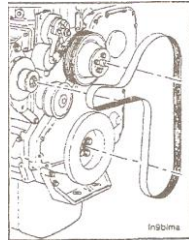


Fuente: Tomada del manual de Cummins.

3.2.3.6 Termostato. Es el componente de un sistema de control simple que abre o cierra un circuito eléctrico en función de la temperatura.

3.2.3.7 Correa. Este componente es el encargado de transmitir potencia del motor al ventilador y alternador para que estos giren y cumplan con su respectivo objetivo. Ver figura 12.

Figura 12. Correa

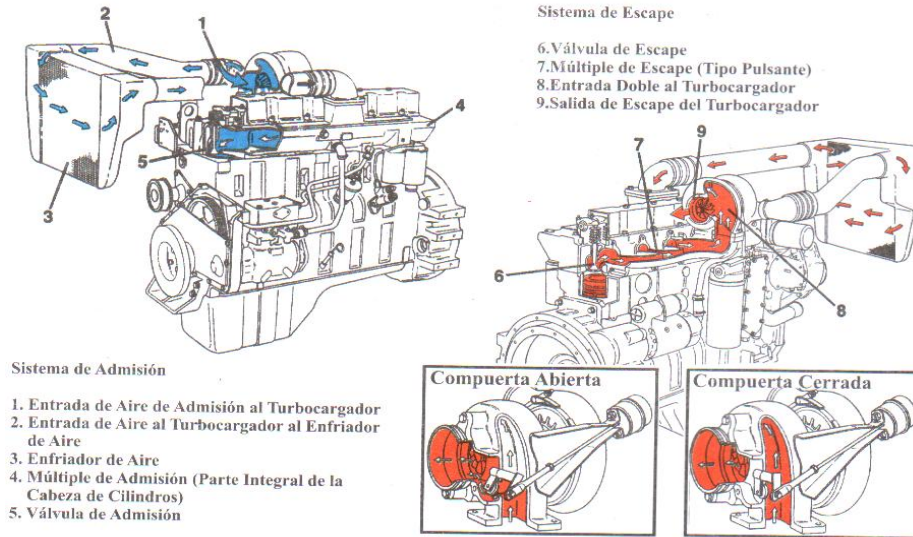


Fuente: Tomada del manual de Cummins.

3.2.3.8 Mangueras o manguito. Estas son todas aquellas que se usan para acoplar las diferentes partes del sistema de refrigeración, como lo son el radiador, la bomba de agua entre otras.

3.2.4 Sistema de Admisión y Escape de Aire. El sistema de admisión es el encargado de llevar el aire a los cilindros del motor para que se pueda realizar las respectivas explosiones, mientras que el sistema de escape se encarga de sacar los vapores de la combustión al exterior, reduciendo el ruido, la velocidad y las temperaturas de estos vapores. Ver figura 13.

Figura 13. Sistema de admisión y escape de aire



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

3.2.4.1 Filtro de aire. Los motores de combustión interna requieren de suficiente oxígeno para trabajar de manera adecuada. El oxígeno lo toman del ambiente, sin embargo, el aire del ambiente posee partículas suspendidas (polvo) las cuales deben ser filtradas para evitar introducirlas al motor y afectar su eficiencia.

El filtro de aire debe retener los contaminantes existentes en el aire que entra al motor, permitiendo a su vez el suficiente flujo de aire hacia este. Ver figura 14.

Figura 14. Filtro de aire



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.2.4.2 Indicador de restricción de aire. Este es un dispositivo que se encuentra localizado entre el filtro de aire y el múltiple de admisión. Sirve para identificar el estado del sistema de admisión de aire, ya que por medio de este, podemos establecer si el aire fluye de manera normal hacia el interior de las cámaras de combustión del motor, o si hay algún tipo de restricción. Esto se logra por que al momento de bloquearse o restringirse el flujo de aire hacia el interior del motor, la presión de succión aumenta extrayendo del indicador una parte de el que nos da una señal. Ver figura 15.

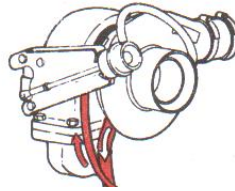
Figura 15. Indicador de restricción de aire



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.2.4.3 Turbo compresor. El turbocompresor consiste en una turbina movida por los gases de escape en cuyo eje hay un compresor centrífugo que toma el aire a presión atmosférica antes o después de pasar por el filtro de aire, luego lo comprime antes de introducirlo en los cilindros. Este aumento de la presión de la carga consigue introducir en el cilindro un mayor volumen de mezcla (carga combustible) que el volumen actual del cilindro permitiría a presión atmosférica, obteniendo el motor más potencia que un motor atmosférico de cilindrada equivalente. Ver figura 16.

Figura 16. Turbo compresor

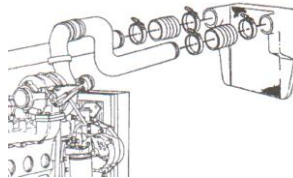


Fuente: Tomada del manual de Cummins.

3.2.4.4 Radiador de enfriamiento de aire de carga. El aire al ser comprimido se calienta y pierde densidad; es decir en un mismo volumen tenemos menos masa de aire, por lo que se quemara menor cantidad de combustible y, en consecuencia, se genera menos potencia. Además, al aumentar la temperatura de admisión aumenta el peligro de pistoneó o picado y se reduce la vida útil de muchos componentes por exceso de temperatura.

Para disminuir esta problemá se interpone entre el turbocompresor y la admisión un "intercambiador de calor" o "intercooler". Este sistema reduce la temperatura del aire, con lo que se recupera la densidad de éste. Ver figura 17.

Figura 17. Radiador de enfriamiento de aire de carga



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

3.2.4.5 Múltiple de admisión. Consiste en una serie de conductos (Un conducto por cada cilindro que se unen para formar uno solo), que se encarga de llevar la cantidad de aire necesario a los cilindros del motor para que se pueda llevar acabo el proceso de combustión.

3.2.4.6 Múltiple de escape. Consiste de una serie de conductos (Un conducto por cada cilindro que muchas veces se unen para formar uno solo) por donde son evacuados los gases resultantes de la combustión.

3.2.4.7 Tubería de escape y silenciador. Desde que los gases salen de cada uno de los cilindros tienen una alta temperatura y están a alta presión. Si ellos son extraídos al aire exterior libremente, el equipo haría demasiado ruido producto de las explosiones de la combustión. A fin de prevenir esta condición, se instala un silenciador que se encarga de reducir la velocidad de los gases y el ruido producido. Ver figura 18.

Figura 18. Tubería de escape y silenciador

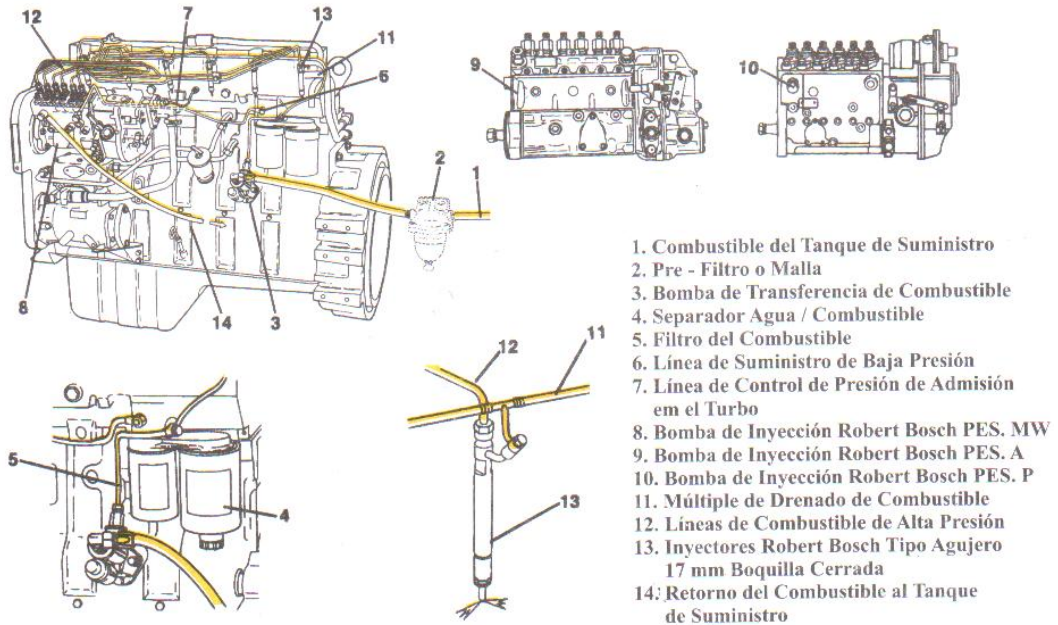


Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.2.4.8 Mangueras o tubos. Esta son todas aquellas que se usan para acoplar las diferentes parte del sistema de admisión y escape, como lo son el turbo cargador con el filtro de aire, el turbo cargador con el múltiple de admisión, el múltiple de escape con el silenciador, entre otras partes.

3.2.5 Sistema de Combustible. El sistema de combustible se encarga de tomar el combustible del tanque de almacenamiento y llevarlo a altas presiones hasta los cilindros de combustión. Ver figura 19.

Figura 19. Sistema de combustible



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

3.2.5.1 Tanque de combustible. Este tiene una capacidad de 0.40914 metros cúbicos lo que es equivalente a 108.1 galones. Este debe ser llenado con gasoil ACPM que es el combustible usado por los motores DIESEL. Ver figura 20.

Figura 20. Tanque de combustible

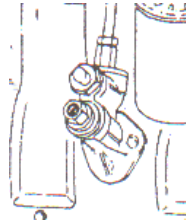


Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.2.5.2 Bomba de transferencia de combustible. Sirve para absorber combustible del depósito y suministrarlo a determinada presión a la cámara de

admisión de la bomba de inyección, a través de un filtro de combustible. Ver figura 21.

Figura 21. Bomba de transferencia de combustible



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

3.2.5.3 Separador de agua – combustible. Referencia No FS 1280. En el trayecto que recorre el gasoil desde el tanque de combustible hasta los inyectores pasa por un separador de agua donde quedarán las gotas de condensación, las gotas de agua caen al fondo del filtro por su propio peso con respecto al del diesel, la mayor cantidad de partículas quedan atrapadas en el elemento filtrante.

3.2.5.4 Filtros de combustibles. Referencia No FF 5052. Los filtros de combustible se utilizan para proteger el sistema de combustible contra suciedad, óxido, incrustaciones y contaminantes de agua que pueden taponar o desgastar los carburadores e inyectores de combustible y causar un rendimiento deficiente y un fallo del motor.

3.2.5.5 Línea de suministro de baja presión y retorno de combustible. La línea de baja presión del sistema de combustible está conformada por todos aquellos tubos que manejan el gasoil, desde el tanque de combustible hasta la bomba de inyección y los que van desde la bomba de inyección hasta el tanque de combustible (Tubería de retorno).

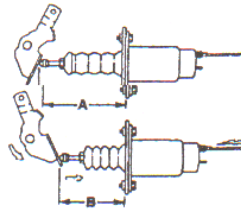
3.2.5.6 Bomba de inyección Robert Bosch. Este dispositivo se encarga de bombear el combustible a una gran presión que oscila entre 1500 y 1600 bares, enviando este a través de la línea de alta presión hasta los inyectores donde es pulverizado el combustible en los cilindros de acuerdo con la secuencia de encendido. Esta bomba es movida por la rotación del cigüeñal vía engranaje de distribución.

3.2.5.7 Líneas de combustibles de alta presión. De esta línea de alta presión hacen parte todos los tubos que van desde la bomba de inyección hasta cada uno de los inyectores del sistema.

3.2.5.8 Inyectores. Robert Bosch tipo agujero, 17mm boquilla cerrada. Los inyectores se encarga de vaporizar el combustible a altas presiones dentro de los cilindros de combustión, los inyectores abren y cierran automáticamente de acuerdo con la presión del combustible.

3.2.5.9 Solenoide de cierre de combustible. Se trata de una electroválvula que abre o cierra el circuito de entrada de combustible al pistón distribuidor de la bomba de inyección, con lo que permite o imposibilita la inyección de combustible por parte de la bomba. La electroválvula se acciona cuando a ella se aplica un pulso de corriente dejando libre el paso de combustible y se desconecta al quitar el pulso de corriente cerrando el paso de combustible, este proceso también puede ser de forma inversa. Ver figura 22.

Figura 22. Selenoide de cierre de combustible



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

3.2.6 Sistema de Aceite de Lubricación. Este se encarga de llevar el aceite a todas esas partes que necesitan de lubricación para óptimo funcionamiento, ya que muchas partes del motor están en constante fricción. Este sistema tiene una capacidad 23.8 litros lo que es equivalente a 6.28 galones de aceite 15W - 40.

3.2.6.1 Filtro de aceite. Referencia No LF 3000. Este es un elemento colocado en el circuito de lubricación, y sirve para recoger las impurezas que están en suspensión en el aceite y que pueden ocasionar daños en las piezas lubricadas. Ver figura 23.

Figura 23. Filtro de aceite



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.2.6.2 Varilla de aceite. Esta se usa para medir el nivel de aceite del motor.

3.2.6.3 Tapón de drenado de aceite. Este se encarga de bloquear un orificio que se encuentra en la parte más baja del cárter, y se usa para drenar el aceite del motor, este se puede quitar con una llave de 17 mm. Ver figura 24.

Figura 24. Tapón de drenado y varilla de aceite



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.2.7 Sistema de Control. Este se encarga de monitorear, sensar y controlar el funcionamiento de la planta de emergencia, utilizando medidores análogos. Ver figura 25.

Figura 25. Sistema de control



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.2.7.1 Indicadores

HOROMETRO. Este se encarga de medir el tiempo de trabajo de la planta.

INDICADORES DEL GENERADOR

Medidor de tensión: Se encarga de Mostrar la tensión existente entre los puntos seleccionados por el selector de medida, este tiene dos escalas de medida, una de 0 a 600 volts y la otra de 0 a 300 volts, La escala de 0 a 600 varía en intervalos de 100 volts, mientras que la escala de 0 a 300 volts varía en intervalos de 50 volts.

Medidor de corriente: Este se encarga de mostrar la corriente que circula entre los puntos seleccionados por el selector de medida, este tiene dos escalas de medida, una de 0 a 250 amperes y otra de 0 a 500 amperes. La escala de 0 a 250 varía en intervalos de 50 amperes, mientras que la escala de 0 a 500 amperes varía en intervalos de 100 amperes.

Medidor de frecuencia y velocidad del rotor: Este tiene dos escalas de medida, una para medir frecuencia y otra para medir velocidad del rotor. La escala de frecuencia va de 45 a 65 Hz en intervalos de 5 hertz. Mientras que la escala de revoluciones va de 1350 a 1950 RPM en intervalos de 150 RPM.

INDICADORES DEL MOTOR

Medidor de presión de aceite: Este tiene dos escalas de medida, una de 0 a 100 PSI y otra de 0 a 600 kpa. La escala de 0 a 100 varía en intervalos de 50 PSI, mientras que la escala de 0 a 600 varía en intervalos de 300 kpa.

Medidor de temperatura: Este tiene dos escalas de medida, una de 100 a 250 grados Fahrenheit y otra de 40 a 120 grados Celsius. La escala de 100 a 250

varía en intervalos de 75 grados farenheit, mientras que la escala de 40 a 120 varía en intervalos de 40 grados Celsius.

Medidor de tensión: Este tiene una escala de medida que va de 16 a 32 volts y varia en intervalos de 8 volts.

ALARMAS LUMINOSAS

- **RUN:** Se enciende cuando la planta esta prendida.
- **LO OIL PRESS:** Se enciende cuando la presión de aceite esta baja.
- **HI ENG TEMP:** Se enciende cuando la temperatura del motor es elevada.
- **OVER SPEED:** Se enciende cuando la velocidad del grupo motor generador es muy alta.

INTERRUPTORES

- **INTERRUPTOR DE ENCENDIDO DE LA PLANTA:** este tiene tres estados de conmutación RUN, STOP y REMOTE. La posición RUN es para encender la planta de manera manual, STOP es para que la planta no encienda y REMOTE es para que la planta encienda de manera automática.

- **INTERRUPTOR DE MANTENIMIENTO:** este tiene tres estados de conmutación ALTO, MEDIO Y BAJO. La posición ALTO es para encender una lámpara que ilumina el tablero de control, MEDIO es para no realizar ninguna operación y BAJO es para revisar que las alarmas luminosas se encuentran en perfecto estado.

- **INTERRUPTOR SELECTOR DE MEDIDA:** Este tiene siete estados de conmutación que son:

Posición 1: Me permite medir la tensión entre las líneas L1 Y L2 del generador y la corriente que circula por la línea L1.

Posición 2: Me permite medir la tensión entre las líneas L2 Y L3 del generador y la corriente que circula por la línea L2.

Posición 3: Me permite medir la tensión entre las líneas L3 Y L1 del generador y la corriente que circula por la línea L3.

Posición 4: Me permite medir la tensión entre las líneas L1 Y L0 del generador y ninguna medida de corriente.

Posición 5: Me permite medir la tensión entre las líneas L1 Y L2 del generador y la corriente que circula por la línea L1.

Posición 6: Me permite medir la tensión entre las líneas L1 Y L2 del generador y la corriente que circula por la línea L2.

Posición 7: Esta posición es para desactivar los medidores de tensión y corriente.

REOASTATO DE TENSION: Este me permite controlar la tensión de salida del generador y mantener esta dentro de la regulación permitida.

3.2.8 Generador. A continuación se muestran los datos de placa.

Modelo No	125DGer
Serial No	I950587605
Frecuencia	60 Hz 1800 RPM
Factor de potencia	0.8/1.0
1 fase	83.3 KVA
3 fases	125 KW: 156 KVA

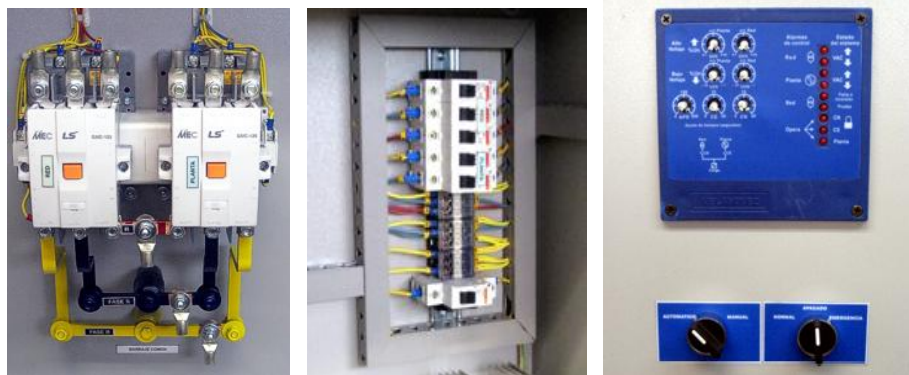
Tabla 2. Generador

Voltaje (voltios)	Corriente (Amper)
120 / 208	434
127 / 220	410
139 / 240	376

3.2.9 Transferencia. Esta es la encargada de transferir las cargas desde la red principal a la planta eléctrica de emergencia al momento de sensor alguna de las fallas programadas, y de retornar la carga a la red principal una vez esta se encuentre normalizada. Este grupo electrógeno maneja dos transferencias debido a que la carga del edificio de administración cuenta con dos transformadores uno de 200 KVA y otro de 75 KVA.

3.2.9.1 Transferencia 1. Su funcionamiento es automatizado con el Control Automático de Transferencia VELASQUEZ, mediante el uso del sistema de contactores. Esta transferencia es la que corresponde a la carga manejada por el transformador de 200 KVA. Ver figura 26.

Figura 26. Transferencia 1.



Fuente: Tomada de www.velasquez.com.co

El interruptor de transferencia automático con contactores es un dispositivo eléctrico que se puede operar de manera automática o prueba y puede trabajar en forma trifásica o monofásica, este dispositivo se encarga de:

1. Sensar el voltaje suministrado por la electrificadora y desconecta el sistema del suministro normal en caso de fallas por: Bajo voltaje, Alto voltaje, Falta de fase e Inversión en la secuencia de fases.
2. Ordenar que el arrancador automático de la planta de emergencia, la haga funcionar.
3. Conectar el sistema al suministro de emergencia, una vez la planta se encuentre generando normalmente y el voltaje no sea, ni alto ni bajo.
4. Pasar de nuevo la carga al suministro normal, cuando éste se restablezca.
5. Permite que la planta de emergencia trabaje un tiempo en vacío con el fin de disminuir la temperatura del motor.

Esta transferencia cuenta con:

Señalización. Las transferencias suministra la siguiente señalización por medio de leds que se encienden cuando indican que:

- CN cerrado (Contactor de red).
- CE cerrado (Contactor de planta).
- Opera la planta
- Voltaje alto emergencia
- Voltaje bajo emergencia
- Voltaje alto normal
- Falta o inversión de fase
- Voltaje bajo normal
- Prueba

Calibraciones. El control de calibración análoga ITAC2K permite calibrar exteriormente mediante diales el punto de disparo, por alto voltaje y bajo voltaje

para cada uno de los dos suministros, tanto en red como en planta. El rango de ajuste es de:

- Para alto voltaje: 0 -+30%
- Para bajo voltaje: -30 - 0%

Temporizaciones. Con ajuste continuo

- 0-30 segundos normal a emergencia
- 0-30 segundos emergencia a normal

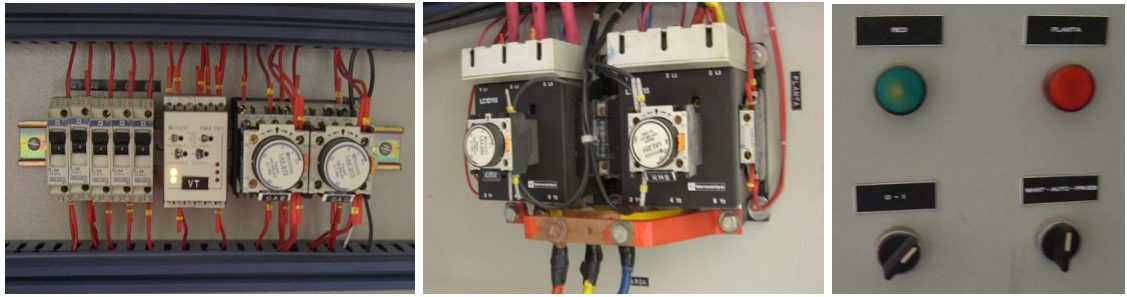
Protección. El circuito de control está protegido por medio de seis interruptores termo magnéticos - minibreakers - mono polar.

Interruptores de control. Dos interruptores uno de dos posiciones que controla la red y otro de tres posiciones para la planta, el de dos posiciones permite colocar la transferencia en modo automático o manual mientras que el de tres posiciones permite colocar en modo apagado, normal o emergencia

Contactores. Estos hacen parte del sistema de fuerza. Hay dos, marca LG y referencia GMC-400, uno de estos es para la red principal y el otro corresponde a la planta eléctrica, estos son los que se encargan de pasar la carga de la red principal a la planta y viceversa.

3.2.9.2 Transferencia 2. Esta transferencia corresponde al transformador de 75 KVA, y está compuesta por los siguientes elementos. Ver figura 27.

Figura 27. Transferencia 2



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

Vigilante de tensión. Este equipo se puede calibrar para bajas y altas tensiones, se encarga de vigilar en qué momento hay: ausencia de tensión en la red, caídas de tensión de la red o tensiones peligrosas. Una vez detectadas cualquiera de estas fallas da una orden que permite sacar el contactor de red principal y meter el contactor de la planta y así mismo encender la planta de emergencia para que esta se encargue de suministrar la potencia eléctrica a la carga. Ver figura 28.

Figura 28. Vigilante de tensión



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

Temporizadores: Debido a que el vigilante de tensión no tiene control de tiempo de las respuestas se hace necesario la utilización de temporizadores para retardarlas cierto tiempo. Ver figura 29.

Figura 29. Temporizadores



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.2.9.3 Contactores. Hay dos contactores marca Telemecanique, referencia LC1D115 , uno de estos es para la red principal y el otro corresponde a la planta eléctrica, estos son los que se encargan de pasar la carga de la red principal a la planta una vez sus contactos de control hayan recibido la orden del vigilante de tensión. Ver figura 30.

Figura 30. Contactores



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

Protección: El circuito de control está protegido por medio de cinco interruptores termo magnéticos - minibreakers - mono polares. Ver figura 31.

Figura 31. Protección



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

Interruptores de control. Dos interruptores uno de dos posiciones que controla la red y otro de tres posiciones para la planta, el de dos posiciones es para colocar la transferencia en modo automático o manual mientras, que el de tres posiciones permite colocar en modo apagado, normal o emergencia. Ver figura 32.

Figura 32. Interruptores de control



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.2.10 Ubicación. Esta planta se encuentra ubicada en el edificio de administración de la universidad industrial de Santander, mientras que la transferencias se encuentran en unas casetas metálicas en un cuarto adyacente al cuarto donde está ubicada la planta de emergencia, donde también se encuentran los transformadores.

3.2.11 Observaciones

- Esta planta no posee tanque auxiliar y no tiene pre calentador de agua.

3.3 PLANTAS DE EMERGENCIA DE LOS EDIFICIOS CENTIC Y CIENCIAS HUMANAS

Debido a que las plantas instaladas en estos edificios son muy parecida se ah documentado un solo inventario para las dos plantas, especificando cuales son las diferencias existentes entre estas.

Para el inventario de estas plantas se tuvo en cuenta todas las parte que se pueden ver a simple vista, ósea que no se incluyen las partes internas del motor. Esta planta está conformada por los siguientes sistemas:

1. Motor.
2. Sistema eléctrico del motor.
3. Sistema de refrigeración.
4. Sistema de admisión y escape de aire.
5. Sistema de combustible.
6. Sistema de aceite y lubricación.
7. Sistema de control.
8. Generador.
9. Transferencia.
10. Ubicación.

3.3.1 Motor. Ver Figura 1.

Tabla 3. Placa característica del motor.

ngine cert LD	C.I.D / L 505 8.3	SERIE 6C	CPL 2664	Engine serial No 30560154
Timing – TDC			15 Degrees	Cust Spec 100-3024
Valve lash cold 0.024		int: 0.012	exh:	Rated HP 317 at 1800 Rpm
Frind Order		153624		Fuel rated at rated hp 180 mm ³
Low idle RPM	900	E.C.S.	Model name S024078	

3.3.2 Sistema eléctrico del motor

3.3.2.1 Batería. La planta del CENTIC cuenta con una batería 4D marca MAC, de 12 voltios 1400 ampere, mientras que la planta de CIENCIAS HUMANAS

cuenta con una batería 4D marca DUNCAN de 12 voltios 1100 ampere. Ver Figura 2.

3.3.2.2 Alternador. La tensión de servicio de este equipo es de 12 volts. Ver Figura 3.

3.3.2.3 Motor de arranque. Este es un motor eléctrico de corriente continua a 12 voltios. Ver Figura 4.

3.3.2.4 Cargador de batería. Tensión de servicio de 12 voltios. Ver Figura 5.

3.3.3 Sistema de Refrigeración. Este sistema está conformado por los siguientes elementos. Ver Figura 6.

3.3.3.1 Radiador. Ver Figura 7.

3.3.3.2 Ventilador. Ver Figura 8.

3.3.3.3 Bomba de agua. Ver Figura 9.

3.3.3.4 Filtro de agua refrigerante. Referencia No WF 2073. Ver Figura 10.

3.3.3.5 Tanque auxiliar. Es un depósito de recuperación, la función de este depósito consiste en recibir el agua que el radiador expulsa cuando el sistema se calienta y lo recupera cuando lo requiere, si no tuviera este depósito el agua se perdería y tendríamos que estar reponiéndolo constantemente. Ver figura 43.

Figura 33. Tanque auxiliar



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.3.3.6 Tapa o tapón del radiador de agua. 7 libras de presión marca TITAN.
Ver Figura 11.

3.3.3.7 Correa. Ver Figura 12.

3.3.3.8 Termostato. Ver Pág. 13.

3.3.3.9 Mangueras o manguito. Ver Pág. 13.

3.3.3.10 Pre calentador de agua. Este es un dispositivo eléctrico que se encarga de calentar el agua del motor para que este al momento de encender lo haga de manera rápida. Ver figura 34.

Figura 34. Pre calentador de agua



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.3.4 Sistema de admisión y escape de aire. Ver figura 13.

3.3.4.1 Filtro de aire. Ver Figura 14.

3.3.4.2 Indicador de restricción de aire. Ver Figura 15.

3.3.4.3 Turbo compresor. Ver Figura 16.

3.3.4.4 Radiador de enfriamiento de aire de carga. Ver Figura 17.

3.3.4.5 Múltiple de admisión. Ver pág. 17.

3.3.4.6 Múltiple de escape. Ver pág. 17.

3.3.4.7 Tubería de escape y silenciador. Ver Figura 18.

3.3.4.8 Mangueras o tubos. Ver pág. 17.

3.3.5 Sistema de Combustible. Ver Figura 19.

3.3.5.1 Tanque de combustible. Aunque los tanques de combustible de la planta del CENTIC y CIENCIAS HUMANAS tienen diferente geometría son de igual volumen, estos tienen una capacidad de 0.4086 metros cúbicos lo que es equivalente a 107.93 galones. Ver Figura 20. Tanque de combustible, pág. 18.

3.3.5.2 Bomba de transferencia de combustible. Ver Figura 21.

3.3.5.3 Separador de agua – combustible. Referencia No FS 1280. Ver Figura 19.

3.3.5.4 Filtros de combustibles: Referencia No FF 5052. Ver Figura 19.

3.3.5.5 Línea de suministro de baja presión y retorno de combustible. Ver figura 19 y la pág. 19.

3.3.5.6 Bomba de inyección Robert Bosch: Ver Figura 19.

3.3.5.7 Líneas de combustibles de alta presión. Ver Figura 19.

3.3.5.8 Inyectores. Ver Figura 19.

3.3.5.9 Solenoide de cierre de combustible gobernador: Ver Figura 19 y la pág. 20.

3.3.6 Sistema de Aceite de Lubricación. Ver pág. 35.

3.3.6.1 Filtro de aceite. Referencia No LF 3000. Ver Figura 23.

3.3.6.2 Varilla de aceite. Ver Figura 24.

3.3.6.3 Tapón de drenado de aceite. Ver Figura 24.

3.3.7 Sistema de control. Este se encarga de monitorear, sensar y controlar el funcionamiento de la planta de emergencia, utilizando un dispositivo electrónico, POWER COMAND PCC1301. Ver figura 35.

Figura 35. Sistema de Control



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.3.7.1 Características Generales

A.V.R. (REGULADOR AUTOMATICO DE TENSION): este se encarga de mantener el voltaje en la tensión de servicio óptima.

CONTROL DE BUJIAS DE PRECALENTAMIENTO: Este se encarga de precalentar el motor para que el encendido se mas rápido.

CONTROL DE CICLO DE ARRANQUE E HISTORIA DE FALLOS.

AMBIENTE:

- **RANGO DE TEMPERATURA DE OPERACIÓN:** -40 a 70 grados centígrado.
- **TEMPERATURA DE OPERACIÓN. INTERFASE DE USUARIO:** de -20 a +70 grados centígrados.
- **HUMEDAD HASTA 95 % (sin condensación).**

3.3.7.2 Interfase de Operador

- Arranque - parada manual.

- Arranque automático/remoto.
- LED: Grupo en automático.
- LED: Grupo no en automático.
- LED: Grupo en manual.
- LED: Alarma común (Apagado).
- LED: Alarma común (Indicación).
- Parada de emergencia (local y remoto).
- Pantalla Alfa numérica.
- LED: Señal de arranque remoto activa.
- Reposición de señales de falla.

3.3.7.3 Medidas e Instrumentación

MOTOR:

- Presión de aceite.
- Temperatura del agua.
- Velocidad del motor diesel.
- Horas de operación.
- Números de arranque.
- Voltajes de baterías.

ALTERNADOR:

- Voltaje 3 Fases L-L & LN Frecuencia.
- Corriente: 3 Fases.
- Total Kva.

3.3.7.4 Apagado de Protección y Señalización

MOTOR

- Baja presión del aceite.

- Alta temperatura del refrigerante.
- Apagado por falla para arrancar.
- Sobre arranque (falla al arrancar).
- Sobre velocidad.

ALTERNADOR

- Bajo y alto voltaje.
- Baja y alta frecuencia.
- Sobre corriente.

3.3.7.5 Indicación de Alarmas

- Baja presión de aceite.
- Baja temperatura del refrigerante.
- Alta temperatura del refrigerante.
- Bajo voltaje de baterías.
- Alto voltaje de baterías.
- Fallo de alternador cargador de baterías.
- Sobre corrientes.
- Sobrecarga.

3.3.8 Generador. A continuación se muestran los datos de placa de los generadores que hacen parte de las planta de emergencia del CENTIC y CIENCIAS HUMANAS. Estos generadores son totalmente parecido solo se encuentra diferencia en el número de serie. El número de serie de la planta del CENTIC es C06T001892 mientras que el número de serie de la planta de CIENCIAS HUMANAS es H05T001164.

Modelo No C200D64

Frecuencia: 60 Hz 1800 RPM

Factor de potencia 0.8/1.0

Tabla 4. Generador

Régimen de servicio	Standby	Prime
Potencia en KW	208	189
Potencia en KVA	260	236
VOLTAJES (Voltios)	CORRIENTES (Amper)	CORRIENTES (Amper)
120/240		
127/220	682	620
220/380	395	359

3.3.9 Transferencia Esta es la encargada de transferir las cargas desde la red principal a la planta eléctrica de emergencia al momento de sensor alguna de las fallas programadas, y de retornar la carga a la red principal una vez esta se encuentre normalizada. Ver Figura 36. Transferencia del CENTIC y Figura 37. Transferencia de CIENCIAS HUMANAS.

3.3.9.1 Transferencia de la Planta de Emergencia del CENTIC

Figura 36. Transferencia del CENTIC



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

Su funcionamiento es automatizado con el Control Automático de Transferencia VELASQUEZ y mediante el uso del sistema de contactores. Esta transferencia es la que corresponde al transformador de 200 KVA.

El interruptor de transferencia automático con contactores es un dispositivo eléctrico que se puede operar de manera automático o prueba y puede trabajar en forma trifásica o monofásica, este dispositivo:

- Sensa el voltaje suministrado por la electrificadora y desconecta el sistema del suministro normal en caso de falla por: Bajo voltaje, Alto voltaje y Falta de fase e Inversión en la secuencia de fases.
- Ordena que el arrancador automático de la planta de emergencia, la haga funcionar.
- Conecta el sistema al suministro de emergencia, una vez la planta se encuentre generando normalmente y el voltaje no sea, ni alto ni bajo.
- Pasa de nuevo la carga al suministro normal, cuando éste se restablezca.
- Permite que la planta de emergencia trabaje un tiempo en vacío con el fin de disminuir la temperatura del motor.

Esta transferencia cuenta con:

Señalización. Las transferencias se suministran con señalización que indica:

- CN cerrado (Contactor de red).
- CE cerrado (Contactor de planta).
- Opera la planta
- Voltaje alto emergencia
- Voltaje bajo emergencia
- Voltaje alto normal
- Falta o inversión de fase
- Voltaje bajo normal
- Prueba

Calibraciones. El control de calibración análoga ITAC2K permite calibrar exteriormente mediante diales el punto de disparo por alto voltaje y por bajo voltaje para cada uno de los dos suministros, tanto en red como en planta.

El rango de ajuste es de:

- Para alto voltaje: 0 -+30%
- Para bajo voltaje: -30 - 0%

Temporizaciones. Con ajuste continuo

- 0-30 segundos normal a emergencia
- 0-30 segundos emergencia a normal

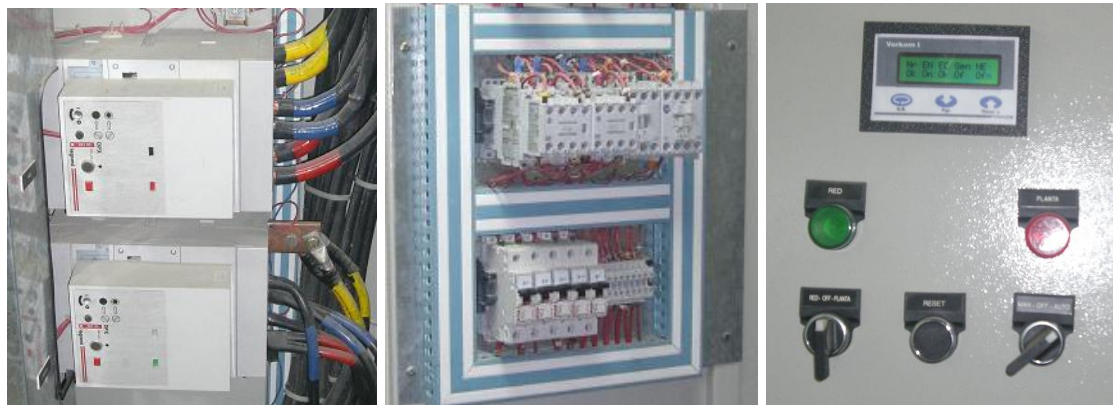
Protección. El circuito de control está protegido por medio de seis interruptores termo magnéticos - minibreakers - monopolares.

Interruptores de control. Dos interruptores uno de dos posiciones que controla la red y otro de tres posiciones para la planta, el de dos posiciones es para colocar la transferencia en modo automático o manual mientras que el de tres posiciones permite colocar en modo apagado, normal o emergencia.

Contactores. Estos hacen parte del sistema de fuerza. Hay dos, marca ABB y referencia SACE 86 y SACE 86N, uno de estos es para la red principal y el otro corresponde a la planta eléctrica, estos son los que se encargan de pasar la carga de la red principal a la planta y viceversa.

3.3.9.2 Transferencia de la Planta de Emergencia de Ciencias Humanas.

Figura 37. Transferencia de CIENCIAS HUMANAS



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

Su funcionamiento es automatizado con el Control Automático de Transferencia VORKOM I que es un microcontrolador programado exclusivamente para realizar la función de transferencia automática de carga de la red comercial al generador, este dispositivo es totalmente configurable por software, permite por medio del teclado, la programación de los tiempos de conmutación y los niveles de operación contra sobre y bajo voltaje tanto de la red pública como la del grupo electrógeno, adicionalmente ofrece una lectura directa de los parámetros predeterminados.

Este dispositivo:

- Sensa el voltaje suministrado por la electrificadora y desconecta el sistema del suministro normal en caso de falla por: Bajo voltaje, Alto voltaje y Falta de fase e Inversión en la secuencia de fases, adicionalmente tiene un sensor de tensión monofásica para el generador.
- Ordena que el arrancador automático de la planta de emergencia, la haga funcionar.
- Conecta el sistema al suministro de emergencia, una vez la planta se encuentre generando normalmente y el voltaje no sea, ni alto ni bajo.

- Pasa de nuevo la carga al suministro normal, cuando éste se restablezca.
- Permite que la planta de emergencia trabaje un tiempo en vacío con el fin de disminuir la temperatura del motor.

Cuatro temporizadores hacen la función de transferir a la red, al generador, enfriar el generador sin carga y establecer un tiempo muerto en la transferencia de generador a red, para prevenir daños en los contactores o interruptores.

Esta transferencia cuenta con:

Señalización. En la siguiente tabla podemos observar cada uno de los parámetros que maneja este dispositivo así como su función.

Tabla 5. Parámetros del tablero de control VORKOM I

PANTALLA	DESCRIPCION
Nr OK	Voltaje de red operando bajo los parámetros programados
Nr Of	Falla de la red por bajo voltaje (low R), alto voltaje (High R), falla de fase o inversión de secuencia o frecuencia de operación fuera de límites (Phase Fault).
EN On	Contacto del relé TDNE cerrado orden entrada de la carga a la red
EN Of	Contacto del relé TDEC abierto orden de soltar carga con la red
EC Ok	Contacto relé TDEC abierto fin ciclo de enfriamiento planta eléctrica
EC Of	Contacto relé TDEC cerrado, orden encendido planta eléctrica
Gen Ok	Voltaje del generador operando bajo los parámetros programados
Gen Of	Falla del generador por bajo voltaje (low G), alto voltaje (High G).
NE On	Contacto del relé TDNE cerrado, orden entrada de la carga al generador.
NE Of	Contacto del relé TDNE abierto, orden soltar carga al generador.
EC Ok	Contacto relé TDEC abierto fin ciclo de enfriamiento planta eléctrica.
EC Of	Contacto relé TDEC cerrado, orden encendido planta eléctrica.
"m" Destellante	Indica que hay un mensaje en la siguiente pagina por alguna falla del sistema.
Destallante	No hay mensaje en la siguiente página.

Calibraciones. El equipo viene programado con unos valores estándar de voltajes y tiempos, en caso de requerir algún cambio lo podemos hacer por medio del teclado del equipo.

El rango de ajuste es de:

- Para altos voltajes, están entre 160 y 250 voltios.
- Para bajo voltajes, están entre 160 y 250 voltios.

Temporizaciones. El rango de tiempos para los cuatro parámetros es de cero a trescientos segundos (0 – 300 seg).

Protección. El circuito de control está protegido por medio de cinco interruptores termo magnéticos - minibreakers - monopolares.

Interruptores de control. Dos interruptores uno de dos posiciones que controla la red y otro de tres posiciones para la planta, el de dos posiciones es para colocar la transferencia en modo automático o manual mientras que el de tres posiciones permite colocar en modo apagado, normal o emergencia.

Contactores. Estos hacen parte del sistema de fuerza Hay dos, marca LEGRAND y referencia GPX 1250 y DPX 630, uno de estos es para la red principal y el otro corresponde a la planta eléctrica, estos son los que se encargan de pasar la carga de la red principal a la planta y viceversa.

3.3.10 Ubicación. Estas plantas se encuentran ubicadas en sus respectivos edificios en la universidad industrial de Santander, la transferencias se encuentran en unas casetas metálicas en un cuarto adyacente al cuarto donde está ubicada la planta de emergencia, como lo es el caso de la planta del CENTIC, mientras que

la de CIENCIAS HUMANAS se encuentra en el mismo cuarto donde está la planta de emergencia.

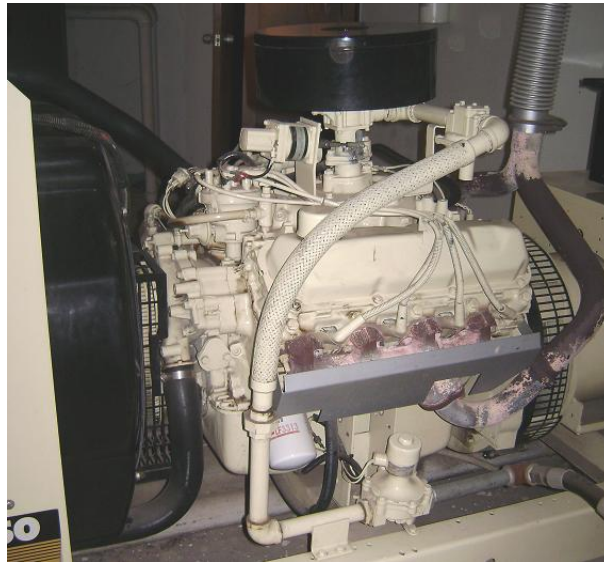
3.4 PLANTA DE EMERGENCIA DEL AUDITORIO LUIS A. CALVO

Para el inventario de esta planta se tuvieron en cuenta todas aquellas parte que podemos ver a simple vista, ósea que no se incluyen las partes internas del motor. Esta planta está conformada por los siguientes sistemas:

1. Motor.
2. Sistema eléctrico del motor.
3. Sistema de refrigeración.
4. Sistema de admisión y escape de aire.
5. Sistema de combustible.
6. Sistema de aceite y lubricación.
7. Sistema de control.
8. Generador.
9. Transferencia.
10. Ubicación.

3.4.1 Motor

Figura 38. Motor



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

Tabla 6. Placa característica del motor.

FORD power products	SERIAL NUMBER
	18032 T-08-RH
S.O./OPTIONS	MODEL NUMBER
	LSG-8751-6005-A
3900	MODEL CODE
	HZA-3900-QBA

3.4.2 Sistema Eléctrico del Motor

3.4.2.1 Batería. Esta planta cuenta con una batería 4D marca MAC, de 12 voltios 1300 ampere. Ver Figura 2.

3.4.2.2 Alternador. La tensión de servicio de este equipo es de 12 volts. Ver Figura 3.

3.4.2.3 Motor de arranque. Este es un motor eléctrico de corriente continua a 12 voltios. Ver Figura 4.

3.4.2.4 Cargador de batería. Tensión de servicio 12 voltios. Ver Figura 5.

3.4.2.5 Distribuidor de corriente. Este componente se encarga de distribuir la corriente de manera sincronizada con los movimientos de los pistones, de tal manera que se mande una potencia eléctrica a las bujías en el instante apropiado para que estas produzcan la chispa necesaria para el proceso de combustión. Ver figura 39.

Figura 39. Distribuidor de corriente



Fuente: Fotografía tomada por los autores

3.4.2.6 Cables de alta. Los cables de alta son aquellos que se encargan de llevar la potencia eléctrica desde el distribuidor hasta cada una de las bujías con las que cuenta el motor. Ver figura 40.

Figura 40. Cables de alta



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.4.2.7 Bujías. Estos componentes son los encargados de producir la chispa que se genera en cada una de las cámaras de combustión. Hay una bujía por cada pistón o cámara de combustión que tenga el motor.

3.4.2.8 Bobina. La bobina se encarga de elevar la tensión a un nivel tal que se alcance a producir la chispa necesaria en cada una de las bujías. Este dispositivo entrega la tensión al distribuidor y consta de un devanado primario y uno secundario así como de un núcleo de hierro. Ver figura 41.

Figura 41. Bobina



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.4.2.9 Panela electrónica. Esta se encarga de cerrar y abrir de manera sincronizada con los movimientos del motor el circuito de alimentación de la bobina (Devanado primario) para que esta produzca la tensión necesaria (Devanado secundario) para generar la chispa en las bujías. Ver figura 42.

Figura 42. Panela electrónica



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.4.3 Sistema de Refrigeración. Ver Figura 6.

3.4.3.1 Radiador. Ver Figura 7.

3.4.3.2 Ventilador. Ver Figura 8.

3.4.3.3 Bomba de agua. Ver Figura 9.

3.4.3.4 Tapa o tapón del radiador de agua. 7 libras de presión marca TITAN.
Ver Figura 11.

3.4.3.5 Correa. Ver Figura 12.

3.4.3.6 Mangueras o manguito. Ver pág. 13.

3.4.3.7 Pre calentador de agua. Ver Figura 34.

3.4.4 Sistema de Admisión y Escape de Aire. El sistema de admisión es el encargado de llevar el aire a los cilindros del motor para que se pueda realizar las respectivas explosiones, mientras que el sistema de escape se encarga de sacar los vapores de la combustión al exterior, reduciendo el ruido velocidad y temperaturas de estos vapores.

3.4.4.1 Filtro de aire. Ver figura 43 y la pág. 14.

Figura 43. Filtro de aire



Fuente: Tomada de www.british-autoparts.com

3.4.4.2 Múltiple de admisión. Ver la pág. 17.

3.4.4.3 Múltiple de escape. Ver pág. 17.

3.4.4.4 Tubería de escape y silenciador. Ver pág. 17.

3.4.4.5 Mangueras o tubos. Ver pág. 18.

3.4.5 Sistema de combustible. El sistema de combustible está encargado de tomar combustibles del tanque de almacenamiento, o de la red de suministro como lo es el caso de esta planta que funciona a gas natural y llevarlo hasta los cilindros de combustión. Ver figura 44.

Figura 44. Sistema de combustible



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.4.5.1 Red de suministro. Esta es la red comercial de gas natural de Bucaramanga. De esta red se hace una derivación para llevar el gas natural hasta el contador. Ver Figura 44.

3.4.5.2 Contador. Este es el dispositivo encargado de contabilizar los metros cúbicos que utiliza esta planta eléctrica de emergencia durante su funcionamiento. Ver Figura 44.

3.4.5.3 Regulador. Este dispositivo se encarga de llevar la presión con la que se distribuye el gas natural a una presión de trabajo que es mucho menor. Ver Figura 44.

3.4.5.4 Tubería de suministro. Estos son todos aquellos tubos que se encargan de acoplar cada uno de los elementos que hacen parte del sistema combustible como lo son el contador, regulador, electro válvula, llave de paso carburador entre otros.

3.4.5.5 Electro válvula. Esta es una válvula que se encarga de permitir el paso del gas natural una vez esta se ella energizado. Ver Figura 44.

3.4.5.6 Llave de paso. Esta es una llave que cumple el mismo objetivo de la electro válvula con la diferencia que esta llave se opera de manera manual. Ver Figura 44.

3.4.5.7 Carburador. Este dispositivo es el encargado hacer la mezcla necesaria para la combustión, en este se mezcla aire y el combustible y se determina que tanta cantidad de mezcla queremos que entre al motor. Ver figura 45.

Figura 45. Carburador



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.4.6 Sistema de Aceite de Lubricación. Este sistema tiene una capacidad 23.8 litros lo que es equivalente a 6.28 galones de aceite 15W - 40.

3.4.6.1 Filtro de aceite. Referencia No LF 3313. Ver figura 46, y la pág. 21.

Figura 46. Filtro de Aceite



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.4.6.2 Varilla de aceite. Ver Figura 24 y la pág. 21.

3.4.6.3 Tapón de drenado de aceite. Ver Figura 24 y la pág. 21.

3.4.7 Sistema de Control. Este se encarga de monitorear, sensar y controlar el funcionamiento de la planta de emergencia, utilizando medidores análogos. Ver figura 47.

Figura 47. Sistema de Control



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.4.7.1 Indicadores

HOROMETRO. Este se encarga de contabilizar el tiempo de trabajo de la planta.

INDICADORES DEL GENERADOR

- **MEDIDOR DE TENSIÓN.** Este tiene dos escalas de medida, una de 0 a 800 volts y la otra de 0 a 300 volts, La escala de 0 a 800 varía en intervalos de 100 volts, mientras que la escala de 0 a 300 volts varía en intervalos de 50 volts.
- **MEDIDOR DE CORRIENTE.** Este tiene dos escalas de medida, una de 0 a 150 amperes y otra de 0 a 300 amperes. La escala de 0 a 150 varía en intervalos de 30 amperes, mientras que la escala de 0 a 300 amperes varía en intervalos de 50 amperes.

- **MEDIDOR DE FRECUENCIA.** Este tiene una escala de medida que va desde 45 a 65 Hz en intervalos de 5 hertz.

INDICADORES DEL MOTOR

- **MEDIDOR DE PRESIÓN DE ACEITE.** Este tiene dos escalas de medida, una de 0 a 100 PSI y otra de 0 a 690 kpa. La escala de 0 a 100 varía en intervalos de 25 PSI, mientras que la escala de 0 a 690 varía en intervalos de 345 kpa.

- **MEDIDOR DE TEMPERATURA.** Este tiene dos escalas de medida, una de 100 a 240 grados Fahrenheit y otra de 38 a 116 grados Celsius. La escala de 100 a 240 varía en intervalos de 30 grados Fahrenheit, mientras que la escala de 38 a 116 varía en intervalos de 16 grados Celsius.

- **MEDIDOR DE TENSIÓN.** Este tiene una escala de medida que va de 10 a 16 volts y varia en intervalos de 4 volts.

3.4.7.2 Alarmas Luminosas

PREALARM HIGH ENGINE TEMPERATURE. (Prealarma de alta temperatura del motor) Se enciende para indicar que la temperatura del motor se está elevando demasiado.

PREALARM LOW OIL PRESSURE. (Prealarma de baja presión de aceite) se enciende para indicar que la presión de aceite está descendiendo.

LOW WATER TEMPERATURE. Baja temperatura del agua.

LOW FUEL. Bajo nivel de combustible (No aplica para esta planta ya que trabaja con gas).

HIGH ENGINE TEMPERATURE. Alta temperatura de motor.

LOW OIL PRESSURE. Baja presión de aceite.

EMERGENCY STOP. Para de emergencia.

OVER SPEED. Sobre velocidad.

AUXILIARY FAULT. Falla servicios auxiliares (No aplica).

BATTERY CHARGER FAULT. Falla cargador de baterías.

LOW BATTERY VOLTAGE. Bajo voltaje de batería.

OVER CRANK. Baja velocidad.

HIGH BATTERY VOLTAGE. Alto voltaje de batería.

SISTEM READY. Sistema listo.

3.4.7.3 Interruptores

INTERRUPTOR DE ENCENDIDO DE LA PLANTA. Este tiene tres estados de conmutación RUN, STOP y REMOTE. La posición RUN es para encender la planta de manera manual, STOP es para que la planta no encienda y REMOTE es para que la planta encienda de manera automática.

INTERRUPTOR SELECTOR DE MEDIDA. Este tiene siete estados de conmutación. Ver pág. 24.

3.4.7.4 Reóstato de Tensión. Este me permite controlar la tensión de salida del generador y mantenerme dentro de la regulación permitida.

3.4.8 Generador

Marca: Kohler.

Modelo No 50RZ282

Serial No 391561

Frecuencia: 60 Hz 1800 RPM

Factor de potencia 0.8/1.0

Tabla 7. Generador.

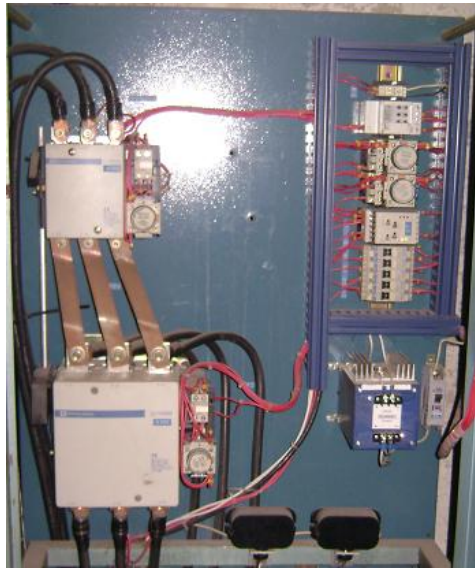
REGIMEN DE SERVICIO	STANDBY
Potencia en KW	50
Potencia en KVA	69
VOLTAJES	AMPER
120/208	181

3.4.9 Transferencia. Esta es la encargada de transferir las cargas desde la red principal a la planta eléctrica de emergencia al momento de sensar alguna de las fallas programadas, y de retornar la carga a la red principal una vez esta se encuentre normalizada.

Esta planta cuenta con una transferencia maraca Telemecanique ensamblada por SCHNEIDER DE COLOMBIA S.A.

A continuación encontraremos una descripción de cada uno de los elementos que componen esta transferencia. Ver figura 48.

Figura 48. Transferencia



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.4.9.1 Vigilante de tensión. Ver Figura 28.

3.4.9.2 Temporizadores. Ver Figura 29.

3.4.9.3 Contactores. Hay dos contactores marca Telemecanique, referencias LC1F500 y LC1F115. Ver Figura 30.

3.4.9.4 Protección. Ver Figura 31.

3.4.9.5 Interruptores de control. Ver Figura 32.

3.4.9.6 Supresor de picos. Estos se encarga de eliminar todo los picos de tensión que se produzca en el circuito de alimentación de los elementos de control de esta transferencia, ya que esto picos de tensión ocasionan daños considerables en dichos equipos. Ver figura 93.

Figura 49. Supresor de picos.



Fuente: Fotografía tomada por los autores.

3.4.10 Ubicación. Esta planta se encuentra ubicada en el sótano del edificio LUÍS A CALVO de la universidad industrial de Santander, la transferencia se encuentran en una casetas metálica.

4. PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO

4.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental de un grupo electrógeno es respaldar las cargas críticas al momento de que el suministro de la red principal falle, por esta razón debemos mantener las plantas de emergencia en óptimas condiciones de tal manera que garanticemos la correcta operación de estas al momento de operar. El buen funcionamiento del grupo electrógeno lo podemos garantizar llevando a cabo una serie de mantenimientos como lo son:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento correctivo.

Si se lleva a cabo estos tres mantenimientos se podrá mantener las plantas eléctricas de emergencia en óptimas condiciones para que cumplan su objetivo fundamental, pero debido a que uno de estos mantenimientos es muy costoso no se aplica a todos los equipos ya que no es justificable el gasto del mantenimiento con respecto a las implicaciones que genera la falta del fluido eléctrico. Por esta razón solo se llevara a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo en nuestros grupos electrógenos, diseñando unos protocolos de mantenimientos que permitan realizar las actividades de mantenimiento de manera periódica, correcta y controlada.

Estos protocolos tiene como finalidad presentar en forma resumida los distintos aspectos de interés para los operadores de plantas eléctricas, proporcionando un panorama general en cuanto a que partes del equipo requieren de especial

atención, las consecuencias al incumplimiento de las reglas y recomendaciones que da el fabricante.

4.2 SEGURIDAD Y PRECAUCIONES

En esta sección se indican las precauciones de seguridad básica que hay que tener en cuenta al momento de manipular un grupo electrógeno, además en esta sección se identificara algunas de las situaciones de peligro y advertencia que se presenta en la manipulación de las plantas eléctricas de emergencia.

4.2.1 Elementos de protección personal (EPP). Los elementos de protección son muy importantes para la seguridad de las personas que se encargaran de realizar las distintas maniobras de operación y mantenimientos de los grupos electrógenos, por esta razón se recomienda la utilización de los siguientes elementos, o cualquier otro que se necesite. Ver figura 50.

Figura 50. Elementos de protección personal (EPP)



Fuente: Tomada del manual de Perkins.

- Casco.
- Guantes.
- Gafas.
- Tapa oídos.
- Botas.
- Ropa apropiada.

4.2.2 Herramientas. Para la realización de los mantenimientos se hace necesaria la utilización de las siguientes herramientas, estas deben encontrarse en condiciones estándar.

Tabla 8. Herramientas

DADOS	LLAVES	OTRAS HERRAMIENTAS
19mm	19mm	Llave para filtro 75-80mm, 90-95mm y 118-131mm
17mm	17mm	Matraca (cuadro ½ y 3/8 de pulgada
15mm	15mm	Torquimetro
	14mm	Desarmador plano (destornillador de pala)
	13mm	Desarmador estrella (destornillador de estrella)
	10mm	Llave allen de 5/16
		Lainas para calibrar (0.30mm y 0.61mm)
		Engrane para girar el motor
		Kit de prueba
		Extractor para inyector
		Multimetro
		Cuadrante de media

4.2.3 Precauciones para el mantenimiento. Aquí se enunciarán una serie de aspectos que se deben tener en cuenta antes de comenzar el proceso de mantenimiento u operación de los grupos electrógenos.

- Colocar la planta de emergencia eléctrica en la posición apagado o manual a menos que se indique lo contrario, además se debe colocar una advertencia en el panel indicando que hay operadores en la planta de emergencia que no debe ser encendida. Ver figura 51.

Figura 51. Etiqueta de advertencia.

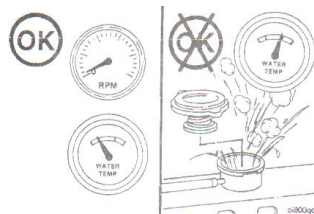


Fuente: Tomada del manual de Perkins.

- Usar los respectivos elementos de protección.
- No llevar ropa o artículos de joyería holgados que puedan engancharse en los controles o en otras partes del grupo electrógeno.
- Asegurarse que todas las tapas y protectores están bien colocados en el motor.
- Mantenga el motor libre de materias extrañas. Quite la basura, el aceite, las herramientas y cualquier otro artículo de la plataforma, de las pasarelas y de los escalones.
- Nunca ponga fluidos de mantenimiento en recipientes de vidrio. Drene todo los líquidos en un recipiente adecuado y deshágase de estos de la manera apropiada.

- No permita que personas no autorizadas permanezca en la máquina.
- Las fugas de fluido inflamable como el combustible y el aceite lubricantes pueden resultar en lesiones personales.
- No quite el tapón del radiador de un motor caliente, espere hasta que la temperatura esté debajo de los 50 grados centígrados (122 grado Fahrenheit) antes de quitar el tapón de presión. El no hacerlo puede resultar en daño personal por el rocío de vapor del refrigerante caliente. Quite el tapón de llenado lentamente para liberar la presión del sistema de enfriamiento. Ver figura 52.

Figura 52. Advertencia de temperatura.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- No agregue refrigerante frío a un motor caliente. Las partes de fundición del motor pueden ser dañadas, permita que el motor se enfríe por abajo de 50 grados centígrados (122 grados Fahrenheit) antes de agregar el refrigerante.

4.3 HOJA DE VIDA DE LA PLANTA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA

La hoja de vida será de vital importancia al momento de desarrollar un programa eficiente de mantenimiento, ya que esta permitirá llevar un registro de los eventos a los que se expone el grupo electrógeno. Se debe incluir en cada una de estas la siguiente información (Véase el Anexo A).

- Los datos completos que se encuentra en las placas de identificación, incluyendo modelos y números de serie, tipo de combustible, etc.
- Datos actuales de operación. (voltaje, frecuencia)
- Todos los planos y diagramas del alambrado si es posible.
- Mantenimiento realizado
- Nombre de la persona que realizó el mantenimiento.
- Horas de operación del equipo.
- Fecha en la que se realiza el mantenimiento.
- Observaciones.

4.4 PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo se puede programar para ser realizado en diferentes espacios de tiempos, dependiendo de la rigurosidad de la revisión que se piense realizar, la necesidad del equipo o el tipo de planta.

Los intervalos de mantenimiento se definirían con base en el calendario y horas de servicio. Se debe iniciar el programa de mantenimiento en el momento que se cumpla el primer intervalo (periodo de calendario o por horas).

Debido a que la operación de los grupos electrógenos que hacen parte de este proyecto es muy poca, y las condiciones en que se encuentran son favorables hemos tomado la decisión de programar rutinas de mantenimiento preventivo de la siguiente manera. (Véase el anexo B).

- Semanalmente o después de cada arranque.
- Trimestralmente o cada 250 horas.
- Semestralmente o cada 500 horas.
- Anualmente o cada 1000 horas.

4.4.1 Mantenimiento semanal. Este mantenimiento constará de las siguientes operaciones, que deberán ser seguidas por el encargado de dicho mantenimiento de una manera precisa y responsable si se quiere garantizar la correcta operación del grupo electrógeno.

Antes de empezar el mantenimiento es necesario tomar todas las medidas de seguridad que garanticen la seguridad del operador. (Ver la sección 1.2 SEGURIDAD Y PRECAUCIONES).

- Hacer una revisión visual de toda la planta. Revise posibles fugas del sistema de combustible del motor, sistema de refrigeración, sistema de lubricación.

- Revise que las mallas de ventilación del generador y el área frontal del radiador no se encuentre obstruidas por alguna clase de material o impureza que dificulte el flujo de aire.

- Revise que no se haya acumulado un exceso de suciedad, polvo y humedad en las cajas de control, para evitar la presencia de problemas eléctricos.

- Inspeccione las monturas, conductos, mangueras, cables, tuercas, abrazaderas entre otras conexiones que hagan parte de los diferentes sistemas del grupo electrógeno. Apriete o remplace si es necesario.

- Revise la batería:
 - Mantenga el nivel del electrolito de acuerdo a lo recomendado por el fabricante de la batería pero no llene excesivamente. El llenar excesivamente puede causar un rendimiento pobre o falla prematura de la batería.
 - Mantenga limpio de corrosión o contaminantes el lado de las terminales o bornes de la batería. Cuando sea necesario remueva las conexiones lave con una

solución de bicarbonato de soda y agua. Enjuague con agua dulce. No permita que le bicarbonato de soda entre a las celdas de la batería.

- Revisar el filtro de aire o indicador de restricción:

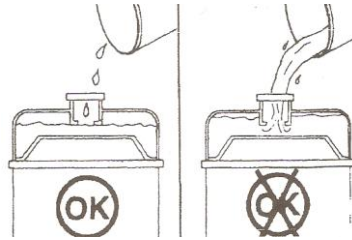
- Un elemento depurador obstruido causara restricción reduciendo la admisión de aire del motor. Esto, a su vez, resultara en altas temperaturas de operación, aumento en el consumo de combustible, operación ineficiente del motor y daños o mal funcionamiento del motor.
- Por esta razón se recomienda chequear que el filtro de aire se encuentre en perfecto estado, y si tiene indicador de restricción chequear que este se encuentra en la posición correcta.

- Revisar el nivel de combustible:

- Mantenga el tanque de combustible lleno para reducir la condensación. La condensación que se forma en los tanques parcialmente llenos promueve el desarrollo de organismo microbios que pueden obstruir los filtros de combustible y restringir el flujo de este.
- AVISO: No usar nunca un tanque de acero galvanizado para almacenar combustible u otra operación que tenga que ver con este, ya que el aceite combustible reacciona químicamente con el recubrimiento de cinc formando copos polvorosos que pudieran obstruir rápidamente los filtros de combustibles dañando la bomba e inyectores de combustible.

- Revisar el nivel de refrigerante:

Figura 53. Nivel del refrigerante.

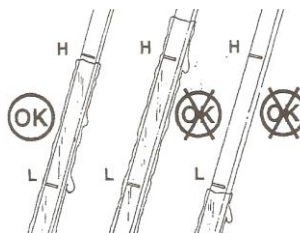


Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- Mantenga lleno el sistema de enfriamiento con refrigerante hasta la parte inferior del cuello de llenado en el radiador, o en el tanque de expansión hasta donde este lo indique, si la planta cuenta con este. Ver figura 53.
- Se recomienda no llenar el sistema de enfriamiento solo con agua, puede causar serios daños por corrosión, por lo tanto es recomendable utilizar algún antioxidante.
- Durante el llenado el aire debe ser desfogado de los pasajes del refrigerante del motor, por esta razón el sistema debe ser llenado lentamente para evitar que el aire se bloquee. Espere de 2 a 3 minutos para permitir que el aire sea desfogado, luego agregué el refrigerante hasta completar el nivel.

- Revisar el nivel de aceite:

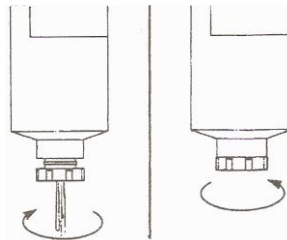
Figura 54. Nivel aceite.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- Verifique el nivel de aceite con el motor apagado. Si fuera necesario, añada suficiente aceite para elevar el nivel del aceite a la marca apropiada en la varilla medidora. Ver figura 54.
 - Nunca opere el motor con el nivel de aceite lubricante debajo de la marca “L” (bajo) o arriba de la marca “H” (alto). Espere al menos 5 minutos después de apagar el motor para chequear el nivel del aceite. Esto da tiempo para que el aceite lubricante escurra al cárter.
- Filtro de combustible/separador de agua: ver figura 55.

Figura 55. Separador de agua.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- Drene el agua y el sedimento del separador agua – combustible.
 - Apague el motor. Abra la válvula de drenado. Gire la válvula aproximadamente de 1 ½ a 2 vueltas en contra de las manecillas del reloj hasta que ocurra drenado. Drene el sedimento y el agua hasta que el combustible se vea limpio.
 - No sobre apriete la válvula. El sobre apretar puede dañar la rosca.
- Revisar correas de mando o banda de transmisión:
- Revise el estado y tensión de las correas del ventilador y alternador del motor. Debido a que estas están protegidas por una tapa protectora debe hacerse una revisión visual para ver si hay alguna anomalía, si es posible revisar la tensión de

esta hágalo (Puede hacerse con un destornillador largo, que le permita tener contacto con la correa de mando).

- Revisar tablero de control del motor:

- Aquí nos encargaremos de mirar que todas las partes que hacen parte del tablero de control están en perfecto estado.

- Revisar cargador de baterías:

- Aquí miraremos que este se encuentra conectado correctamente, así como también verificaremos si este se encuentra suministrando la tensión apropiada a la batería o baterías según sea el caso.

- Revisar pre calentador de agua:

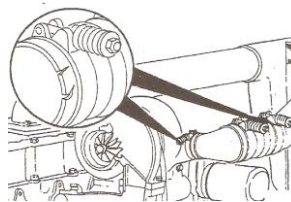
- Se revisara si este se encuentra conectado correctamente.

4.4.2 Mantenimiento Trimestral o cada 250 horas. Para la realización de este mantenimiento debemos tener en cuenta que tenemos que empezar por realizar el mantenimiento preventivo semanal, para después seguir con los pasos que se enuncian en esta sección.

- Repita la rutina de mantenimiento preventivo semanal.

- Sistema de admisión de aire:

Figura 56. Sistema de admisión de aire.

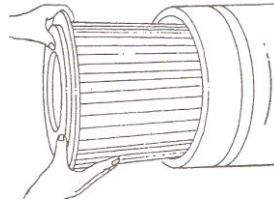


Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- Inspeccione la tubería de admisión por mangueras agrietadas, abrazaderas flojas, o perforaciones que puedan dañar el motor. Ver figura 56.
- Apriete o remplace partes como sea necesario, para asegurar que el sistema de admisión de aire no fuga.

- Depurador de aire o indicador de restricción:

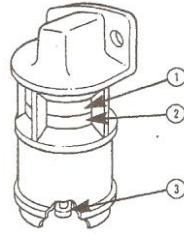
Figura 57. Filtro de aire.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- La restricción máxima de aire de admisión es de 635 mm [25.0 pulg.] de agua para motores turbo cargados. Motores de aspiración natural tienen una restricción máxima de 510 mm [20.0 pulg.] de agua.
 - Si el motor cuenta con indicador de restricción se debe operar el motor a RPM nominales y carga plena para chequear la restricción máxima de aire de admisión. Remplace el elemento del depurador de aire cuando la restricción alcance el límite máximo permisible, o límpielo según las recomendaciones del fabricante. Ver figura 57.
- Cheque el indicador de servicio del depurador de aire, si está equipado.

Figura 58. Indicador de restricción.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- Cambie el elemento del filtro cuando la bandera roja del indicador 2 este en la posición elevada de la ventana 1. Después de que le de servicio al depurador de aire, coloque en su posición inicial el botón 3 en el extremo del indicador de servicio. Ver figura 58.
- De acuerdo a lo indicado por el indicador de restricción se procede a limpiar el filtro de aire, se puede sacudir o soplar según lo amerite el caso.
- Ahora si el motor no cuenta con indicador de restricción se debe inspeccionar el filtro de aire para ver si tiene condiciones anormales o está sucio. De acuerdo a lo encontrado se debe cambiar o soplar el filtro.

- Aceite lubricante y filtros:

Cambien el aceite lubricante y los filtros que hacen parte del sistema de lubricación. Este proceso se debe llevar acabo siguiendo los siguientes pasos.

Nota: drene el aceite solamente cuando el motor este caliente y los contaminantes estén en suspensión.

- Si el motor esta frío opérelo hasta que la temperatura del agua alcance 60 grados centígrados [140 grados F]. apague el motor. Quite el tapón de drenado en el aceite. Nota use un contenedor que pueda recibir al menos 25 litros de aceite lubricante. Ver figura 59.

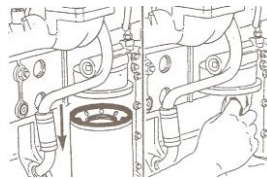
Figura 59. Drenado del aceite.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- Limpie el área alrededor del filtro. Con ayuda de la llave de filtro quite el filtro, limpie la superficie de la junta del filtro. Ver figura 60.

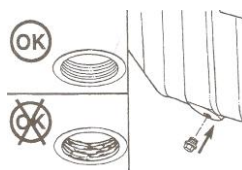
Figura 60. Cambio del filtro de aceite.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- limpie y revise la rosca del tapón de drenado del aceite lubricante y la superficie de sello. Instale el tapón de drenado del aceite lubricante. Ver figura 61.

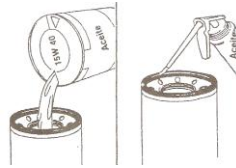
Figura 61. Rosca del tapón de drenado.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- Llene los nuevos filtros con aceite lubricante limpio antes de instalarlos y aplique una película ligera de aceite lubricante a la superficie de sello de las juntas antes de instalar los filtros. Instale los filtros. Ver figura 62.

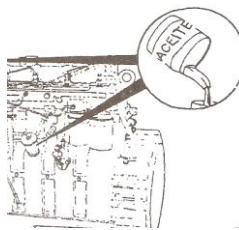
Figura 62. Llenado de los filtros de aceite.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- llene el motor con aceite lubricante limpio al nivel apropiado. Use un aceite lubricante de alta calidad 15 w 40 de viscosidad múltiple. Ver figura 63.

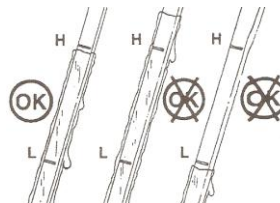
Figura 63. Llenado del motor.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- Opere el motor en vacío, para inspeccionar por fugas en el filtro de aceite lubricante y el tapón de drenado.
- Pare el motor. Espere 5 minutos aproximadamente para permitir que el aceite lubricante escurra de las partes superiores del motor. Revise el nivel otra vez. Asegúrese de que este tenga el nivel apropiado. Ver figura 64.

Figura 64. Nivel del aceite.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

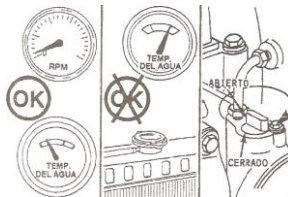
Nota: Dar la correcta operación a todos los desechos que se produzcan de este proceso de cambio de aceite.

4.4.3 Mantenimiento semestral o cada 500 horas. Todas las verificaciones o inspecciones listadas en los mantenimientos previos también deben ser realizadas en este momento, en adición a aquellas listadas bajo este intervalo de mantenimiento.

- **Filtro refrigerante.** Teniendo en cuenta todas las precauciones y advertencias hechas durante este proceso de mantenimiento proceda a quitar y descartar el filtro del refrigerante. Para llevar a cabo esta acción se recomienda seguir los siguientes pasos.

- Quite la tapa de presión del sistema de enfriamiento y cierre la válvula de interrupción antes de quitar el filtro del refrigerante. Ver figura 65.

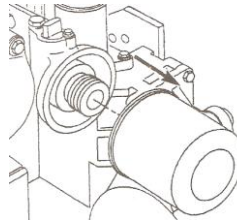
Figura 65. Drenado del refrigerante.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- Limpie el área alrededor del filtro. Con ayuda de la llave de filtro quite el filtro, limpie la superficie de la junta del filtro. Retire y descarte el filtro de refrigerante. Ver figura 66.

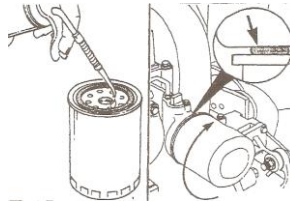
Figura 66. Cambio del filtro del refrigerante.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- Tome el nuevo filtro y aplique una película ligera de aceite lubricante limpio 15W-40 a la superficie de sello de la junta antes de instalar el filtro refrigerante. Instale el filtro. Ver figura 67.

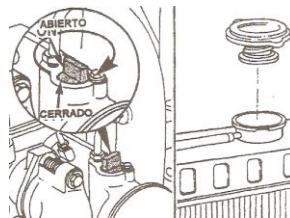
Figura 67. Instalación del filtro del refrigerante.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- Abra la válvula de cierre del refrigerante del motor, complete el nivel del refrigerante e instale la tapa de presión del sistema de enfriamiento. Ver figura 68.

Figura 68. Válvula del refrigerante.



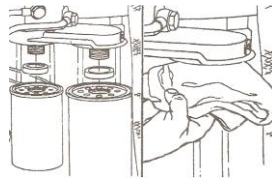
Fuente: Tomada del manual de Cummins.

Nota: El no abrir la válvula de cierre del refrigerante del motor puede resultar en severos daños al motor. El sobre apretar mecánicamente el filtro puede deformar la rosca o dañar la cabeza del filtro.

- **Filtros de combustible.** Teniendo en cuenta todas las precauciones y advertencias hechas durante este proceso de mantenimiento proceda a quitar y descartar los filtros de combustible. Para llevar a cabo esta acción se recomienda seguir los siguientes pasos.

- Limpie el área alrededor de los filtros de combustible. Con ayuda de la llave de filtro quite los filtros, es importante marcar el orden en que se encuentran ubicado cada uno de estos para que podamos volver a instalar de la misma forma. Limpie las superficies de la junta de los filtros. Retire y descarte el filtro de refrigerante. Ver figura 69.

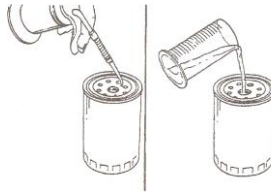
Figura 69. Cambio de los filtros de combustible.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- Llene los nuevos filtros con combustible limpio antes de instalarlos y aplique una película ligera de aceite lubricante a la superficie de sello de las juntas antes de instalar los filtros. Ver figura 70.

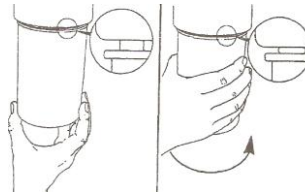
Figura 70. Filtros de combustible.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- Instale los filtros teniendo en cuenta el orden en que se encontraban instalados. Es muy importante que los filtros se encuentren total mente lleno al momento de ser instalados. Ver figura 71.

Figura 71. Instalación de los filtros de combustible



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

Nota: El sobre apretar mecánicamente el filtro puede deformar la rosca o dañar la cabeza del filtro.

Esta operación de cambio de filtro puede introducir aire al sistema de combustible lo que lleva a un mal funcionamiento del motor. Por esta razón el sistema cuenta con un desfogue controlado provisto en la bomba de inyección a través del colector de drenado de combustible, el cual drena automáticamente las cantidades pequeñas de aire.

Si este proceso de cambio de filtro no se efectúa como se indico anteriormente habrá la necesidad de hacer un purgado manual.

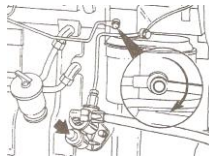
PURGADO MANUAL. Este se hace necesario si:

- El filtro de combustible no es llenado antes de instalarlo.
- La bomba de inyección de combustible es remplazada.
- Las conexiones de la línea de combustible de alta presión son aflojadas o las líneas de combustible son remplazadas.
- Es arrancado el motor por primera vez o después de un periodo extenso fuera de operación.
- El tanque de combustible de la planta de emergencia ah sido operado hasta quedar vacio.
- Para llevar a cabo el proceso de purga manual hay que seguir los siguientes pasos.

LINEAS DE BAJA PRESION Y FILTROS DE COMBUSTIBLE.

- Afloje el tornillo de purga. Para que puede salir el aire que tiene el sistema. Ver figura 72.

Figura 72. Tornillo de purga.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

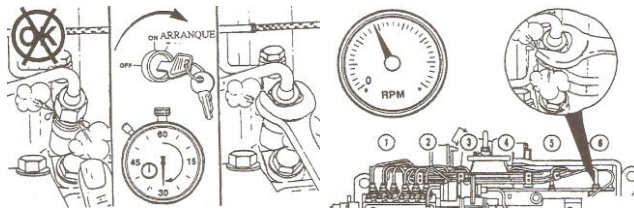
- Opere el embolo en la bomba de transferencia de combustible hasta que el combustible que fluya del adaptador esté libre de aire.
- Apriete el tornillo de purga. Al momento de apretar el tornillo de purga asegúrese de estar operando la bomba de transferencia.

LINEAS DE ALTA PRESION

Debido a que para purgar el sistema de alta presión se hace necesario arrancar el motor hay que tomar todas las medidas necesarias para garantizar la salud de los operadores.

- Afloje los adaptadores en los inyectores, y arranque el motor para permitir que el aire atrapado sea purgado de las líneas. Apriete los adaptadores.
- Poner el motor en marcha y desfogar las líneas de alta presión. Una línea a la vez hasta que el motor marche uniformemente. Ver figura 73.

Figura 73. Purgado del aire en líneas de combustible.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

4.4.4 Mantenimiento anual o cada 1000 horas. Todas las verificaciones o inspecciones listadas bajo intervalos previos o diarios de mantenimiento también deben ser realizadas en este momento, en adición a aquellas listadas bajo este intervalo de mantenimiento.

Este mantenimiento es de mas complejidad que los que los anteriores, ya que este mantenimiento involucra las partes internas del motor por lo que se recomienda que este mantenimiento sea realizado por personal capacitado.

1. Holgura o desajuste de las válvulas de admisión y de escape. Este procedimiento de ajuste de válvula debe hacerse al equipo a las mil horas (1000)

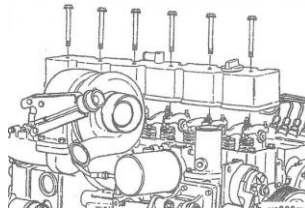
de funcionamiento desde su instalación inicial. Y los ajustes de válvulas siguientes se harán cada dos mil horas (2000) o cada dos años.

Este procedimiento se llevara a cabo de la siguiente manera.

Este proceso se realiza con el motor frío debajo de 60 grados centígrados (140 grados Fahrenheit)

- Quite todas las partes que se consideren obstáculo al momento de retirar la tapa de válvulas (mangueras tubos entre otras).

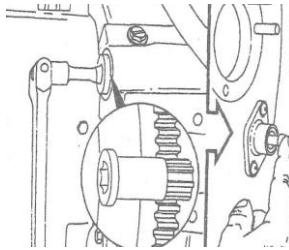
Figura 74. Tapa de válvulas.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- Quite la cubierta de válvulas. Ver figura 74.
- Engrane el motor con un cuadrante de media para girarlo hasta localizar el punto muerto superior para el cilindro numero 1, esto lo logra girando el cigüeñal lentamente mientras oprime el perno de sincronización del motor. Cuando el perno de sincronización se acople en el agujero del engrane del árbol de levas, el cilindro numero 1 se encuentra en el punto muerto superior de la carrera de compresión. Ver figura 75.

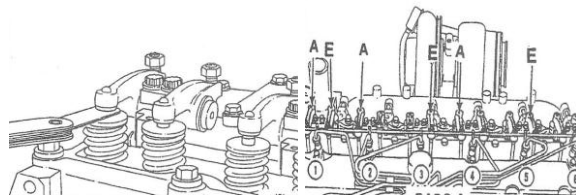
Figura 75. Engrane del motor.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- Ahora con ayuda de las laines de ajuste procedemos a revisar: válvulas de admisión de los pistones 1, 2, y 4. Esto lo hacemos deslizando la laina de 0.30 mm entre el vástago de la válvula y el balancín como se muestra en la figura, la holgura de las válvula es correcta cuando se siente alguna resistencia al momento de deslizar la laina; si encontramos desajuste procedemos ajustar, esto lo hacemos aflojando la contra tuerca y girando con un desarmador el tornillo del balancín hasta obtener el ajuste deseado. Ver figura 76.

Figura 76. Ajuste de válvulas.

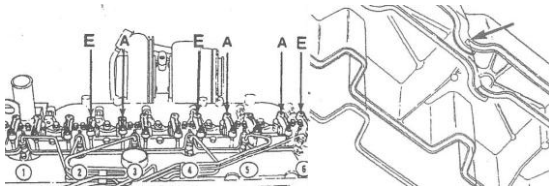


Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- De la misma manera revisamos las válvula de escape de los pistones 1, 3, y 5 esta vez usando la laina de 0.61 mm. Ver figura
- Marcamos la posición del motor de manera tal que podamos garantizar un giro del motor de 360 grados.
- PRECAUCION Asegúrese de que el perno de sincronización del motor esta desacoplado para evitar dañarlo.

- Ahora como hicimos en el paso número cuatro procedemos a revisar la válvula de admisión de los pistones 3, 5, y 6 con la lana de 0.30 mm y la válvula de escape de los pistones 2, 4, y 6 con la lana de 0.61mm. ver figura
Instalamos el sello de hule en la ranura de la cubierta de válvula. Inicie la instalación en el área de traslape mostrado en la figura. No estire el sello. Ver figura 77.

Figura 77. Sello de hule.



Fuente: Tomada del manual de Cummins.

- Coloque la tapa de válvulas y todas aquellas partes que se retiraron antes de desmontar la cubierta de válvula.

2. Revisar los cables de alta y bujías: Este paso incluye aquellos motores que necesitan de la producción de una chispa para llevar a cabo la combustión.

3. Revisar los soportes y bases del grupo electrógeno. En este paso se busca verificar que cada uno de los apoyos, bases y soporte con los que cuenta la planta estén en condiciones estándar de operación.

4.5 PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo se lleva a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en el equipo cuando ya se ha producido y de esta manera dejar la maquina o el equipo en optimas condiciones de operación. Se clasifica en:

- No planificado: Es el mantenimiento de emergencia (reparación de roturas). Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

- Planificado: Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

Debido a que las partes que pueden ser objeto de un mantenimiento correctivo son muchas (todas las partes del motor) y sus procesos de reparación son distintos no se documentara un procedimiento para cada uno de estos, se implementara un formato en el cual se diligenciara cada uno de los cambios y procesos que se efectúen durante la realización de esta actividad así como todos los datos que se consideren de relevancia (Véase el Anexo C).

5. CARACTERIZACIÓN DE LAS PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Se pretende establecer las condiciones de niveles de tensión, corriente y potencia a la cual está trabajando la red de baja tensión en el edificio de administración de la Universidad Industrial de Santander y de esta manera observar de manera concreta si la planta de emergencia está trabajando en niveles seguros de funcionamiento.

Con ayuda de las curvas de demanda obtenidas con el analizador de redes se puede caracterizar el comportamiento de una red, siempre y cuando estas curvas sean obtenidas a partir de un muestreo que garantice el comportamiento real de la red a medir. Como en este caso que el análisis se hizo para un intervalo de 24 horas.

Estudiar curvas de demanda es la mejor opción cuando no se cuentan con cuadros de cargas de cualquier red a analizar, es por esto que al tener estas curvas tenemos de manera real el comportamiento de las diferentes variables que integran una red eléctrica; y como se necesita observar el comportamiento de la carga para establecer condiciones de operación del barraje de emergencia, y establecer si el grupo electrógeno instalado es óptimo, se hace necesario realizar un estudio de estas curvas.

5.1 CARACTERIZACION DE LA PLANTA ELECTRICA DE EMERGENCIA DEL EDIFICIO DE ADMINISTRACION

Con la ayuda del analizador de red de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, se tomaron datos de la red de baja tensión en el edificio de administración, debido a que este edificio tiene dos transformadores uno de 75 KVA y otro de 200 KVA, y

ambos barrajes están conectados al barraje de emergencia, se hizo necesario hacer el estudio para cada uno de los transformadores.

En el edificio de administración se tiene instalada una planta de emergencia con los siguientes datos de placa:

GENERADOR:

Modelo No 125DGer

Serial No I950587605

Frecuencia: 60 Hz 1800 RPM

Factor de potencia 0.8/1.0

1 fase Kw: 83.3 KVA

3 fases 125 KW: 156 KVA

3 fases voltajes Amper

120 / 208 434

127 / 220 410

139 / 240 376

5.1.1 Análisis del Barraje del Transformador (TRF) de 200KVA

Tabla 9. Cuadro inicial de tensiones y corrientes en el barraje del transformador de 200 KVA

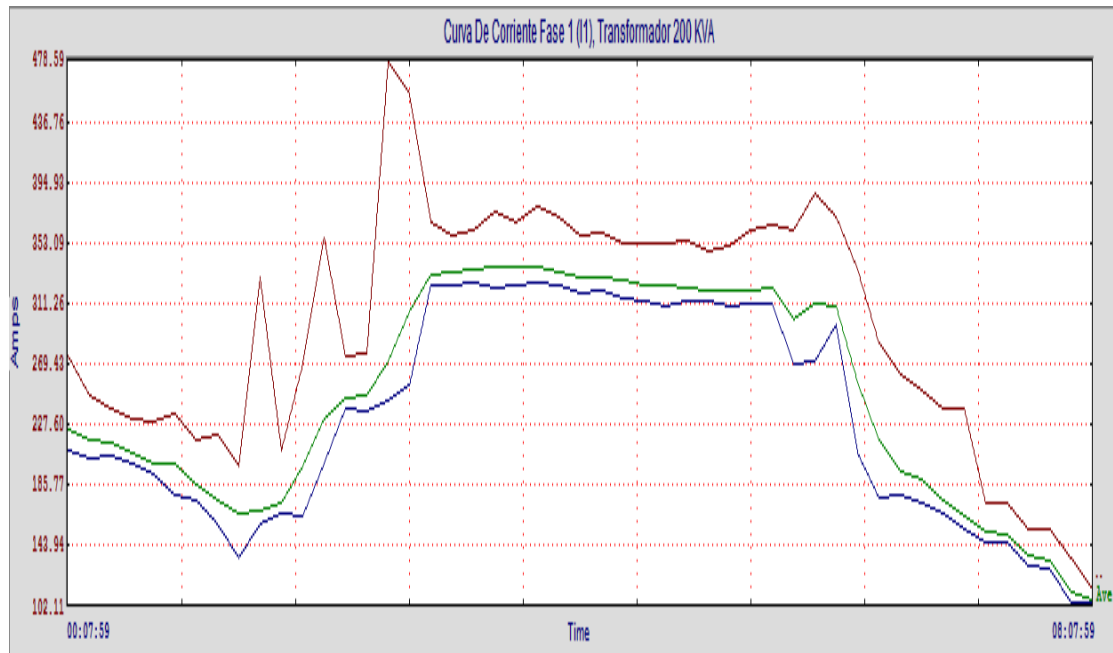
RMS DEMAND RESULTS						FUNDAMENTAL PHASOR DEMAND RESULTS						
Phase	Volts	Amps	kWatts	kVars	pf	Volts	VAngle	Amps	IAngle	kWatts	kVars	pf
1	126.06	257.13	30.87	9.73	0.954	126.03	0.00	256.80	-17.47	30.87	9.71	0.954
2	128.42	331.35	40.12	13.83	0.945	128.38	-119.88	330.49	-138.89	40.11	13.82	0.945
3	126.10	344.02	40.02	16.44	0.925	126.06	119.48	343.16	97.15	40.02	16.43	0.925
	126.86	310.83	111.01	40.00	0.941	126.82	0.00	310.15	0.00	111.00	39.97	0.941
%V-Imbal	%I-Imbal											
1.228	17.277											

Al comenzar a analizar los datos se observa que el analizador realiza una medición de condiciones iniciales de los fasores de tensión y corriente del sistema a medir, junto con los valores de potencia activa, reactiva y factor de potencia, En la Tabla 9. Cuadro inicial de tensiones y corrientes en el barraje del transformador de 200 KVA se observa lo siguiente:

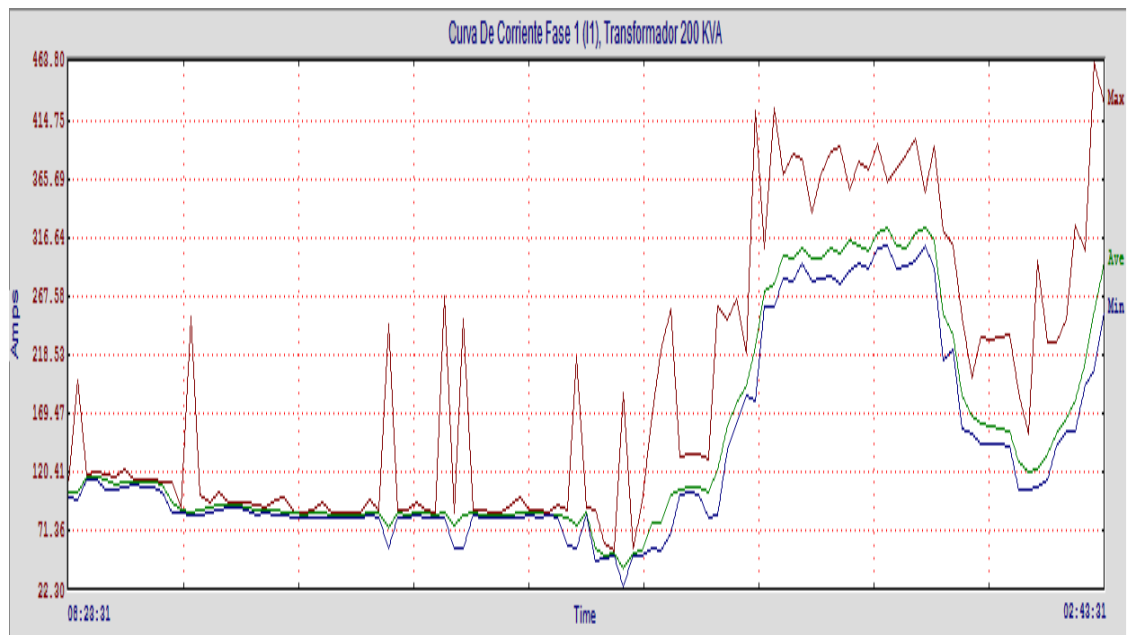
- El desbalance de corrientes es del 17,277% considerando que las cargas deben ser lo más balanceada posible esto genera un esfuerzo adicional en la planta de emergencia.
- El factor de potencia es mayor del 90% en cada una de las fases.
- Se observa claramente que los niveles de potencia de la fase 1 respecto a las otras fases es menor, lo que muestra el desbalance en las cargas.

Los valores de esta tabla solo muestran valores instantáneos tomados en el momento del muestreo inicial, lo que quiere decir que solo nos dan una idea de cómo se encontraba el sistema en ese momento.

Figura 78. Curva de demanda de corriente de la fase uno TRF 200 KVA.



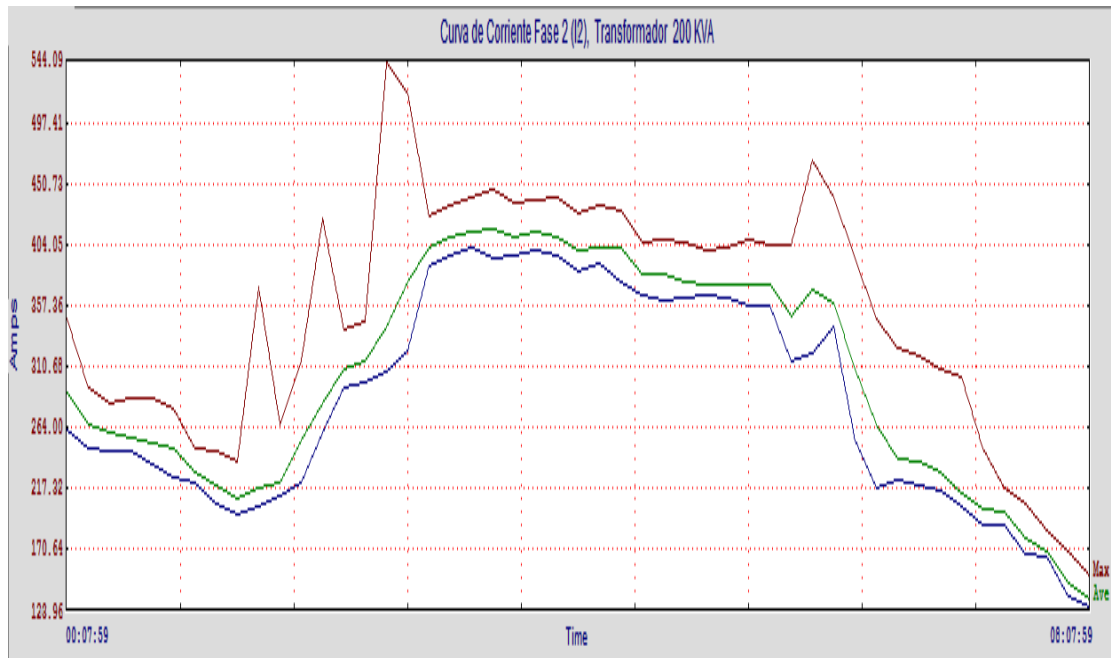
Curva de demanda de corriente fase 1, desde las 00:07:59 horas hasta 08:07:59 horas



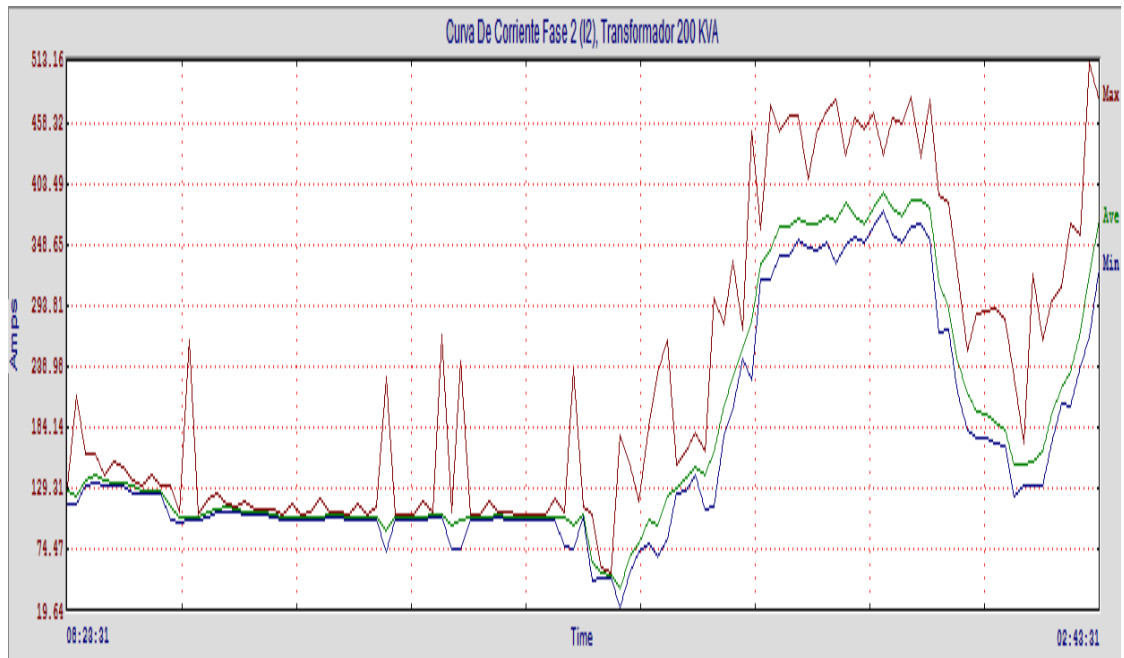
Curva de demanda de corriente fase 1, desde 8:13:31 horas hasta 02:43:31 horas

Fuente: Obtenida por los autores.

Figura 79. Curvas de demanda de corriente de la fase dos TRF 200 KVA.



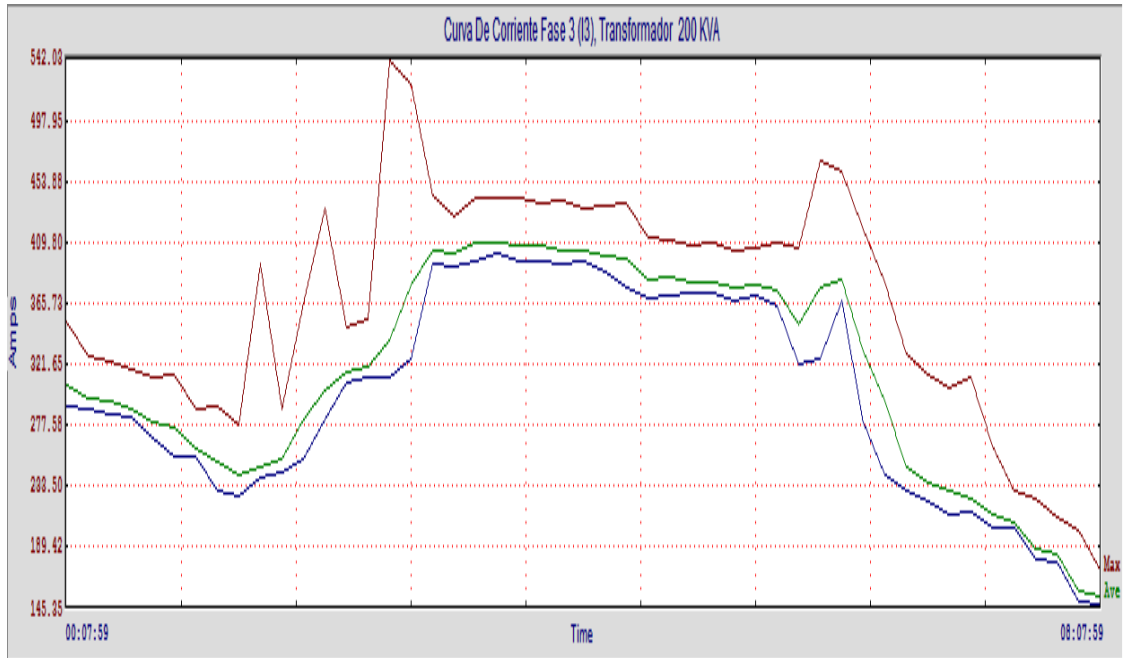
Curva de demanda de corriente fase 2, desde las 00:07:59 horas hasta 08:07:59 horas



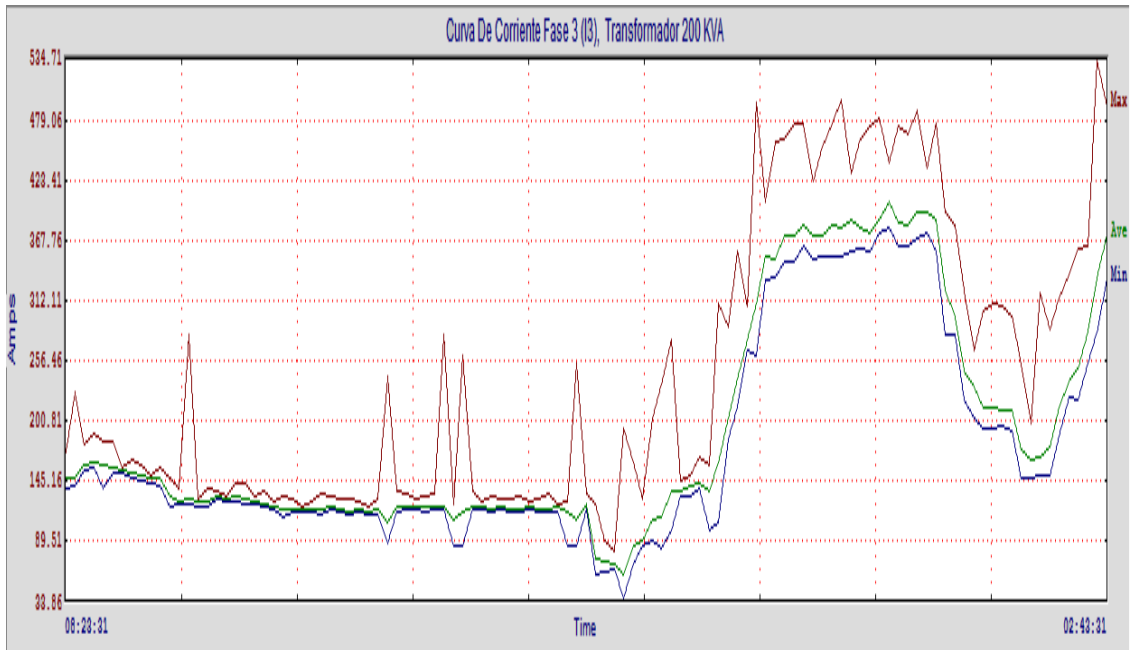
Curva de demanda de corriente fase 2, desde 8:13:31 horas hasta 02:43:31 horas

Fuentes: Obtenida por los autores.

Figura 80. Curvas de demanda de corriente de la fase tres TRF 200 KVA.



Curva de demanda de corriente fase 3, desde las 00:07:59 horas hasta 08:07:59 horas



Curva de demanda de corriente fase 3, desde 8:13:31 horas hasta 02:43:31 horas

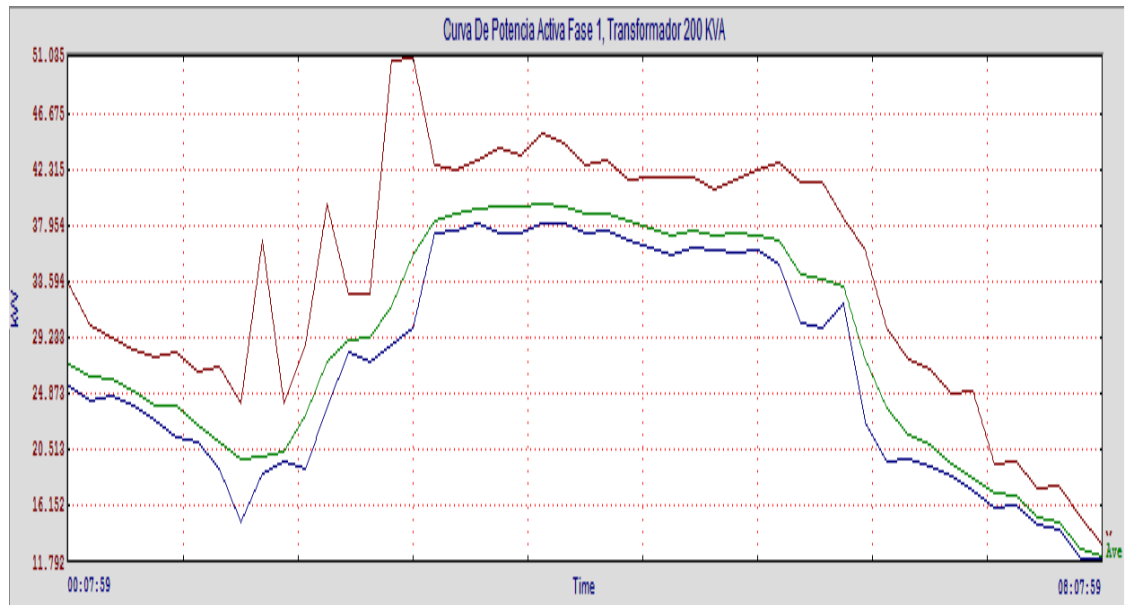
Fuente: Obtenida por los autores.

En las Figura 78, 79 y 80 podemos observar que los valores máximos de corriente en las curvas promedios en la fases uno, dos y tres son de: 337.759 A, 417.499 A y 410.162 A respectivamente. La planta eléctrica instalada solo puede suministrar un nivel de corriente de 410 A. entonces la demanda en estas fases en el momento del funcionamiento del grupo electrógeno genera deterioro en los devanados del generador, causando mal funcionamiento y deterioro del equipo.

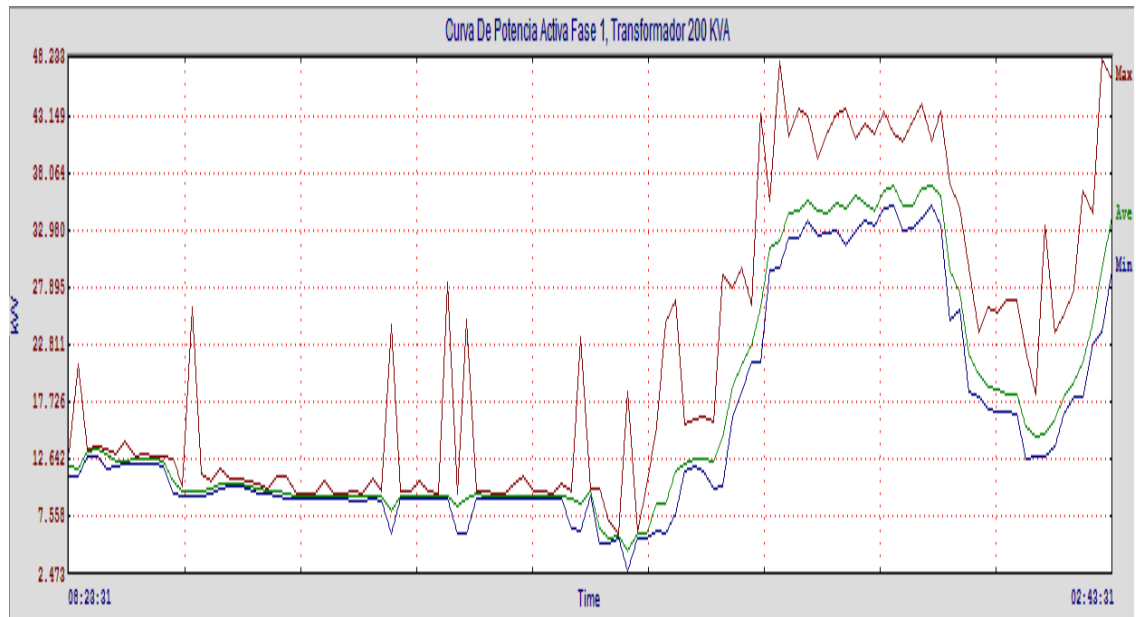
- Es necesario resaltar que las plantas eléctricas pueden tolerar una sobrecarga máxima del 10% pero por un periodo corto de tiempo y para la planta eléctrica del edificio de administración la sobrecarga máxima sería 451 A estando todavía por debajo de la demanda a la cual estaría operando el equipo.

- Como se pudo ver de las curvas de demanda de corriente muestra que los niveles de corriente se encuentran por encima de los niveles máximos permitidos por el grupo electrógeno instalado por lo tanto mientras esté conectado a la red no hay ningún problema pero si esto ocurre en el momento que está operando el grupo electrógeno puede ocasionar caídas en los niveles de tensión, y frecuencia del sistema, como también efectos mecánicos en la planta eléctrica que llevan al deterioro de esta.

Figura 81. Curva de demanda de potencia activa de la fase uno TRF 200 KVA.



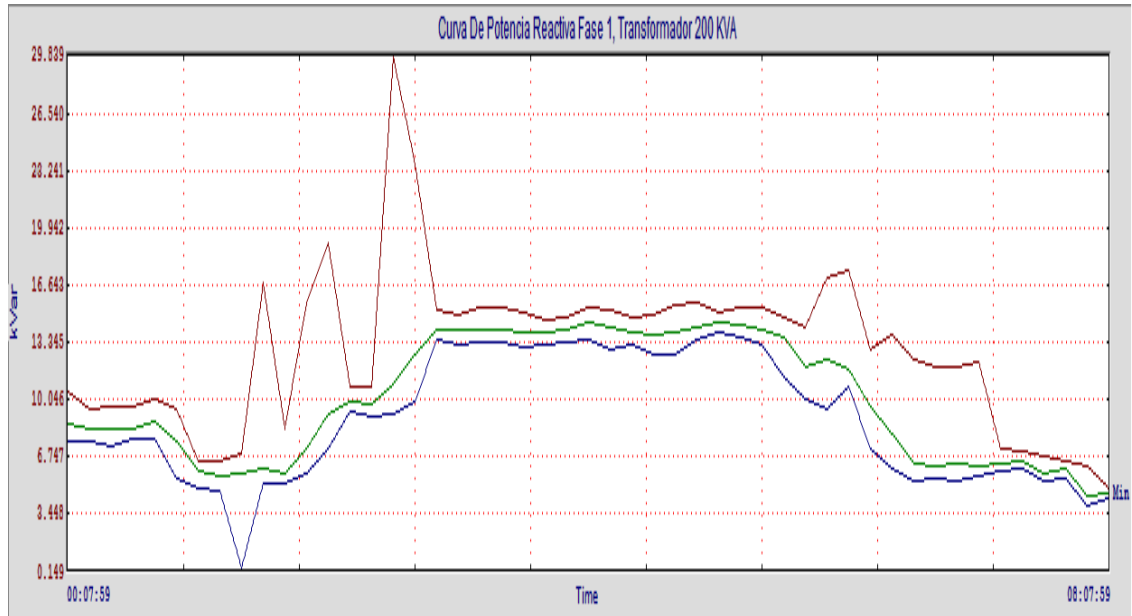
Curva de demanda de potencia activa fase 1, desde las 00:07:59 horas hasta 08:07:59 horas



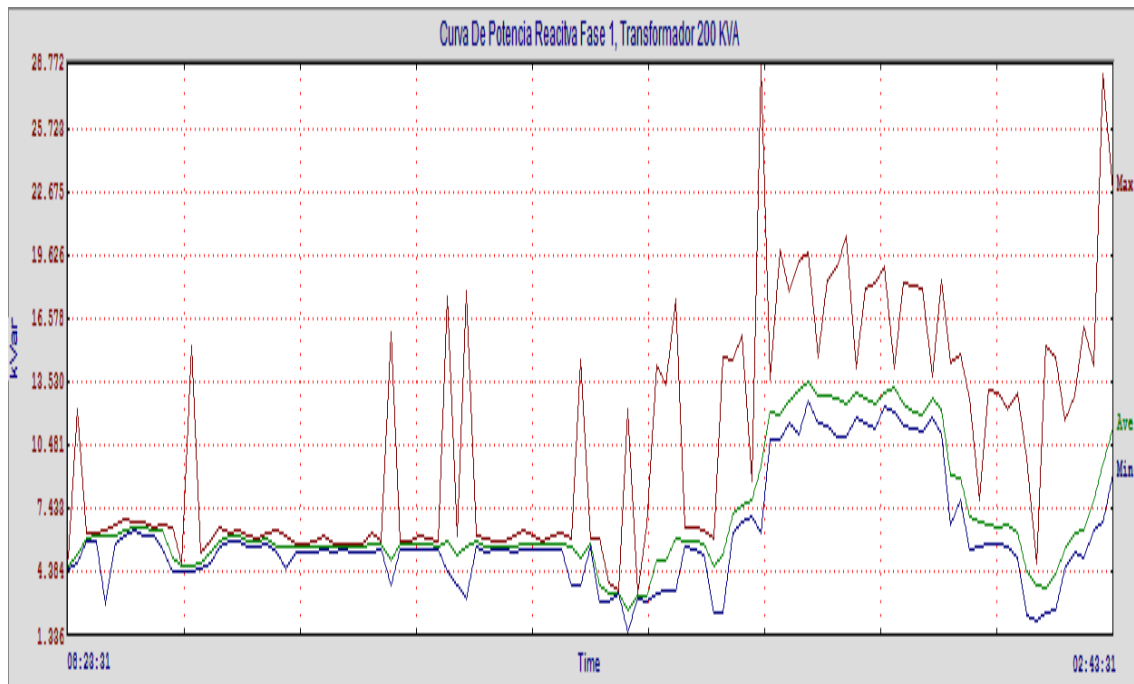
Curva de demanda de potencia activa fase 1, desde 8:13:31 horas hasta 02:43:31 horas

Fuentes: Obtenida por los autores.

Figura 82. Curvas de demanda de potencia reactiva de la fase uno TRF 200 KVA.



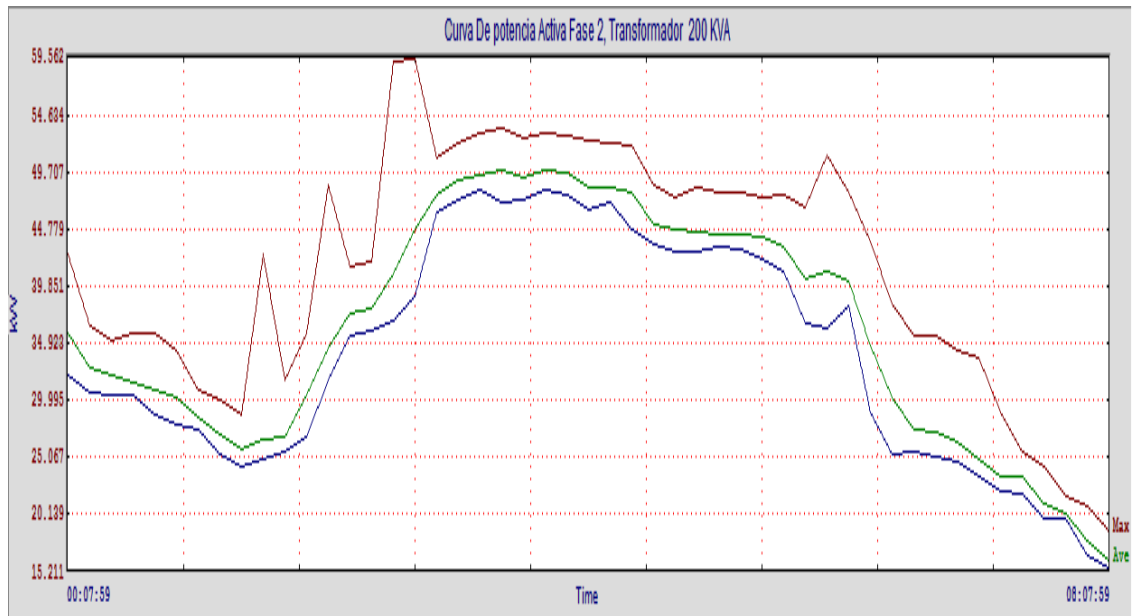
Curva de demanda de potencia reactiva fase 1, desde las 00:07:59 horas hasta 08:07:59 horas



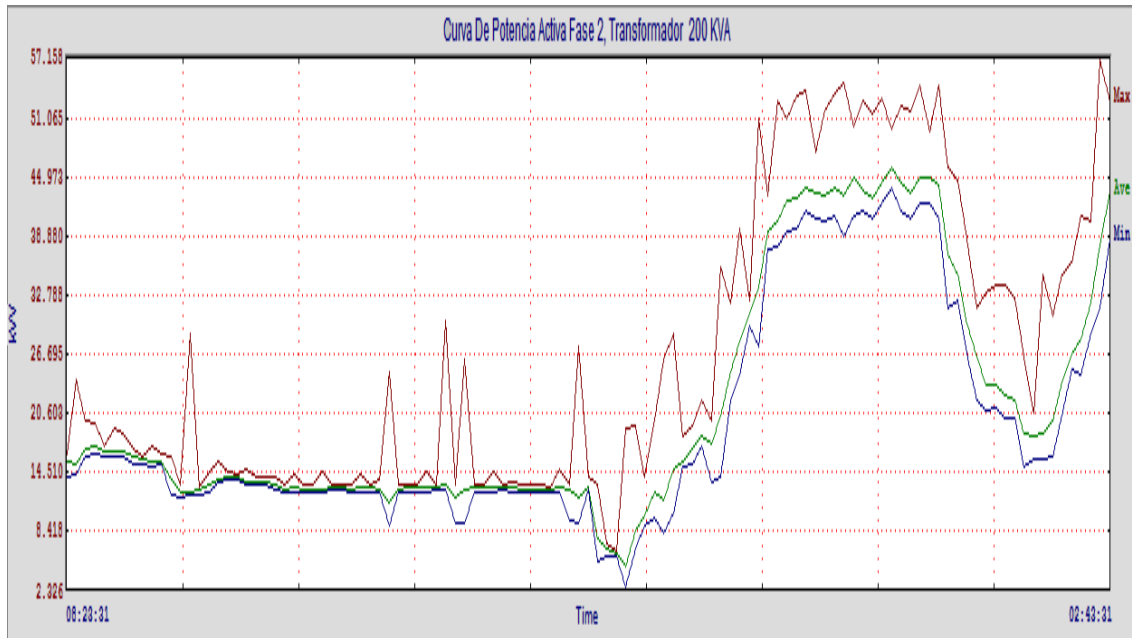
Curva de demanda de potencia reactiva fase 1, desde 8:13:31 horas hasta 02:43:31 horas

Fuentes: Obtenida por los autores.

Figura 83. Curvas de demanda de potencia activa de la fase dos TRF 200 KVA.



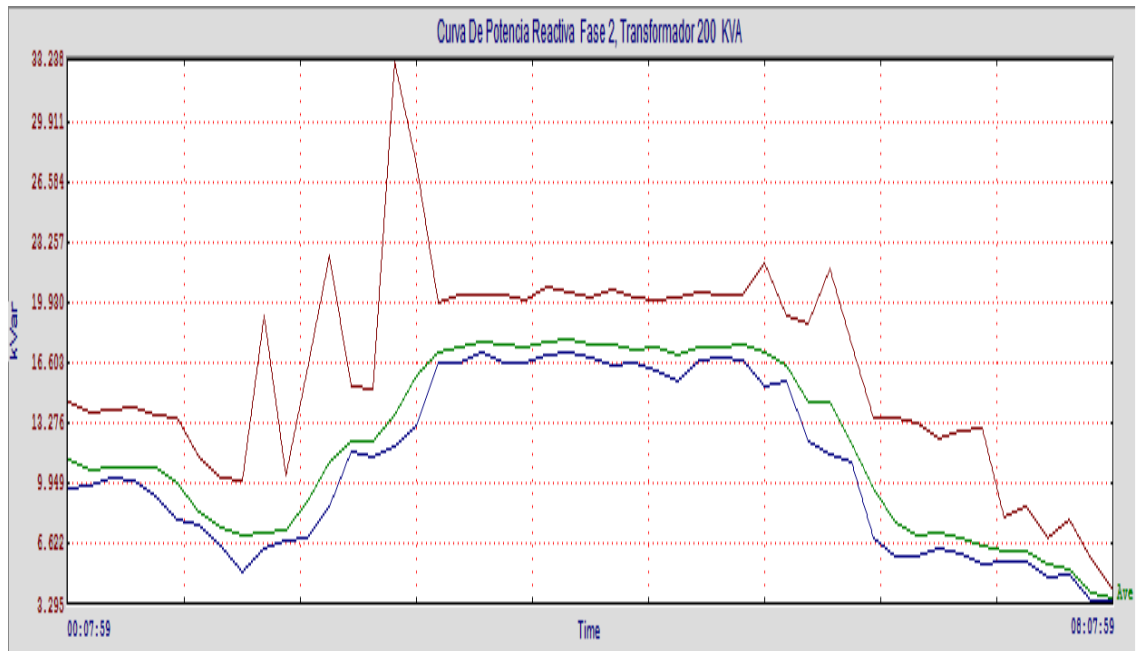
Curva de demanda de potencia activa fase 2, desde las 00:07:59 horas hasta 08:07:59 horas



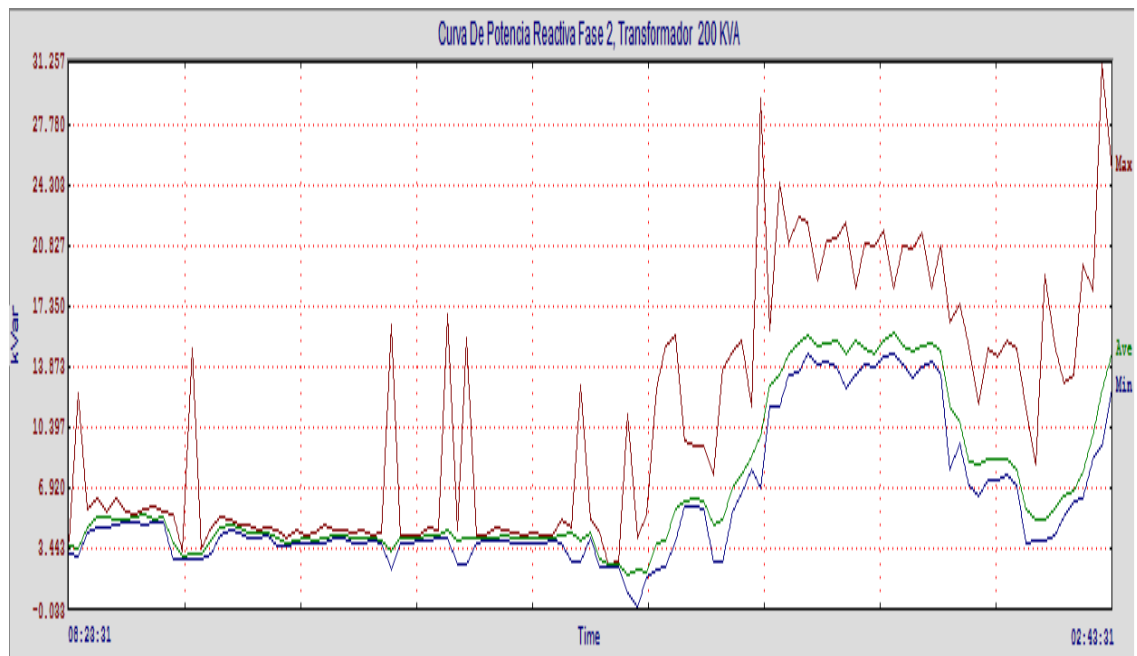
Curva de demanda de potencia activa fase 2, desde 8:13:31 horas hasta 02:43:31 horas

Fuentes: Obtenida por los autores.

Figura 84. Curvas de demanda de potencia reactiva de la fase dos TRF 200 KVA.



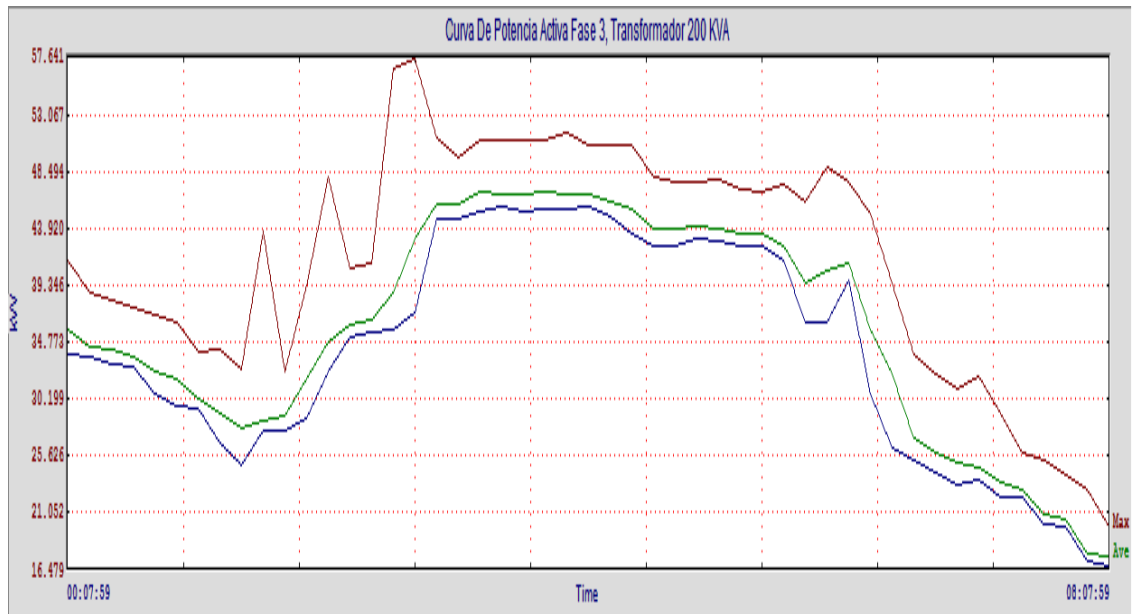
Curva de demanda de potencia reactiva fase 2, desde las 00:07:59 horas hasta 08:07:59 horas



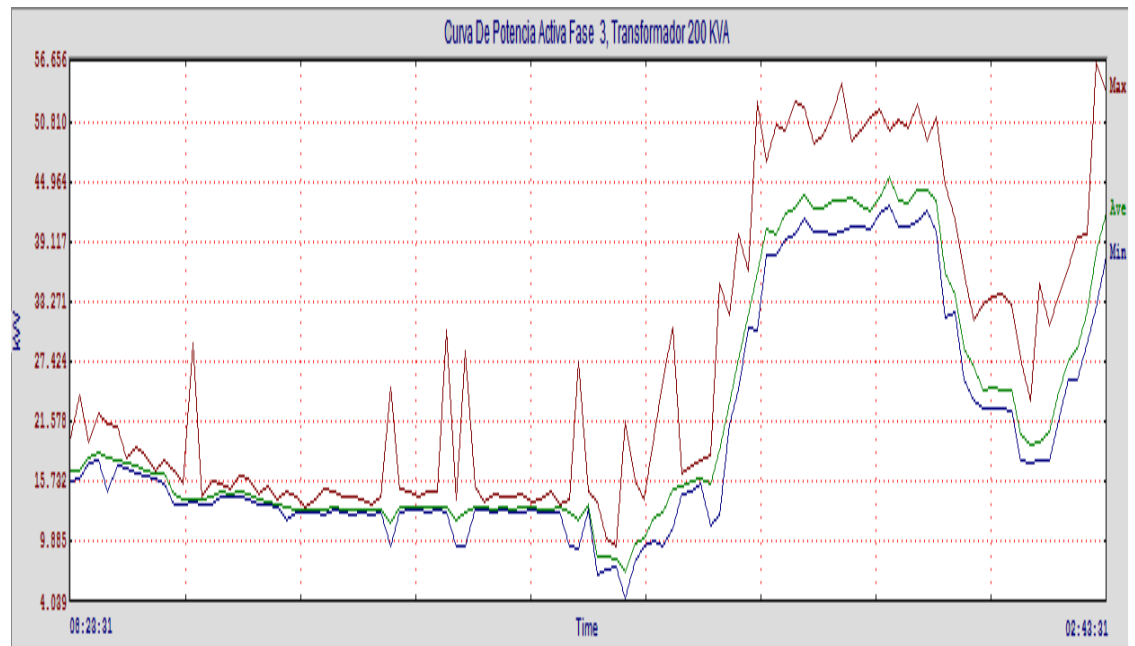
Curva de demanda de potencia reactiva fase 2, desde 8:13:31 horas hasta 02:43:31 horas

Fuente: Obtenida por los autores.

Figura 85. Curvas de demanda de potencia activa de la fase tres TRF 200 KVA.



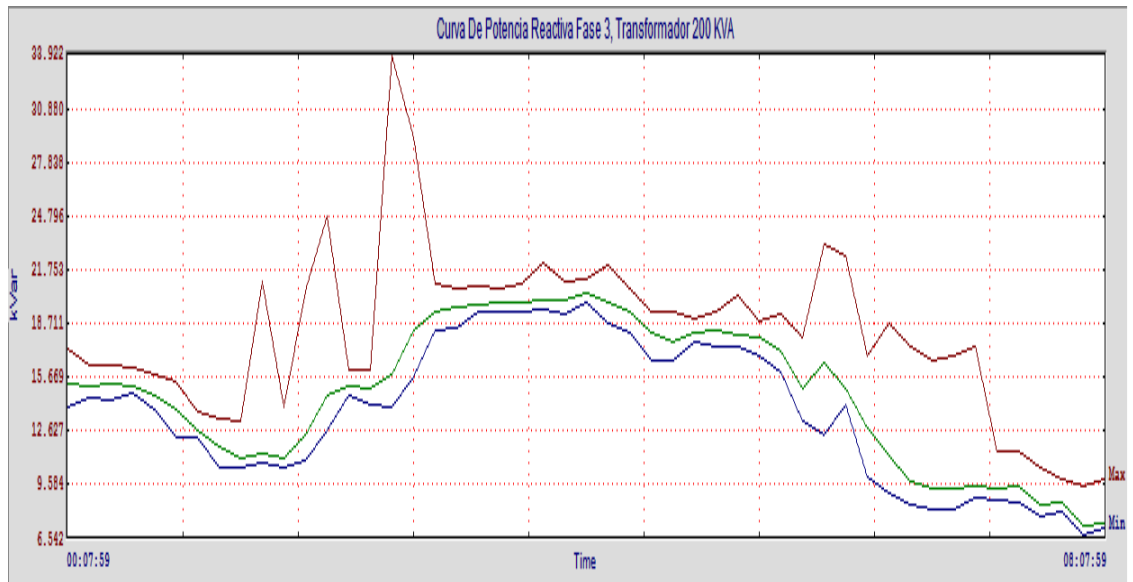
Curva de demanda de potencia activa fase 3, desde las 00:07:59 horas hasta 08:07:59 horas



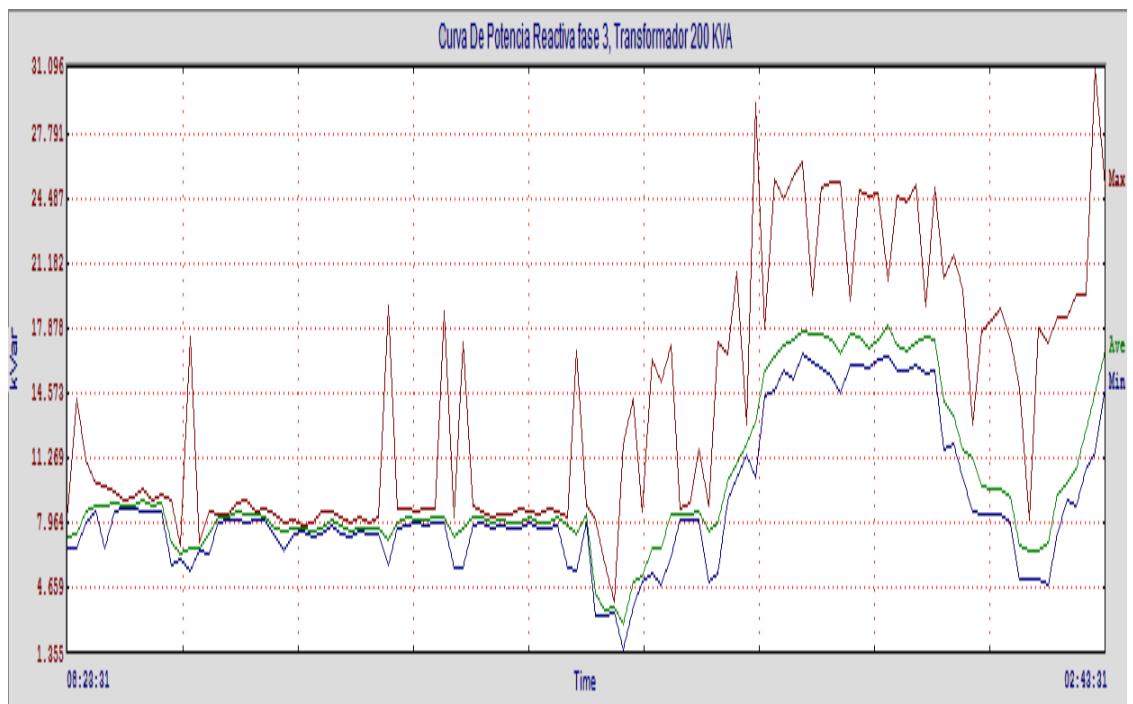
Curva de demanda de potencia activa fase 3, desde las 8:13:31 horas hasta 02:43:31 horas

Fuente: Obtenida por los autores.

Figura 86. Curvas de demanda de potencia reactiva de la fase 3 TRF 200 KVA.



Curva de demanda de potencia reactiva fase 3, desde las 00:07:59 horas hasta 08:07:59 horas



Curva de demanda de potencia reactiva fase 3, desde las 8:13:31 horas hasta 02:43:31 horas
Fuente: Obtenida por los autores.

- En las Figuras 81, 82, 83, 84, 85 y 86 podemos observar las demandas de potencia exigidas por las cargas que se encuentran instaladas al transformador de 200 KVA, con ayuda de estas graficas podemos determinar si los niveles de potencia exigidos por las cargas instaladas están dentro de los niveles que la planta eléctrica es capaz de suministrar. Cabe anotar que la máxima potencia monofásica que es capaz de suministrar el grupo electrógeno es de 83.3 KVA.

- En la tabla 10 se encuentran los valores máximos de potencia activa y reactiva, así como también el valor de potencia aparente correspondiente al pico donde ocurrieron los máximos de potencia.

Tabla 10. Valores máximos de potencia activa y reactiva en el barraje del TRF de 200 KVA.

	Valores Máximos de Potencia Promedio		
	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Potencia Activa (KW)	39,51	49,99	46,98
Potencia Reactiva (KVAR)	13,84	17,88	20,38
Potencia Aparente (KVA)	41,86	53,09	51,21

5.1.2 Análisis del Barraje del Transformador (TRF) de 75 KVA

Tabla 11. Cuadro inicial de tensiones y corrientes en el barraje del transformador de 75 KVA

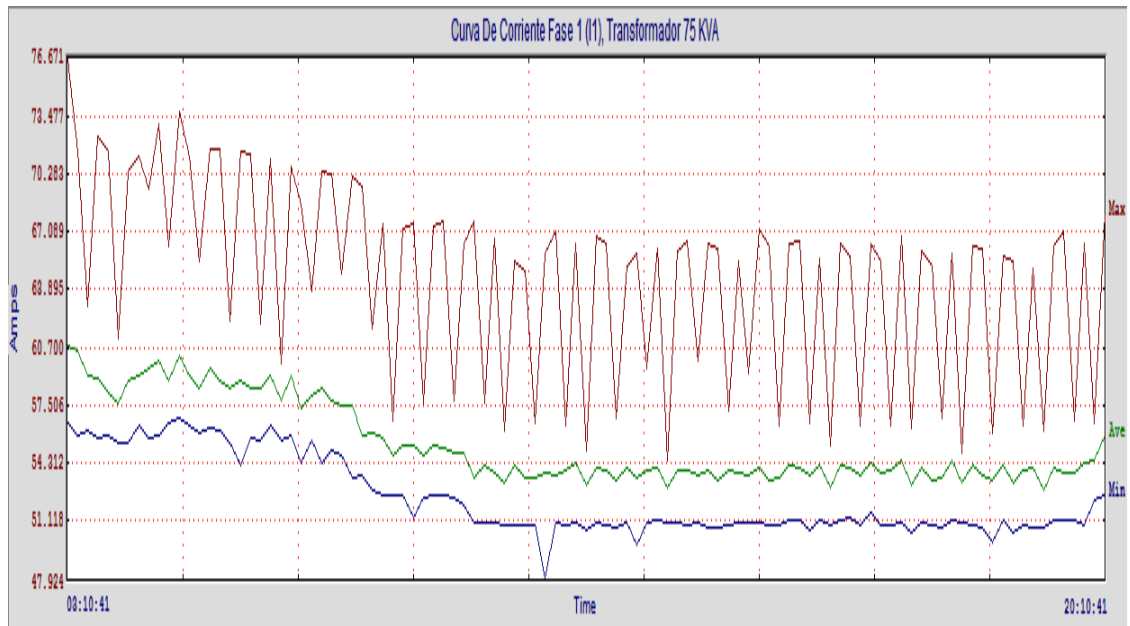
RMS DEMAND RESULTS						FUNDAMENTAL PHASOR DEMAND RESULTS						
Phase	Volts	Amps	kWatts	kVars	pf	Volts	VAngle	Amps	IAngle	kWatts	kVars	Pf
1	120.67	59.703	5.562	4.319	0.790	120.60	0.00	58.460	-37.68	5.580	4.309	0.791
2	123.80	55.536	6.217	2.649	0.920	123.73	-119.79	54.690	-142.78	6.229	2.643	0.921
3	121.97	43.306	4.878	1.531	0.954	121.90	119.57	42.076	102.18	4.895	1.533	0.954
T,A	122.15	52.848	16.657	8.498	0.891	122.08	0.00	51.742	0.00	16.704	8.485	0.892
%V-Imbal	%I-Imbal											
1.351	18.057											

Al comenzar a analizar los datos se observa que el analizador realiza una medición de condiciones iniciales de los fasores de tensión y corriente del sistema a medir, junto con los valores de potencia activa, reactiva y factor de potencia, En la Tabla 11. Cuadro inicial de tensiones y corrientes en el barraje del transformador de 75 KVA se observa lo siguiente:

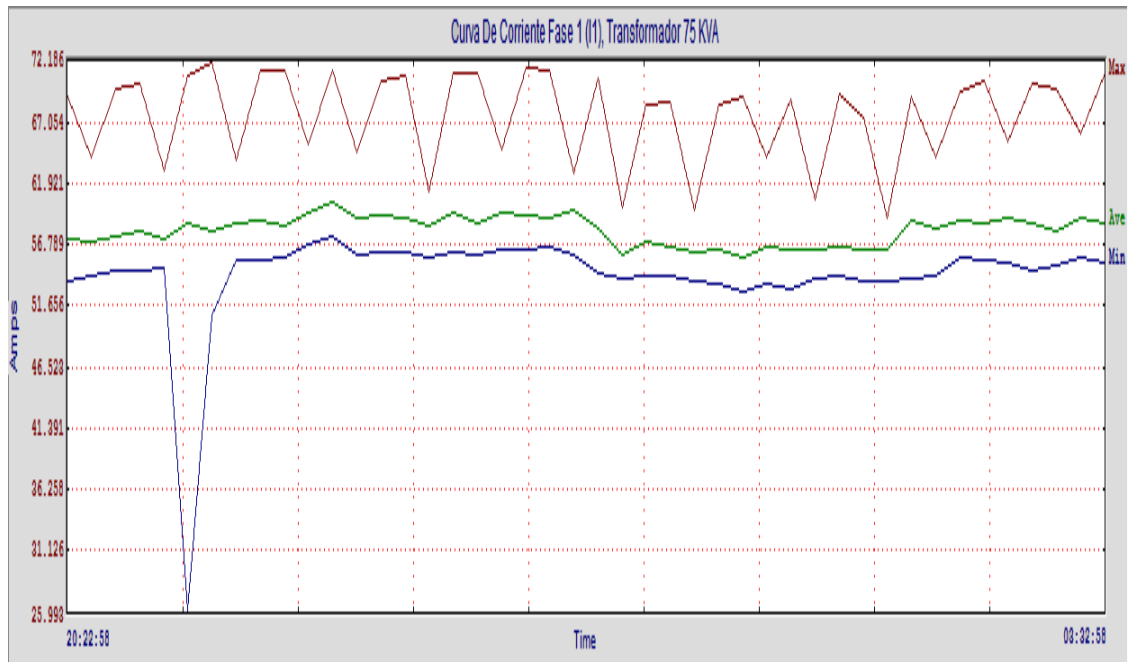
- El desbalance de corrientes es del 18,057% considerando que las cargas deben ser lo más balanceada posible esto genera un esfuerzo adicional en la planta de emergencia.
- Se observa claramente que los niveles de potencia no son iguales en cada una de las fases, lo que demuestra el desbalance en las cargas.

Los valores de esta tabla solo muestran valores instantáneos tomados en el momento del muestreo inicial, lo que quiere decir que solo nos dan una idea de cómo se encontraba el sistema en ese momento.

Figura 87. Curva de demanda de corriente de la fase uno. TRF 75 KVA.



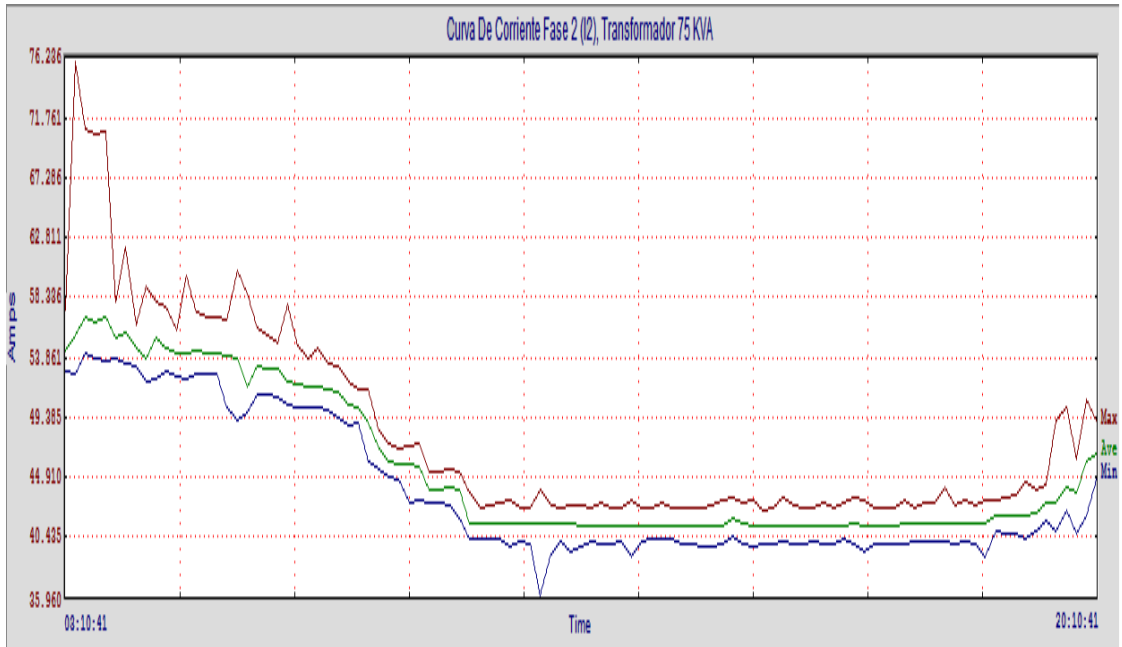
Curva de demanda de corriente fase 1, desde las 03:10:41 horas hasta 20:10:41 horas



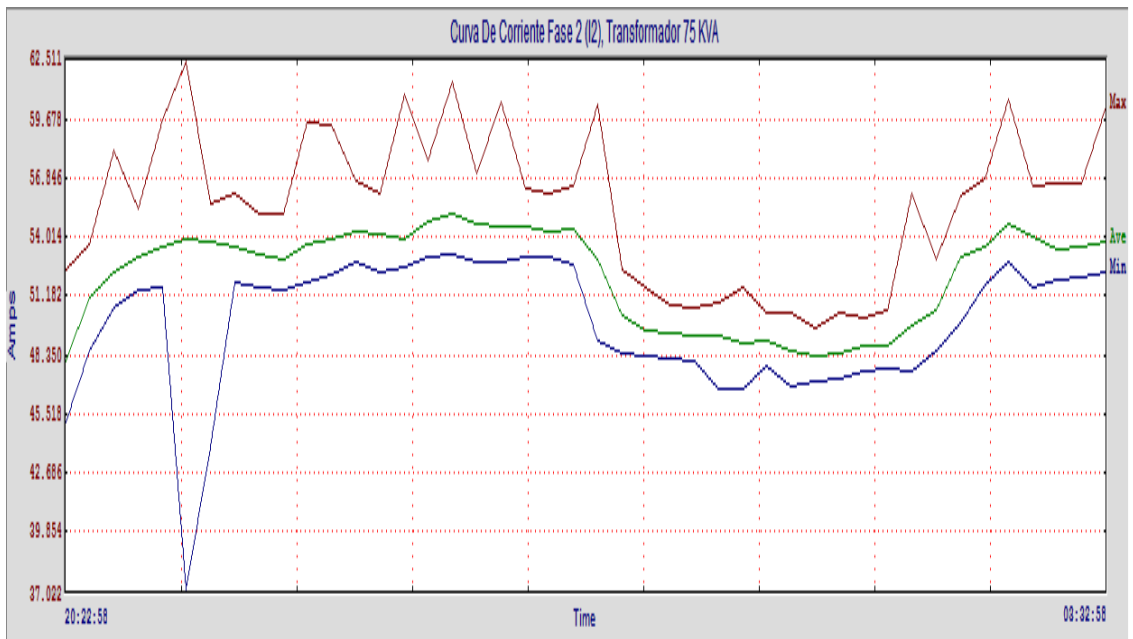
Curva de demanda de corriente fase 1, desde 20:22:58 horas hasta 03:32:58 horas

Fuentes: Obtenida por los autores.

Figura 88. Curva de demanda de corriente de la fase dos. TRF 75 KVA.



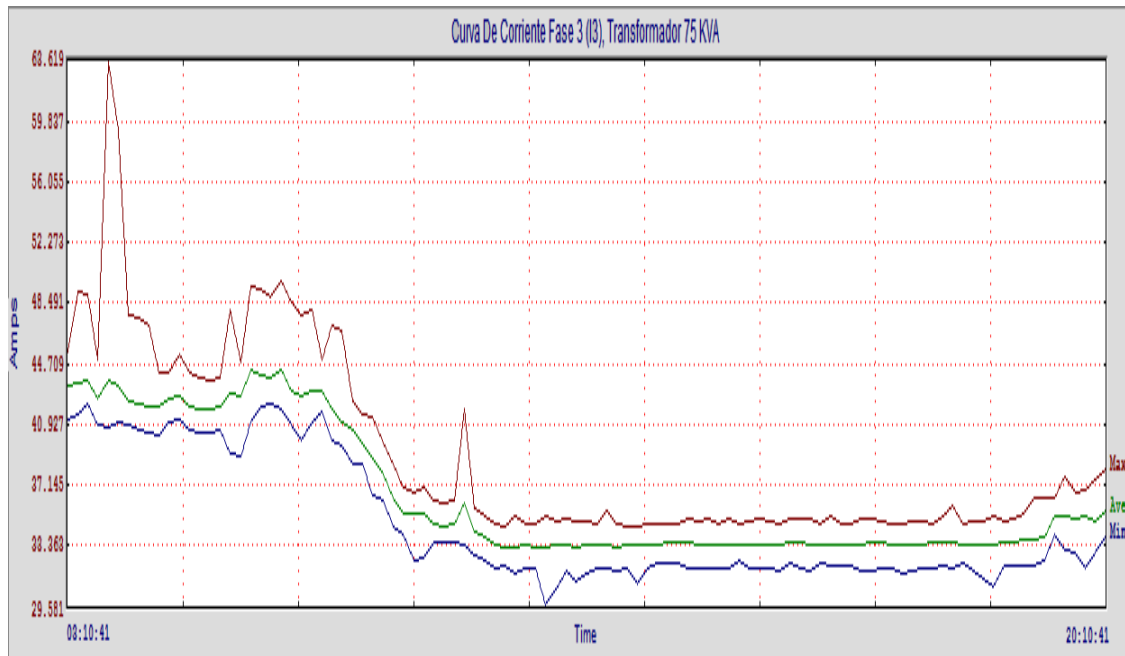
Curva de demanda de corriente fase 2, desde las 03:10:41 horas hasta 20:10:41 horas



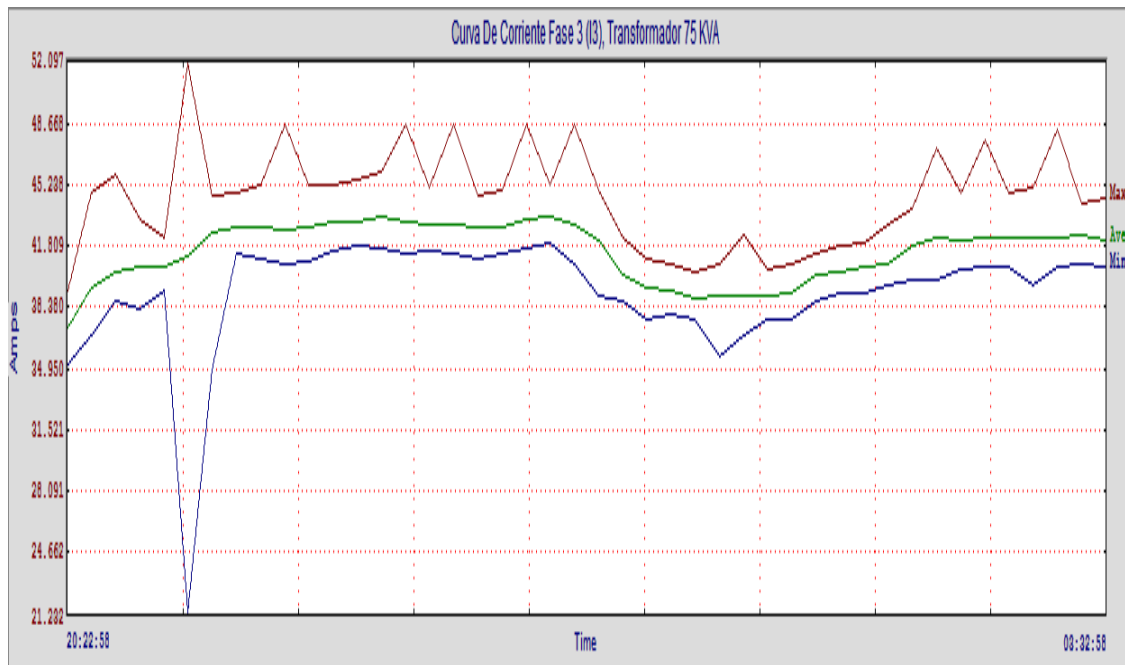
Curva de demanda de corriente fase 2, desde 20:22:58 horas hasta 03:32:58 horas

Fuentes: Obtenida por los autores.

Figura 89. Curvas de demanda de corriente de la fase tres. TRF 75 KVA.



Curva de demanda de corriente fase 3, desde las 03:10:41 horas hasta 20:10:41 horas

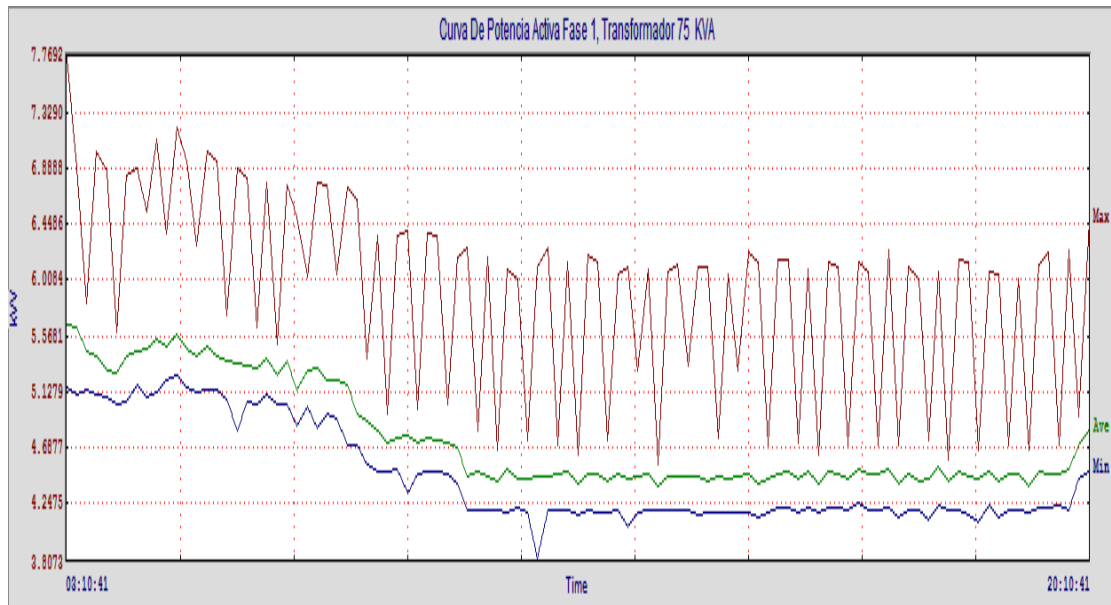


Curva de demanda de corriente fase 3, desde 20:22:58 horas hasta 03:32:58 horas

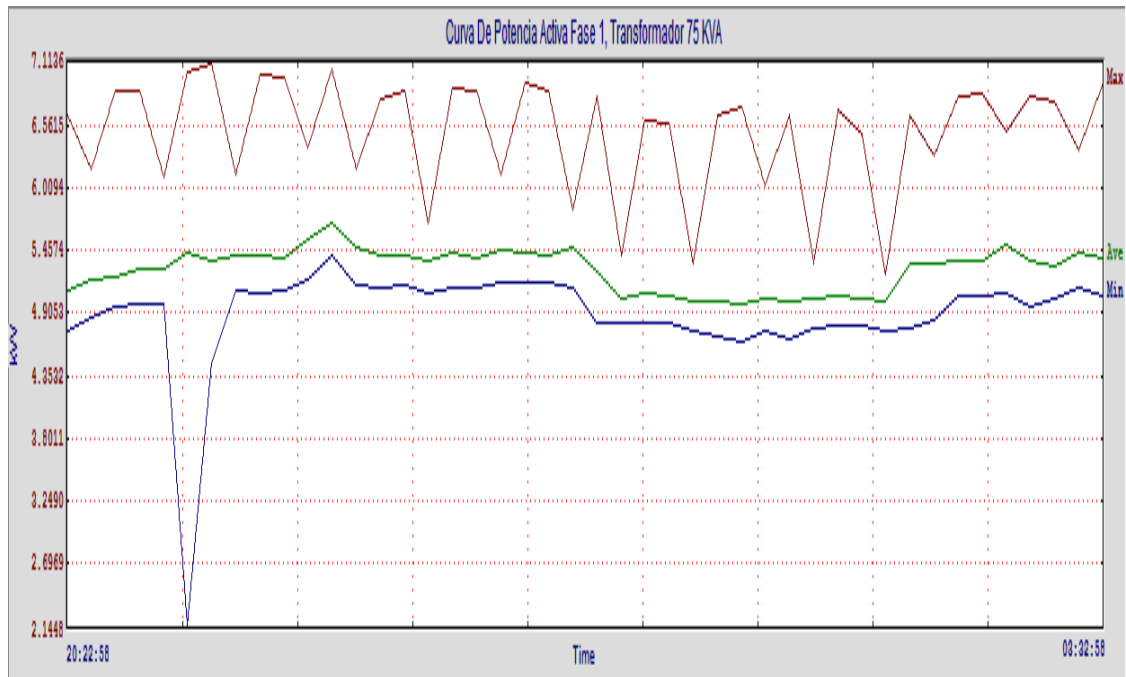
Fuente: Obtenida por los autores.

- En las figuras 87, 88 y 89 podemos observar los valores máximos de corrientes promedio de la fase 1, 2 y 3. Los valores máximo de corriente son los siguientes: 60,866 A, 56,969 A y 44,437 A respectivamente. la planta eléctrica instalada solo puede suministrar un nivel de corriente de 410 A. por lo que se encuentra dentro del rango de operación del grupo electrógeno.
- Al observar la curva de demanda se puede ver picos máximos de corriente, esto es producido por la existencia de cargas de gran tamaño que al momento del arranque exigen a la red en niveles de corriente.

Figura 90. Curva de demanda de potencia activa de la fase uno. TRF 75 KVA.



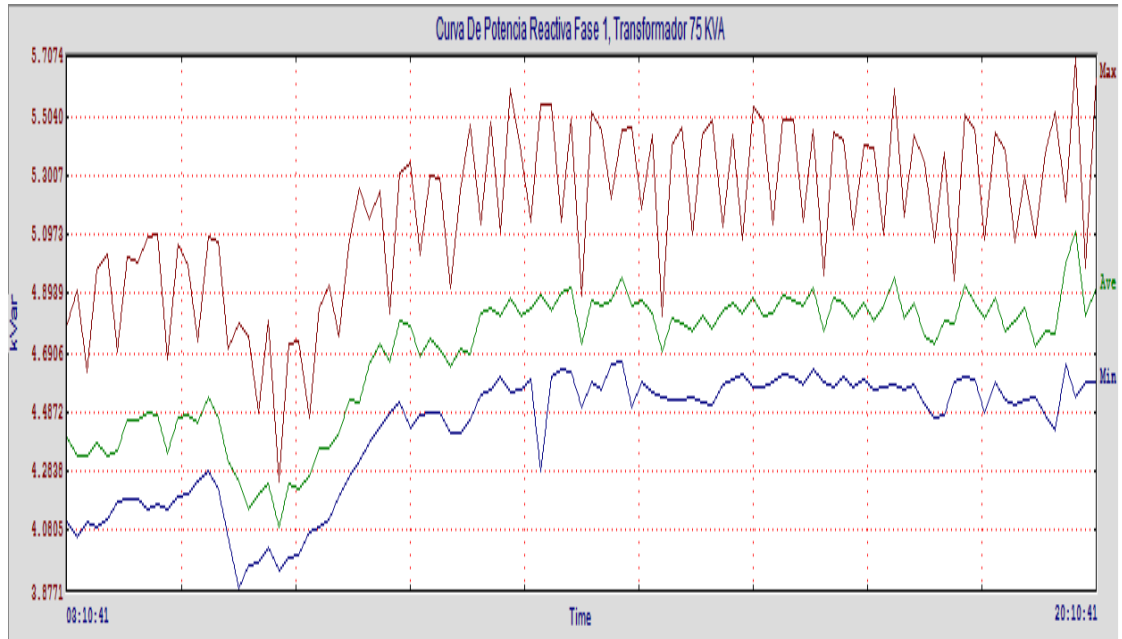
Curva de demanda de potencia activa fase 1, desde las 03:10:41 horas hasta 20:10:41 horas



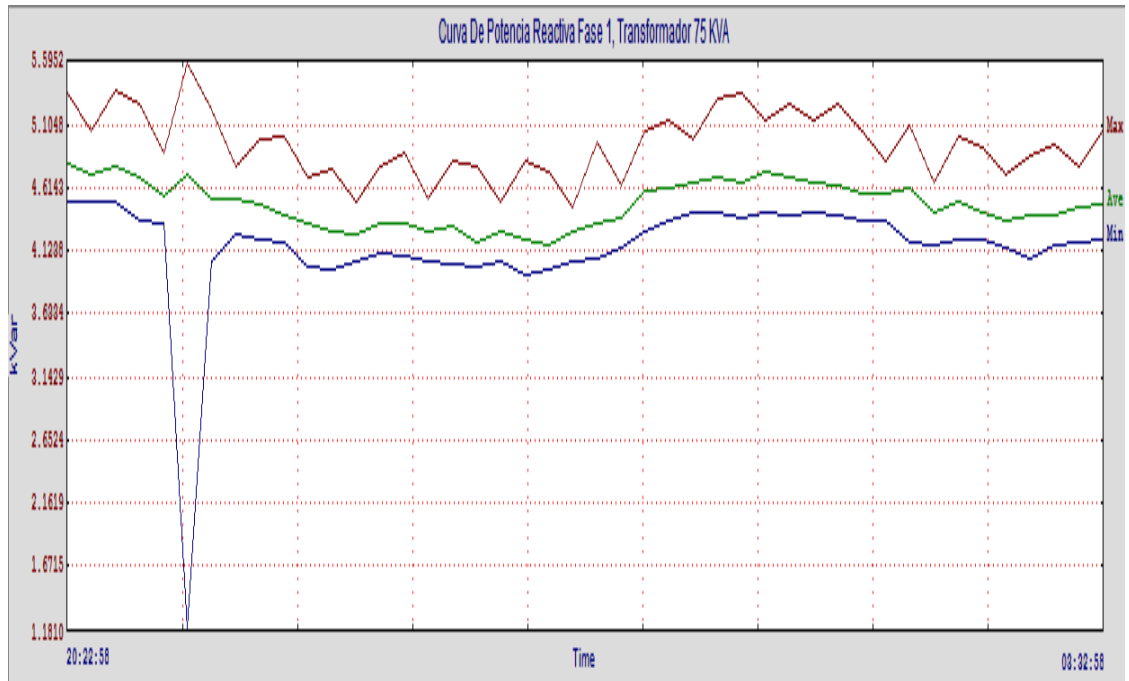
Curva de demanda de potencia activa fase 1, desde las 20:10:41 horas hasta 03:10:41 horas

Fuentes: Obtenida por los autores.

Figura 91. Curvas de demanda de potencia reactiva de la fase uno. TRF 75 KVA.

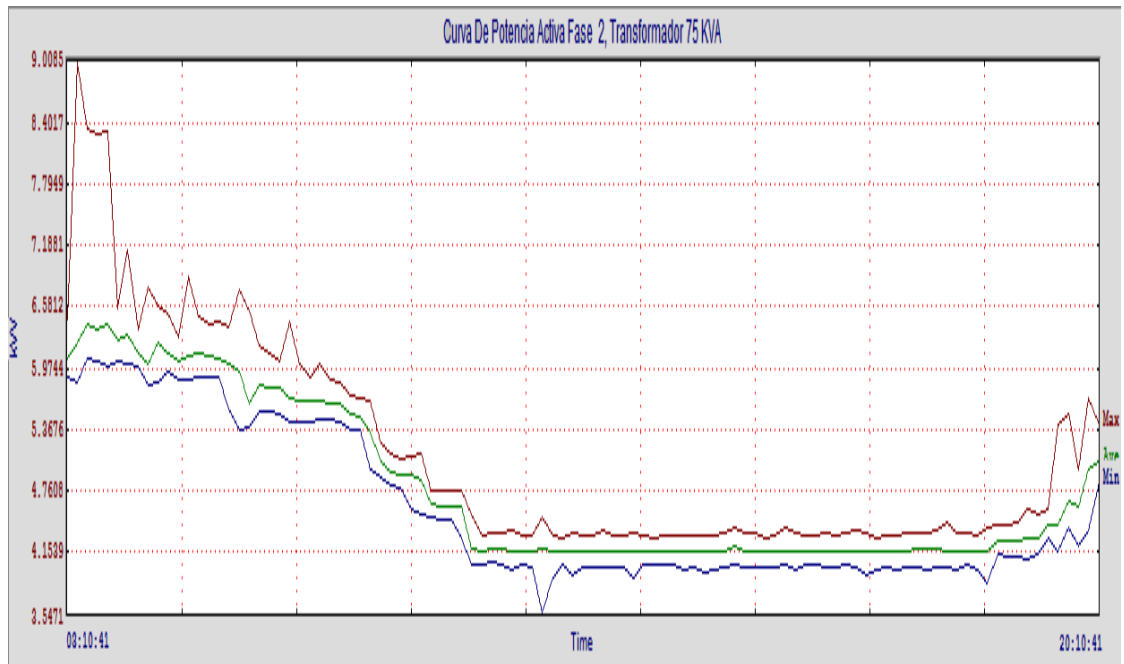


Curva de demanda de potencia reactiva fase 1, desde las 03:10:41 horas hasta 20:10:41 horas

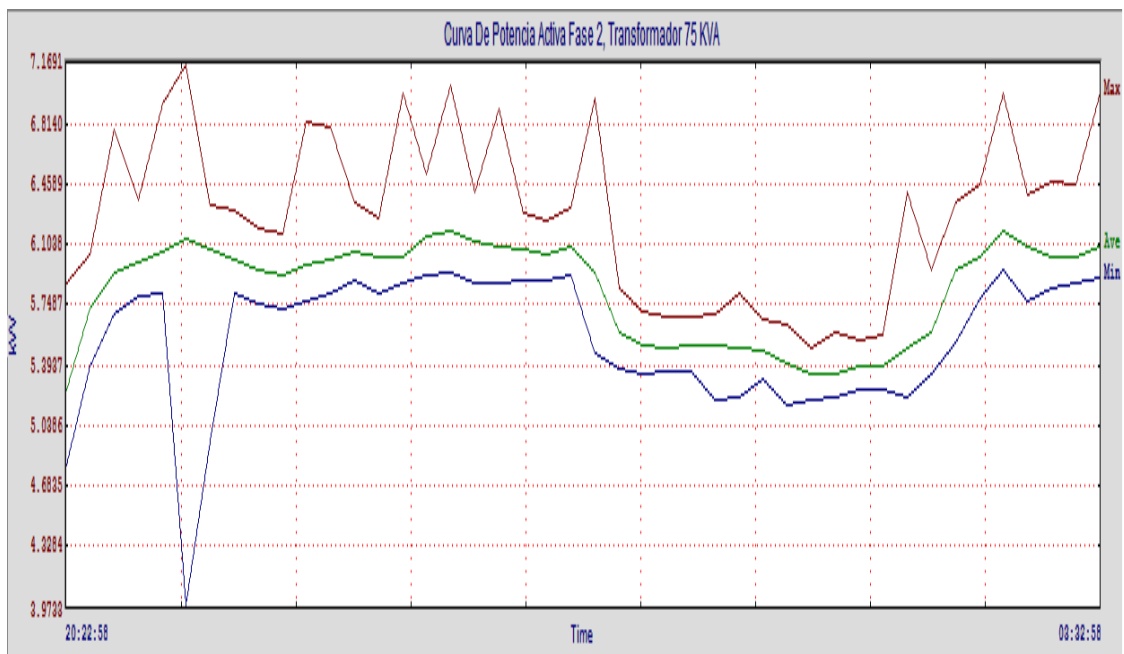


Curva de demanda de potencia reactiva fase 1, desde las 20:10:41 horas hasta 03:10:41 horas
Fuentes: Obtenida por los autores.

Figura 92. Curva de demanda de potencia activa de la fase dos. TRF 75 KVA.



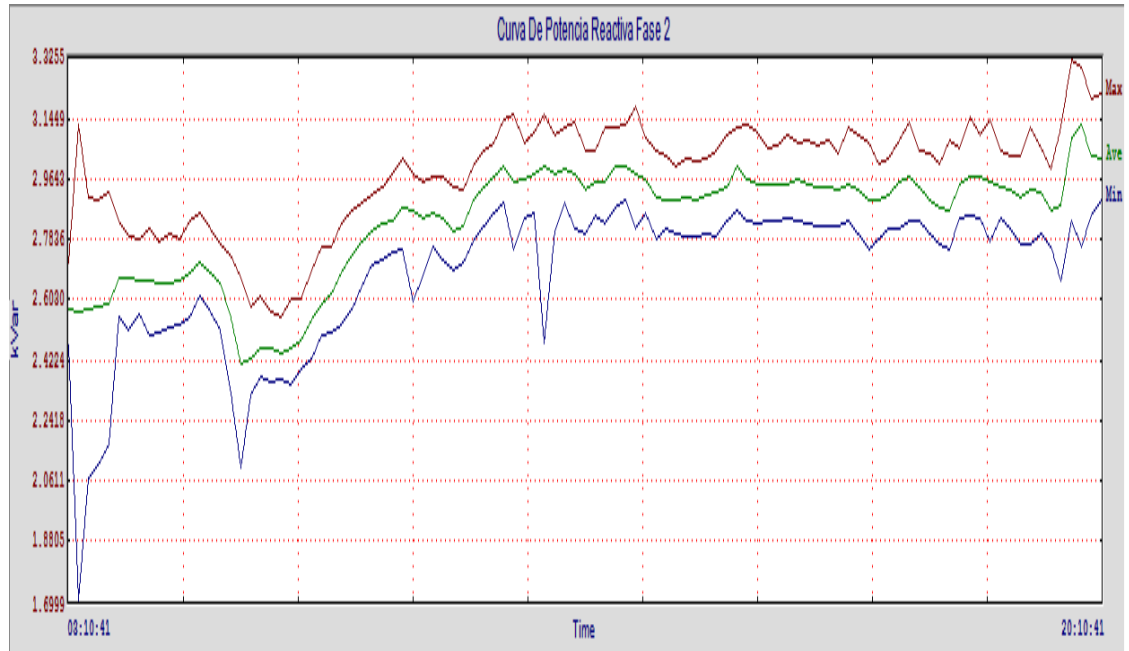
Curva de demanda de potencia activa fase 2, desde las 03:10:41 horas hasta 20:10:41 horas



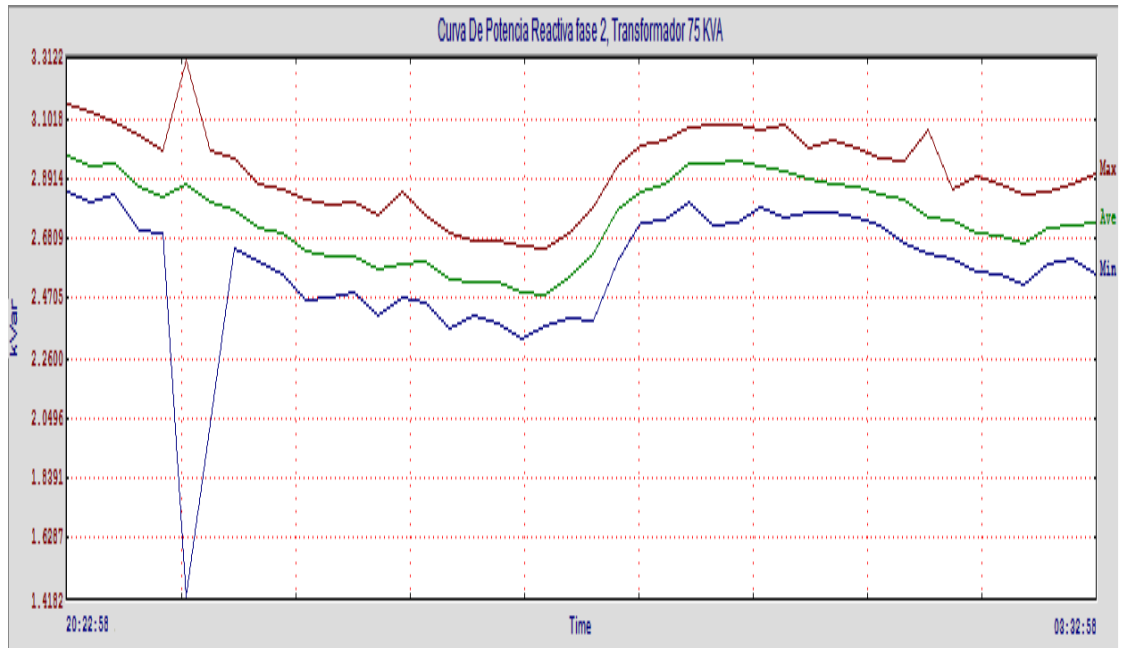
Curva de demanda de potencia activa fase 2, desde las 20:10:41 horas hasta 03:10:41 horas

Fuentes: Obtenida por los autores.

Figura 93. Curva de demanda de potencia reactiva de la fase dos. TRF 75 KVA.



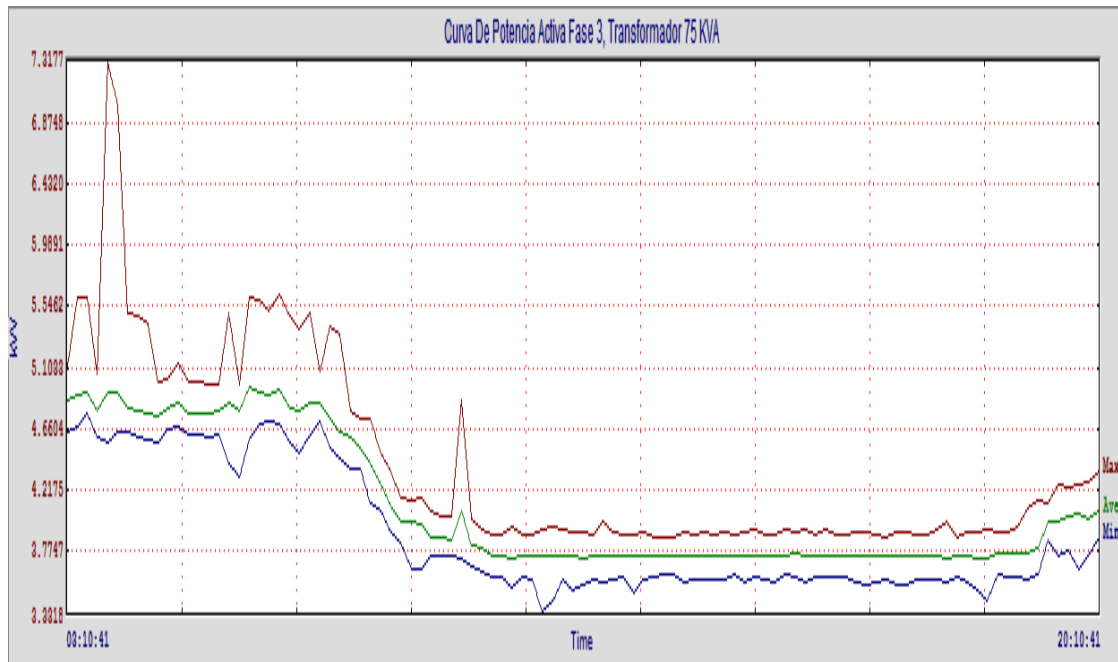
Curva de demanda de potencia reactiva fase 2, desde las 03:10:41 horas hasta 20:10:41 horas



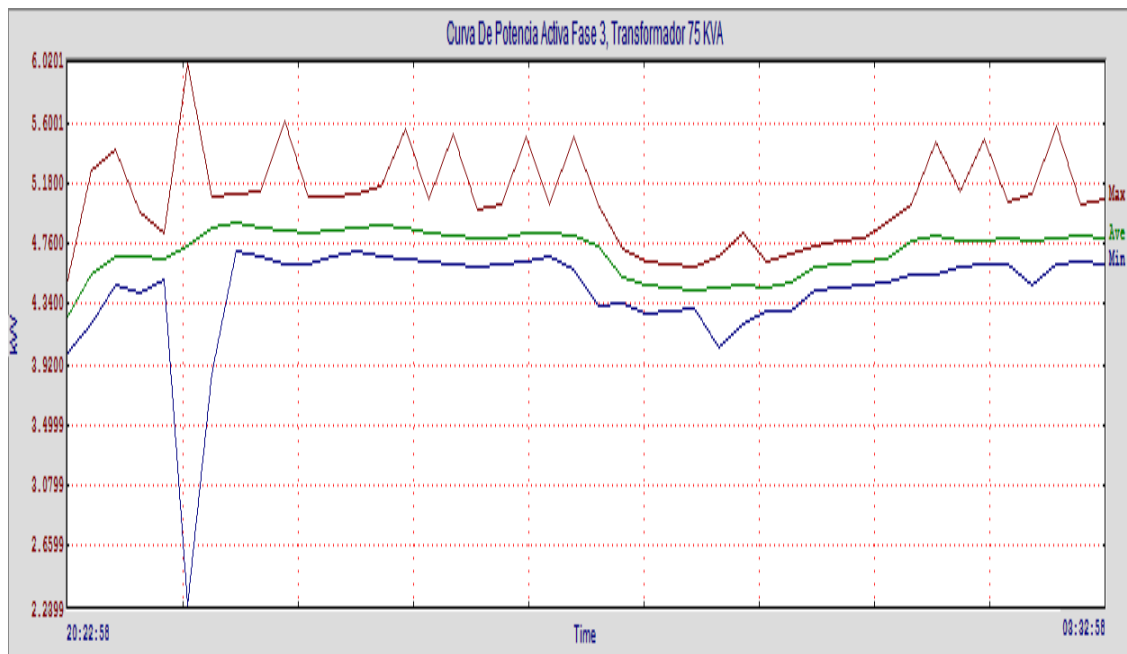
Curva de demanda de potencia reactiva fase 2, desde las 20:10:41 horas hasta 03:10:41 horas

Fuentes: Obtenida por los autores.

Figura 94. Curva de demanda de potencia activa de la fase tres. TRF 75 KVA.

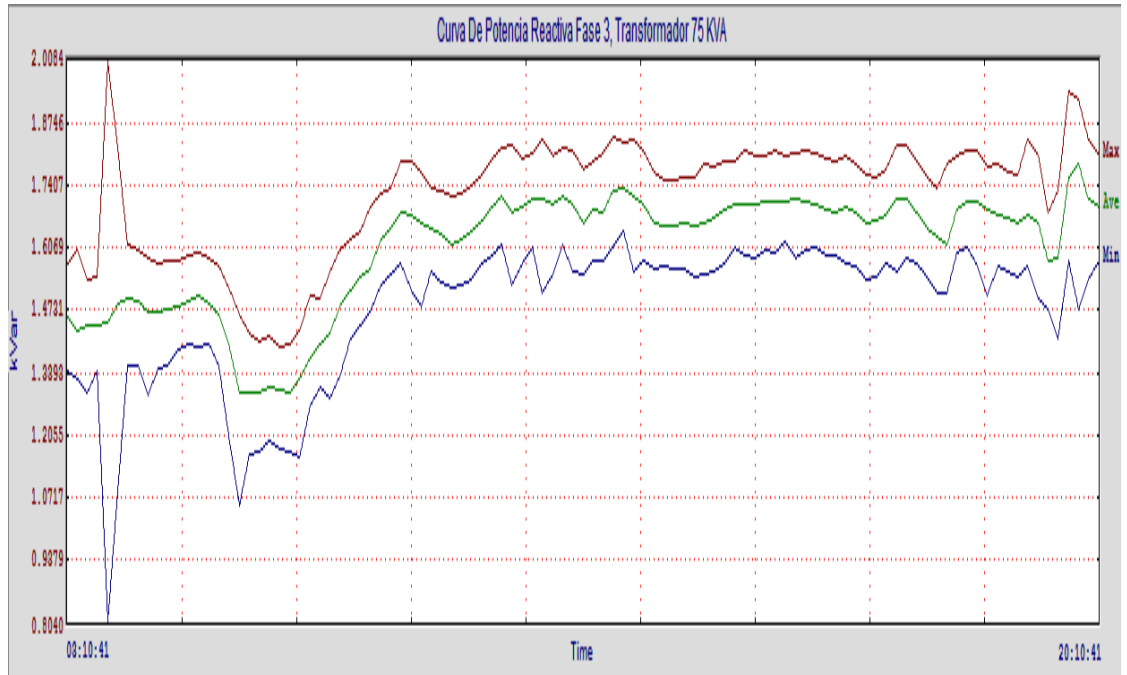


Curva de demanda de potencia activa fase 3, desde las 03:10:41 horas hasta 20:10:41 horas

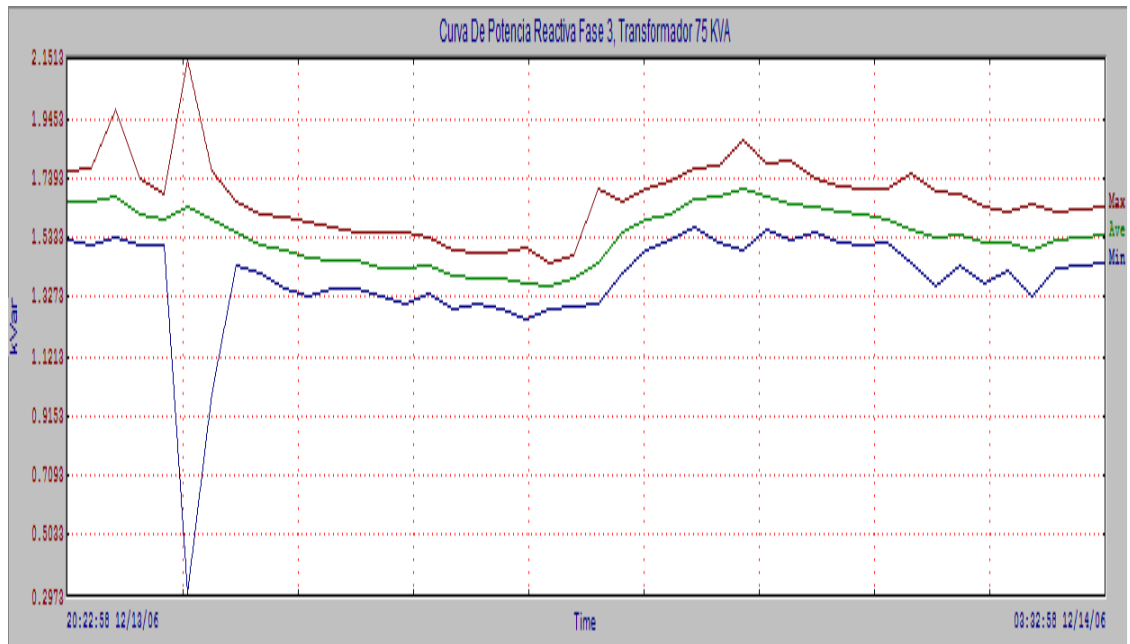


Curva de demanda de potencia activa fase 3, desde las 20:10:41 horas hasta 03:10:41 horas
Fuentes: Obtenida por los autores.

Figura 95. Curva de demanda de potencia reactiva de la fase tres. TRF 75 KVA.



Curva de demanda de potencia reactiva fase 3, desde las 03:10:41 horas hasta 20:10:41 horas



Curva de demanda de potencia reactiva fase 3, desde las 20:10:41 horas hasta 03:10:41 horas

Fuentes: Obtenida por los autores.

- En las figuras 90, 91, 92, 93, 94 y 95 podemos observar las demandas de potencia exigidas por las cargas que se encuentran instaladas al transformador de 75 KVA, con ayuda de estas gráficas podemos determinar si los niveles de potencia exigidos por las cargas instaladas están dentro de los niveles que la planta eléctrica es capaz de suministrar. Cabe anotar que la máxima potencia monofásica que es capaz de suministrar el grupo electrógeno es de 83.3 KVA.

- En la tabla 12 se encuentran los valores máximos de potencia activa y reactiva, así como también el valor de potencia aparente correspondiente al pico donde ocurrieron los máximos de potencia.

Tabla 12. Valores máximos de potencia activa y reactiva en el barraje del TRF de 75 KVA.

	Valores Máximos de Potencia Promedio.		
	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Potencia Activa (KW)	5,721	6,427	4,970
Potencia Reactiva (KVAR)	5,110	3,136	1,790
Potencia Aparente (KVA)	7,671	7,151	5,283

5.2 CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL GRUPO ELECTROGENO DEL EDIFICIO DE ADMINISTRACION DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Al observar las diferentes curvas en cada una de las fases sobre el comportamiento de la red en cada uno de los barrajes a la cual está conectada la planta de emergencia se puede afirmar lo siguiente:

- Los niveles de corriente exigidos por la carga superan los niveles máximos de corriente que la planta debe suministrar. Ya que para el barraje de 200 KVA estos niveles son muy grandes, además la planta eléctrica también debe alimentar el barraje de 75 KVA lo que hace que estos valores sean más críticos.
- Dado que los picos máximos de tensión y corriente no ocurren en el mismo instante de tiempo esto no genera una elevada demanda de potencia estando operando la planta en los niveles permitidos de potencia, pero trabajando muy cerca al límite de operación, para el barraje de 200 KVA tenemos que en la fase uno la demanda máxima de potencia es de 41.86 KVA y en el barraje de 75 KVA es de 7.67 KVA lo que nos genera una capacidad de la fase uno en la planta de emergencia alrededor de 49,53 KVA que sería un uso del 60% de la capacidad total de generación.
- En la fase dos tenemos que la potencia máxima que debería suministrar al barraje de 200 KVA sería de 53.09 KVA. en el barraje de 75 KVA de 7.15 KVA entonces la potencia que debe suministrar en la fase dos la planta de emergencia sería de 60,24 KVA. Que sería un uso del 72,3% de la capacidad total de generación.

- En la fase tres tenemos que la potencia máxima que debería suministrar al barraje de 200 KVA sería de 51,21 KVA. En el barraje de 75 KVA de 5.28 KVA entonces la potencia que debe suministrar en la fase tres la planta de emergencia sería de 56.49 KVA. Que sería un uso del 68% de la capacidad total de generación.
- Como se puede observar la planta de emergencia se encuentra trabajando en su límite de generación lo que ocasiona un mal funcionamiento de la misma ya que las condiciones de carga no son las más favorables.

5.3 CARACTERIZACION PLANTA DEL AUDITORIO LUIS A. CALVO

La planta instalada en el edificio Luis A. Calvo cuenta con estos datos de placa

GENERADOR:

Marca: Kohler.

Modelo No 50RZ282

Serial No 391561

Frecuencia: 60 Hz 1800 RPM

Factor de potencia 0.8/1.0

Régimen de servicio Standby

Potencia KW 50

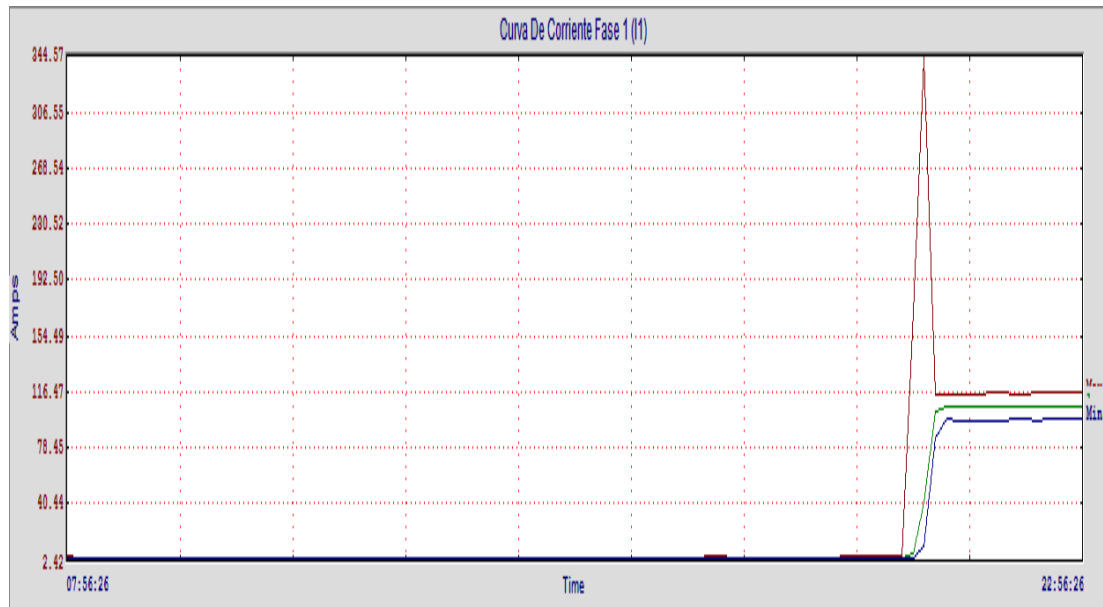
Potencia KVA 69

Voltajes Amperes

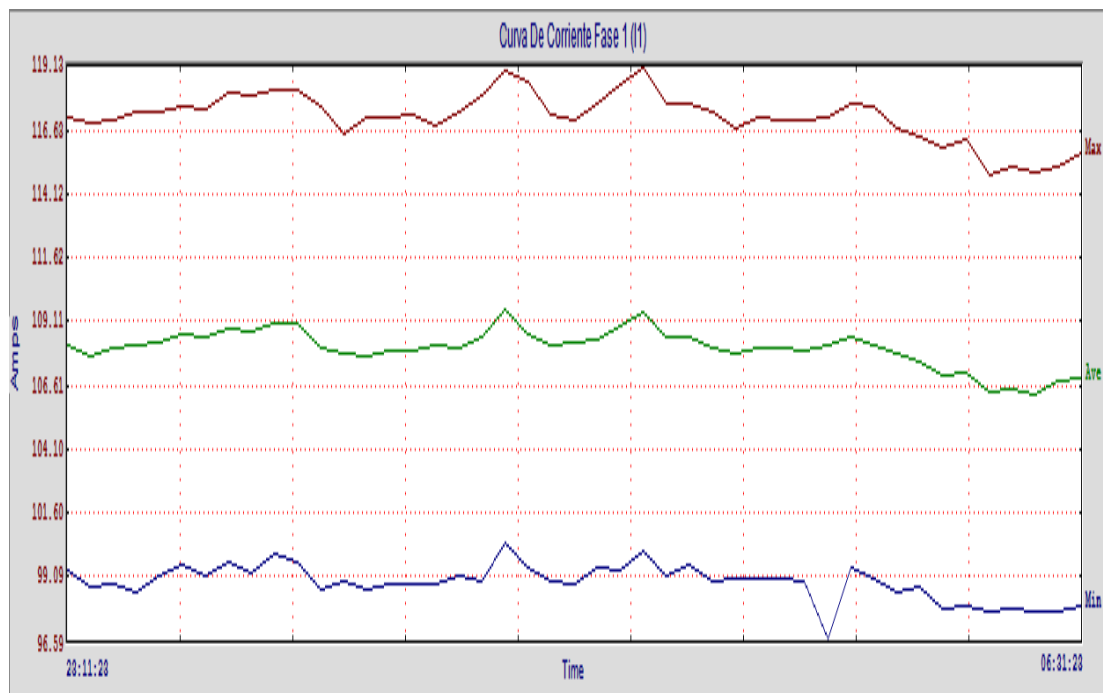
120/208 181

Para el análisis de las condiciones de carga se realizaron pruebas con carga simulando condiciones reales de operación de la planta de emergencia y se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 96. Corriente de la fase 1



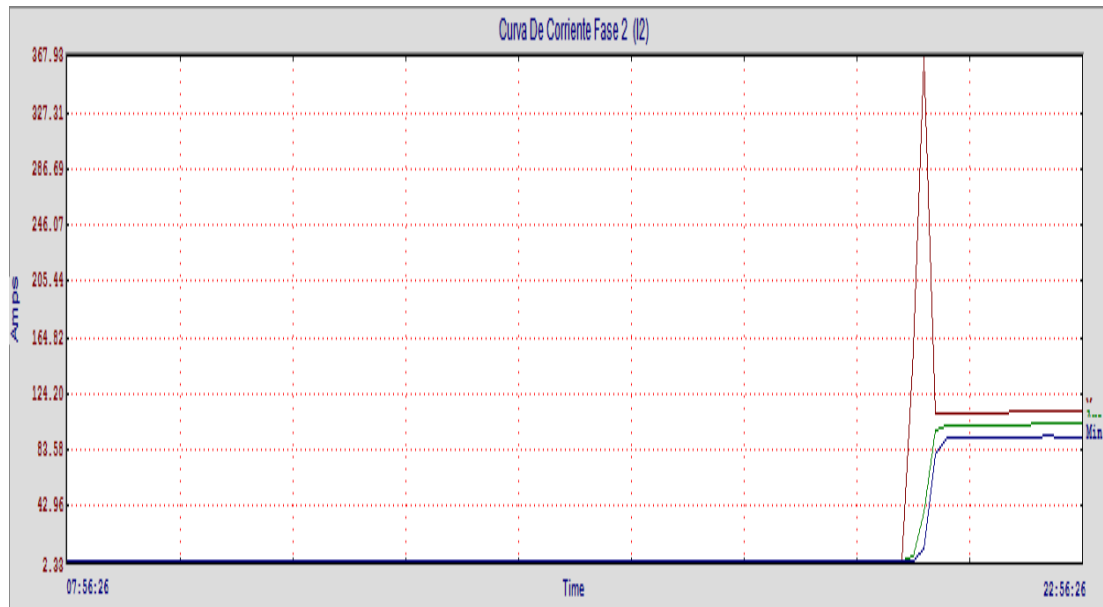
Curva de demanda de corriente fase 1, desde las 07:56:26 horas hasta 22:56:26 horas



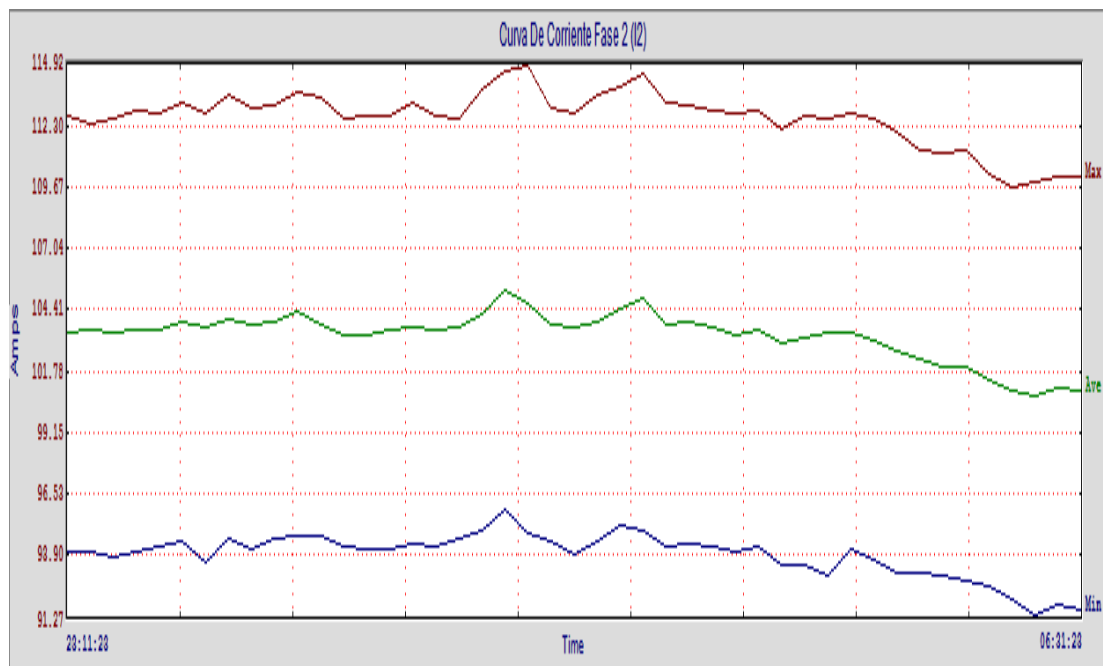
Curva de demanda de corriente fase 1, desde las 23:11:23 horas hasta 06:31:23 horas

Fuente: Obtenida por los autores.

Figura 97. Corriente de la fase 2

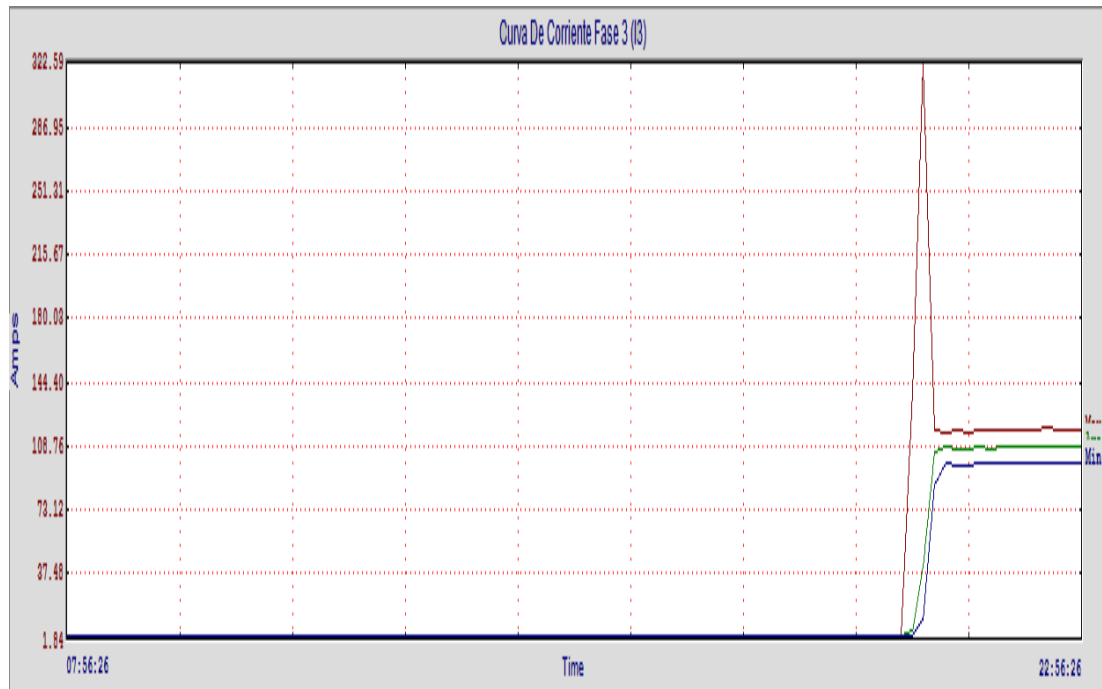


Curva de demanda de corriente fase 2, desde las 07:56:26 horas hasta 22:56:26 horas

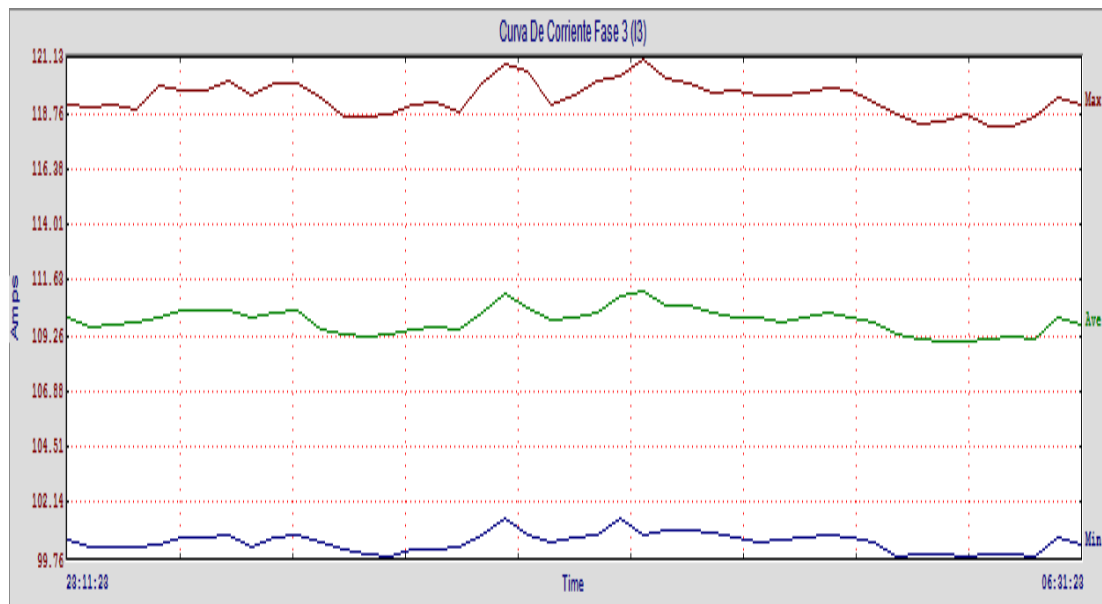


Curva de demanda de potencia activa fase 2, desde las 23:11:23 horas hasta 06:31:23 horas
Fuente: Obtenida por los autores.

Figura 98. Corriente de la fase 3



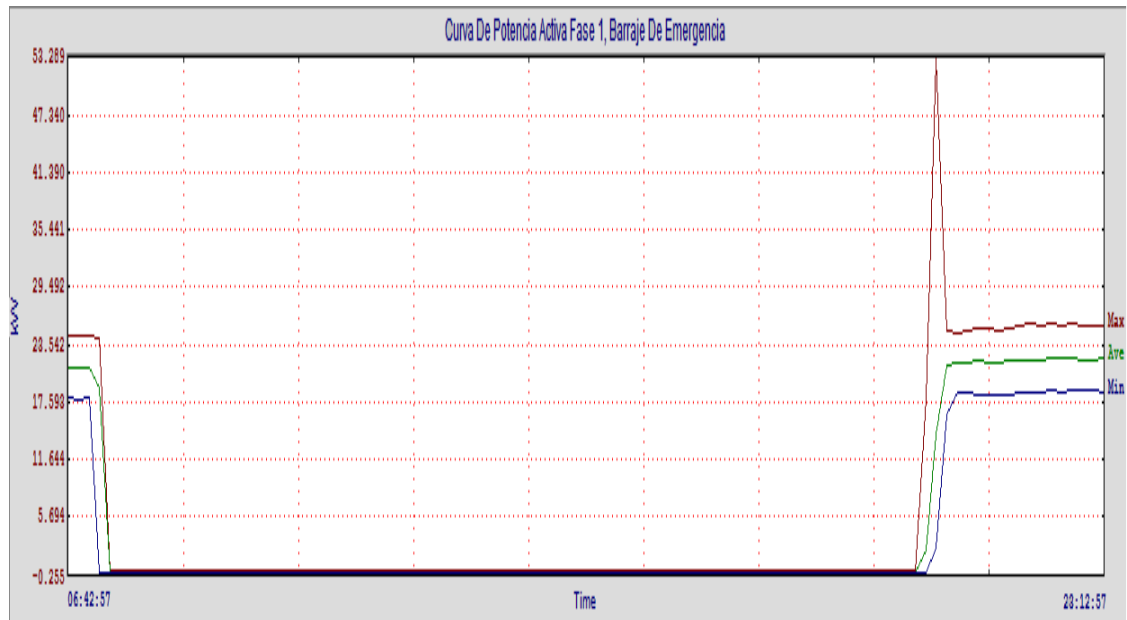
Curva de demanda de corriente fase 3, desde las 07:56:26 horas hasta 22:56:26 horas



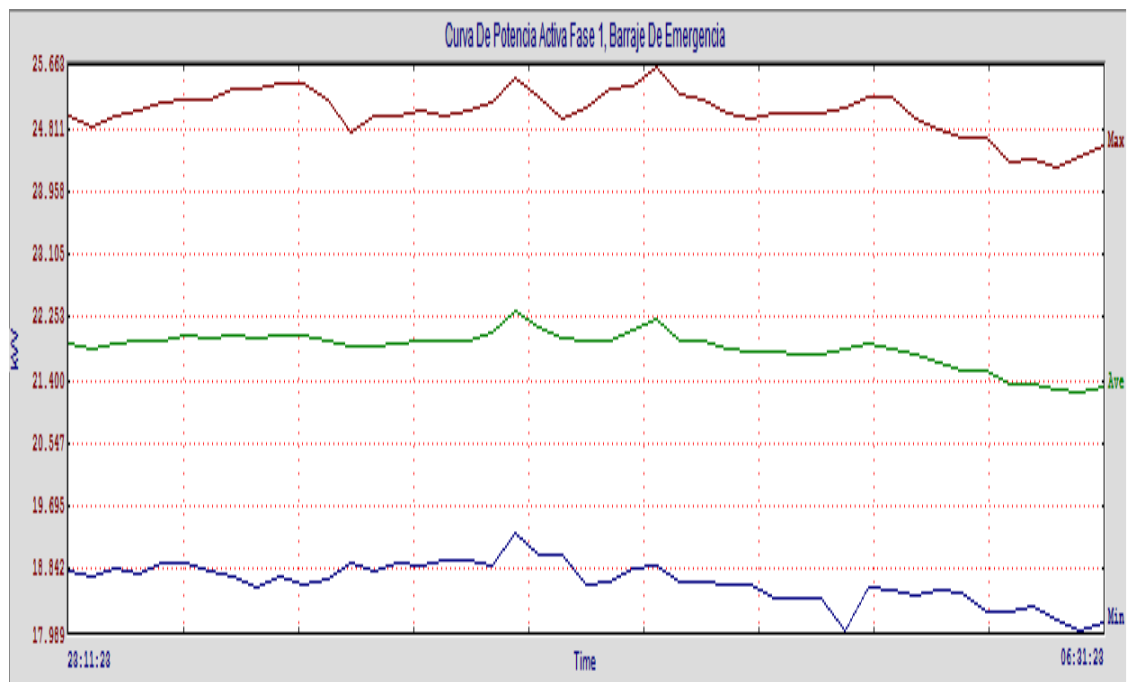
Curva de demanda de potencia activa fase 3, desde las 23:11:23 horas hasta 06:31:23 horas
Fuente: Obtenida por los autores.

- En las figuras 96, 97 y 98 podemos observar los valores máximos de corrientes promedio de las fases 1, 2 y 3. Los valores son los siguientes: 109.598 A, 105.353 A y 111.122 A respectivamente. la planta eléctrica instalada solo puede suministrar un nivel de corriente de 181 A. por lo que se encuentra dentro del rango de operación del grupo electrógeno.
- Al observar la curva de demanda se puede ver picos máximos de corriente, esto es producido por la existencia de cargas de gran tamaño que al momento del arranque exigen a la red en niveles de corriente.

Figura 99. Demanda de potencia activa de la fase 1

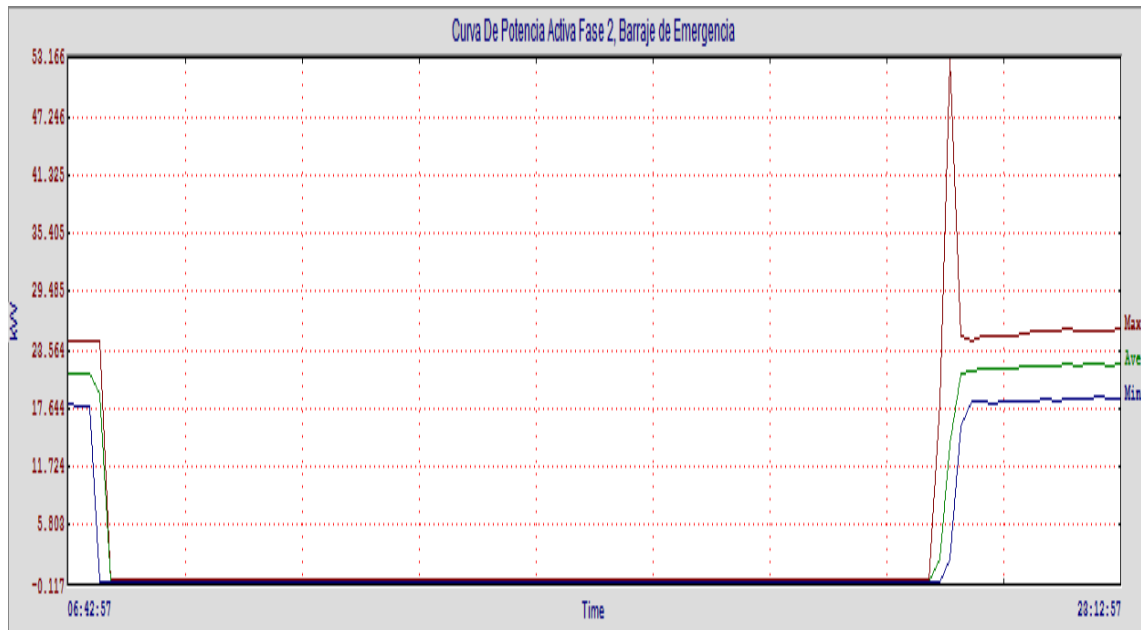


Curva de demanda de potencia activa fase 1, desde las 06:42:57 horas hasta 23:12:57 horas

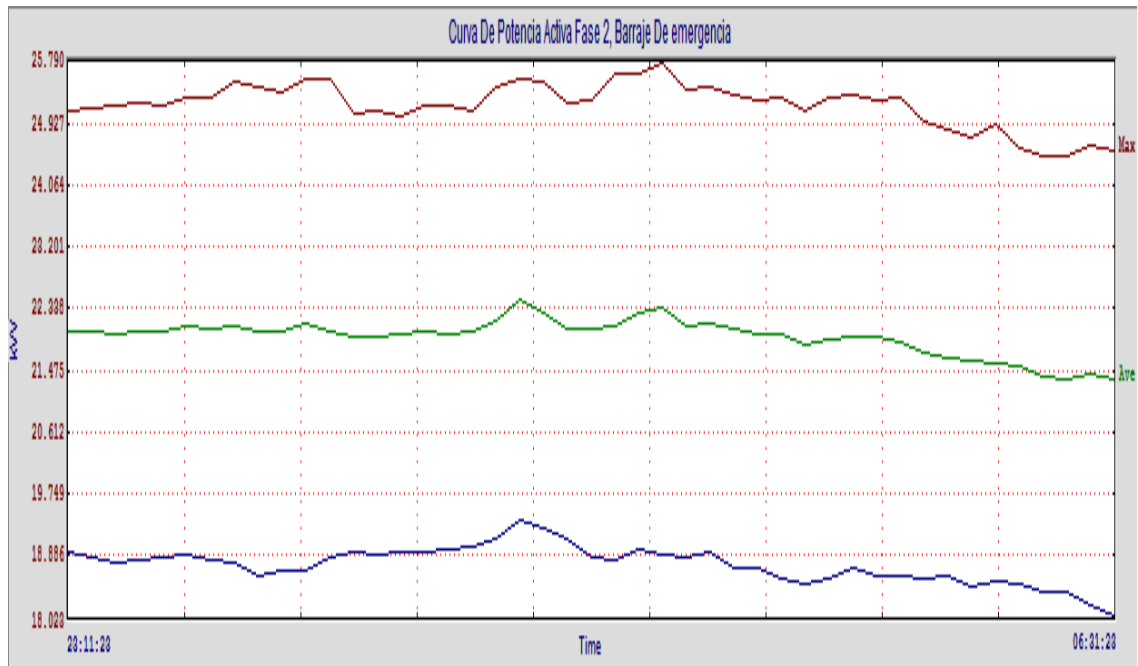


Curva de demanda de potencia activa fase 1, desde las 23:11:23 horas hasta 06:31:23 horas
Fuente: Obtenida por los autores.

Figura 100. Demanda de potencia activa de la fase 2

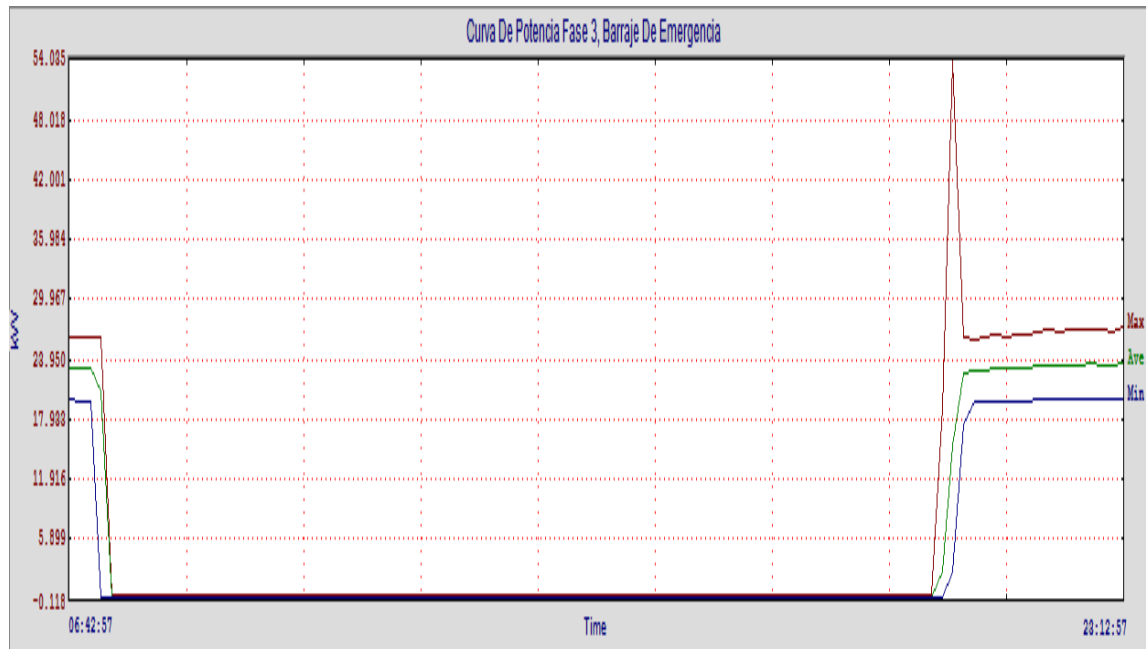


Curva de demanda de potencia activa fase 2, desde las 06:42:57 horas hasta 23:12:57 horas

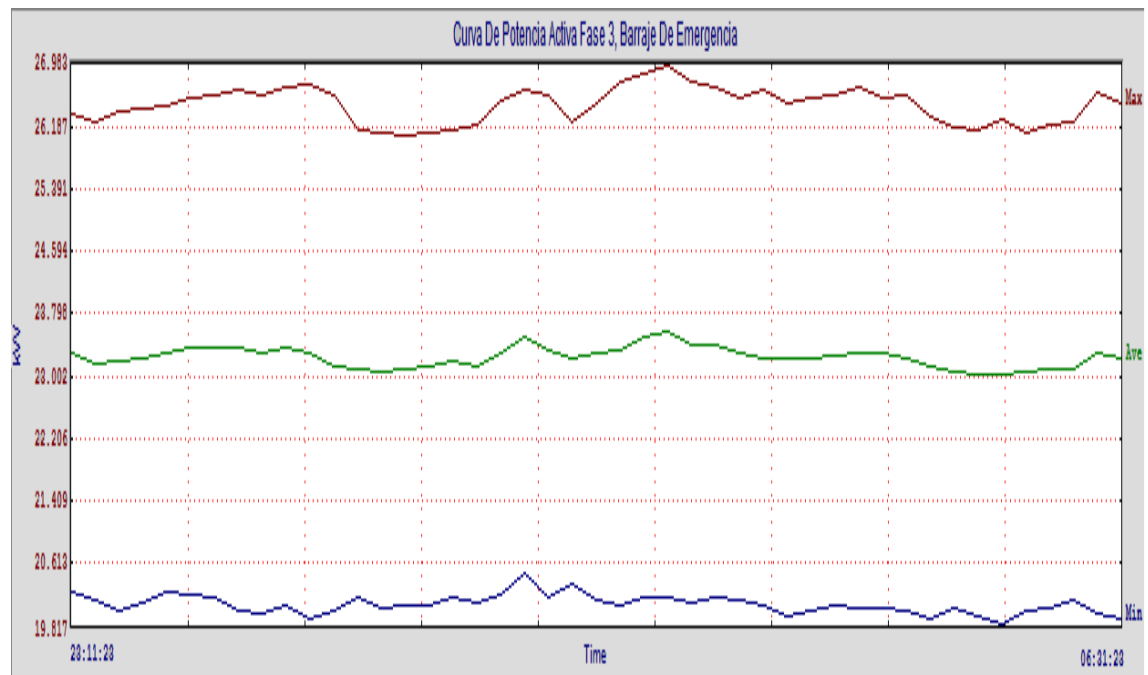


Curva de demanda de potencia activa fase 2, desde las 23:11:23 horas hasta 06:31:23 horas
Fuente: Obtenida por los autores.

Figura 101. Demanda de potencia activa de la fase 3



Curva de demanda de potencia activa fase 3, desde las 06:42:57 horas hasta 23:12:57 horas



Curva de demanda de potencia activa fase 3, desde las 23:11:23 horas hasta 06:31:23 horas
Fuente: Obtenida por los autores.

En las figuras 99, 100 y 101, podemos observar que los niveles máximos de potencia de la fase 1, fase 2 y fase 3 son 21.33 KW, 22.28 KW y 22.66 KW respectivamente, y el límite de generación de la planta eléctrica es de 50 KW por consiguiente la planta se encuentra trabajando al 45% de su capacidad de generación.

Después de observar las graficas de demanda de potencia activa y corriente en cada una de las fases podemos afirmar lo siguiente:

- El grupo electrógeno cumple con los requerimientos de potencia exigido, por la carga que se encuentra instalada en el barraje de emergencia.

6. CRITERIOS PARA LA SELECCION DE UN GRUPO ELECTROGENO

Debido a que mas usuarios de energía eléctrica necesitan que la continuidad del servicio sea lo más optima, se recurre a la instalación de grupos electrógenos de respaldo para suplir la necesidad de energía eléctrica. Pero escoger un grupo electrógeno implica tener en cuenta ciertos aspectos o criterios que nos llevaran a la correcta selección de estos equipos y de esta manera no sobredimensionar lo que conlleva a un costo muy elevado de adquisición, o, subdimensionar el equipo que trae como consecuencia un mal funcionamiento del sistema y deficiencia en el suministro de energía del elemento de respaldo.

Al seleccionar un grupo electrógeno hay que tener en cuenta si se va a escoger un elemento de respaldo de una edificación nueva, es decir cuando se está realizando el diseño y se tiene establecido que tipo de cargas va a controlar la planta de emergencia, pero al escoger un grupo electrógeno para una edificación donde las cargas están ya instaladas el proceso es un poco diferente, a continuación mostraremos algunos criterios para seleccionar de manera correcta un grupo electrógeno.

6.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE UNA PLANTA DE EMERGENCIA PARA EDIFICACION NUEVA

Cuando se está diseñando una edificación o cualquier sistema donde se necesite una planta de emergencia de respaldo es necesario tener en cuenta que se debe seleccionar la carga que debe tener continuidad de energía eléctrica en caso de una falla, por esto se debe diseñar un barraje de emergencia para incluir todas las cargas que van a estar conectadas al sistema de respaldo; después de realizar esto es necesario analizar lo siguiente:

- Si hay presente motores hay que tener en cuenta si estos arrancan de forma directa o tienen un sistema de arranque, esto se hace para ver la corriente que va a suministrar la planta de emergencia y esto influye en el tamaño de la misma y en el costo que va a tener.

- Cuando haya varios motores es necesario saber si el encendido de estos motores va a ser simultaneo o se puede controlar el arranque de los mismos, de lo contrario es pertinente mirar la condición más desfavorable de arranque y la demanda de corriente y potencia que va a tener que generar la planta de emergencia, y de esta manera ir dimensionando la capacidad de la misma.

- Realizar un cuadro de cargas de tal forma que se pueda analizar y observar que tipo de cargas van a estar conectadas a la planta de emergencia para saber las características eléctricas del grupo electrógeno, dejando un margen de seguridad y no dejar al grupo electrógeno a límite de su capacidad de generación dado que esto ocasiona un deterioro y un mal funcionamiento del mismo.

- Al obtener la demanda máxima que suplirá la planta de emergencia se procede a la escogencia de la capacidad de generación del grupo electrógeno, teniendo en cuenta que en el futuro se pueden añadir cargas al barraje de emergencia.

- Hay que tener en cuenta que en la instalación de un grupo electrógeno este debe estar en un sitio adecuado con optimas condiciones de ventilación ya que esto influye en el rendimiento y correcto desempeño del equipo.

6.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE UNA PLANTA DE EMERGENCIA DE UNA EDIFICACION EXISTENTE

Cuando ya existe un sistema en el cual se pretende instalar una planta de emergencia el proceso es un poco diferente si la instalación se está diseñando y se puede contemplar la carga que se instalara, igual que en nuestra situación anterior es necesario saber que cargas se van a incluir en el barraje de emergencia y que va a tener respaldo en caso de una falla en el suministro de energía eléctrica, luego de realizar el proceso de discriminación de cargas para conectar a la planta de emergencia es necesario saber la demanda de corriente y potencia que suministrara el grupo electrógeno y para esto es necesario obtener datos sobre esta demanda, es pertinente hacer un análisis de las diferentes cargas seleccionadas, esto se puede hacer instalando un analizador de red y obtener de manera directa la demanda a generar, pero este análisis se debe hacer de tal manera que el tiempo de muestreo sea de tal forma que refleje las condiciones reales de carga en todo momento y no tener unos datos que no reflejen el comportamiento de la carga y escoger mal la planta de emergencia. Luego de realizar el análisis de la carga es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- Observar de manera importante la demanda de corriente y potencia para de esta forma obtener las condiciones más desfavorables que demanda la carga.

- En presencia de motores hay que tener en cuenta si estos arrancan de forma directa o tienen un sistema de arranque, esto se hace para ver la corriente que va a suministrar la planta de emergencia y esto influye en el tamaño de la misma y en su costo.

- Cuando existan varios motores es necesario saber si el encendido de estos motores va a ser simultaneo o se puede controlar el arranque de los mismos, de lo

contrario es pertinente mirar la condición más desfavorable de arranque y la demanda de corriente y potencia que va a tener que generar la planta de emergencia y de esta manera ir dimensionando la capacidad de la misma.

- Al obtener la demanda máxima que suplirá la planta de emergencia proceder a la escogencia de la capacidad de generación del grupo electrógeno teniendo en cuenta que en el futuro se pueden añadir cargas al barraje de emergencia.

- Hay que tener en cuenta que en la instalación de un grupo electrógeno este debe estar en un sitio adecuado con optimas condiciones de ventilación ya que esto influye en el rendimiento del equipo y así de esta manera tener un desempeño adecuado de la planta de emergencia.

6.3 CRITERIOS A TENER EN CUENTA PARA ESCOGER EL PRIMO MOTOR DE UN GRUPO ELECTROGENO

Es necesario que el primo motor satisfaga las necesidades mecánicas a las que va a estar sometido el generador en su par de entrada es por esto que se sugiere que los motores cumplan con las siguientes características:

- Filtros: Tipo Sellado (spin-on) de aceite, combustible, separador de agua del combustible e inhibidor de corrosión del refrigerante. Filtro de aire tipo seco con indicador de servicio.

- Sistema de Inyección: Con gobernador mecánico o electrónico de velocidad, con caída de velocidad de 0 a 3 % entre vacío y plena carga, esto nos garantiza que el par sea constante en el rotor del generador.

- Sistema de Enfriamiento: el sistema de enfriamiento nos asegura que el motor no sufra aumentos de temperatura que disminuya la eficiencia del mismo causando que la generación no se la adecuada, se recomienda un Radiador para temperatura exterior de 50°C. ventilador, sistema tensor de correas y guardas de protección.

- Pre calentador: el pre calentador nos garantiza obtener la temperatura adecuada en los fluidos del motor en caso de arranque súbito y de esta manera obtener un arranque suave se recomienda que para el refrigerante del motor provisto de termostato y presostato para desconexión automática.

- Sistema Eléctrico: Sistema eléctrico de 12 VDC. Que incluye motor de arranque, alternador para carga de batería y válvula de control de paso de combustible.

- Tablero de Control: tener un tablero de control nos mostraría las condiciones en las cuales opera el motor y de esta manera poder observar las variables que pueden ocasionar una falla por eso es necesario que nuestro tablero contenga las siguientes características:

- Monitoreo visual Digital.
- Alta y Baja temperatura del refrigerante.
- Bajo nivel de combustible
- Baja presión de aceite
- Sobre-arranques
- Sobre-velocidad
- Motor en funcionamiento
- Voltaje de baterías

- Horas de funcionamiento

Estas protecciones detienen el equipo en caso de ocurrir una avería que alcance valores críticos.

También es necesario contar con un panel donde se muestren variables en forma de pre alarmas tales como:

- Alta y baja temperatura de agua.
- Baja presión de aceite.

Estas protecciones se activan en caso de detectar averías pero no deben interrumpen el funcionamiento del equipo mientras no alcancen valores críticos.

6.4 CRITERIOS A TENER EN CUENTA PARA ESCOGER EL GENERADOR DE UN GRUPO ELECTROGENO

Estos criterios van enfocados a nivel constructivo del generador esto quiere decir que aparte de las características eléctricas se recomienda que el generador cumpla con las siguientes características:

- Generador sin escobillas, acoplado directamente al motor mediante discos de acero flexible, de construcción a prueba de goteo.
- Rotor: Balanceado dinámicamente, con devanados tropicalizados (Resina Epoxica Impregnada) y con aislamiento Clase H, de paso de 2/3 para minimizar armónicos.

- Excitación: Rotativa de imán permanente (PMG), sin escobillas, que asegura una capacidad de corriente de salida hasta de 300% durante un máximo de 10 segundos, lo que permite una mejor respuesta en el arranque de motores de gran inercia Y/o el rápido disparo de las protecciones en caso de corto circuito.
- Regulador de Voltaje: De estado sólido con protecciones incorporadas por sobreexcitación y sub-frecuencia, con detección de voltaje trifásico y regulación máxima de 1.0% entre vacío y plena carga.

- Poder ajustar el voltaje desde el tablero de control.
- Tablero de control: por medio de este tablero podemos observar las diferentes variables que influyen en el funcionamiento del generador tales como:
 - Frecuencia
 - Voltaje AC (Trifásico)
 - Máxima regulación de frecuencia entre vacío y plena carga 5%
 - Máxima variación de frecuencia a carga constante +/- 0.5%
 - Aceptación de carga nominal en un solo paso.

CONCLUSIONES

- La caracterización de las plantas de emergencia instaladas en la Universidad Industrial de Santander, muestra las condiciones de operación en la cual están funcionando actualmente y reflejando el por qué no presentan un correcto funcionamiento.
- Se concluyó que la planta eléctrica del edificio de administración no está operando bajo las condiciones óptimas para la cual fue diseñada. Se recomienda realizar un barraje de emergencia porque en este momento el grupo electrógeno en caso de falla alimenta la totalidad de la carga del edificio de administración el cual tiene una cargas importantes como aires acondicionados grandes, los cuales están ocasionando que la planta eléctrica sufra problemas durante el funcionamiento debido a la demanda que estos equipos requieren, pero si esto no es posible, realizar el cambio del grupo electrógeno y de esta manera cubrir la demanda total que necesita el edificio.
- La planta de emergencia del auditorio Luis A. Calvo es insuficiente para la demanda que este recinto requiere y debido a que el auditorio es el más representativo de la ciudad en el cual se realizan eventos de carácter internacional y otros de importancia nacional se hace urgente rediseñar esta planta de emergencia y de esta manera cubrir las necesidades de energía eléctrica de respaldo para este importante recinto.
- Se establecieron una serie de criterios para tener en cuenta para la selección de un grupo electrógeno partiendo de dos situaciones, la primera cuando el sistema a conectar se está diseñando y la segunda cuando el sistema a conectar

ya existe y de esta manera tener una visión de lo que debemos realizar para escoger de manera adecuada una planta de emergencia.

- Durante las visitas que se hicieron a los grupos electrógenos se encontró que alguno de estos no se encuentran en condiciones estándares de operación, por lo que se pueden presentar problemas en el arranque o durante la operación estos.

- Hoy en día se conoce la importancia de la energía eléctrica, así como también todos los problemas que acarrea la falta de esta, problemas que van desde pérdidas materiales hasta perdidas mortales por esta razón es de vital importancia garantizar que los grupos electrógenos con los que cuenta la universidad estén en optimas condiciones de operación, por lo que se hace necesario empezar a implementar los protocolos de mantenimientos y de esta manera evitar muchas de las anomalías encontradas durante el desarrollo de este proyecto.

BIBLIOGRAFIA

Para el desarrollo del proyecto se hace necesario consultar diferentes bibliografías con el fin de cumplir con todas las normas y teorías necesarias para la correcta ejecución del proyecto,

Es necesario consultar el Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050), Reglamento Técnico de Instalaciones eléctricas (RETIE) y la norma de la ESSA

Debido a que se va a realizar un protocolo o rutina de mantenimiento, la correcta manipulación de los diferentes equipos que se encuentran instalados es necesario conocer los principios de funcionamiento

- ✓ Manual de operación y mantenimiento motores serie C CUMMINS.
- ✓ Genset Control System Power Command 1301 CUMMINS.
- ✓ Manual de operación y mantenimiento de PERKINS.
- ✓ Manual de operación y mantenimiento de STAMFORD.
- ✓ CODIGO ELECTRICO COLOMBIANO (NTC 2050), Primera actualización, Icontec, 2002.
- ✓ Genset Control System Power Command 1301 CUMMINS.
- ✓ Internet.
- ✓ Manual de operación y mantenimiento motores serie C CUMMINS.
- ✓ REGLAMENTO TECNICO DE INSTALACIONES ELECTRICAS (RETIE), Ministerio De Minas y Energía. 2004
- ✓ www.cummins.com.
- ✓ www.kohler.com.
- ✓ www.almuro.net/sitios/Mecanica/refrigeracion.
- ✓ www.velasquez.com.co.
- ✓ www.vorkom.com.co.

ANEXOS

Anexo B. Formato de protocolo de mantenimiento preventivo

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA		
FECHA:	HORÓMETRO:	
UBICACIÓN :	MANTENIMIENTO:	
MOTOR:	COMBUSTIBLE:	
GENERADOR:	POTENCIA:	
TRANSFERENCIA:	CEDULA:	
ENCARGADO:		
ÍTEMS	ACTIVIDAD DE SEGURIDAD	SI / NO
1	Conozco la tarea y los procedimientos que tengo que seguir para llevarla a cabo este mantenimiento de manera segura y confiable.	
2	Cuento con los elementos de protección personal adecuado para la realización de esta tarea?	
3	Tengo las herramientas apropiadas?	
4	Conozco las precauciones que debo tomar durante el desarrollo de esta actividad?	
ÍTEMS	MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANAL	ESTADO
1	Cumplir con las actividades de seguridad	
2	Revisión visual de toda la planta, en busca de fugas en los diferentes sistemas.	
3	Revise las mallas de ventilación del generador y el área frontal del generador que no estén obstruidas	
4	Revise exceso de polvo y humedad en las cajas de control	
5	Inspeccione las monturas, mangueras, cables, conexiones y abrazaderas de los sistemas.	
6	Revise la batería y mantenga el nivel del electrolito de acuerdo a lo recomendado.	
7	Revise el filtro de aire o indicador de restricción	
8	Verifique el nivel de combustible	
9	Revisar el nivel de refrigerante	
10	Revisar el nivel de aceite	
11	Drene el agua y el sedimento del filtro separador de agua-combustible	
12	Revisar las correas de mando o banda de transmisión	
13	Revisar el tablero de control	
14	Revisar el cargador de baterías	
15	Revisar el precalentador de agua.	
16	Revise en que condiciones se encuentra el extintor	
ÍTEMS	MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL O CADA 250 HORAS	ESTADO
1	Realizar el mantenimiento preventivo semanal	
2	Inspeccione el sistema de admisión de aire	
3	Ejecute la rutina de prueba para verificar el depurador de aire o indicador de restricción	
4	Cambie el aceite lubricante y los filtro que hacen parte del sistema de lubricación	
ÍTEMS	MANTENIMIENTO SEMESTRAL O CADA 500 HORAS	ESTADO
1	Realizar el mantenimiento preventivo trimestral.	
2	Cambie los filtros del sistema de refrigeración	
3	Cambie los filtros del sistema de combustible	
ÍTEMS	MANTENIMIENTO ANUAL O CADA 1000 HORAS	ESTADO
1	Realizar el mantenimiento preventivo semestral	
2	Verificar el desajuste de las válvulas de admisión y de escape.	
3	Revisar los cables de alta y bujías (Reemplazar si es el caso).	
OBSERVACIONES		

Anexo C. Formato de protocolo de mantenimiento correctivo

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA		
FECHA: UBICACIÓN : MOTOR: GENERADOR: TRANSFERENCIA: ENCARGADO:	HOROMETRO: MANTENIMIENTO: COMBUSTIBLE: POTENCIA: CEDULA:	
ÍTEM	ACTIVIDAD DE SEGURIDAD	SI / NO
1	Conozco la tarea y los procedimientos que tengo que seguir para llevarla a cabo este mantenimiento de manera segura y confiable.	
2	Cuento con los elementos de protección personal adecuado para la realización de esta tarea?	
3	Tengo las herramientas apropiadas?	
4	Conozco las precauciones que debo tomar durante el desarrollo de esta actividad?	
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA		
ÍTEM	PARTES A CAMBIAR	ESTADO
ÍTEM	PARTES INSTALADAS	ESTADO
TRABAJO REALIZADO		
OBSERVACIONES:		
REVISADO POR:		CC: