

**APLICACIÓN DEL PLAN DE MANEJO Y OPERACIÓN PARA EL AHORRO
DE ENERGÍA DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO DE LA
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**

PABLO JOSÉ AVELLANEDA GOMEZ

Práctica Empresarial

**Director: Gilberto Fontecha Dulcey
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2010**

**APLICACIÓN DEL PLAN DE MANEJO Y OPERACIÓN PARA EL AHORRO
DE ENERGÍA DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO DE LA
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**

**Presentado a:
MIGUEL ANGEL REYES OROZCO
Ingeniero Mecánico**

Gilberto Fontecha Dulcey

Ingeniero Mecánico Director de la práctica

gfontecha@upbbga.edu.co

Pablo José Avellaneda Gómez

Estudiante pasante

pablo_avellaneda@hotmail.com

Bucaramanga, 20 de Enero de 2010

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre, Pablo E. Avellaneda

A mi madre Elieth Gómez

A mis hermanas Anabell Avellaneda y Carolina Avellaneda.

A mi sobrino Daniel Jensen

Y a mi novia Catherine Jaimes.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco inmensamente a mi madre, porque nunca dejo de creer en mí y me dio la oportunidad de poder alcanzar mis metas.

A Catherine Jaimes, porque siempre me dio la fuerza para continuar con las cosas, por el optimismo y por la compañía en los momentos difíciles.

A mis compañeros y profesores, por hacer de este tiempo algo agradable y bueno de recordar.

Y a la Universidad Pontificia Bolivariana por darme la oportunidad de hacer mi practica de grado.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	5
1.1. NOMBRE DE LA EMPRESA	5
1.2. RESEÑA HISTÓRICA	5
1.3. PLANTA FÍSICA	5
1.4. MISIÓN	6
1.5. VISIÓN	6
CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA	7
2.1. EDIFICIO J.	7
2.1.1. Sistema de enfriamiento y acondicionamiento de aire	7
2.1.2. Sistema de control CONTINUUM	11
2.2. AUDITORIO MAYOR JUAN PABLO II	12
2.3. SALONES PARA POSTGRADOS DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA.	13
2.3.1. Descripción tipos de Fancoils presentes en los salones de postgrados	16
CAPITULO III. CONSUMO ELÉCTRICO	20
3.1. INTRODUCCIÓN	20
3.2. VALOR DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	21
3.2.1. Unidad enfriadora (Chiller)	23
3.2.2. Bombas primarias	27
3.2.3. Torre de enfriamiento	29
3.2.4. Bombas secundarias Tipo A	31

3.2.5. Bomba tipo B	35
3.2.6. Manejadoras de aire	37
3.2.7. Fancoils	43
3.3. CASOS DE ESTUDIO	48
CAPITULO IV. CONFORT	55
4.1. INTRODUCCIÓN	55
4.2. ESTUDIO DE CONFORT	56
4.2.1. Edificio J	56
4.3. CASOS DE ESTUDIO	94
CAPITULO V. MANTENIMIENTO	101
5.1. EDIFICIO J	101
5.1.1. Unidad enfriadora (Chiller)	101
5.1.2. Torre de enfriamiento	104
5.1.3. Bombas primarias y secundarias.	108
5.1.4. Manejadoras	109
5.2. AUDITORIO JUAN PABLO II	111
5.3. CASOS DE ESTUDIO	112
CAPITULO VI. PROGRAMACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA HVAC DEL EDIFICIO J	119
6.1. SALAS POR DEMANDA	119
6.2. TORRE DE ENFRIAMIENTO	121
6.3. CONTINUUM EN LA RED DE LA UNIVERSIDAD	122
6.4. CASOS DE ESTUDIO	124
7. RECOMENDACIONES	128
8. CONCLUSIONES	134
BIBLIOGRAFÍA	137
ANEXOS	138

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura1. Metodología de análisis de casos	3
Figura 2. Chiller	7
Figura 3. Torre de enfriamiento	7
Figura 4. Bomba de agua fría	7
Figura 5. Bomba de condensación	7
Figura 6. Bombas Tipo A, B, C	8
Figura 7. Manejadoras edificio J	9
Figura 8. Tipos de Fancoil	11
Figura 9. Cyberstation Continuum	11
Figura 10. Grupo de condensadoras	13
Figura 11. Manejadora de aire	13
Figura 12. Tablero de potencia	13
Figura 13. Control de temperatura	13
Figura 14. Salones de Postgrados	16
Figura 15. Cassete hidrónico	17
Figura 16. Dimensiones Cassete hidrónico	17
Figura 17. Piso techo STARLIGHT	17
Figura 18. Piso techo YORK	17
Figura 19. Sistema de refrigeración LG, equipo tipo muro, control remoto y unidad condensadora	18
Figura 20. Tipo muro YORK	19
Figura 21. Dimensiones tipo muro YORK	19
Figura 22. Reporte de humedad relativa	54
Figura 23. Reporte de temperatura piso 1, 16 junio 2009	96
Figura 24. Reporte temperatura piso 1, 10 julio 2009	97

Figura 25. Torre de enfriamiento antes	107
Figura 26. Torre de enfriamiento después	107
Figura 27. Torre de enfriamiento antes	107
Figura 28. Torre de enfriamiento después	107
Figura 29. Canaleta de cables de tablero de potencia.	114
Figura 30. Mantenimiento condensadora antes y después	116
Figura 31. Cuarto de manejadora primaria antes	118
Figura 32. Cuarto de manejadora primaria después	118
Figura 33. Comportamiento PID hemeroteca.	126

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Consumo eléctrico del Chiller de lunes a jueves sin ahorro de energía	23
Tabla 2. Consumo eléctrico del Chiller el día viernes sin ahorro de energía	24
Tabla 3. Consumo eléctrico del Chiller el día sábado sin ahorro de energía	24
Tabla 4. Consumo eléctrico del Chiller de lunes a jueves con ahorro de energía	25
Tabla 5. Consumo eléctrico del Chiller el día viernes con ahorro de energía	26
Tabla 6. Consumo eléctrico del Chiller el día sábado con ahorro de energía	26
Tabla 7. Consumo eléctrico bombas primarias de lunes a jueves	27
Tabla 8. Consumo eléctrico bombas primarias el día viernes	28
Tabla 9. Consumo eléctrico bombas primarias el día sábado	28
Tabla 10. Consumo eléctrico torre de enfriamiento de lunes a jueves	29
Tabla 11. Consumo eléctrico torre de enfriamiento el día viernes	30
Tabla 12. Consumo eléctrico torre de enfriamiento el día sábado	30
Tabla 13. Consumo eléctrico bombas secundarias tipo A de lunes a jueves	31
Tabla 14. Consumo eléctrico bombas secundarias tipo A el día viernes	32
Tabla 15. Consumo eléctrico bombas secundarias tipo A el día sábado	32
Tabla 16. Consumo eléctrico sala 1 de lunes a jueves por demanda	34
Tabla 17. Consumo eléctrico sala 1 el día viernes por demanda	34
Tabla 18. Consumo eléctrico sala 1 el día sábado por demanda	34
Tabla 19. Consumo eléctrico bomba tipo B de lunes a jueves	35
Tabla 20. Consumo eléctrico bomba tipo B el día viernes	36

Tabla 21. Consumo eléctrico bomba tipo B el día sábado	36
Tabla 22. Consumo eléctrico manejadoras de aire de lunes a jueves	37
Tabla 23. Consumo eléctrico manejadoras de aire el día viernes	38
Tabla 24. Consumo eléctrico manejadoras de aire el día sábado	38
Tabla 25. Consumo eléctrico manejadora sala de Tv de lunes a sábado por demanda	39
Tabla 26. Consumo eléctrico manejadora sala 1 de lunes a viernes por demanda	40
Tabla 27. Consumo eléctrico manejadora sala 1 el día sábado por demanda	41
Tabla 28. Consumo eléctrico manejadora sala 2 de lunes a viernes por demanda	42
Tabla 29. Consumo eléctrico manejadora sala 2 el día sábado por demanda	42
Tabla 30. Consumo eléctrico Fancoil tipo cassette de lunes a viernes	43
Tabla 31. Consumo eléctrico Fancoil tipo cassette el día viernes	44
Tabla 32. Consumo eléctrico Fancoil tipo cassette el día sábado	44
Tabla 33. Consumo eléctrico Fancoil tipo muro de lunes a viernes	45
Tabla 34. Consumo eléctrico Fancoil tipo muro el día viernes	45
Tabla 35. Consumo eléctrico Fancoil tipo muro el día sábado	46
Tabla 36. Consumo eléctrico Fancoil tipo piso techo de lunes a viernes	47
Tabla 37. Costos por consumo de energía de los equipos de aire acondicionado del edificio J	48
Tabla 38. Plan de mantenimiento preventivo torre de enfriamiento	104

LISTA DE GRAFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Pregunta 2 Área de procesos técnicos	57
Gráfico 2. Pregunta 2 Área de data Center	57
Gráfico 3. Pregunta 2 Área sala 3	58
Gráfico 4. Pregunta 2 Área de hemeroteca	58
Gráfico 5. Pregunta 2 Área libros	59
Gráfico 6. Pregunta 2 Área sala 2	59
Gráfico 7. Pregunta 2 Área sala 1	60
Gráfico 8. Pregunta 2 Área salones 4 piso	60
Gráfico 9. Pregunta 2 Área de nuevas tecnologías	61
Gráfico 10. Pregunta 2 Área edificio J	61
Gráfico 11. Pregunta 3 Área procesos técnicos	62
Gráfico 12. Pregunta 3 Área Data Center	62
Gráfico 13. Pregunta 3 Área Sala 3	63
Gráfico 14. Pregunta 3 Área Hemeroteca	63
Gráfico 15. Pregunta 3 Área libros	64
Gráfico 16. Pregunta 3 Área Sala 2	64
Gráfico 17. Pregunta 3 Área Sala 1	65
Gráfico 18. Pregunta 3 Área Salones 4 piso	65
Gráfico 19. Pregunta 3 Área Nuevas Tecnologías	66
Gráfico 20. Pregunta 3 Edificio J	66
Gráfico 21. Pregunta 6 Área procesos Técnicos	67
Gráfico 22. Pregunta 6 Área Data Center	67
Gráfico 23. Pregunta 6 Área Sala 3	68
Gráfico 24. Pregunta 6 Área Hemeroteca	68
Gráfico 25. Pregunta 6 Área Libros	69
Gráfico 26. Pregunta 6 Área Sala 2	69
Gráfico 27. Pregunta 6 Área Sala 1	70

Gráfico 28. Pregunta 6 Área salones 4 piso	70
Gráfico 29. Pregunta 6 Área Nuevas tecnologías	71
Gráfico 30. Pregunta 6 edificio J	71
Gráfico 31. Pregunta 7 Área Procesos Técnicos	72
Gráfico 32. Pregunta 7 Área Data Center	72
Gráfico 33. Pregunta 7 Área Hemeroteca	73
Gráfico 34. Pregunta 7 Área Libros	73
Gráfico 35. Pregunta 7 Área Sala 2	74
Gráfico 36. Pregunta 7 Área Sala 1	74
Gráfico 37. Pregunta 7 Área salones 4 piso	75
Gráfico 38. Pregunta 7 Área Nuevas tecnologías	75
Gráfico 39. Pregunta 7 edificio J	76
Gráfico 40. Pregunta 8 Área de procesos técnicos	76
Gráfico 41. Pregunta 8 Área Data Center	77
Gráfico 42. Pregunta 8 Área Sala 3	77
Gráfico 43. Pregunta 8 Área Hemeroteca	78
Gráfico 44. Pregunta 8 Área libros	78
Gráfico 45. Pregunta 8 Ara sala 2	79
Gráfico 46. Pregunta 8 Ara sala 1	80
Gráfico 47. Pregunta 8 Ara sala 1	80
Gráfico 48. Pregunta 8 Área Nuevas Tecnologías	81
Gráfico 49. Pregunta 8 edificio J	81
Gráfico 50. Pregunta 9 Área Procesos Técnicos	82
Gráfico 51. Pregunta 9 Área Data Center	82
Gráfico 52. Pregunta 9 Área Sala 3	83
Gráfico 53. Pregunta 9 Área Hemeroteca	84
Gráfico 54. Pregunta 9 Área Libros	84
Gráfico 55. Pregunta 9 Área Sala 2	85
Gráfico 56. Pregunta 9 Área Sala 1	86
Gráfico 57. Pregunta 9 Área Salones 4 piso	86

Gráfico 58. Pregunta 9 Área Nuevas Tecnologías	87
Gráfico 59. Pregunta 9 edificio J	87
Gráfico 60. Pregunta 10 Área procesos Técnicos	88
Gráfico 61. Pregunta 10 Área Data center	89
Gráfico 62. Pregunta 10 Área Sala 3	89
Gráfico 63. Pregunta 10 Área Hemeroteca	90
Gráfico 64. Pregunta 10 Área Libros	90
Gráfico 65. Pregunta 10 Área sala 2	91
Gráfico 66. Pregunta 10 Área sala 1	91
Gráfico 67. Pregunta 10 Área Salones 4 piso	92
Gráfico 68. Pregunta 10 Área Nuevas Tecnologías	92
Gráfico 69. Pregunta 10 Edificio J	93

GLOSARIO*

HVAC: (Heating, ventilating and air conditioning). Siglas en ingles que significan calefacción, ventilación y aire acondicionado

CHILLER: Se refiere a la máquina encargada de realizar el enfriamiento del agua del sistema primario mediante la compresión de un líquido refrigerante que para el caso del equipo instalado en el edificio J es el R-410.

CONTINUUM: Andover Continuum es el programa electrónico encargado de realizar el control y monitoreo de los diferentes dispositivos que conforman el sistema de aire acondicionado.

CONFORT: Se refiere a la comodidad o bienestar que pueda sentir un grupo de personas.

PID: Siglas que significan Proporcional, Integral y Derivativa que tiene un sistema de control y regulación automática, para el caso específico de este texto hace referencia a los valores constantes Kp (Constante Proporcional), Kd (Constante Derivativa) y Ki (Constante Integral) que son los encargados de regular, corregir y estabilizar las señales recibidas por los sensores con el valor del set point del sistema.

SCHEDULE: Hace referencia al horario o al programa del calendario que funciona en el sistema de control.

* Plan de manejo y operación para el ahorro de energía del sistema de aire acondicionado del edificio J. Primer informe ejecutivo. Félix Germán Suárez P. 4

SET POINT: Punto de establecimiento o referencia bajo el cual las diferentes variables del sistema trabajan.

UNIDAD MANEJADORA: Máquina que mediante un ventilador y un serpentín por el que circula agua fría se suministra aire frío a un ducto aislado que lo conduce al área que se desea acondicionar.

UNIDAD CONDENSADORA: Unidad exterior que engloba (generalmente) el compresor, el ventilador y la batería de condensación.

WEB CLIENT: Cliente por web. Acceso mediante una red a un punto de control y programación.

RESUMEN

Los equipos de aire acondicionado de la Universidad Pontificia Bolivariana requieren del desarrollo y la implementación de un plan de manejo y operación basado en confiabilidad y ahorro de energía permitiendo la mejor relación en el consumo y los servicios prestados por dichos equipos. Esto se puede lograr a través de la aplicación de diversas medidas a nivel tecnológico y de gestión, dando como resultado esperado la disminución en el consumo de energía, menores costos de operación, larga vida de los equipos y un impacto ambiental positivo por consumo razonable de energía eléctrica. Esta práctica tuvo una duración de VI meses y se culminó en Diciembre 11 de 2009.

ABSTRACT

The air conditioning equipment at the Universidad Pontificia Bolivariana requires the development and implementation of a management plan, based on reliability and energy savings, resulting in the best relation between the consumption and the services provided by this system. This can be made through the settlement of some measures in technology and management, thus the expected decrease in energy consumption, lower operating costs, long life of the equipment and a positive environmental impact of consumption of electricity. This internship ran through six months and was completed by December 11, 2009

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Aplicar los planes de manejo, supervisión, mantenimiento y operación de los equipos de aire acondicionado del edificio J, auditorio mayor y salones de postgrados mediante la continuación del trabajo del practicante inmediatamente anterior en cuanto a la aplicación y gestión de diferentes estrategias de reducción de costos, confort y mantenimiento para obtener un menor consumo de energía y larga duración de dichos equipos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mantener un nivel de confort adecuado en todos los sectores acondicionados del edificio J desarrollando y mejorando todos los procesos ya existentes para la optimización del sistema. Resultado: Controlar el sistema garantizando los niveles de confort adecuados para los usuarios y la ejecución de aquellos procesos que estén en curso. Indicador: El mantenimiento del sistema debe basarse en el trabajo previo realizado por el practicante inmediatamente anterior y darle continuidad a este trabajo.
- Ampliar el plan de manejo de mantenimiento ya existente en el edificio J para los salones de postgrado y auditorio mayor. Resultado: Manual de operación y mantenimiento de los equipos de aire acondicionado de los salones de postgrados y auditorio mayor, de fácil interpretación para personal no especializado. Indicador: El plan debe resultar en la disminución de consumo de energía y en la protección de los equipos.

- Presentar un informe final de la práctica con las conclusiones y sugerencias del plan de manejo para garantizar la continuidad de la estrategia aplicada. Resultado: Informe final escrito. Indicador: Análisis de datos obtenidos del plan de manejo existente y los datos desarrollados durante la práctica.

ALCANCES

Al culminar esta práctica empresarial en la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga se podrá contar con un plan de manejo confiable, seguro y con menos costos de operación del sistema de aire acondicionado del edificio J, el auditorio mayor y los salones de postgrados. Se entregará un informe final de la práctica así como informes de avance cada dos meses. Se harán presentaciones de la práctica empresarial en algún evento de tipo académico.

Se entregarán los manuales de operación y mantenimiento de los equipos de aire acondicionado de los salones de postgrados y auditorio mayor, de fácil interpretación para personal no especializado.

Se hará la respectiva ejecución de las gestiones internas y externas a la UPB que permitan cumplir con los objetivos planteados.

Se generará una metodología que garantice la fácil continuación de los trabajos de control y monitoreo de los sistemas de aire acondicionado aprovechando la experiencias adquiridas durante la práctica empresarial.

Se entregará un Informe final con análisis de impacto de las estrategias implementadas. (las mejoras que se puedan hacer en el sistema de aire

acondicionado del edificio J, los salones de postgrado y el auditorio mayor, las cuales son producto del proceso de investigación quedarán descritas como sugerencias y conclusiones para futuros proyectos de prácticas empresariales que puedan ampliar la base investigativa y el menor consumo de energía posible).

JUSTIFICACIÓN

Debido a la mala utilización de los equipos, los precios de operación son más altos así como el consumo de energía. La falta de mantenimiento se ve reflejada en la corta vida de los sistemas y el incumplimiento de los objetivos por parte de un sistema de aire acondicionado.

Un buen mantenimiento de cualquier equipo, maquina o sistema es muy importante para la confiabilidad y los costos de una empresa. Se busca encontrar el mejor plan para tener las mejores eficiencias a un menor costo. Siguiendo un buen plan de mantenimiento y gestión para nuevos proyectos se pueden cumplir los objetivos, brindando confort y agrado para los usuarios de los sistemas de refrigeración y también a un menor costo por parte de la empresa. También, es muy importante estar a la vanguardia en tecnología, por eso buscamos mejorar los sistemas ya existentes para poder ser reconocidos y estar a la altura de la competencia.

INTRODUCCIÓN

El comienzo de la práctica empresarial consistió en la adaptación a los diferentes equipos que prestan el servicio de aire acondicionado en la Universidad Pontificia Bolivariana. Con una inducción por parte del practicante inmediatamente anterior se hizo el reconocimiento del plan de mantenimiento, operación y supervisión del sistema HVAC del edificio J. También se hizo el reconocimiento del sistema de aire acondicionado del auditorio mayor Juan Pablo II. Este consistió en el inventario de equipos, evaluación del estado encontrado y la operación en curso de dicho sistema.

Con una breve adaptación a los sistemas se empezó con la aplicación de los planes de mantenimiento y manejo del edificio J, salones de postgrados y auditorio Juan Pablo II con el fin de bajar el consumo de energía, brindar confort a todos los usuarios y obtener una buena eficiencia por parte de los equipos.

En los diferentes capítulos se podrá encontrar la información de los equipos que prestan el servicio de aire acondicionado de la Universidad Pontificia Bolivariana, así como el consumo eléctrico del sistema del edificio J, los datos del nivel de confort que se siente en los espacios acondicionados, el mantenimiento de equipos y la programación de los sistemas para darle un buen uso a este servicio que se presta en la universidad.

Habiendo estudiado lo anterior se generaron unos casos de estudio, los cuales se reunieron con los dejados por el practicante anterior para darle su debido análisis y su solución de ser posible. Los diferentes casos se

encontraran en cada capítulo dependiendo del sector al que pertenezcan. Estos casos de estudio se analizan en el siguiente orden:

- Síntoma
- Efecto
- Causa aparente
- Acciones realizadas
- Procedimientos a seguir

Primero se encontrará un *Síntoma*: que se refiere a la condición bajo la cual se identifica el inconveniente.¹

Segundo se encontrará un *Efecto*: que hace referencia a las consecuencias que trae consigo el inconveniente ya sea sobre el confort o sobre el consumo eléctrico²

Luego se encontrará una *Causa Aparente*: que hace referencia a lo que posiblemente este generando la aparición del síntoma.

En seguida se encontrará unas *Acciones Realizadas*: que se refieren a todos aquellos procedimientos que se realizaron para superar el inconveniente.³

Por último se encontrarán unos *Procedimientos a Seguir*: que se refieren a todas las tareas que se han de realizar para corregir el inconveniente en el caso de que aun siga en estudio y cuando un caso sea terminado y se halla corregido su estado será finalizado.⁴

¹ Ibíd. P. 13

² Ibíd. P. 14

³ Ibíd. P.14

⁴ Ibíd. P.14

De esta manera se podrá tener un registro claro de aquellos factores que estaban generando inconvenientes en el sistema de aire acondicionado y de aquellos procedimientos que los corrigieron y a la vez se podrá seguir trabajando en aquellos casos que no estén concluidos aún.

En la figura 1 se encuentra la metodología de análisis de casos, la cual muestra ciertos parámetros que son afectados o dependen de diferentes departamentos para poder dar una posible solución.

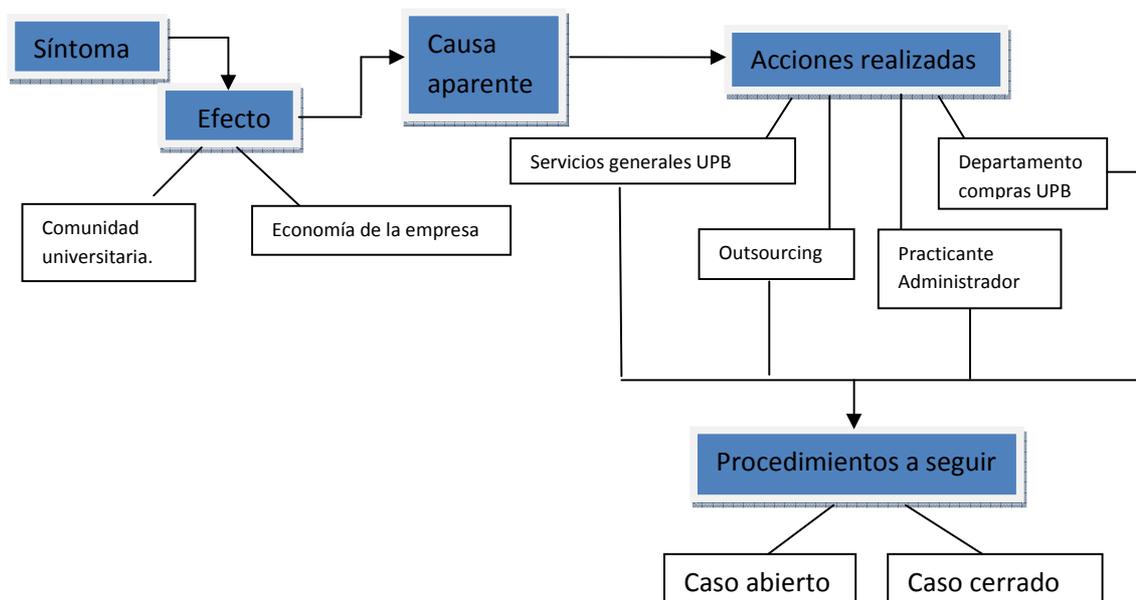


Figura1. Metodología de análisis de casos

En el caso del *Efecto*, se pueden ver afectados por dicho síntoma, la comunidad universitaria, con respecto al confort y la economía de la universidad por el consumo de energía por parte del sistema.

Las *Acciones realizadas* son tratadas y aprobadas en conjunto con otros departamentos para así dar una solución rápida y acertada con respecto al

problema presente. Finalmente se encontrará si el caso se encuentra abierto o cerrado para poder definir *Procedimientos a seguir*. Finalmente, en algunos casos se encuentra los *Comentarios e instrucciones* para aquellos que tuvieron un cambio o alguna advertencia y deba ser reportado.

De esta manera se podrá tener un registro claro de aquellos factores que estaban generando inconvenientes en el sistema de aire acondicionado y de aquellos procedimientos que los corrigieron y a la vez se podrá seguir trabajando en aquellos casos que no estén concluidos aún.

CAPITULO I. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

1.1. NOMBRE DE LA EMPRESA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, seccional Bucaramanga

1.2. RESEÑA HISTÓRICA

La Universidad Pontificia Bolivariana encontró la necesidad de fundar una universidad católica para el nor-oriente del país, es así como nace la idea de la UPB seccional Bucaramanga.

El segundo semestre de 1991 inicia sus labores académicas con el programa de pregrado de Ingeniería Electrónica. Desde ese momento la seccional se ha encargado de mostrar a la comunidad todo su potencial y dar a conocer las metas y logros que se han cumplido.

Hoy en día, la universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga se encuentra entre las mejores del departamento y ya cuenta con reconocimientos a nivel nacional. Ofrece 12 programas de pregrado y 13 especializaciones así como programas de educación continua, para albergar a más 4000 estudiantes.

1.3. PLANTA FÍSICA

La seccional Bucaramanga, pensando en la calidad de vida institucional, ha venido ampliando su campus universitario, con edificios de alta tecnología y al servicio de toda la comunidad, haciendo que se convierta en un lugar apto para cumplir con todas las labores académicas y profesionales.

En la actualidad la Universidad Pontificia Bolivariana cuenta con 10 edificios, una moderna biblioteca, canchas deportivas, parqueaderos y cafeterías, haciendo que los usuarios se sientan cómodos y a gusto con sus actividades.

1.4. MISIÓN⁵

La Universidad Pontificia Bolivariana tiene como misión la formación integral de las personas que la constituyen, mediante la evangelización de la cultura, la búsqueda constante de la verdad, en los procesos de docencia, investigación, proyección social y la reafirmación de los valores desde el humanismo cristiano, para el bien de la sociedad.

1.5. VISIÓN⁶

La Universidad Pontificia Bolivariana tiene como visión, ser una institución católica de excelencia educativa en la formación integral de las personas, con liderazgo ético, científico, empresarial y social al servicio del país.

⁵ www.upb.edu.co/bucaramanga/ Sección “nuestra UPB”, “misión”

⁶ www.upb.edu.co/bucaramanga/ Sección “nuestra UPB”, “visión”

CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

2.1. EDIFICIO J.

2.1.1. Sistema de enfriamiento y acondicionamiento de aire

El edificio J cuenta con una unidad de enfriamiento central de Agua- Aire (Chiller marca York) tipo Scroll, como muestra la figura 2, que tiene como función enfriar el agua de un circuito primario comprendido por una bomba para agua helada, (figura 4) una bomba para agua de condensación (figura 5) y la torre de enfriamiento (figura 3).

Figura 2. Chiller



Figura 3. Torre de enfriamiento

Figura 4. Bomba de agua fría



Figura 5. Bomba de condensación

El sistema secundario comprende un sistema de acondicionamiento de aire por enfriadoras de expansión directa condensadas por agua, diferentes tipos de motobombas como muestran en la figura 6, que alimentan el circuito

secundario por áreas de trabajo y un sistema de conductos aislados con su respectivo lote de rejillas y difusores.



**Bomba
tipo A**



**Bomba
tipo B**



Bomba tipo C

Figura 6. Bombas Tipo A, B, C

En la figura 7 en encuentran las 7 diferentes manejadoras de aire, distribuidas en el edificio, atendiendo las siguientes zonas:

- Manejadora ACW-01. Atiende la zona del Auditorio, se encuentra ubicada dentro de la biblioteca, tiene su propia motobomba tipo A, ubicada en el cuarto de máquinas.
- Manejadora ACW-03. Atiende la sala 3 de la biblioteca. Este circuito comparte motobomba tipo A con la manejadora ACW-09.
- Manejadora ACW-04, Atiende el área de libros de la biblioteca. Tiene su propia motobomba tipo B.
- Manejadora ACW-06. Atiende la sala denominada hemeroteca de la biblioteca. Este circuito comparte motobomba tipo A con la manejadora ACW-07.
- Manejadora ACW-07. Atiende la sala 2 de la biblioteca. Este circuito comparte motobomba con la manejadora ACW-06.
- Manejadora ACW-08. Atiende sala 1 de la biblioteca, tiene su propia

motobomba tipo A, ubicada en el sótano de parqueadero.



Manejadora ACW-08



Manejadora ACW-07



Manejadora ACW-06



Manejadora ACW-09



Manejadora ACW-04



Manejadora ACW-03



Manejadora ACW-01

Figura 7. Manejadoras edificio J

El edificio cuenta con una serie de Fancoils ubicados en áreas donde las manejadoras no tienen campo de acción. Los diferentes tipos de fancoils se encuentran en la figura 8.

Dos unidades tipo Cassete hidrónico marca YORK, uno en el área denominada data center y el otro en el área de procesos técnicos. En el archivo inactivo se instaló una unidad tipo Fancoil desnudo, para acondicionamiento de la zona y control de humedad. En las oficinas del segundo piso, se instalaron dos unidades Fancoil de 2 TR, tipo muro, marca YORK; uno en la oficina de dirección, y otro de igual capacidad y características en la videoteca. En las instalaciones de producción audiovisual, se instaló una unidad Fancoil de 3 TR, tipo techo, marca YORK y en Base de datos, se instaló una unidad Fancoil de 4 TR, tipo techo, marca YORK. El cuarto piso del edificio J cuenta con cuatro unidades tipo Cassete hidrónico marca YORK ubicadas en cuatro aulas de clase y dos unidades Fancoil de 2 TR, tipo muro, marca YORK, en las otras dos aulas de clase del ala norte del edificio J.



Cassete hidrónico



Fancoil desnudo



Tipo muro



Piso techo

Figura 8. Tipos de Fancoil

2.1.2. Sistema de control CONTINUUM

El edificio J cuenta con un sistema de automatización que funciona bajo la plataforma de Continuum, una mezcla de hardware y software que controla y monitorea varias funciones de un edificio inteligente en tiempo real del funcionamiento de los equipos de HVAC así como un monitoreo de un sistema anti-fuego, un control de luces y un manejo de accesos (estos dos últimos no están habilitados en el sistema del edificio J).

Actualmente el software controla el sistema de HVAC y el sistema anti-fuego. Desde el monitor principal se pueden controlar las diferentes áreas, tales como el On-Off del aire, seguimiento de la humedad relativa y el manejo de los equipos primarios del aire acondicionado. El computador que cuenta con este software se encuentra en la oficina de procesos técnicos de la biblioteca como lo muestra la figura 9.



Figura 9. Cyberstation Continuum

2.2. AUDITORIO MAYOR JUAN PABLO II

El sistema de aire acondicionado del auditorio mayor de la Universidad Pontificia Bolivariana cuenta con dos circuitos de ductos que distribuyen el aire en todo el auditorio. El circuito primario acondiciona el área desde el estrado hasta el pasillo de entrada principal del auditorio, y el circuito secundario acondiciona la parte posterior del auditorio incluyendo la cabina de control. Cada circuito trabaja con una unidad manejadora de aire con su respectivo tablero de potencia y dos unidades condensadoras.

Circuito primario

Cuenta con dos condensadoras marca YORK modelo *outdoor unit H1RA076S25* con refrigerante R22, ubicadas al lado de la subestación eléctrica en el área del edificio H como se muestra en la figura 10. Estas condensadoras trabajan dependiendo de la demanda del sistema. En la figura 11 se encuentra la manejadora de aire marca YORK modelo *K2ES120 KES sunline* ubicada en el cuarto posterior de la oficina de postgrados en el edificio H y esta se encarga de enviar aire frío por medio de los ductos al primer sector del auditorio.

El sistema de On-Off y control de temperatura ilustrados en la figura 12 y 13 respectivamente no se encuentran automatizados por lo que el administrador del auditorio lo controla desde el tablero de potencia ubicado en el mismo cuarto de la manejadora.

Circuito secundario

El circuito secundario al igual que el primario cuenta con dos unidades condensadoras (figura 10) y una manejadora de aire del mismo modelo de la manejadora del circuito primario. La manejadora tiene su cuarto propio en la

esquina sur-occidental del edificio H. El On-Off y control de temperatura se hace desde el tablero de potencia ubicado en el mismo cuarto.

Figura 10. Grupo de condensadoras



Figura 11. Manejadora de aire

Figura 12. Tablero de potencia



Figura 13. Control de temperatura

2.3. SALONES PARA POSTGRADOS DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA.

Dentro del programa de crecimiento, fortalecimiento y competitividad de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, podemos encontrar una serie de 12 especializaciones como programa de postgrados y 26 cursos de educación continua, tales como diplomados y seminarios.

Todas y cada una de estas clases se realizan en el campus universitario de la UPB los días viernes a partir de las 6 pm y los días sábados a partir de las 7 am.

La universidad ha dispuesto para estos programas una serie de salones equipados con sistemas de aire acondicionado, con el fin de brindar confort y comodidad a todos los asistentes, logrando así un nivel de satisfacción adecuado para darle crecimiento a esta empresa.

En la figura 14 podemos encontrar los diferentes ejemplos de equipos con los que la Universidad Pontificia Bolivariana cuenta en sus aulas de clase. Los salones están ubicados en los siguientes edificios con su respectivo equipo:

Edificio J: Las aulas de clase para programas de postgrados en el edificio J, cuentan con equipos de aire acondicionado incorporados al sistema HVAC de todo el edificio, es decir, el agua helada que enfría el Chiller es enviada hasta estos equipos para su respectiva distribución.

- J 400: Tipo Cassete hidrónico
- J 401: Tipo Cassete hidrónico (ejemplo)
- J 402: Tipo muro (ejemplo)
- J 403: Tipo muro
- J 404: Tipo Cassete hidrónico
- J 405: Tipo Cassete hidrónico



Edificio F

- F401: Tipo piso techo
- F405: Tipo muro (ejemplo)
- F406: Tipo muro



Edificio D

- D 501: Tipo piso techo
- D 502: Tipo piso techo
- D 503: Tipo piso techo (ejemplo)
- D 504: Tipo piso techo
- D 505: Tipo piso techo



Figura 14. Salones de Postgrados

2.3.1. Descripción tipos de Fancoils presentes en los salones de postgrados

Tipo Cassete hidrónico

Equipo de 3 toneladas de refrigeración, no ocupa espacio ya que viene empotrado al techo, en este caso cielo raso. 4 salidas de flujo de aire, turbo ventilador silencioso, parrilla fácil de desajustar para limpieza y tiene filtro de aire. Cuenta con control remoto para ajustes básicos y programación.

En la figura 15 se muestra un Fancoil tipo Cassete hidrónico ubicado en el aula de clase J-405 con sus respectivas dimensiones ilustradas en la figura 16.

En el caso del edificio J, donde se encuentran estos equipos, no cuentan con unidades condensadoras, ya que la unidad enfriadora (Chiller) es la encargada de refrigerar el agua para todo el sistema de aire acondicionado del edificio.

Figura 15. Cassete hidrónico

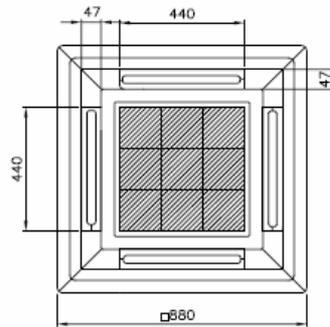


Figura 16. Dimensiones Cassete hidrónico⁷

Tipo Piso techo

La universidad Pontificia Bolivariana cuenta con dos clases de equipos piso techo. Marca York, ubicados en el edificio J y edificio D como se ve en la figura 18, y en la figura 17, marca Starlight ubicados en el edificio F y edificio G.

Capacidad entre 3 y 4 toneladas de refrigeración dependiendo del lugar donde se encuentren. Instalación flexible, amplia distribución de aire y perfil delgado. Cuentan con control remoto para ajustes básicos y programación.

Figura 17. Piso techo STARLIGHT



Figura 18. Piso techo YORK

⁷ <http://www.york.com/products/unitary/minisplit/FTP/EngineeringData/Dimension.pdf>

Tipo muro

Al igual que los equipos piso techo, se cuentan con dos marcas de equipos tipo muro. En el edificio J están los marca YORK, y en el edificio G y edificio F los marca LG (figura 19).

En el caso LG, tienen una capacidad de 2 toneladas de refrigeración, más cómodo y conveniente. Control de temperatura por termistor. Deflexión de aire de 4 vías. Control remoto con pantalla de LCD. Deflexión de aire vertical automática (arriba / abajo). Deflexión de aire horizontal manual (izquierda / derecha). 4 Niveles de enfriamiento. 3 Niveles de ventilación. Sistema de enfriamiento Jet Cool. Emite la máxima frescura al instante con un solo toque. Modo automático para dormir Sleep, súper silencioso y con suave circulación de aire. Secado suave. Encendido y apagado automático programable (24 horas). Auto diagnostico de fallas. Cuenta con su unidad condensadora independiente



Figura 19. Sistema de refrigeración LG, equipo tipo muro, control remoto y unidad condensadora⁸

⁸ <http://www.lge.com/co/aire-acondicionado/split/index.jsp>

En la figura 20 se puede reconocer el equipo YORK, el cual tiene la misma capacidad de 2 toneladas de refrigeración, no cuenta con unidad condensadora, porque están ubicados en el edificio J. Control remoto con 5 modos de operación, bajo ruido, diseño moderno y compacto, eficiente tanto en refrigeración como en calefacción, rejilla movable para buena distribución de aire. Los equipos de este tipo utilizados en el campus presentan las dimensiones ilustradas en la figura 21



Figura 20. Tipo muro YORK

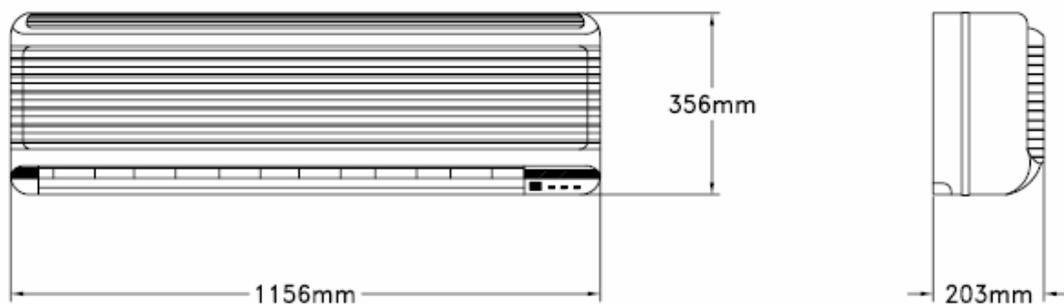


Figura 21. Dimensiones tipo muro YORK

CAPITULO III. CONSUMO ELÉCTRICO

3.1. INTRODUCCIÓN

En el mundo actual se pueden encontrar diferentes crisis y problemas que discutir, entre los cuales hay dos de gran relevancia en el futuro de nuestra humanidad. El calentamiento global y la crisis energética.

*“El calentamiento actual parece indudable, ya que se pueden ver sus efectos: el avance del desierto, las sequías recurrentes, la irregularidad de los monzones, el aumento de los meteoros catastróficos, el retroceso de los glaciares, el deshielo de los nevados, el aumento del nivel del mar, las diferentes catástrofes naturales, etc.”*⁹

*“La Tierra ha sido más cálida en los primeros cinco meses del año anterior que en cualquier período comparable desde que las mediciones comenzaron hace 130 años atrás”.*¹⁰ Es aquí cuando se ve la necesidad de tener equipos de refrigeración y climatización para poder soportar las altas temperaturas y los fuertes veranos ocasionados por este fenómeno inequívoco.

Cuando se instalan sistemas de aire acondicionado viene a jugar un papel muy importante el consumo de energía eléctrica, ya que su generación perjudica directamente al medio ambiente y acelera el calentamiento global con el pasar de los días, convirtiéndose así en un ciclo repetitivo difícil de detener.

⁹ <http://calentamientoglobalclima.org/>

¹⁰ <http://www.circuloastronomico.cl/secciones/calentamiento2.html>

“Aparentemente la energía eléctrica es limpia. Donde se consume no emite humos (gases contaminantes) y es silenciosa. Sin embargo su producción, transporte y distribución genera importantes impactos ambientales. La producción de electricidad constituye una de las principales causas de destrucción de nuestro medio ambiente al depender mayoritariamente del uso de recursos no renovables.”¹¹

“Él aire acondicionado en los edificios no es más un servicio de lujo, si no que se convirtió en una prioridad y una necesidad”¹², el problema de esta solicitud, es el enorme consumo de energía eléctrica por partes dichos equipos, como lo hacen los compresores de la unidad enfriadora presente en el edificio J.

Las tendencias y necesidades actuales por preservar la energía, hacen indispensable el diseñar sistemas mucho más eficientes, en los que el ahorro energético es una prioridad. Por la misma razón, los componentes usados deben mantener niveles de calidad y prestaciones cada vez mayores.

3.2. VALOR DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La Universidad Pontificia Bolivariana, al igual que en muchas empresas y hogares, recibe una factura mensual con los KW/h consumidos por todo el campus. El valor de la energía eléctrica depende del estipulado por la bolsa de valores y también de la hora en que se produzca el consumo. La empresa que se encarga de generar la factura de la universidad totaliza el consumo

¹¹ HERRERA José Antonio. ¿Por qué debemos ahorrar energía?

¹² AL-ARBGHI Omar. AL-BEIRUTTY Mohammed, FATHALAH Kadry. Estimation and measurement of electric energy consumption due to air conditioning cooling load

realizado hora por hora, multiplicando este valor por el precio de energía ya estipulado.

Debido a que la Universidad no tenía conocimiento exacto de cuanto consumen los equipos de aire acondicionado del edificio J, se hicieron unas mediciones de corriente, voltaje y factor de potencia para poder encontrar el consumo total del sistema de aire acondicionado del edificio. Estas mediciones se hicieron con una pinza amperimétrica FLUKE 345.

Con los datos obtenidos en las mediciones se puede deducir de la siguiente fórmula, la potencia consumida.

$$P = \sqrt{3} * V * I * \text{COS} \phi^{13}$$

P = Potencia en Vatios (W)

V = Voltaje en Voltios (V)

I = Corriente en Amperios (amp)

ϕ = Factor de potencia...

Obteniendo esta potencia en Kilowatts y multiplicando por la tarifa horaria, se obtiene el consumo en dinero que la máquina tiene al término de horas, días, semanas, meses, años, etc.

A continuación se encuentran las tablas con datos necesarios para dar a conocer el total pagado promedio del consumo eléctrico en los diferentes equipos de refrigeración. Las tablas son producto del consumo de lunes a jueves, el día viernes y el día sábado, debido a que los horarios son diferentes en los días mencionados.

¹³ Maquinas eléctricas, segunda edición. McGraw Hill. Capítulo 7, Fundamentos de las maquinas CA, 7-8, flujos de potencia y pérdidas en las maquinas de CA. Stephen Chapman. Pág. 438

Para poder saber el consumo total, se vio la necesidad de analizar todos los equipos por separado. En el caso de manejadoras, Fancoils y bombas del mismo modelo, bastó con la medición de uno solo.

3.2.1. Unidad enfriadora (Chiller)

El Chiller es el equipo más importante y también de más consumo de energía de todo el sistema HVAC de edificio.

La siguiente información corresponde a datos promedio tomados diferentes días a la semana cuando se recibió el sistema al iniciar la práctica como lo muestran las tablas 1, 2 y 3.

Lunes a Jueves

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	211,26	26,59	7,36	0,13	\$ 1.393,90
8-9 am	\$189,39	204,83	141,35	42,15	0,84	\$ 7.982,75
9-10 am	\$193,17	204,81	104,2	30,897	0,834	\$ 5.968,25
10-11 am	\$193,17	205,34	104,18	30,936	0,833	\$ 5.975,78
11-12 m	\$193,17	205,91	104,25	30,938	0,83	\$ 5.976,17
12-1 pm	\$189,39	208,87	103,37	30,87	0,824	\$ 5.846,44
1-2 pm	\$189,39	207,49	87,62	26,098	0,828	\$ 4.942,67
2-3 pm	\$189,39	206,55	101,17	29,913	0,826	\$ 5.665,19
3-4 pm	\$189,39	210,05	89,12	26,556	0,818	\$ 5.029,41
4-5 pm	\$189,39	210,03	79,69	23,831	0,821	\$ 4.513,33
5-6 pm	\$198,15	209,79	74,82	22,369	0,814	\$ 4.432,35

\$57.726,25

Tabla 1. Consumo eléctrico del Chiller de lunes a jueves sin ahorro de energía

Viernes

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	211,26	26,59	7,36	0,13	\$ 1.393,90
8-9 am	\$189,39	204,83	141,35	42,15	0,84	\$ 7.982,75
9-10 am	\$193,17	204,81	104,2	30,897	0,834	\$ 5.968,25
10-11 am	\$193,17	205,34	104,18	30,936	0,833	\$ 5.975,78
11-12 m	\$193,17	205,91	104,25	30,938	0,83	\$ 5.976,17
12-1 pm	\$189,39	208,87	103,37	30,87	0,824	\$ 5.846,44
1-2 pm	\$189,39	207,49	87,62	26,098	0,828	\$ 4.942,67
2-3 pm	\$189,39	206,55	101,17	29,913	0,826	\$ 5.665,19
3-4 pm	\$189,39	210,05	89,12	26,556	0,818	\$ 5.029,41
4-5 pm	\$189,39	210,03	79,69	23,831	0,821	\$ 4.513,33
5-6 pm	\$198,15	209,79	74,82	22,369	0,814	\$ 4.432,35
6-7 pm	\$ 201,92	210,05	70,34	20,344	0,81	\$ 4.107,11
7-8 pm	\$ 201,92	210,03	69,85	20,563	0,82	\$ 4.151,54
8-9 pm	\$ 201,92	209,79	68,42	18,642	0,82	\$ 3.763,84

\$69.748,7

Tabla 2. Consumo eléctrico del Chiller el día viernes sin ahorro de energía

Sábado

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	211,26	26,59	7,36	0,13	\$ 1.393,90
8-9 am	\$189,39	204,83	141,35	42,15	0,84	\$ 7.982,75
9-10 am	\$193,17	204,81	104,2	30,897	0,834	\$ 5.968,25
10-11 am	\$193,17	205,34	104,18	30,936	0,833	\$ 5.975,78
11-12 m	\$193,17	205,91	104,25	30,938	0,83	\$ 5.976,17
12-1 pm	\$189,39	208,87	103,37	30,87	0,824	\$ 5.846,44
1-2 pm	\$189,39	207,49	87,62	26,098	0,828	\$ 4.942,67

\$38.085,96

Tabla 3. Consumo eléctrico del Chiller el día sábado sin ahorro de energía

Siendo así el consumo total

Lunes a jueves \$57.726,25 * 4 días = \$230.905

Viernes	\$69.748,7
Sábado	\$38.085,96
Total semana	\$338.739,66
Total mes	\$1'470.411,14
Total trimestre	\$4'411.233,42
Total semestre	\$8'822.466,84
Total año	\$17'644.933,68

Los siguientes datos en las tablas 4, 5 y 6 corresponden al consumo del Chiller cuando algunos equipos secundarios trabajaban por demanda y con el plan de operación generado por los administradores del sistema, haciendo mediciones semanales durante los dos últimos meses.

Lunes a jueves

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	211,26	26,59	7,367	0,13	\$1.393,90
8-9 am	\$189,39	206,50	42,96	12,815	0,649	\$2.427,03
9-10 am	\$193,17	207,05	57,62	17,199	0,819	\$3.322,33
10-11 am	\$193,17	206,97	63,385	18,927	0,832	\$3.656,13
11-12 m	\$193,17	207,30	52,850	15,844	0,832	\$3.060,59
12-1 pm	\$189,39	209,71	52,909	15,988	0,829	\$3.027,97
1-2 pm	\$189,39	208,82	52,885	15,931	0,830	\$3.017,17
2-3 pm	\$189,39	206,13	53,170	15,887	0,834	\$3.008,84
3-4 pm	\$189,39	208,33	53,205	15,989	0,830	\$3.028,16
4-5 pm	\$189,39	209,17	53,024	15,964	0,828	\$3.023,42
5-6 pm	\$198,15	209,91	50,693	15,208	0,788	\$3.013,47

\$31.979,01

Tabla 4. Consumo eléctrico del Chiller de lunes a jueves con ahorro de energía

Viernes

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	211,26	26,59	7,367	0,13	\$1.393,90
8-9 am	\$189,39	206,50	42,96	12,815	0,649	\$2.427,03
9-10 am	\$193,17	207,05	57,62	17,199	0,819	\$3.322,33
10-11 am	\$193,17	206,97	63,385	18,927	0,832	\$3.656,13
11-12 m	\$193,17	207,30	52,850	15,844	0,832	\$3.060,59
12-1 pm	\$189,39	209,71	52,909	15,988	0,829	\$3.027,97
1-2 pm	\$189,39	208,82	52,885	15,931	0,830	\$3.017,17
2-3 pm	\$189,39	206,13	53,170	15,887	0,834	\$3.008,84
3-4 pm	\$189,39	208,33	53,205	15,989	0,830	\$3.028,16
4-5 pm	\$189,39	209,17	53,024	15,964	0,828	\$3.023,42
5-6 pm	\$198,15	209,91	50,693	15,208	0,788	\$3.013,47
6-7 pm	\$201,92	205,34	46,355	13,345	0,645	\$2.694,62
7-8 pm	\$201,92	204,65	45,634	13,664	0,654	\$2.759,03
8-9 pm	\$201,92	204,67	25,234	7,132	0,128	\$1.440,09

\$38.872,75

Tabla 5. Consumo eléctrico del Chiller el día viernes con ahorro de energía

Sábado

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	211,26	26,59	7,367	0,13	\$1.393,90
8-9 am	\$189,39	206,50	42,96	12,815	0,649	\$2.427,03
9-10 am	\$193,17	207,05	57,62	17,199	0,819	\$3.322,33
10-11 am	\$193,17	206,97	63,385	18,927	0,832	\$3.656,13
11-12 m	\$193,17	207,30	52,850	15,844	0,832	\$3.060,59
12-1 pm	\$189,39	209,71	52,909	15,988	0,829	\$3.027,97
1-2 pm	\$189,39	208,82	52,885	15,931	0,830	\$3.017,17

\$19.905,12

Tabla 6. Consumo eléctrico del Chiller el día sábado con ahorro de energía

Siendo así el consumo total

Lunes a jueves \$31.979,01 * 4 días = \$127.916,04

Viernes	\$38.872,75
Sábado	\$19.905,12
Total semana	\$186.693,91
Total mes	\$810.733,66
Total trimestre	\$2'432.200,98
Total semestre	\$4'864.401,96
Total año	\$9'728.803,92

3.2.2. Bombas primarias

Las bombas primarias del sistema de aire acondicionado funcionan permanentemente desde las 7:00 am hasta las 6:00 pm sin importar el consumo de los otros equipos. Los datos enseñados a continuación en las tablas 7,8 y 9 corresponden a las mediciones realizadas algunos días a la semana los dos últimos meses de la práctica empresarial

Lunes a jueves

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.001,21
8-9 am	\$189,39	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.001,21
9-10 am	\$193,17	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.021,17
10-11 am	\$193,17	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.021,17
11-12 m	\$193,17	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.021,17
12-1 pm	\$189,39	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.001,21
1-2 pm	\$189,39	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.001,21
2-3 pm	\$189,39	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.001,21
3-4 pm	\$189,39	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.001,21
4-5 pm	\$189,39	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.001,21
5-6 pm	\$198,15	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.047,51

\$11.119,46

Tabla 7 Consumo eléctrico bombas primarias de lunes a jueves

Viernes

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.001,21
8-9 am	\$189,39	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.001,21
9-10 am	\$193,17	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.021,17
10-11 am	\$193,17	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.021,17
11-12 m	\$193,17	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.021,17
12-1 pm	\$189,39	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.001,21
1-2 pm	\$189,39	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.001,21
2-3 pm	\$189,39	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.001,21
3-4 pm	\$189,39	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.001,21
4-5 pm	\$189,39	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.001,21
5-6 pm	\$198,15	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.047,51
6-7 pm	\$ 201,92	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.067,47
7-8 pm	\$ 201,92	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.067,47
8-9 pm	\$ 201,92	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.067,47

\$14.321,87

Tabla 8 Consumo eléctrico bombas primarias el día viernes

Sábado

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.001,21
8-9 am	\$189,39	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.001,21
9-10 am	\$193,17	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.021,17
10-11 am	\$193,17	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.021,17
11-12 m	\$193,17	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.021,17
12-1 pm	\$189,39	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.001,21
1-2 pm	\$189,39	207,65	14,7	5,2865	0,79	\$ 1.001,21

\$7.068,34

Tabla 9 Consumo eléctrico bombas primarias el día sábado

Siendo así el consumo total

Lunes a jueves \$11.119,46 * 4 días = \$44.477,84

Viernes	\$14.321,87
Sábado	\$7.068,34
Total semana	$\$65.868,1 * 2 = \$131.736,1$
Total mes	$\$285.711,12 * 2 = \$571.422,24$
Total trimestre	$\$857.133,58 * 2 = \$1'714.267,16$
Total semestre	$\$1'714.267,15 * 2 = \$3'428.534,3$
Total año	$\$3'428.534,30 * 2 = \$6'857.068,6$

3.2.3. Torre de enfriamiento

La torre de enfriamiento junto con las bombas primarias funciona desde las 7:00 am hasta las 6:00 pm de lunes a jueves, exceptuando en que la torre tiene un sistema on-off dependiendo de la temperatura de retorno del Chiller. Los datos y tiempos promedio se encuentran en el anexo H. Las tablas 10, 11 y 12 encontradas a continuación contienen datos de mediciones realizadas el último mes de la práctica.

Lunes a jueves

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 360,97
8-9 am	\$189,39	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 360,97
9-10 am	\$193,17	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 368,17
10-11 am	\$193,17	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 368,17
11-12 m	\$193,17	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 368,17
12-1 pm	\$189,39	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 360,97
1-2 pm	\$189,39	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 360,97
2-3 pm	\$189,39	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 360,97
3-4 pm	\$189,39	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 360,97
4-5 pm	\$189,39	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 360,97
5-6 pm	\$198,15	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 377,67

\$4.009.00

Tabla 10. Consumo eléctrico torre de enfriamiento de lunes a jueves

Viernes

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 360,97
8-9 am	\$189,39	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 360,97
9-10 am	\$193,17	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 368,17
10-11 am	\$193,17	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 368,17
11-12 m	\$193,17	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 368,17
12-1 pm	\$189,39	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 360,97
1-2 pm	\$189,39	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 360,97
2-3 pm	\$189,39	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 360,97
3-4 pm	\$189,39	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 360,97
4-5 pm	\$189,39	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 360,97
5-6 pm	\$198,15	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 377,67
6-7 pm	\$ 201,92	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 384,86
7-8 pm	\$ 201,92	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 384,86
8-9 pm	\$ 201,92	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 384,86

\$5.163,59

Tabla 11. Consumo eléctrico torre de enfriamiento el día viernes

Sábado

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 360,97
8-9 am	\$189,39	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 360,97
9-10 am	\$193,17	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 368,17
10-11 am	\$193,17	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 368,17
11-12 m	\$193,17	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 368,17
12-1 pm	\$189,39	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 360,97
1-2 pm	\$189,39	207,65	9	3,236593	0,843	\$ 360,97

\$2.187,44

Tabla 12 consumo eléctrico torre de enfriamiento el día sábado

Siendo así el consumo total

Lunes a jueves \$4.009,00 * 4 días = \$16.036

Viernes	\$5.163,59
Sábado	\$2.187,44
Total semana	\$23.387,03
Total mes	\$101.566,17
Total trimestre	\$304.698,50
Total semestre	\$609.397,01
Total año	\$1'218.794,01

3.2.4. Bombas secundarias Tipo A

En las tablas 13,14 y 15 se encuentran los datos de potencia y consumo de las bombas tipo A. Estos equipos exceptuando la bomba de la sala 1, tienen un horario de trabajo pleno, mientras la biblioteca se encuentre abierta.

Lunes a jueves

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
8-9 am	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
9-10 am	\$193,17	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 243,14
10-11 am	\$193,17	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 243,14
11-12 m	\$193,17	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 243,14
12-1 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
1-2 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
2-3 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
3-4 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
4-5 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
5-6 pm	\$198,15	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 249,41

\$2.647,49

Tabla 13. Consumo eléctrico bombas secundarias tipo A de lunes a jueves

Viernes

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
8-9 am	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
9-10 am	\$193,17	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 243,14
10-11 am	\$193,17	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 243,14
11-12 m	\$193,17	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 243,14
12-1 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
1-2 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
2-3 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
3-4 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
4-5 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
5-6 pm	\$198,15	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 249,41
6-7 pm	\$ 201,92	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 254,16
7-8 pm	\$ 201,92	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 254,16
8-9 pm	\$ 201,92	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 254,16

\$3.409,97

Tabla 14. Consumo eléctrico bombas secundarias tipo A el día viernes

Sábado

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
8-9 am	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
9-10 am	\$193,17	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 243,14
10-11 am	\$193,17	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 243,14
11-12 m	\$193,17	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 243,14
12-1 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
1-2 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38

\$1.444,56

Tabla 15. Consumo eléctrico bombas secundarias tipo A el día sábado

Siendo así el consumo total

Lunes a jueves \$2.647,49 * 4 días = \$10.589,96

Viernes \$3.409,97

Sábado \$1.444,56

Total semana \$15.444,5 * 4 = \$61.778

Total mes \$67.072,94 * 4 = \$268.291,76

Total trimestre \$201.218,83 * 4 = \$804.875,28

Total semestre \$402.437,67 * 4 = \$1'609.750,56

Total año \$804.875,34 * 4 = \$4'024.376,4

Debido a que la sala 1 tiene un trabajo por demanda, el cual se encuentra explicito en el capítulo VII, se hizo una medición por separado para poder encontrar el consumo semanal de esta bomba y así poder restarla a total de las bombas tipo A.

Lunes a jueves

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
8-9 am	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
9-10 am	\$193,17	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 243,14
10-11 am	\$193,17	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 243,14
11-12 m	\$193,17	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 243,14
12-1 pm	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
1-2 pm	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
2-3 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
3-4 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
4-5 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
5-6 pm	\$198,15	207,65	0	0	0,79	0

\$1.444.56

Tabla 16 Consumo eléctrico sala 1 de lunes a jueves por demanda

Viernes

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
8-9 am	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
9-10 am	\$193,17	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 243,14
10-11 am	\$193,17	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 243,14
11-12 m	\$193,17	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 243,14
12-1 pm	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
1-2 pm	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
2-3 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
3-4 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
4-5 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
5-6 pm	\$198,15	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 249,41
6-7 pm	\$ 201,92	207,65	0	0	0,79	0
7-8 pm	\$ 201,92	207,65	0	0	0,79	0
8-9 pm	\$ 201,92	207,65	0	0	0,79	0

\$1.693,96

Tabla 17 consumo eléctrico sala 1 el día viernes por demanda

Sábado

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	0	1,25869	0,79	0
8-9 am	\$189,39	207,65	0	1,25869	0,79	0
9-10 am	\$193,17	207,65	0	1,25869	0,79	0
10-11 am	\$193,17	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 243,14
11-12 m	\$193,17	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 243,14
12-1 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869	0,79	\$ 238,38
1-2 pm	\$189,39	207,65	0	1,25869	0,79	0

\$724,66

Tabla 18 consumo eléctrico sala 1 el día sábado por demanda

Siendo así el consumo total

Lunes a jueves \$1.444,56* 4 días = \$5.778,24

Viernes	\$1.693,96
Sábado	\$724,66
Total semana	\$8.196,86
Total mes	\$35.676,6
Total trimestre	\$107.029,68
Total semestre	\$214.059,36
Total año	\$428.118,72

3.2.5. Bomba tipo B

La bomba del área de libros tiene un funcionamiento total de 8:00 am a 6:00 pm de lunes a jueves, de 8:00 am a 9:00 pm los días viernes y de 7:00 am a 2:00 pm los días sábados sin interrupción alguna. En las tablas 19,20 y 21 se encuentran los datos promedio obtenidos los dos primeros meses de la práctica.

Lunes a jueves

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
8-9 am	\$189,39	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 129,41
9-10 am	\$193,17	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 131,99
10-11 am	\$193,17	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 131,99
11-12 m	\$193,17	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 131,99
12-1 pm	\$189,39	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 129,41
1-2 pm	\$189,39	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 129,41
2-3 pm	\$189,39	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 129,41
3-4 pm	\$189,39	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 129,41
4-5 pm	\$189,39	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 129,41
5-6 pm	\$198,15	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 135,39

\$1.307,80

Tabla 19. Consumo eléctrico bomba tipo B de lunes a jueves

Viernes

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
8-9 am	\$189,39	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 129,41
9-10 am	\$193,17	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 131,99
10-11 am	\$193,17	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 131,99
11-12 m	\$193,17	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 131,99
12-1 pm	\$189,39	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 129,41
1-2 pm	\$189,39	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 129,41
2-3 pm	\$189,39	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 129,41
3-4 pm	\$189,39	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 129,41
4-5 pm	\$189,39	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 129,41
5-6 pm	\$198,15	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 135,39
6-7 pm	\$ 201,92	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 137,97
7-8 pm	\$ 201,92	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 137,97
8-9 pm	\$ 201,92	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 137,97

\$1.721,72

Tabla 20. Consumo eléctrico bomba tipo B el día viernes

Sábado

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
8-9 am	\$189,39	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 129,41
9-10 am	\$193,17	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 131,99
10-11 am	\$193,17	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 131,99
11-12 m	\$193,17	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 131,99
12-1 pm	\$189,39	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 129,41
1-2 pm	\$189,39	207,65	1,9	0,68329	0,79	\$ 129,41

\$784,19

Tabla. 21 Consumo eléctrico bomba tipo B el día sábado

Siendo así el consumo total

Lunes a jueves \$1.307,80* 4 días = \$5.231,2

Viernes	\$1.721,72
Sábado	\$784,19
Total semana	\$7.737,11
Total mes	\$33.564,04
Total trimestre	\$100.692,12
Total semestre	\$201.384,24
Total año	\$402.768,48

3.2.6. Manejadoras de aire

Las manejadoras de aire tienen un consumo variado debido a que algunas trabajan por demanda y otras se encienden el mismo horario de trabajo de la biblioteca. Las tablas 22, 23 y 24 corresponden a los datos de consumo de las manejadoras de aire cuando se recibió el sistema con un trabajo pleno de los 6 equipos cuando la biblioteca se encontraba abierta.

Lunes a jueves

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
8-9 am	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
9-10 am	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
10-11 am	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
11-12 m	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
12-1 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
1-2 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
2-3 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
3-4 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
4-5 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
5-6 pm	\$198,15	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 356,29

\$3.441,58

Tabla 22. Consumo eléctrico manejadoras de aire de lunes a jueves

Viernes

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
8-9 am	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
9-10 am	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
10-11 am	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
11-12 m	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
12-1 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
1-2 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
2-3 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
3-4 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
4-5 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
5-6 pm	\$198,15	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 356,29
6-7 pm	\$ 201,92	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 363,08
7-8 pm	\$ 201,92	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 363,08
8-9 pm	\$ 201,92	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 363,08

\$4.167,75

Tabla 23. Consumo eléctrico manejadoras de aire el día viernes

Sábado

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
8-9 am	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
9-10 am	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
10-11 am	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
11-12 m	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
12-1 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
1-2 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55

\$2.063,65

Tabla 24. Consumo eléctrico manejadoras de aire el día sábado

Siendo así el consumo total

Lunes a jueves	$\$3.441,58 * 4 \text{ días} = \$13.766,3$
Viernes	$\$4.167,75$
Sábado	$\$2.063,65$
Total semana	$\$19.997,7 * 6 = \$119.986,2$
Total mes	$\$86.874,14 * 6 = \$521.244,84$
Total trimestre	$\$260.622,42 * 6 = \$1'563.734,52$
Total semestre	$\$521.244,84 * 6 = \$3'127.469,04$
Total año	$\$1'042.489,69 * 6 = \$6'254.938,14$

La manejadora de la sala de Tv tiene una operación por demanda, y con los datos de solicitud de préstamo de este espacio, encontrados en el anexo G, se sacaron los promedios de uso diario y mensual, para concluir con el precio de consumo eléctrico. En la siguiente tabla se encuentra el precio semanal de la manejadora de la sala de Tv.

	horas	Precio	Potencia	Total
Lunes	4,55	\$ 190,77	1,79813	\$ 1.560,76
Martes	3,3	\$ 190,77	1,79813	\$ 1.131,98
Miércoles	4,6	\$ 190,77	1,79813	\$ 1.577,91
Jueves	4,6	\$ 190,77	1,79813	\$ 1.577,91
Viernes	6,13	\$ 190,77	1,79813	\$ 2.102,74
Sábados	0,44	\$ 190,77	1,79813	\$ 150,93
	23,62			\$ 8.102,23

Tabla 25. Consumo eléctrico manejadora sala de Tv de lunes a sábado por demanda

Siendo así el consumo total

Total semana	$\$8.102,23$
Total mes	$\$35.118,81$
Total trimestre	$\$105.356,44$

Total semestre \$210.712,89

Total año \$421.425,78

Para las salas de lectura 1 y 2 se estableció un nuevo horario de operación, según lo visto durante el segundo semestre del año 2009.

Sala 1

Encendido: 9:00 AM

Apagado: 12:00 m

Encendido: 2:00 PM

Apagado: 5:00 PM

Sala 2

Encendido: 9:00 AM

Apagado: 1:00 PM

Encendido: 2:00 PM

Apagado: 6:00 PM

La siguiente tabla corresponde al consumo de La sala 1 con La nueva programación de trabajo aplicada los dos últimos meses de La práctica, desde el día lunes hasta el día viernes.

Sala 1

Lunes a viernes

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
8-9 am	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
9-10 am	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
10-11 am	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
11-12 m	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
12-1 pm	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
1-2 pm	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
2-3 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
3-4 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
4-5 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
5-6 pm	\$198,15	207,65	0	0	0,79	0

\$2.063,65

Tabla 26. Consumo eléctrico manejadora sala 1 de lunes a viernes por demanda

La tabla 27 contiene los datos de los días sábado de consumo de la sala 1.

Sábado

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
8-9 am	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
9-10 am	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
10-11 am	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
11-12 m	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
12-1 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
1-2 pm	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0

\$1.908,57

Tabla 27. Consumo eléctrico manejadora sala 1 el día sábado por demanda

Siendo así el consumo total

Lunes a viernes \$2.063,65 * 5 días = \$10.318,25

Sábado \$1.908,57

Total semana \$12.226,8

Total mes \$53.034,6

Total trimestre \$159.103,74

Total semestre \$318.207,48

Total año \$636.414,96

Las tablas 28 y 29 corresponden a los datos de consumo de la sala 2 con los nuevos horarios aplicados a estos espacios.

Sala 2

Lunes a viernes

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
8-9 am	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
9-10 am	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
10-11 am	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
11-12 m	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
12-1 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
1-2 pm	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
2-3 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
3-4 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
4-5 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
5-6 pm	\$198,15	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34

\$2.760,49

Tabla 28. Consumo eléctrico manejadora sala 2 de lunes a viernes por demanda
Sábado

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
8-9 am	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
9-10 am	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
10-11 am	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
11-12 m	\$193,17	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 347,34
12-1 pm	\$189,39	207,65	5	1,79813	0,79	\$ 340,55
1-2 pm	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0

\$1.908,57

Tabla 29. Consumo eléctrico manejadora sala 2 el día sábado por demanda

Siendo así el consumo total

Lunes a viernes $\$2.760,49 * 5 \text{ días} = \$13.802,5$

Sábado	\$1.908,57
Total semana	\$15.711,02
Total mes	\$68.365,1
Total trimestre	\$205.095,18
Total semestre	\$410.190,36
Total año	\$820.380,72

3.2.7. Fancoils

Los diferentes fancoils con los que cuenta el edificio J, trabajan dependiendo del espacio estudiado. Se dividieron por tipo de equipo para poder sacar su consumo debido a que varían en su potencia.

Tipo Cassete hidrónico

La siguiente tabla contiene los datos de consumo de lunes a viernes de los equipos ubicados en el área de procesos técnicos y data center

Lunes a Viernes

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
8-9 am	\$189,39	207,65	4	1,593335275	0,79	\$ 301,76
9-10 am	\$193,17	207,65	4	1,593335275	0,79	\$ 307,78
10-11 am	\$193,17	207,65	4	1,593335275	0,79	\$ 307,78
11-12 m	\$193,17	207,65	4	1,593335275	0,79	\$ 307,78
12-1 pm	\$189,39	207,65	4	1,593335275	0,79	\$ 301,76
1-2 pm	\$189,39	207,65	4	1,593335275	0,79	\$ 301,76
2-3 pm	\$189,39	207,65	4	1,593335275	0,79	\$ 301,76
3-4 pm	\$189,39	207,65	4	1,593335275	0,79	\$ 301,76
4-5 pm	\$189,39	207,65	4	1,593335275	0,79	\$ 301,76
5-6 pm	\$198,15	207,65	4	1,593335275	0,79	\$ 315,71

\$3.049,61

Tabla 30. Consumo eléctrico Fancoil tipo cassette de lunes a viernes

El día viernes trabajan después de las 6:00 pm los 4 equipos ubicados en los salones de clase del 4 piso y los datos se encuentran en la tabla 31.

Viernes

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
6-7 pm	\$ 201,92	207,65	4	1,438504652	0,79	\$ 290,47
7-8 pm	\$ 201,92	207,65	4	1,438504652	0,79	\$ 290,47
8-9 pm	\$ 201,92	207,65	4	1,438504652	0,79	\$ 290,47

\$871,4

Tabla 31. Consumo eléctrico Fancoil tipo cassette el día viernes

En la siguiente tabla se encuentran los datos de consumo los días sábado de los 4 equipos de salones del 4 piso y los dos equipos presentes en la biblioteca.

Sábados

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	4	1,438504652	0,79	\$ 272,44
8-9 am	\$189,39	207,65	4	1,438504652	0,79	\$ 272,44
9-10 am	\$193,17	207,65	4	1,438504652	0,79	\$ 277,87
10-11 am	\$193,17	207,65	4	1,438504652	0,79	\$ 277,87
11-12 m	\$193,17	207,65	4	1,438504652	0,79	\$ 277,87
12-1 pm	\$189,39	207,65	4	1,438504652	0,79	\$ 272,44

\$1.650,92

Tabla 32. Consumo eléctrico Fancoil tipo cassette el día sábado

Siendo así el consumo total

Lunes a viernes $\$3.049,61 * 5 \text{ días} = \$15.248,1$

Viernes \$871,4

Sábado \$1.650,92

Total semana $\$15.248,1 * 2 + 871,4 * 4 + 1.650,92 * 6 = \$43.887,3$

Total mes $\$67.091,4 * 2 + 3.385,6 * 4 + 6.603,68 * 6 = \$187.347,28$

Total trimestre \$562.041,84
 Total semestre \$1'124.083,68
 Total año \$2'248.167,36

Tipo muro

En la siguiente tabla se analizan los datos de lunes a viernes de los equipos tipo muro presentes en el área de dirección y videoteca, mientras que en la tabla 34 se encuentra el consumo del día viernes de los equipos tipo muro de los salones del 4 piso.

Lunes a viernes

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
8-9 am	\$189,39	207,65	3,5	1,25869157	0,79	\$ 238,38
9-10 am	\$193,17	207,65	3,5	1,25869157	0,79	\$ 243,14
10-11 am	\$193,17	207,65	3,5	1,25869157	0,79	\$ 243,14
11-12 m	\$193,17	207,65	3,5	1,25869157	0,79	\$ 243,14
12-1 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869157	0,79	\$ 238,38
1-2 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869157	0,79	\$ 238,38
2-3 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869157	0,79	\$ 238,38
3-4 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869157	0,79	\$ 238,38
4-5 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869157	0,79	\$ 238,38
5-6 pm	\$198,15	207,65	3,5	1,25869157	0,79	\$ 249,41

\$2.409,11

Tabla 33 Consumo eléctrico Fancoil tipo muro de lunes a viernes

Viernes

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
6-7 pm	\$ 201,92	207,65	3,5	1,25869157	0,79	\$ 254,16
7-8 pm	\$ 201,92	207,65	3,5	1,25869157	0,79	\$ 254,16
8-9 pm	\$ 201,92	207,65	3,5	1,25869157	0,79	\$ 254,16

\$762,48

Tabla 34. Consumo eléctrico Fancoil tipo muro el día viernes

La siguiente tabla corresponde al consumo de los 4 equipos tipo muro presentes en el edificio J

Sábado

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	3,5	1,25869157	0,79	\$ 238,38
8-9 am	\$189,39	207,65	3,5	1,25869157	0,79	\$ 238,38
9-10 am	\$193,17	207,65	3,5	1,25869157	0,79	\$ 243,14
10-11 am	\$193,17	207,65	3,5	1,25869157	0,79	\$ 243,14
11-12 m	\$193,17	207,65	3,5	1,25869157	0,79	\$ 243,14
12-1 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869157	0,79	\$ 238,38
1-2 pm	\$189,39	207,65	3,5	1,25869157	0,79	\$ 238,38

\$1.548,08

Tabla 35. Consumo eléctrico Fancoil tipo muro el día sábado

Siendo así el consumo total

Lunes a viernes \$2.409,11 * 5 días = \$12.045,6

Viernes \$762,48

Sábado \$1.548,08

Total semana \$12.045,6 * 2 + 762,48 * 2 + 1.548,08 * 4 = \$31.809,8

Total mes \$53.000,4 * 2 + 3.049,92 * 2 + 6.192,32 * 4 = \$136.869,92

Total trimestre \$410.609,76

Total semestre \$821.219,52

Total año \$1.642.439,04

Tipo Piso techo

La tabla 36 contiene los datos de consumo de los equipos ubicados en el área de nuevas tecnologías y producción de lunes a viernes.

Lunes a viernes

Hora	Tarifa	V (Vol)	I (Amp)	Pot (Kw)	PF	Total
7-8 am	\$189,39	207,65	0	0	0,79	0
8-9 am	\$189,39	207,65	6,5	2,337570059	0,79	\$ 442,71
9-10 am	\$193,17	207,65	6,5	2,337570059	0,79	\$ 451,54
10-11 am	\$193,17	207,65	6,5	2,337570059	0,79	\$ 451,54
11-12 m	\$193,17	207,65	6,5	2,337570059	0,79	\$ 451,54
12-1 pm	\$189,39	207,65	6,5	2,337570059	0,79	\$ 442,71
1-2 pm	\$189,39	207,65	6,5	2,337570059	0,79	\$ 442,71
2-3 pm	\$189,39	207,65	6,5	2,337570059	0,79	\$ 442,71
3-4 pm	\$189,39	207,65	6,5	2,337570059	0,79	\$ 442,71
4-5 pm	\$189,39	207,65	6,5	2,337570059	0,79	\$ 442,71
5-6 pm	\$198,15	207,65	6,5	2,337570059	0,79	\$ 463,18

\$4.474,06

Tabla 36. Consumo eléctrico Fancoil tipo piso techo de lunes a viernes

Siendo así el consumo total

Lunes a viernes \$4.474,06 * 5 días = \$22.370,3

Total semana	\$22.370,3
Total mes	\$80.533,1
Total trimestre	\$241.599,24
Total semestre	\$483.198,48
Total año	\$966.396,96

Al comienzo de la practica empresarial se hicieron los análisis de consumo del estado inicial de los equipos del edificio J, y así poder tener con certeza si aplicando alguna estrategia de reducción de costos era viable o no. Después de algunos cambios en la programación del software explícitos en el capitulo VII se volvieron a hacer las mediciones de consumo y poder compararlos con los datos anteriores de estado inicial.

La siguiente tabla nos muestra los valores semanales, mensuales y semestrales de las dos formas de operación, dando así resultados en la disminución de costos por parte de consumo eléctrico de los equipos de aire acondicionado. Los datos fueron tomados en el II semestre del año 2009.

	Estado inicial			Estado actual		
	Semanal	Mensual	Semestral	Semanal	Mensual	Semestral
Chiller	338.739	1'470.411	8'822.466	186.693	810.734	4'864.401
Bombas primarias	131.736	571.422	3'428.534	131.736	571.422	3'428.534
Torre enfriamiento	23.387	101.566	609.397	23.387	101.566	609.397
Bomba tipo A	61.778	268.291	1'609.750	54.530	236.895	1'421.372
Bomba tipo B	7.737	33.564	201.384	7.737	33.564	201.384
Manejadoras	119.986	521.244	3'127.469	96.033	350.058	2'502.845
Fancoils	98.067	404.750	2'428.501	98.067	404.750	2'428.501
Total	781.431	3'371.394	20'227.503	598.185	2'508.990	15'456.436

Tabla 37. Costos por consumo de energía de los equipos de aire acondicionado del edificio J. Julio-diciembre 2009

Los datos presentados anteriormente pueden variar según el modo de operación o evento dado que se programe en el edificio. Se hicieron mediciones en días y semanas aleatorias por lo que algún día festivo o el no uso del edificio pudo cambiar, no significativamente el dato de consumo; por todo lo demás son datos de alto nivel de confiabilidad.

3.3. CASOS DE ESTUDIO

A continuación se muestran los diferentes casos de estudio presentados durante la práctica empresarial, el cual se le dio su respectivo análisis y una solución de ser posible. En cada uno de ellos se encuentra el status al finalizar la práctica el día 10 de diciembre del 2009, siendo este un caso abierto o un caso cerrado.

1. Síntoma: Se requiere un seguimiento al consumo eléctrico de los equipos que conforma el sistema de HVAC del edificio J. (Clasificación: Consumo eléctrico)

Efecto: Al no tener las herramientas para realizar un seguimiento al consumo eléctrico de los equipos del edificio J no se puede medir la efectividad de los programas de manejo ni de las estrategias de consumo que puedan llevar a disminuir los costos de operación del sistema.

Causa Aparente: No se tenía planeado hacer un seguimiento del consumo eléctrico de estos equipos en el momento de instalar el sistema de HVAC del edificio J.

Acciones Realizadas: Se instalaron unos transformadores de prueba para el monitoreo de los consumos de corriente del sistema de aire acondicionado del edificio prestados por el laboratorio de aire acondicionado de Ingeniería Mecánica, luego se gestionó el préstamo de un computador portátil por parte del departamento de sistemas con el programa Labview con el cual mediante una tarjeta de adquisición de datos prestada también por el laboratorio de vibraciones de Ingeniería Mecánica se iniciaron los monitoreos de los principales equipos del sistema HVAC . Posteriormente, se estudió el programa de control con el software Labview con la ayuda de profesor Edwin Córdoba. Se instalaron

unas resistencias de 20W y 1 ohmio para que la tarjeta de adquisición pudiera leer el voltaje. Se hicieron unas mediciones de las bombas primarias y torre de enfriamiento y se obtuvo resultados. El chiller por su gran consumo de energía, se necesita del cambio de transformador a uno de mayor capacidad para poder hacer el estudio. También se buscaron otras alternativas y se encontró que con una pinza amperimétrica marca FLUKE referencia 345 se puede hacer el análisis diario de consumo de corriente del chiller. Con este instrumento se hicieron mediciones durante varios días con diferentes programaciones y se obtuvieron resultados de corriente de los equipos

Procedimientos a seguir: el caso se encuentra cerrado

2. Síntoma: La bomba primaria de condensación no está entregando la presión necesaria y genera un ruido al arrancar. (Clasificación: Consumo eléctrico)

Efecto: Al perder presión de descarga, pierde eficiencia haciendo que se necesite más energía para el trabajo y generando más consumo de energía. Si hay aire dentro de la bomba y está cavitando puede llegar a dañar el impeler y la carcasa de la bomba.

Causa aparente: Se sacó un listado de posibles causas. Las cuales se descartaron varias y se dejaron a estudio solo tres. Aire en la bomba, anillos de desgaste dañados e impeler defectuoso. Después del análisis se encontró que la bomba tenía aire y por eso también generaba ese ruido al trabajar.

Acciones realizadas: Se empezó a hacer la purga respectiva durante un poco más de una hora y se logro subir la presión de 6 psi a 9 psi. Al cabo

de una semana se realizó otra purga dejando la bomba a 16 psi y funcionando sin ruido alguno.

Procedimientos a seguir: El caso se encuentra cerrado.

3. Síntoma: Las válvulas de las manejadoras y de los fancoils no realizan el respectivo by-pass cuando la temperatura se encuentra por debajo del set point. (Clasificación: Consumo eléctrico)

Causa aparente: los programas de pid de la las válvulas pueden encontrarse deshabilitados en el CONTINUUM o una alarma de temperatura detuvo el programa.

Efecto: Al no poderse realizar el by-pass por parte de las válvulas se pierde energía contenida en el agua fría que pasa por el serpentín de los equipos enfriando más de lo necesario las áreas acondicionadas.

Acciones Realizadas: Después de revisar los monitores del programa que controlan estas válvulas, se realizaron cambios en los códigos on-off de los fancoils consiguiendo que estas realicen el respectivo by-pass cuando la temperatura del área se encuentra por un grado por debajo del set point o un grado por encima del mismo. Por otra parte se han realizado pruebas en los algoritmos que controlan las válvulas de las manejadoras. Posteriormente, en el caso de las manejadoras se sintonizaron los PID en el caso de estudio anteriormente mencionado. Con respecto a los fancoils de algunas salas, se revisaron los códigos de los monitores encargados de dichas áreas y se les dio el rango de un grado por encima y por debajo del set-point.

Procedimiento a seguir: El caso se encuentra cerrado

4. Síntoma: Los horarios establecidos de encendido y apagado de los equipos que debería realizar el sistema no funcionan. (Clasificación: Consumo eléctrico)

Efecto: Al no poderse activar el encendido y apagado automático genera un control manual de las bombas primarias y la torre de enfriamiento y un control manual desde el sistema de monitoreo de las bombas secundarias, manejadoras y los fancoils, lo que genera dependencia del sistema de un operador externo.

Causa aparente: El programa MONITOR GENERAL no está guardando ni cargando automáticamente la configuración correcta del sistema lo que impide que se encienda el sistema a la hora indicada.

Acciones Realizadas: Se revisó la configuración de los horarios en el sistema, se crearon nuevos controladores en el Schedule, se cambió el programa de encendido de la TORRE ONOFF y del MONITOR GENERAL consiguiendo que las bombas y la torre y el Chiller enciendan según lo programado. El caso se encontró bajo monitoreo y posteriormente se hizo un estudio de todo el código de control del sistema primario. Se hicieron los arreglos pertinentes y quedó funcionando de la siguiente forma. Encendido del circuito primario (bombas primarias, chiller y torre) a las 7 am. Circuito secundario a las 8 am. El apagado de todos los equipos es a las 6 pm exceptuando los viernes, que se apaga a las 9:00 pm

Procedimiento a seguir: El caso se encuentra cerrado.

5. Síntoma: La bomba primaria de agua helada y la bomba primaria de agua de condensación no están siendo gobernadas por el sistema Continuum. (Clasificación: Consumo eléctrico).

Efecto: Al no poderse gobernar las bombas primarias desde el sistema de control ellas deben ser prendidas de modo manual y apagadas al finalizar la jornada de trabajo, de lo contrario quedarían funcionando todo el día lo que aumentaría el consumo eléctrico, pero al ser apagadas de modo manual se impide que sistemas autónomos como el área de libros y el archivo muerto puedan encender el sistema de HVAC en el momento en que sus respectivos set point lo requiera, al igual que el Chiller que al no encontrar las bombas primarias encendidas se bloquea por alta presión.

Causa aparente: El programa Continuum no está gobernando el encendido y apagado de las bombas primarias por un posible error en el código del programa que las activa y desactiva (en el programa CHILLEROFF).

Acciones Realizadas: Se realizó el diagrama de bloques del programa CHILLEROFF para analizar el código de programación. Posteriormente, se revisó el código de CHILLEROFF y se encontraron algunas inconsistencias. Se corrigieron para no generar ningún conflicto y quedo en buen funcionamiento, siendo controladas automáticamente por el programa.

Procedimiento a seguir: El caso se encuentra cerrado

6. Síntoma: Conflicto de horarios de encendido y apagado del chiller con el programa de humedad relativa. (Clasificación: Consumo eléctrico)

Efecto: El horario de funcionamiento interno del chiller y el del programa de control difieren en ciertos puntos creando un conflicto para el programa e inactivando el mismo.

Causa aparente: El chiller en su tarjeta interna tiene programado encenderse a las 7 am y apagarse a las 6 pm. Con nuestro programa de control se busca que cuando la humedad relativa supere el valor del 75%,

el sistema de aire acondicionado si se encuentra apagado, se encienda. Si esto ocurre en horas de la noche, el programa manda la orden de encendido al chiller pero este no responde debido a que su propia programación no lo deja. Es ahí donde se crea el conflicto.

Acciones realizadas: Se pasó la solicitud de cambio de horario del chiller al departamento de servicios generales. Se estudiaron los reportes de humedad relativa de los 6 últimos meses, con mas detenimientos a partir del 6 de julio a la fecha, y no se encontró ningún sobrepaso del set-point en la humedad relativa, sin embargo el programa está habilitado para que si llegase a ocurrir dicho sobrepaso el aire acondicionado baje la humedad presente en el área de libros y archivo inactivo

Procedimientos a seguir: El caso se encuentra cerrado. El pico en el día 24 de julio se refiere a un corte en el totalizador general, por lo que el sensor de humedad se dispara.

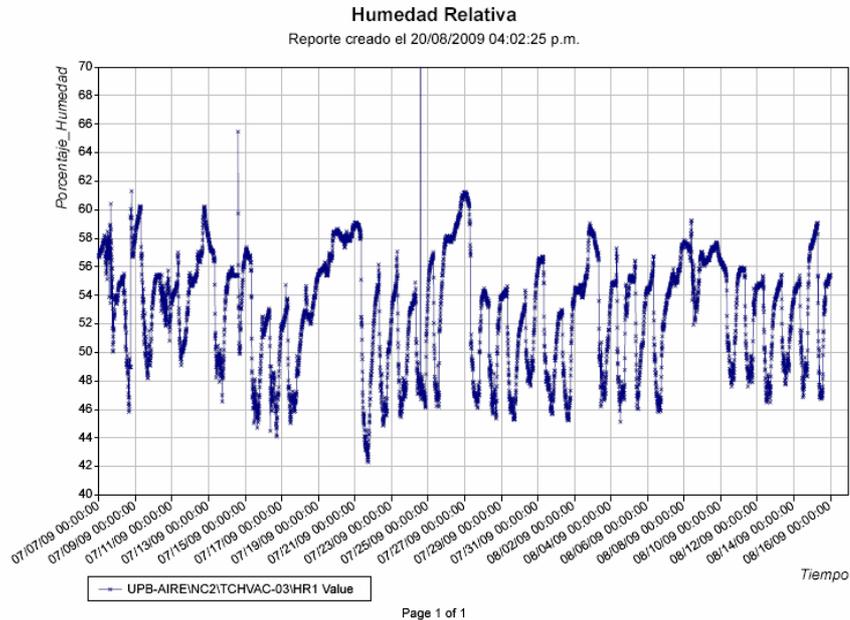


Figura 22. Reporte de humedad relativa

CAPITULO IV. CONFORT

4.1. INTRODUCCIÓN

El confort es todo aquello que produce comodidad y satisfacción a la hora de estar en un recinto, lugar o en la actividad que requiera. Cualquier sensación que sienta el ser humano que le impida concentrarse en lo que tiene que hacer, ya sea agradable para unos o desagradable para otros, está afectando el confort. La mejor sensación global durante la actividad es la de no sentir nada, indiferencia frente al ambiente. Esa situación es el confort.

En la biblioteca, salones de clase y auditorios necesitamos crear un ambiente agradable, sin molestias ni interrupciones para que el estudiante o el usuario puedan concentrarse y poder hacer sus actividades sin queja alguna. Es por eso que nuestro deber es hacer que los equipos de refrigeración y aire acondicionado funcionen de la mejor forma, brindando a toda la comunidad universitaria el mejor servicio, con un consumo razonable de energía y sobretodo sin sacrificar el confort de las personas.

Estos espacios albergan gran número de estudiantes por unas horas, varias veces al día y están desocupados el resto del tiempo, por lo tanto, las cargas de calor varían a lo largo del día. Los sistemas deben funcionar en silencio y no deben producir corrientes de aire, deben brindar una buena calidad en el aire y no producir vibraciones, también se debe tener un control en la humedad relativa del espacio. La ubicación de las rejillas de salida es importante, para no concentrar todo el flujo en una sección del recinto y así no incomodar a los usuarios.

Teniendo en cuenta todas las recomendaciones ya nombradas y regidas por la norma ASHRAE, se siguió un plan de mantenimiento, operación y control

de los sistemas de aire acondicionado, para hacer un estudio del nivel de confort y satisfacción de las personas que hacen uso de los espacios que prestan este servicio.

4.2. ESTUDIO DE CONFORT

Con el propósito de obtener un grado de confort aceptable en los espacios acondicionados que la universidad brinda, se realizó una encuesta (anexo B) a diferentes usuarios de dichos espacios, logrando fusionar los buenos comentarios con la programación y control de los sistemas.

4.2.1. Edificio J

Los gráficos del 1 al 10 muestran los resultados de segunda pregunta encontrada en el anexo B. Cree usted que el estado térmico del espacio señalado anteriormente se encuentra:

Área Procesos Técnicos

Muy frio	0	0%
Frio	3	60%
Normal	2	40%
Caliente	0	0%
Muy caliente	0	0%

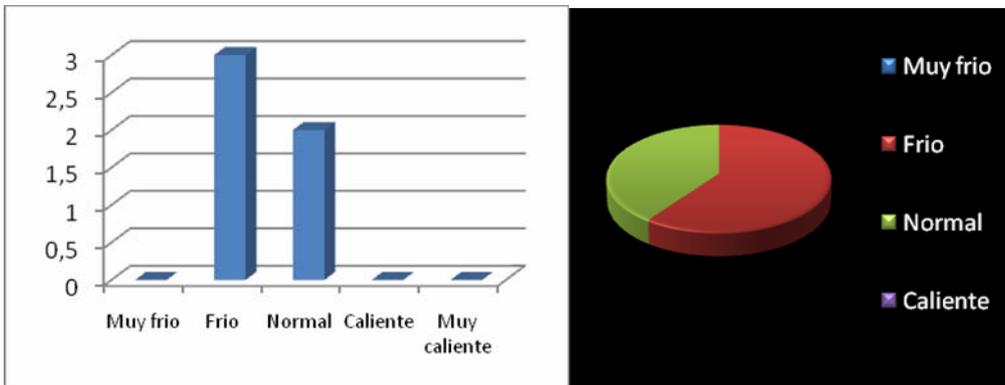


Gráfico 1. Pregunt 2 Área de procesos técnicos

Área Data Center

Muy frio	0	0%
Frio	4	25%
Normal	11	69%
Caliente	0	0%
Muy caliente	1	6%

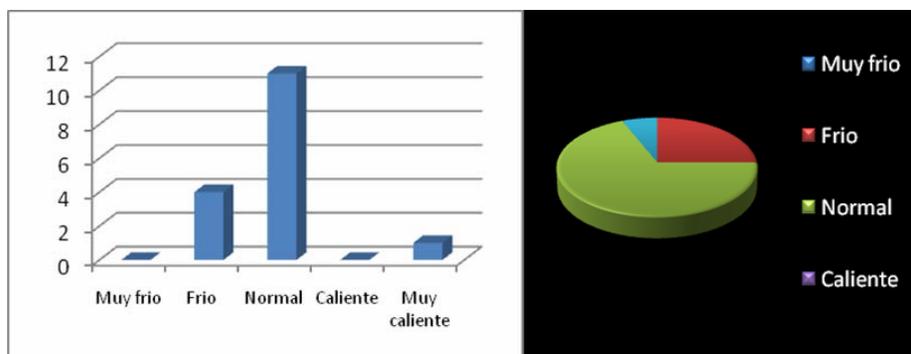


Gráfico 2. Pregunt 2 Área de data Center

Área Sala 3

Muy frio	0	0%
Frio	4	25%
Normal	12	75%
Caliente	0	0%
Muy caliente	0	0%

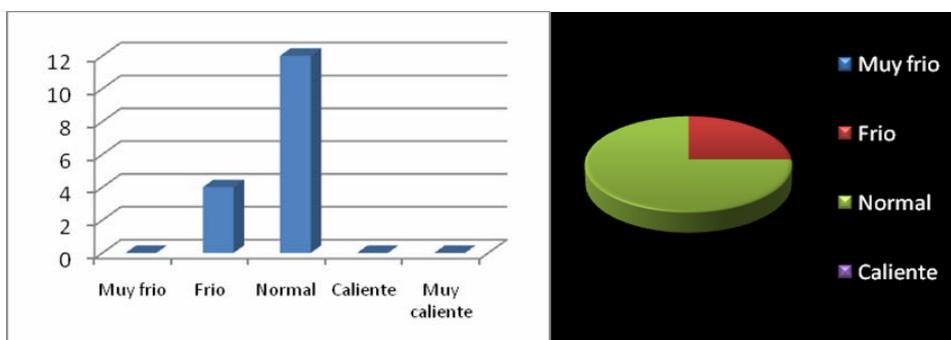


Gráfico 3. Pregunta 2 Área sala 3

Área Hemeroteca

Muy frio	1	10%
Frio	2	20%
Normal	7	70%
Caliente	0	0%
Muy caliente	0	0%

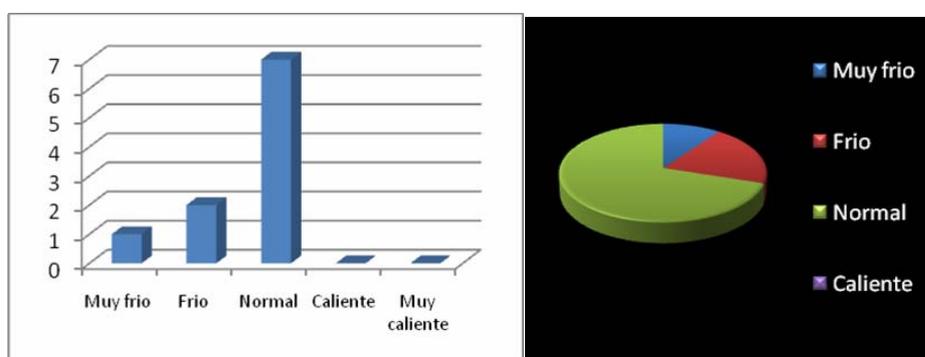


Gráfico 4. Pregunta 2 Área de hemeroteca

Área Libros

Muy frio	0	0%
Frio	1	6%
Normal	13	81%
Caliente	2	13%
Muy caliente	0	0%

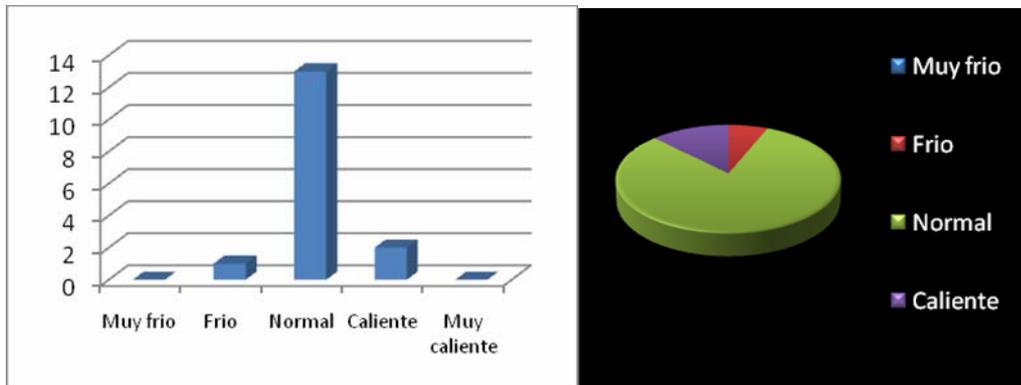


Gráfico 5. Pregunta 2 Área libros

Área Sala 2

Muy frio	0	0%
Frio	4	21%
Normal	13	68%
Caliente	2	11%
Muy caliente	0	0%

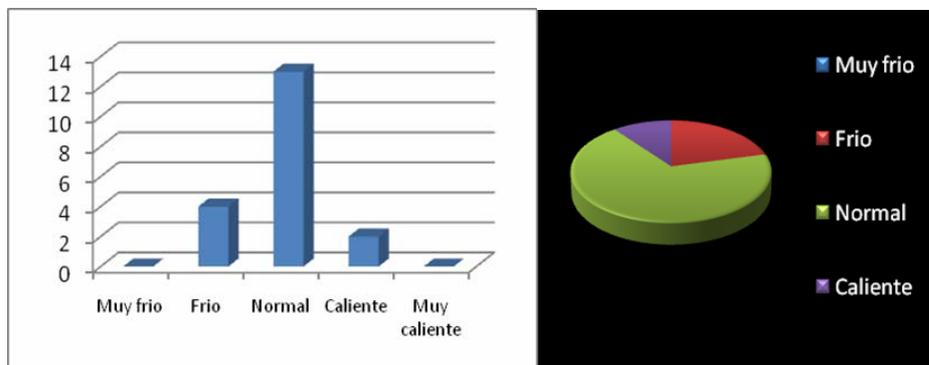


Gráfico 6. Pregunta 2 Área sala 2

Área Sala 1

Muy frio	0	0%
Frio	3	14%
Normal	16	76%
Caliente	2	10%
Muy caliente	0	0%

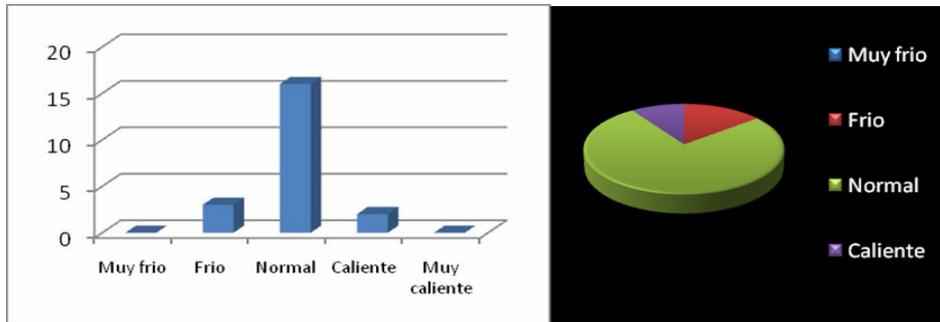


Gráfico 7. Preguntar 2 Área sala 1

Área Salones 4 piso

Muy frio	0	0%
Frio	1	14%
Normal	2	29%
Caliente	4	57%
Muy caliente	0	0%

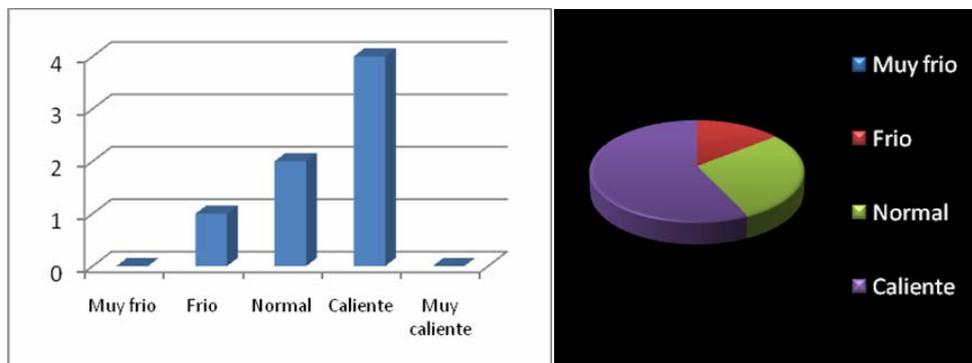


Gráfico 8. Preguntar 2 Área salones 4 piso

Área Nuevas Tecnologías

Muy frio	0	0%
Frio	1	8%
Normal	10	83%
Caliente	1	8%
Muy caliente	0	0%

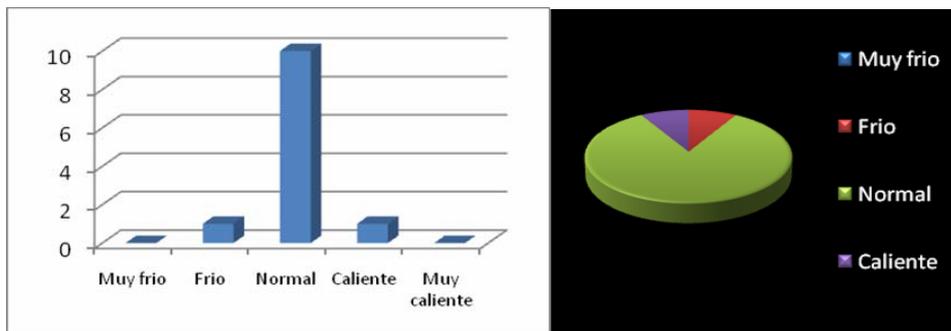


Gráfico 9. Preguntar 2 Área de nuevas tecnologías

Total edificio J

Muy frío	0	0%
Frío	23	19%
Normal	87	71%
Caliente	11	9%
Muy caliente	1	1%

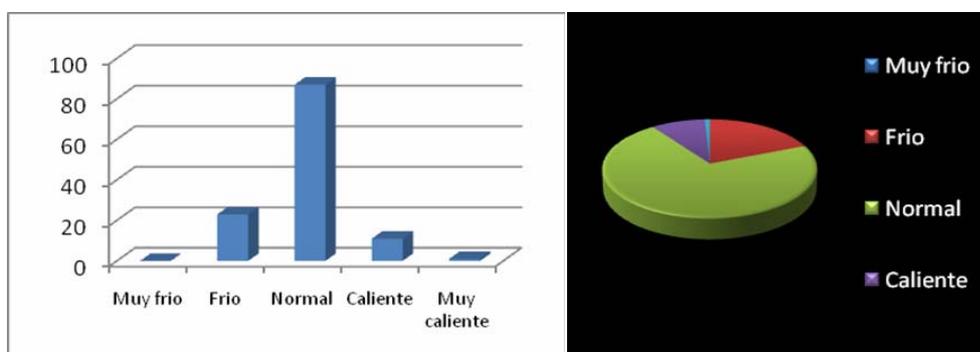


Gráfico 10. Preguntar 2 Área edificio J

Los siguientes gráficos del 11 al 20 corresponden a los resultados de la tercera pregunta de la encuesta encontrada en el anexo B. Como le gustaría que estuviera la temperatura?:

Área procesos técnicos

Más alta	0	0%
Más baja	0	0%
La actual	5	100%

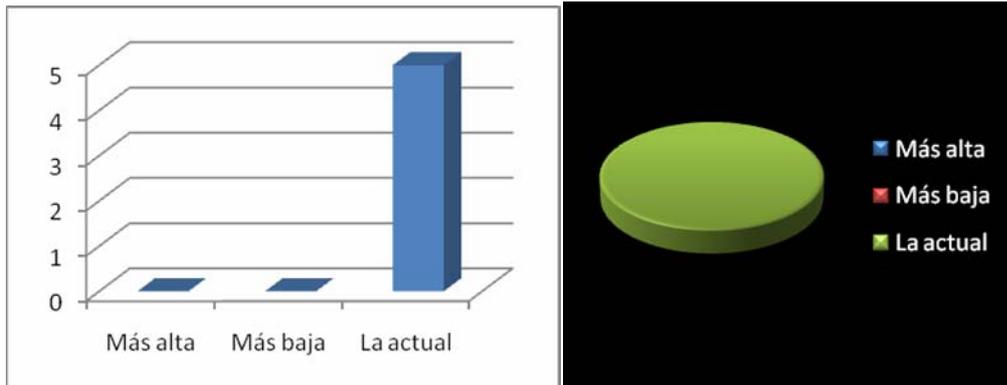


Gráfico 11. Preguntar 3 Área procesos técnicos

Área Data Center

Más alta	2	13%
Más baja	4	25%
La actual	10	63%

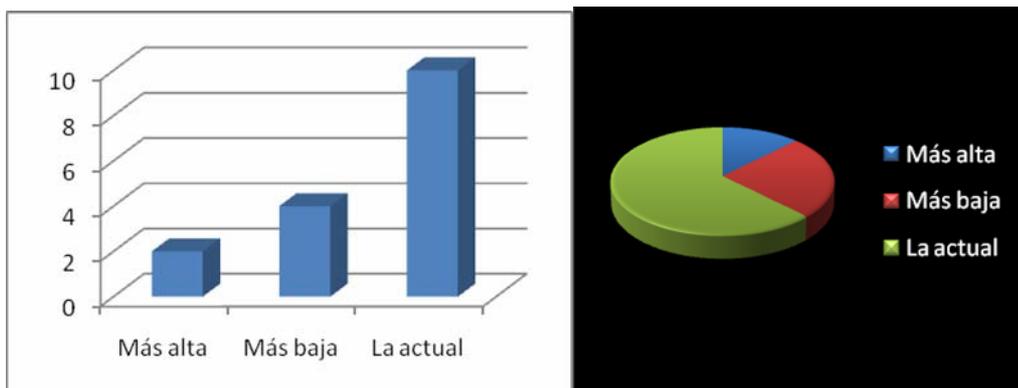


Gráfico 12. Preguntar 3 Área Data Center

Área Sala 3

Más alta	5	31%
Más baja	3	19%
La actual	8	50%

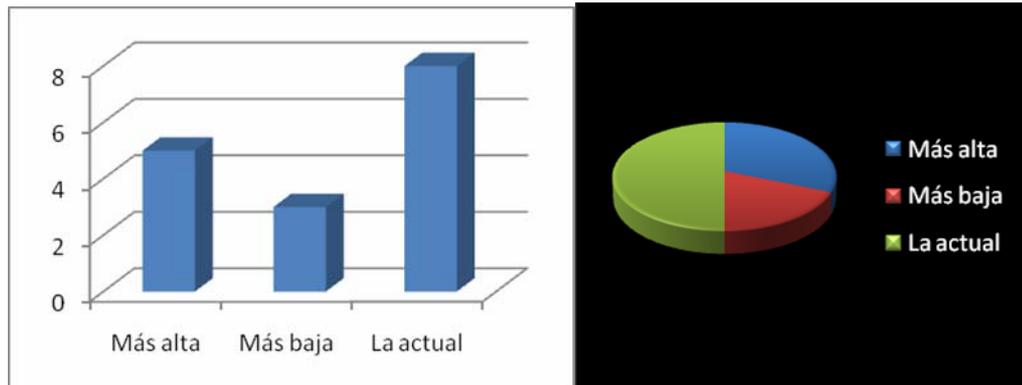


Gráfico 13. Pregunta 3 Área Sala 3

Área Hemeroteca

Más alta	1	10%
Más baja	1	10%
La actual	8	80%

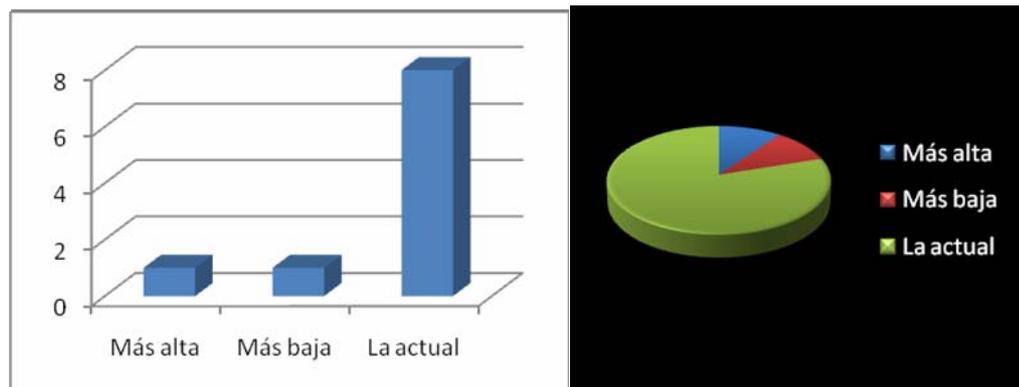


Gráfico 14. Pregunta 3 Área Hemeroteca

Área libros

Más alta	2	13%
Más baja	1	6%
La actual	13	81%

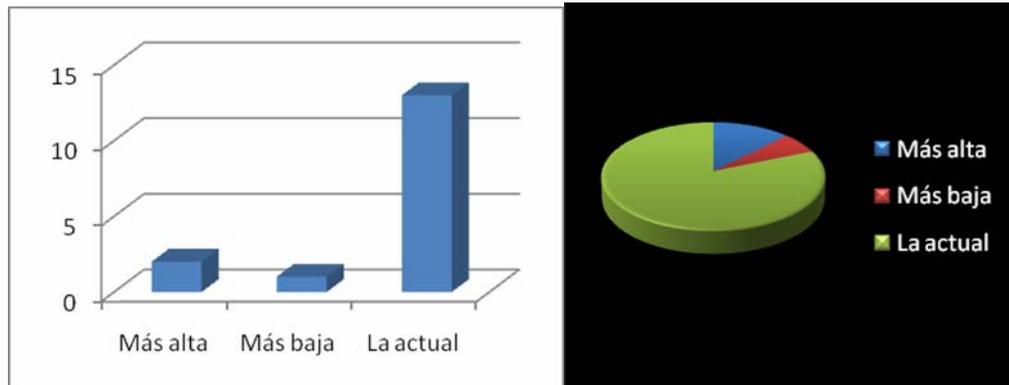


Gráfico 15. Pregunta 3 Área libros

Área Sala 2

Más alta	1	5%
Más baja	2	11%
La actual	16	84%

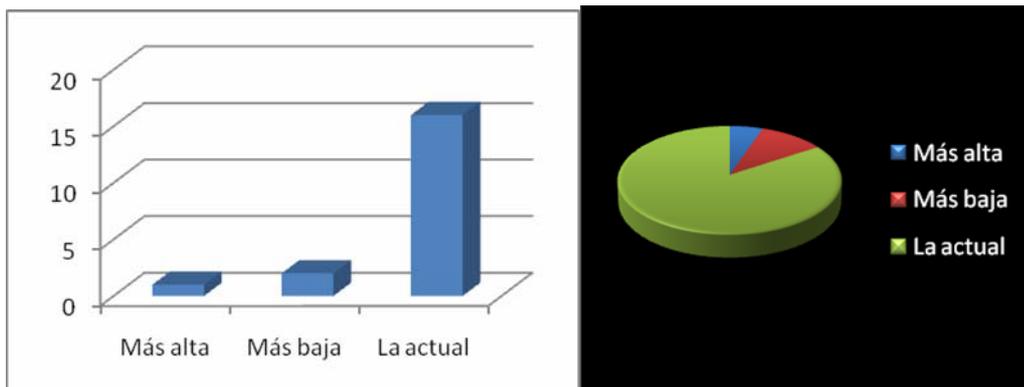


Gráfico 16. Pregunta 3 Área Sala 2

Área Sala 1

Más alta	4	19%
Más baja	2	10%
La actual	15	71%

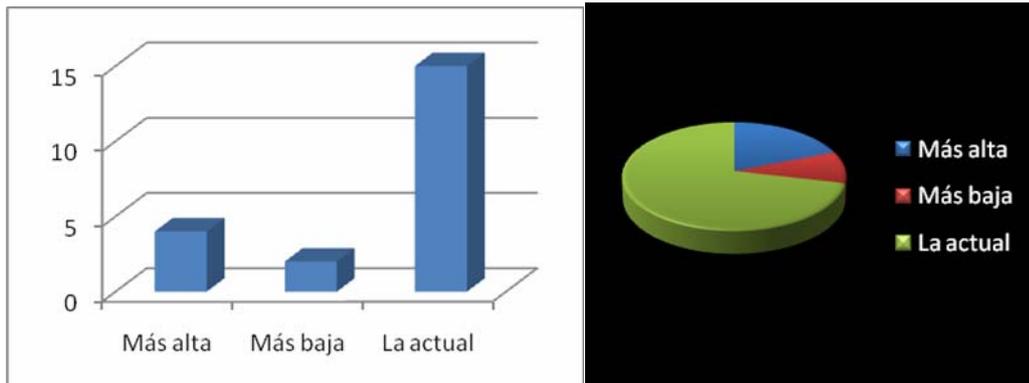


Gráfico 17. Preguntar 3 Área Sala 1

Área Salones 4 piso

Más alta	3	43%
Más baja	0	0%
La actual	4	57%

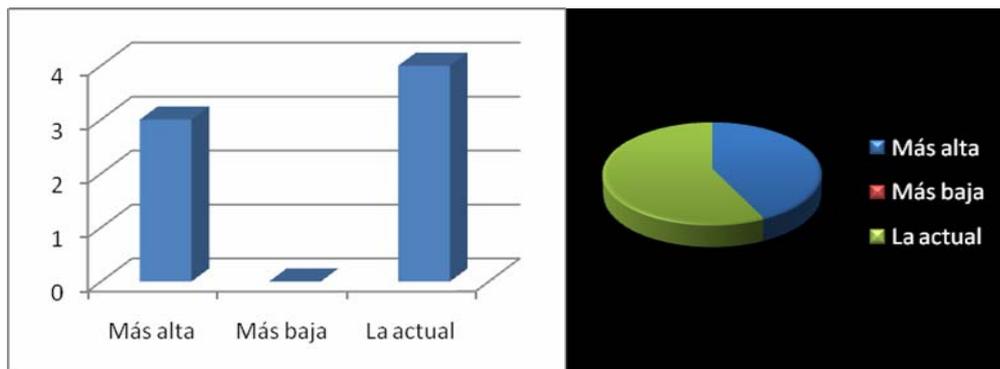


Gráfico 18. Preguntar 3 Área Salones 4 piso

Área Nuevas Tecnologías

Más alta	1	8%
Más baja	2	17%
La actual	9	75%

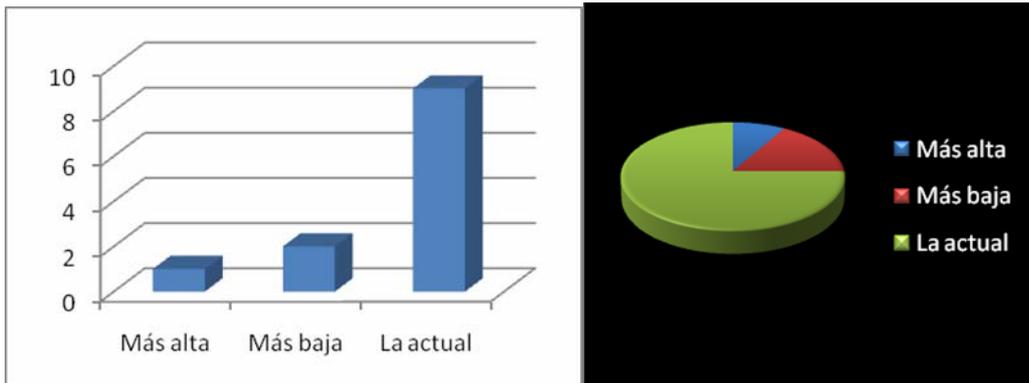


Gráfico 19. Preguntar 3 Área Nuevas Tecnologías

Total Edificio J

Más alta	19	16%
Más baja	15	12%
La actual	88	72%

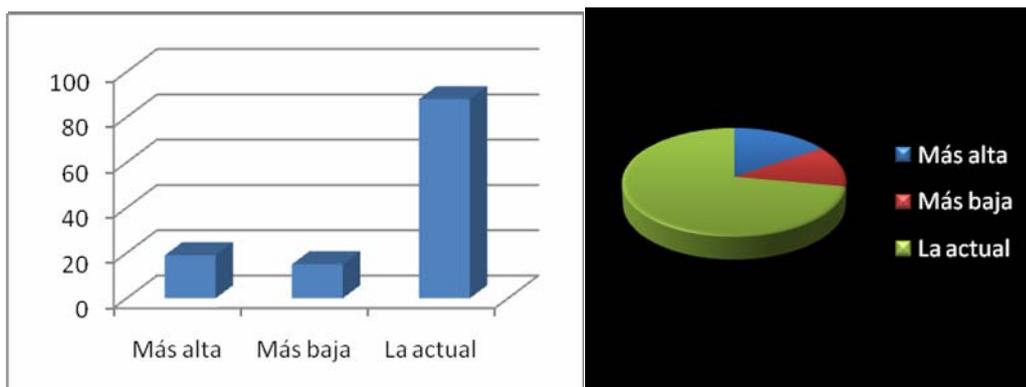


Gráfico 20. Preguntar 3 Edificio J

Los gráficos del 21 al 30 se encuentran los resultados de la sexta pregunta del anexo B. Oye algún sonido ocasionado por el aire acondicionado?

Área procesos Técnicos

Si	2	40%
No	3	60%

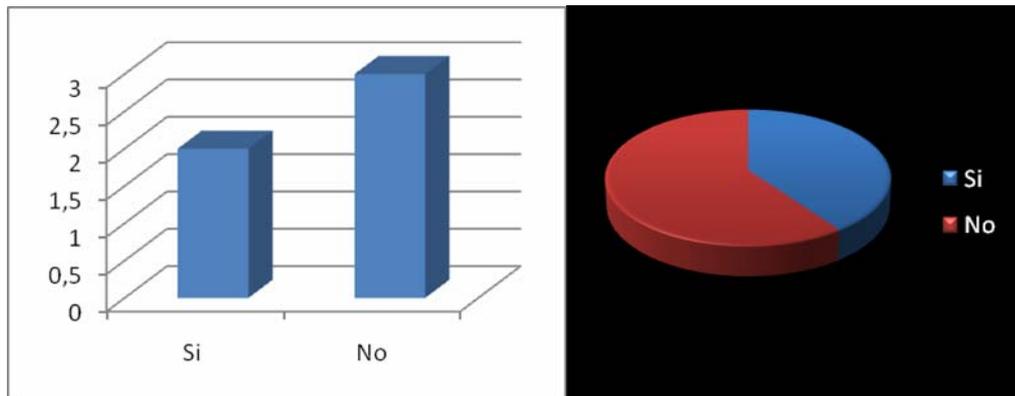


Gráfico 21. Preguntar 6 Área procesos Técnicos

Área Data Center

Si	6	38%
No	10	63%

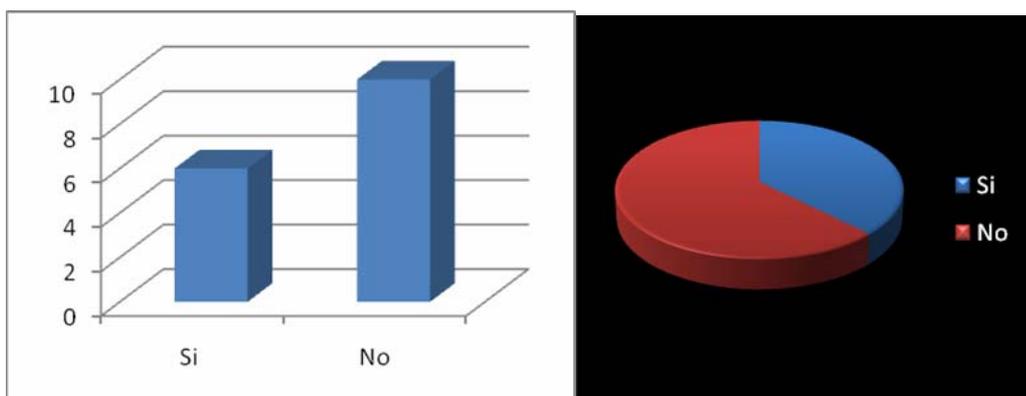


Gráfico 22. Preguntar 6 Área Data Center

Área Sala 3

Si	0	0%
No	16	100%

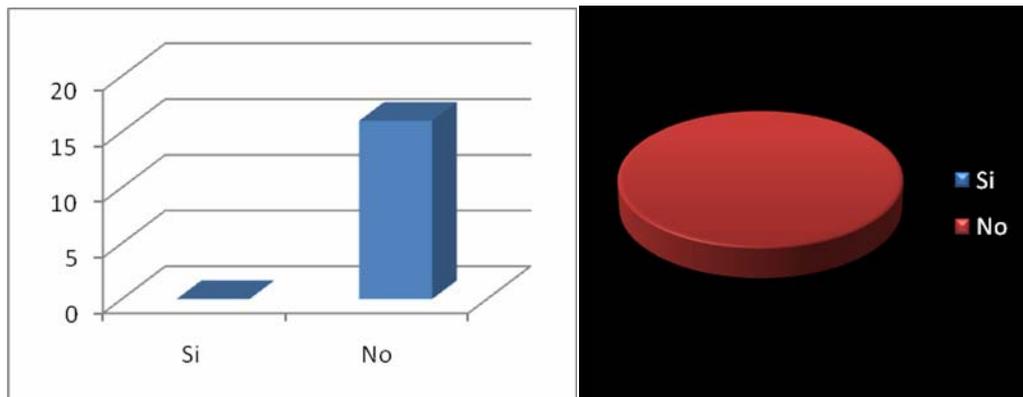


Gráfico 23. Pregunta 6 Área Sala 3

Área Hemeroteca

Si	5	50%
No	5	50%

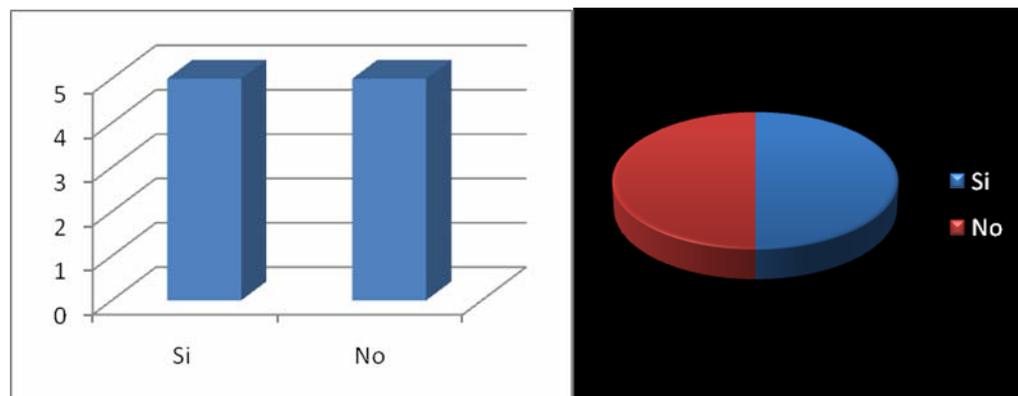


Gráfico 24. Pregunta 6 Área Hemeroteca

Área Libros

Si	10	63%
No	6	38%

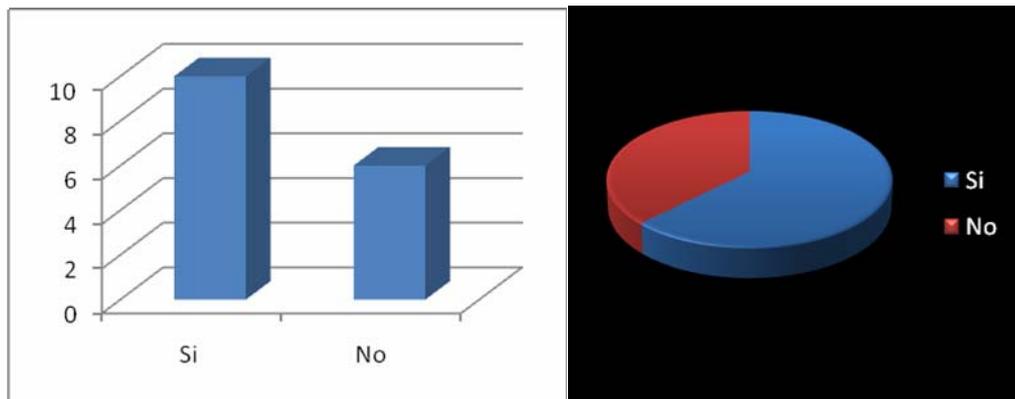


Gráfico 25. Pregunta 6 Área Libros

Área Sala 2

Si	3	16%
No	16	84%

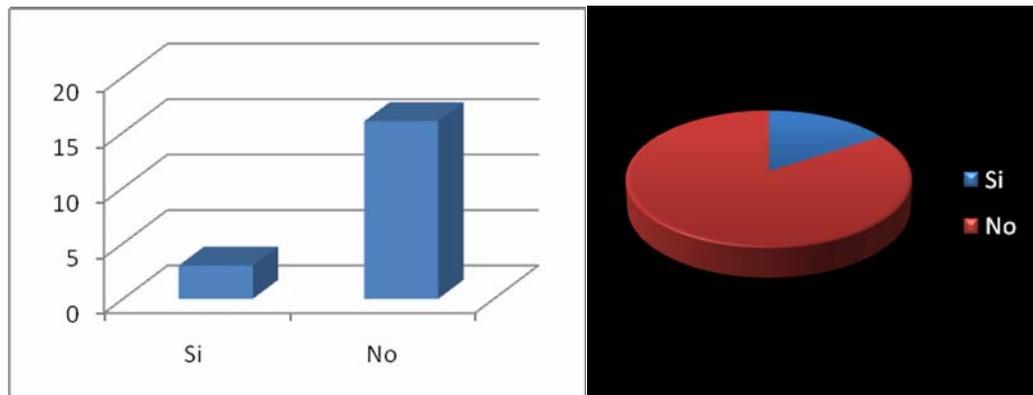


Gráfico 26. Pregunta 6 Área Sala 2

Área Sala 1

Si	4	19%
No	17	81%

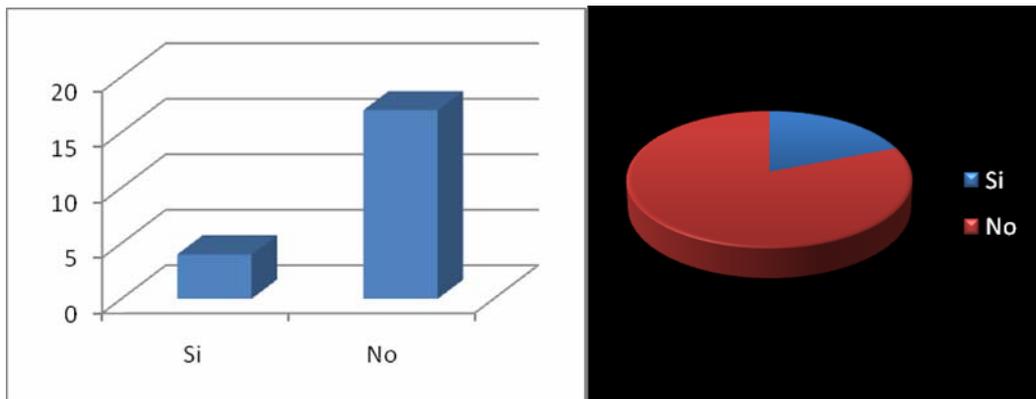


Gráfico 27. Pregunt 6 Área Sala 1

Área salones 4 piso

Si	2	29%
No	5	71%

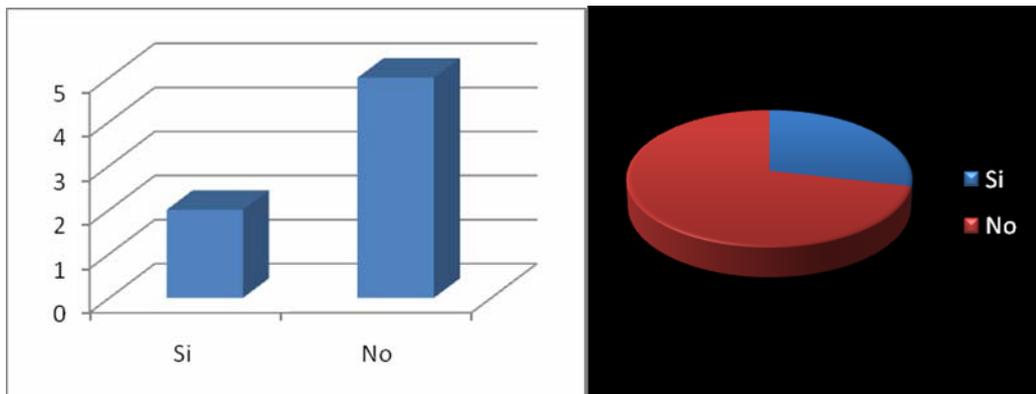


Gráfico 28. Pregunt 6 Área salones 4 piso

Área Nuevas tecnologías

Si	4	33%
No	8	67%

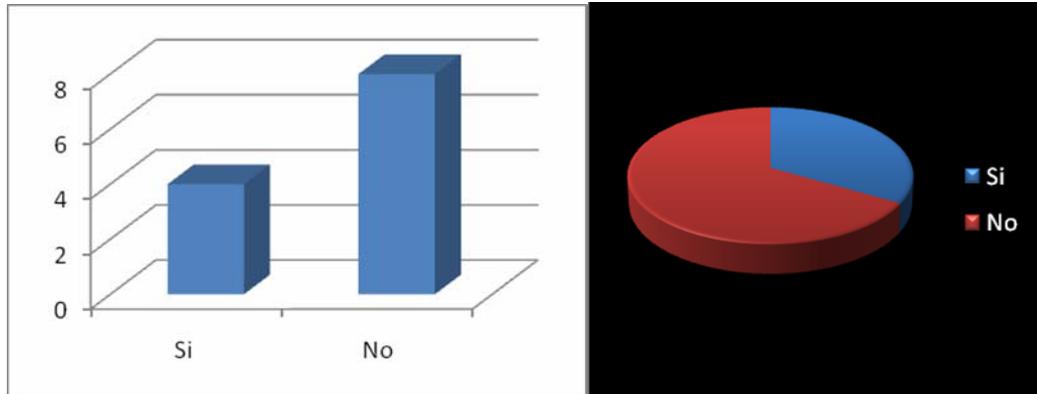


Gráfico 29. Preguntar 6 Área Nuevas tecnologías

Total edificio J

Si	36	30%
No	86	70%

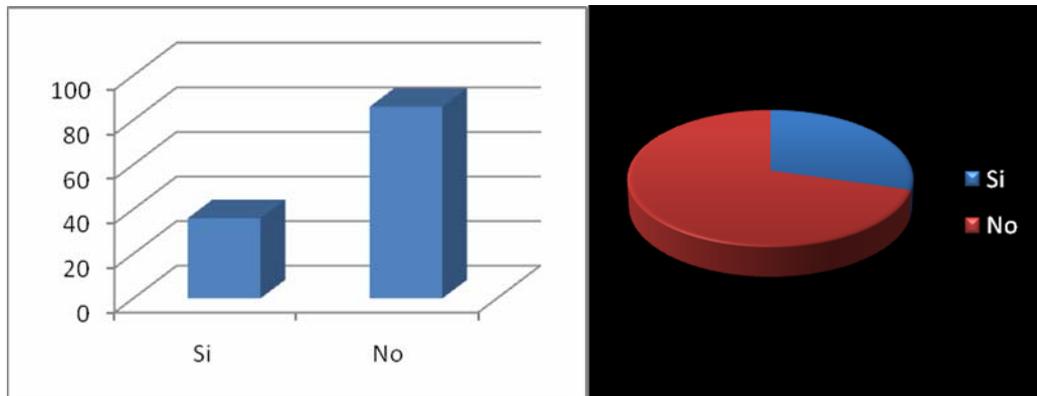


Gráfico 30. Preguntar 6 edificio J

Los siguientes gráficos del 31 al 39 se encuentran los resultados a la séptima pregunta del anexo B.

Le incomoda el sonido para seguir con la actividad en la que se encuentra?

Área Procesos Técnicos

Si	1	50%
No	1	50%

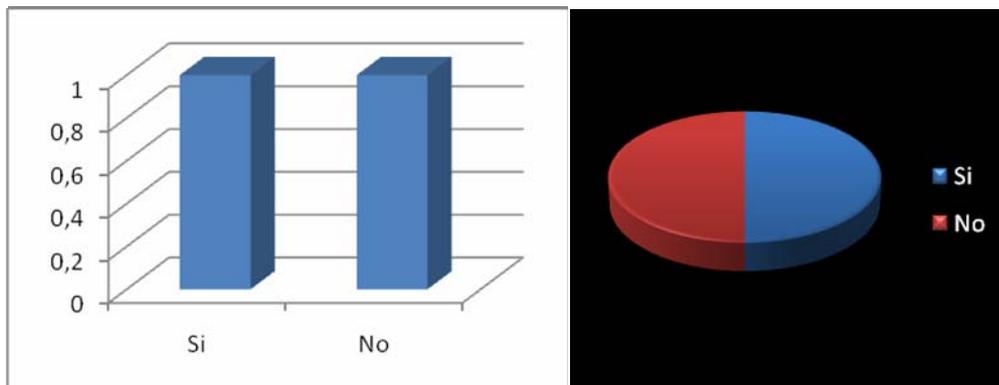


Gráfico 31. Pregunta 7 Área Procesos Técnicos

Área Data Center

Si	1	17%
No	5	83%

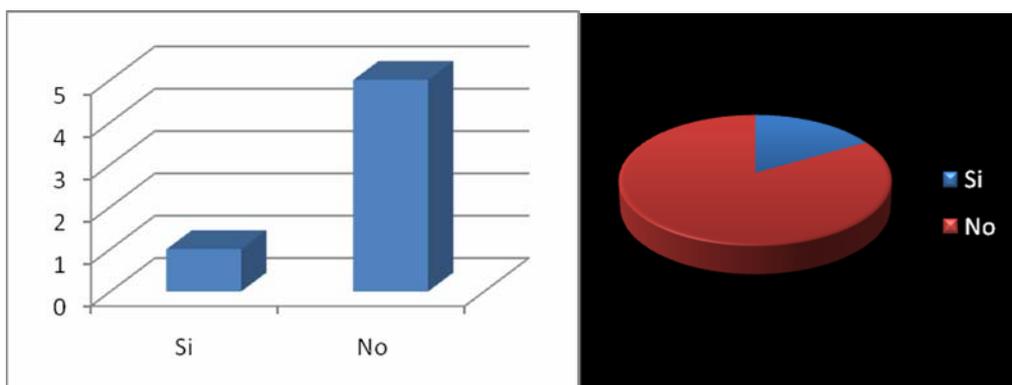


Gráfico 32. Pregunta 7 Área Data Center

Área Hemeroteca

Si	0	0%
No	5	100%

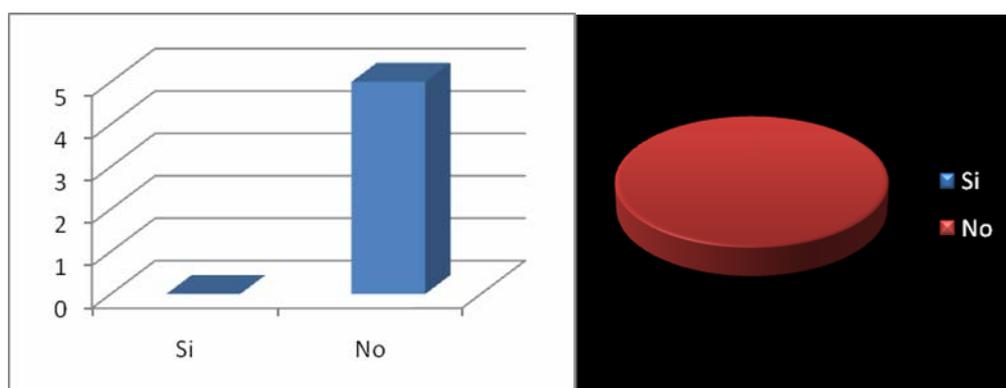


Gráfico 33. Pregunta 7 Área Hemeroteca

Área Libros

Si	3	30%
No	7	70%

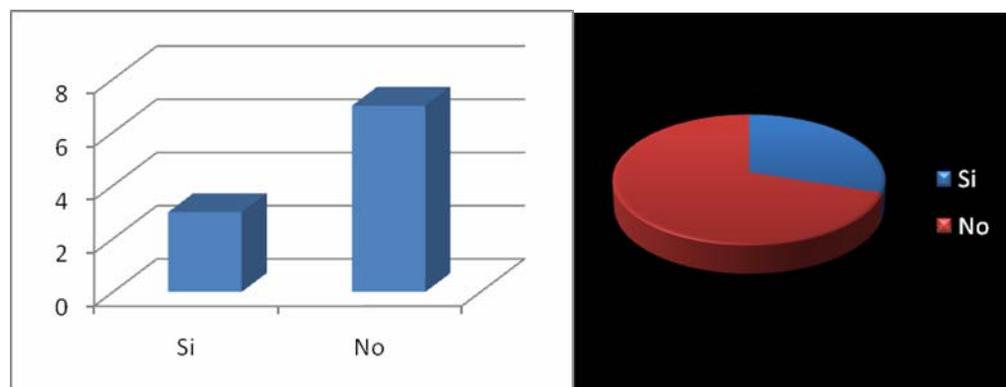


Gráfico 34. Pregunta 7 Área Libros

Área Sala 2

Si	0	0%
No	3	100%

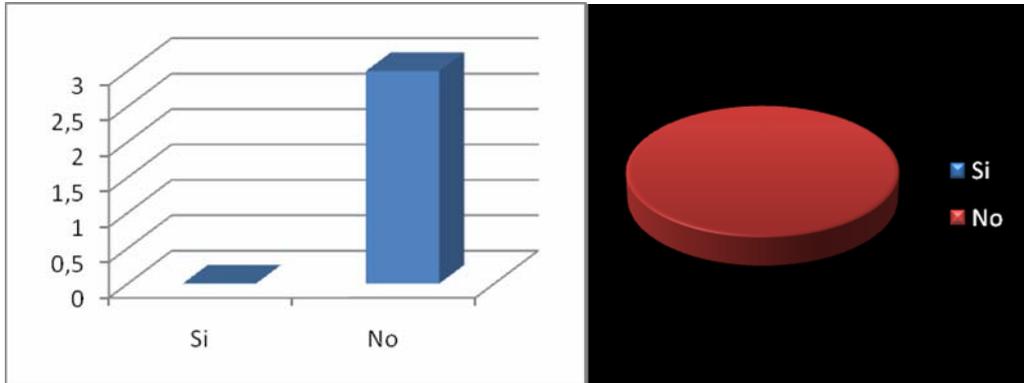


Gráfico 35. Pregunta 7 Área Sala 2

Área Sala 1

Si	0	0%
No	4	100%

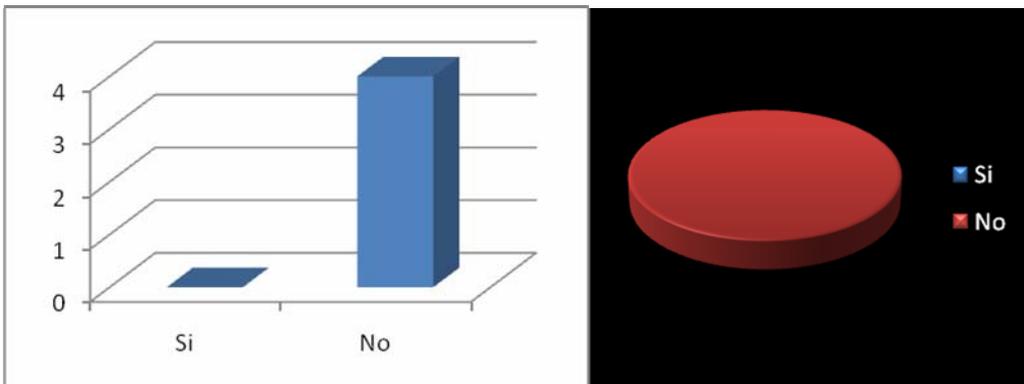


Gráfico 36. Pregunta 7 Área Sala 1

Área salones 4 piso

Si	1	50%
No	1	50%

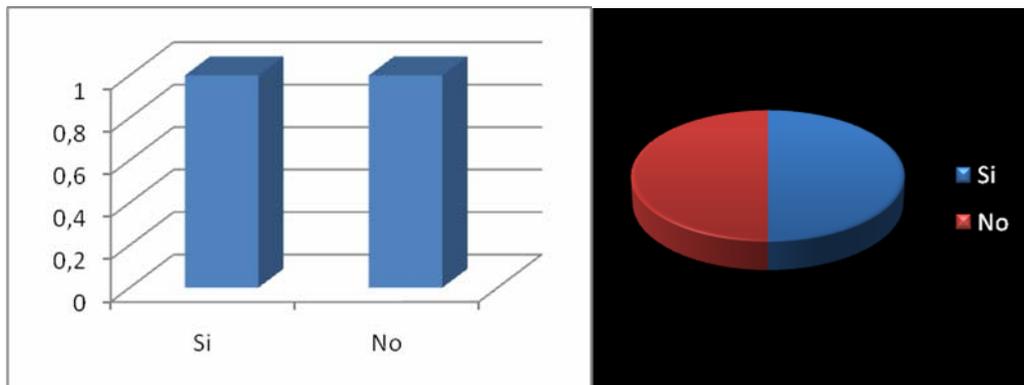


Gráfico 37. Preguntar 7 Área salones 4 piso

Área Nuevas tecnologías

Si	1	25%
No	3	75%

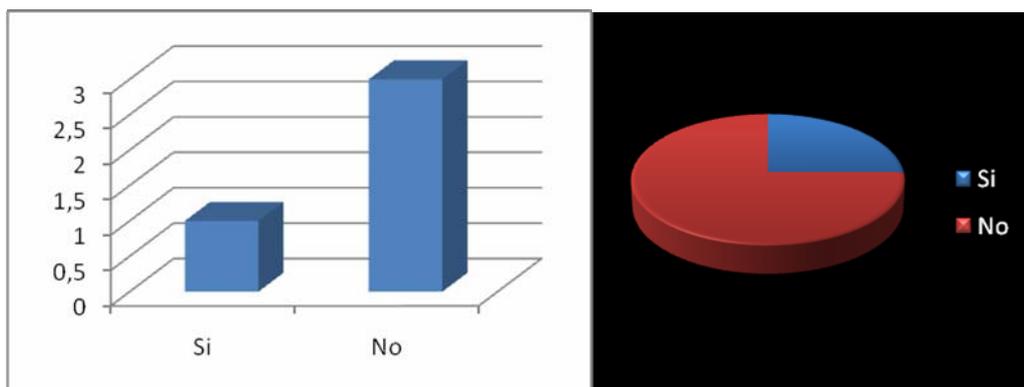


Gráfico 38. Preguntar 7 Área Nuevas tecnologías

Total edificio J

Si	7	19%
No	29	81%

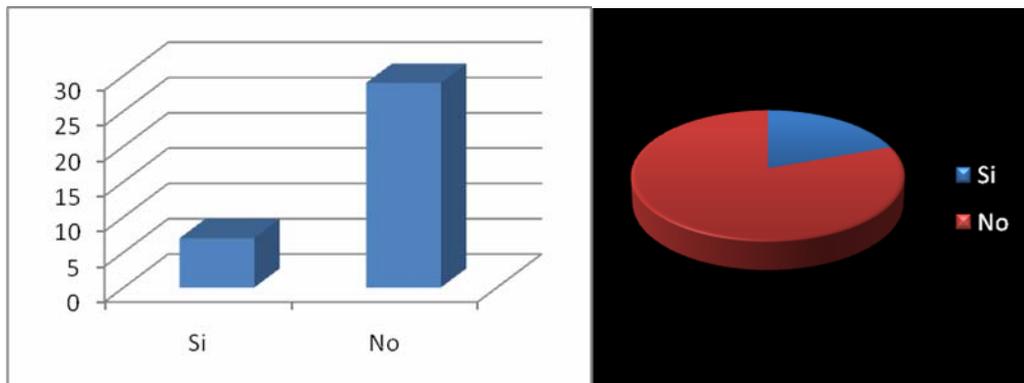


Gráfico 39. Preguntar 7 edificio J

En los siguientes gráficos del 40 al 49 se encuentran los resultados de la octava pregunta del anexo B. Las observaciones encontradas en algunos espacios fueron hechas por algunos encuestados y se plasmaron tal como lo escribieron

Ha tenido algún inconveniente con el sistema de aire acondicionado?.

Área Procesos Técnicos

Si	1	20%
No	4	80%

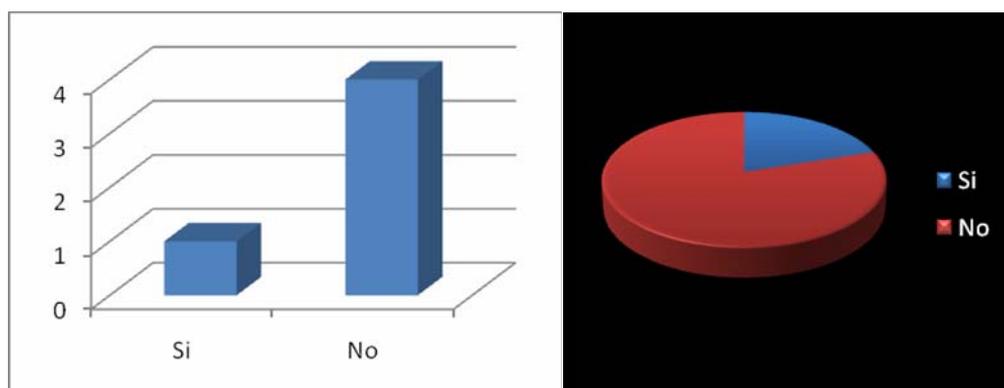


Gráfico 40. Preguntar 8 Área de procesos técnicos

Observaciones

- Ruido permanente en la oficina por el aire

Área Data Center

Si	0	0%
No	16	100%

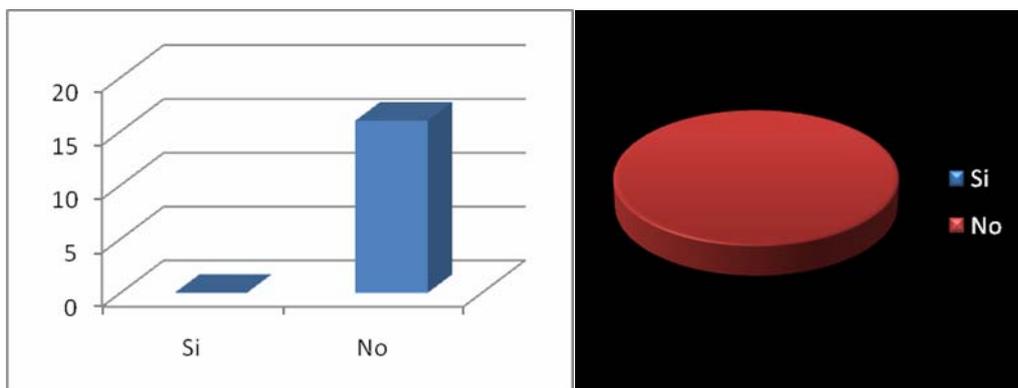


Gráfico 41. Preguntar 8 Área Data Center

Área Sala 3

Si	1	6%
No	15	94%

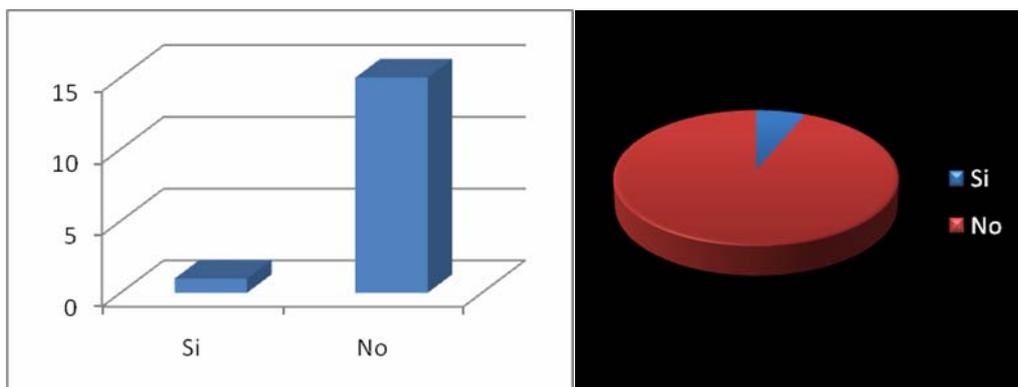


Gráfico 42. Preguntar 8 Área Sala 3

Observaciones

- No está encendido

Área Hemeroteca

Si	0	0%
No	10	100%

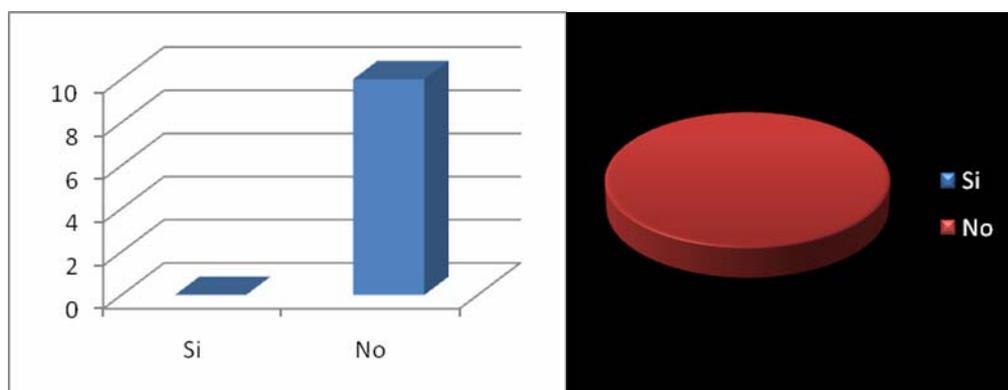


Gráfico 43. Preguntar 8 Área Hemeroteca

Área libros

Si	1	6%
No	15	94%

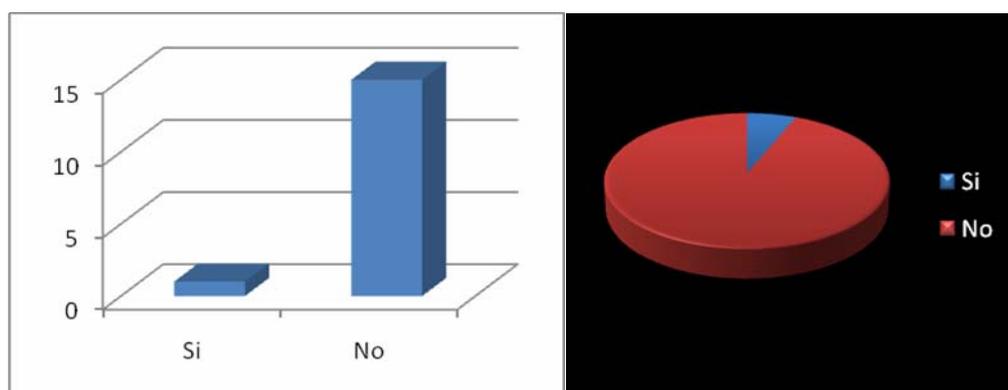


Gráfico 44. Preguntar 8 Área libros

Observaciones

- En ocasiones no regula la temperatura promedio para mantener agradables los espacios pero es muy raro cuando sucede esto

Área sala 2

Si	2	11%
No	17	89%

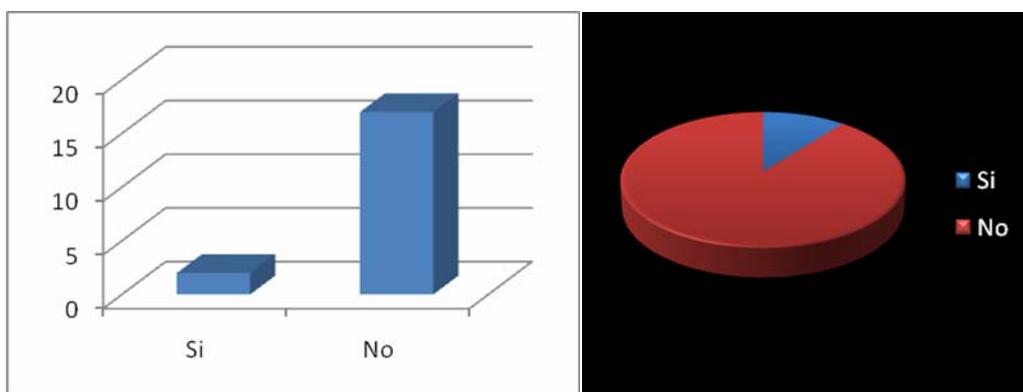


Gráfico 45. Pregunta 8 Ara sala 2

Observaciones

- He entrado varias veces este año y en dos ocasiones estaba apagado por daño

Área Sala 1

Si	1	5%
No	20	95%

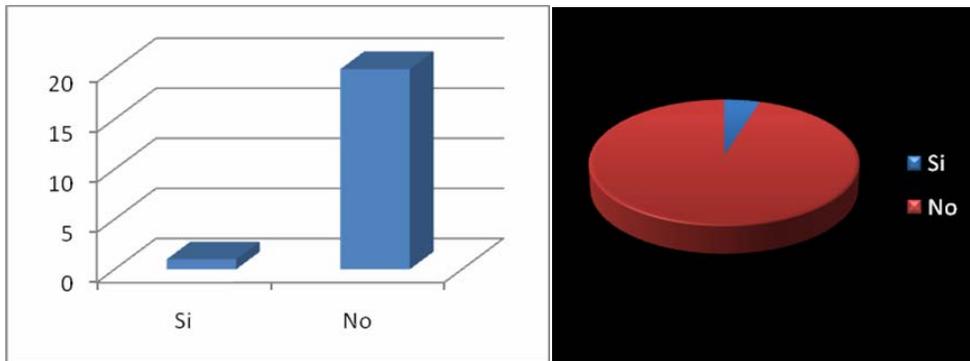


Gráfico 46. Preguntas 8 Ara sala 1

Observaciones

- Algunas veces no está encendido

Área salones 4 piso

Si	1	14%
No	6	86%

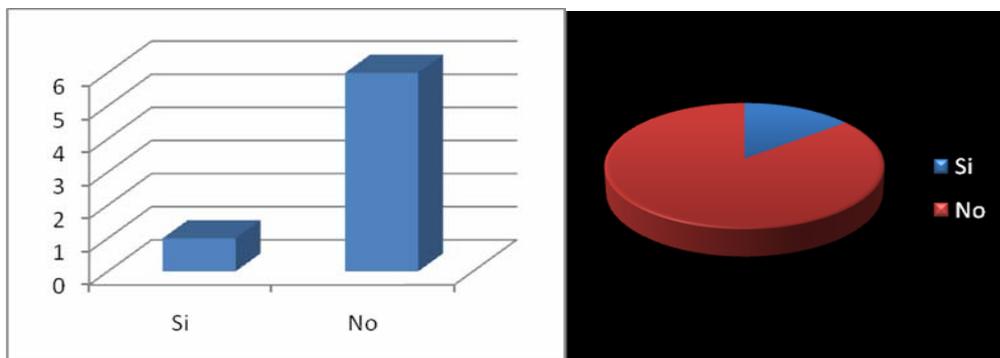


Gráfico 47. Preguntas 8 Ara sala 1

Observaciones

- El aire lo apagan muy temprano y todavía hace calor dentro del salón

Área Nuevas Tecnologías

Si	1	8%
No	11	92%

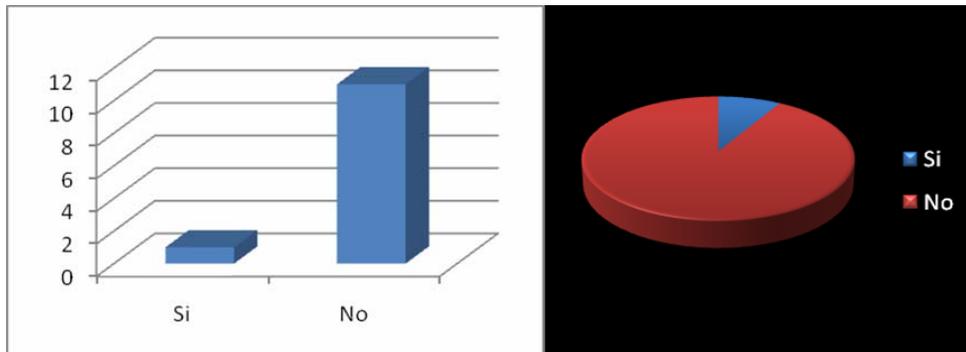


Gráfico 48. Preguntar 8 Área Nuevas Tecnologías

Observaciones

- El aire tenía una gotera y me mojé una carpeta

Total edificio J

Si	8	7%
No	114	93%

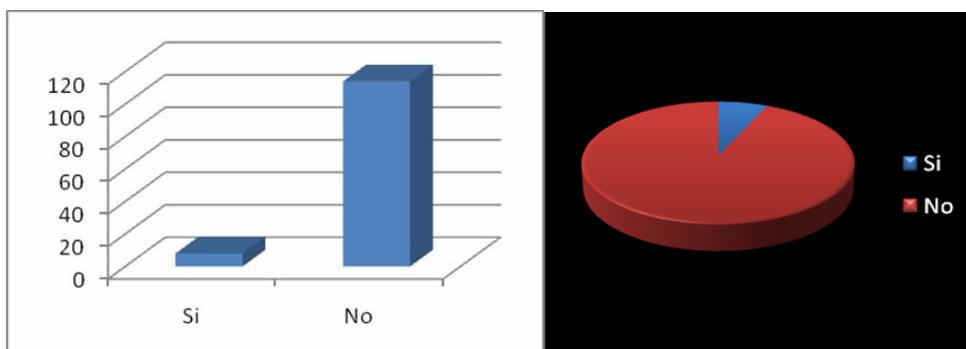


Gráfico 49. Preguntar 8 edificio J

Los gráficos a continuación del 50 al 59 contienen los resultados de la novena pregunta del anexo B, igual que en la pregunta anterior se encuentran algunas observaciones hechas por los encuestados.

De acuerdo a los anteriores parámetros tales como la temperatura y el sonido, se siente usted conforme con el aire acondicionado del edificio J

Área Procesos Técnicos

Si	5	100%
No	0	0%

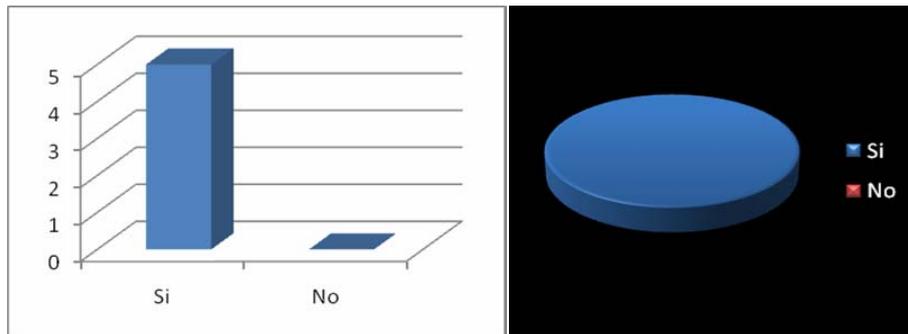


Gráfico 50. Preguntar 9 Área Procesos Técnicos

Observaciones

- Edificio J requiere aire acondicionado por su edificación
- La temperatura es adecuada al tipo de instalación manteniéndose de forma muy estable durante el funcionamiento del sistema y la presencia de sonidos no es incómoda.

Área Data Center

Si	15	94%
No	1	6%

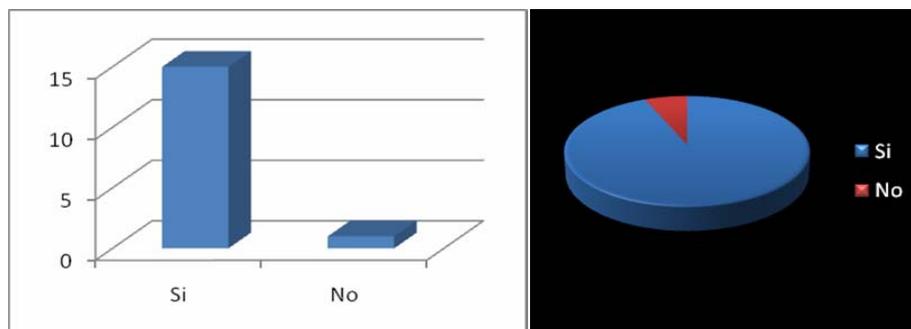


Gráfico 51. Preguntar 9 Área Data Center

Observaciones

- Aunque siendo un edificio “nuevo” se debería tener mayor comodidad en los salones de clase. (aire acondicionado)
- Es bueno
- No he tenido ningún inconveniente hasta ahora con la temperatura y el sonido

Área Sala 3

Si	15	94%
No	1	6%

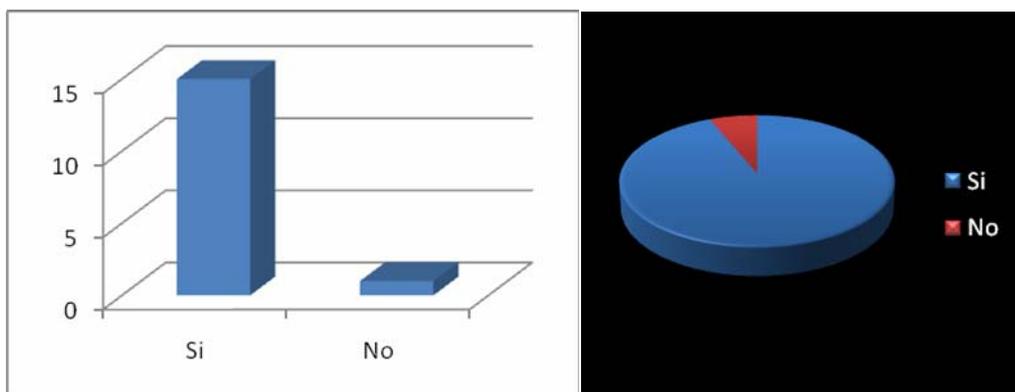


Gráfico 52. Pregunta 9 Área Sala 3

Observaciones

- Casi no hay espacios con aire acondicionado
- Le falta a los salones de clase
- Temperatura
- No hay nada que incomode al estudiante en estos aspectos
- Muy cómodo y fresco para estudiar
- Me parece perfecto
- Buena temperatura
- Porque es un servicio que brinda un mejor clima a la hora de estudiar

- Es agradable trabajar con una temperatura baja, no hay ningún tipo de ruido que venga dl aire, es bueno

Área Hemeroteca

Si	10	100%
No	0	0%

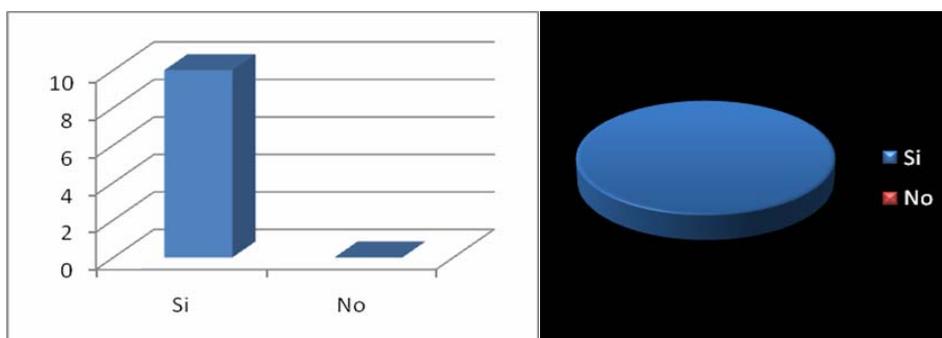


Gráfico 53. Pregunt 9 Área Hemeroteca

Observaciones

- Mantienen un ruido bajo acorde para la concentración

Área Libros

Si	15	94%
No	1	6%

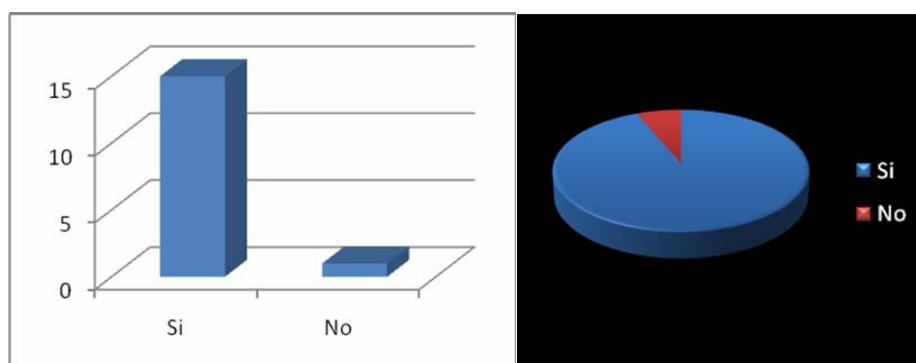


Gráfico 54. Pregunt 9 Área Libros

Observaciones

- Es como y adaptable para estudiar
- Es agradable encontrar aulas donde se dispone de los medios adecuados para un buen trabajo, como estudiar
- Brinda frescura y más comodidad para estudiar
- Para la temperatura de Bucaramanga es muy apropiado
- Las salas de lectura de la biblioteca tienen una temperatura agradable

Área Sala 2

Si	19	100%
No	0	0%

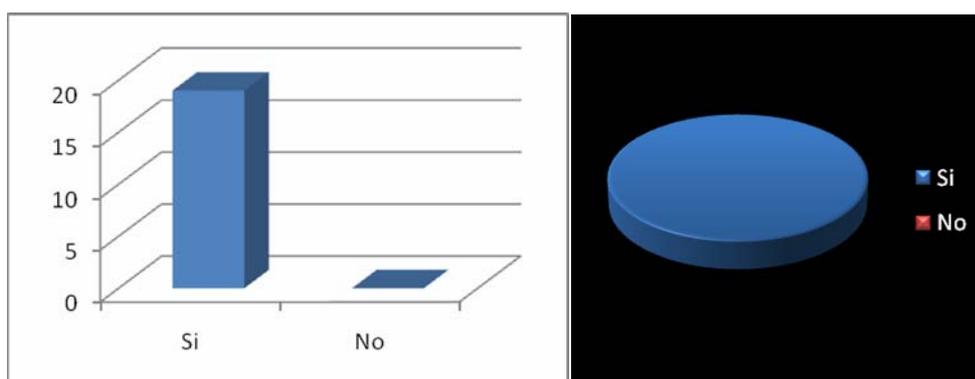


Gráfico 55. Pregunta 9 Área Sala 2

Observaciones

- Hay un clima agradable de trabajo, sin él, el calor sería espantoso
- Es chévere y me siento bien
- Es muy bueno y completo
- Es cómodo y agradable trabajar acá

Área Sala 1

Si	19	90%
No	2	10%

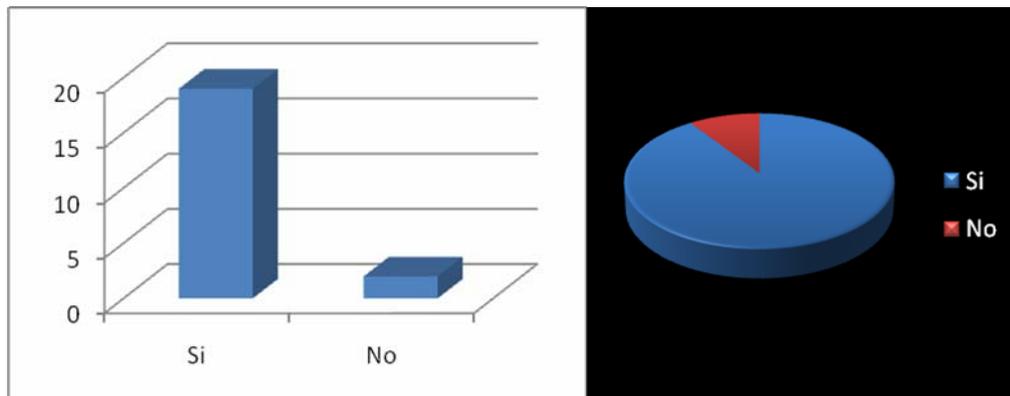


Gráfico 56. Preguntar 9 Área Sala 1

Observaciones

- Ayuda a los estudiantes a relajarse y poder concentrarse mas en sus deberes
- Brinda un clima, agradable para estudiar
- Es muy cómodo para estudiar
- Es frio

Área Salones 4 piso

Si	5	71%
No	2	29%

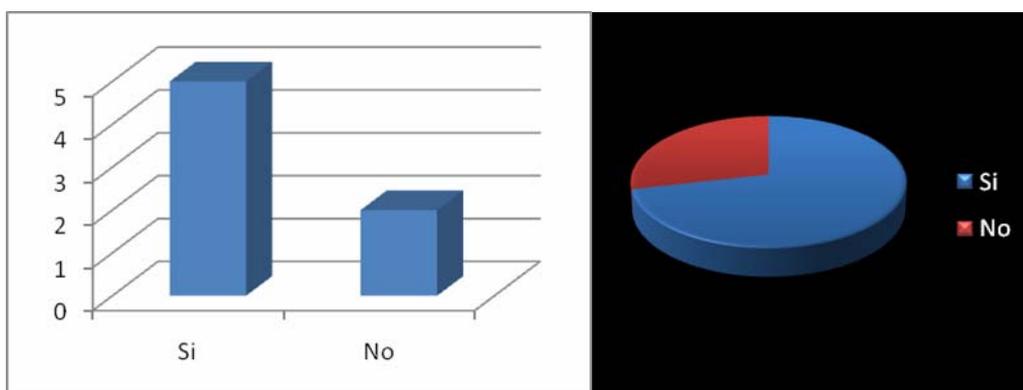


Gráfico 57. Preguntar 9 Área Salones 4 piso

Observaciones

- Nunca prenden el aire de los salones del 4 piso

Área Nuevas Tecnologías

Si	11	92%
No	1	8%

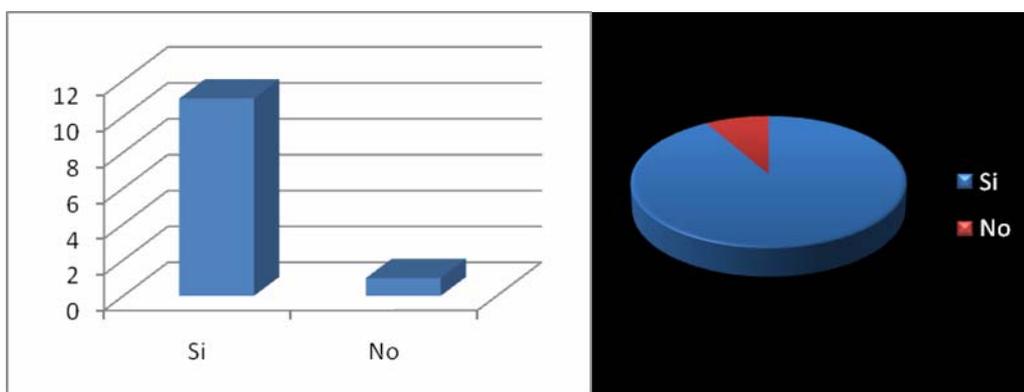


Gráfico 58. Pregunta 9 Área Nuevas Tecnologías

Total edificio J

Si	114	93%
No	8	7%

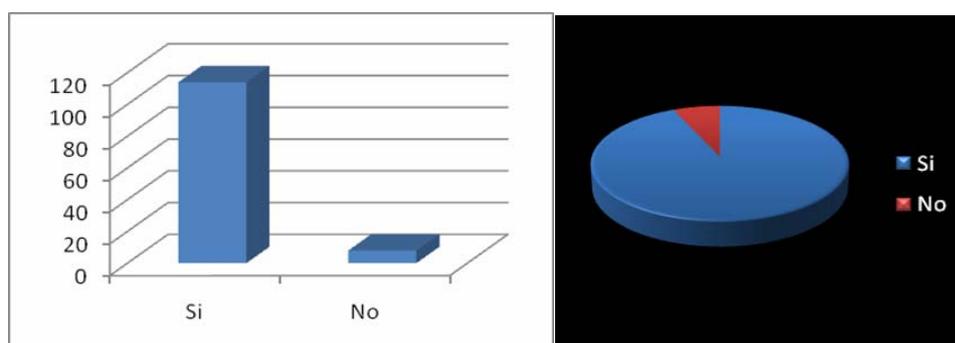


Gráfico 59. Pregunta 9 edificio J

En los gráficos del 60 al 69 se encuentran los datos de la decima pregunta del anexo B.

Siendo 1 el más bajo y 5 el más alto, califique el grado de confort que usted experimenta cuando hace uso del espacio señalado.

Área procesos Técnicos

1	0	0%
2	0	0%
3	1	20%
4	3	60%
5	1	20%

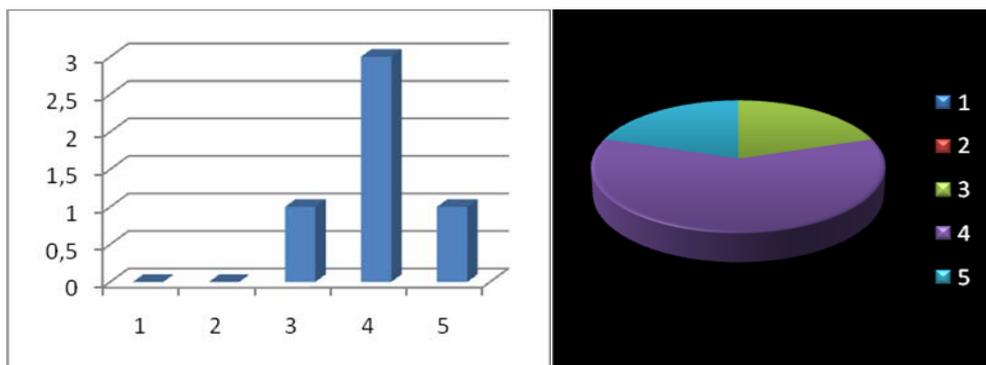


Gráfico 60. Pregunta 10 Área procesos Técnicos

Área Data Center

1	0	0%
2	0	0%
3	6	38%
4	9	56%
5	1	6%

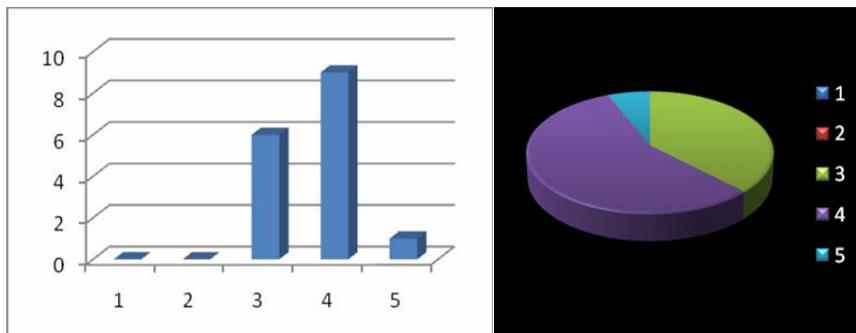


Gráfico 61. Preguntar 10 Área Data center

Área Sala 3

1	0	0%
2	0	0%
3	4	25%
4	9	56%
5	3	19%

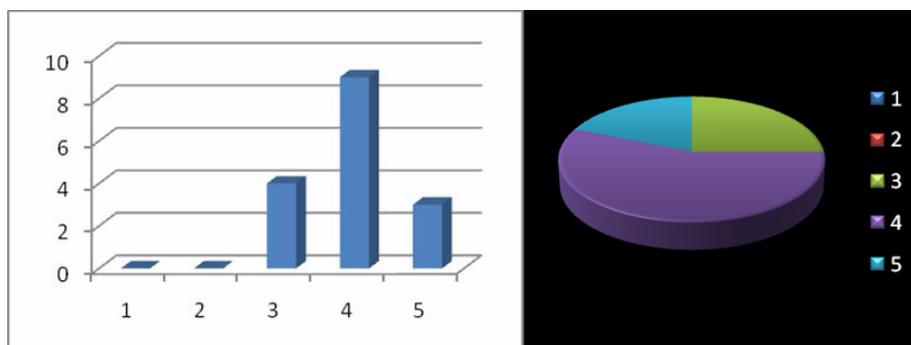


Gráfico 62. Preguntar 10 Área Sala 3

Área Hemeroteca

1	0	0%
2	0	0%
3	1	10%
4	7	70%
5	2	20%

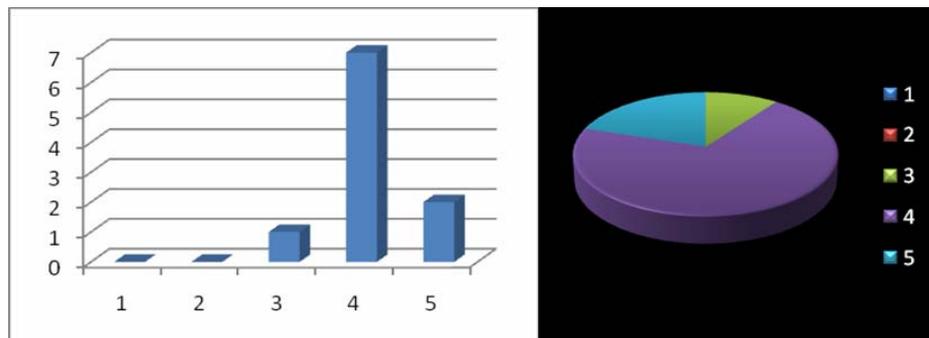


Gráfico 63. Preguntar 10 Área Hemeroteca

Área Libros

1	0	0%
2	1	6%
3	2	13%
4	10	63%
5	3	19%

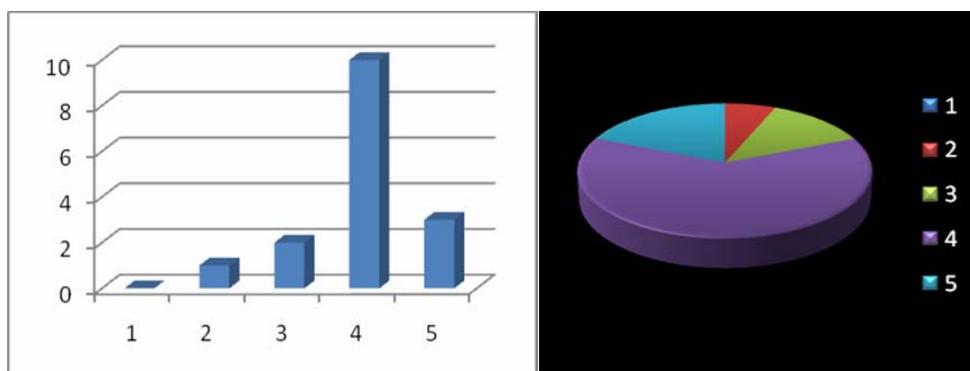


Gráfico 64. Preguntar 10 Área Libros

Área sala 2

1	0	0%
2	0	0%
3	4	21%
4	7	37%
5	8	42%

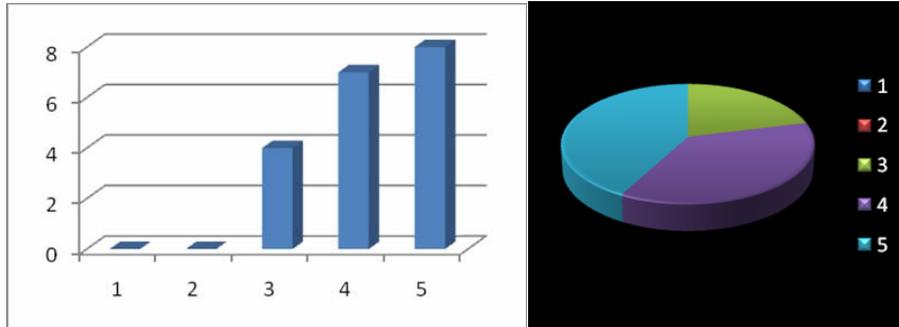


Gráfico 65. Pregunta 10 Área sala 2

Área Sala 1

1	0	0%
2	2	10%
3	4	19%
4	14	67%
5	1	5%

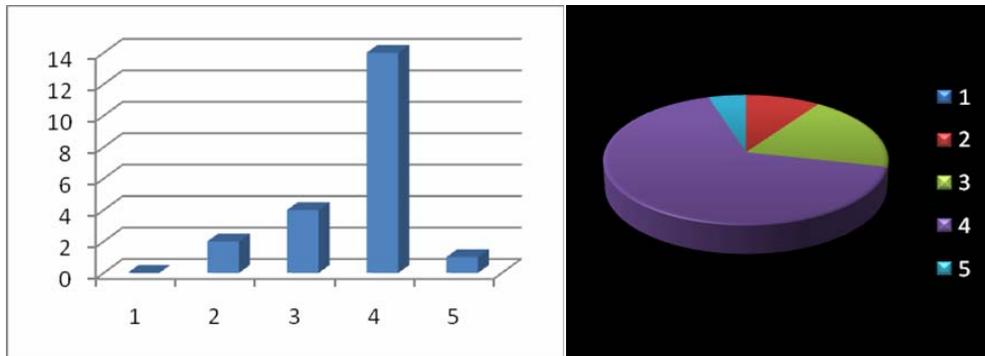


Gráfico 66. Pregunta 10 Área sala 1

Área Salones 4 piso

1	0	0%
2	2	29%
3	1	14%
4	3	43%
5	1	14%

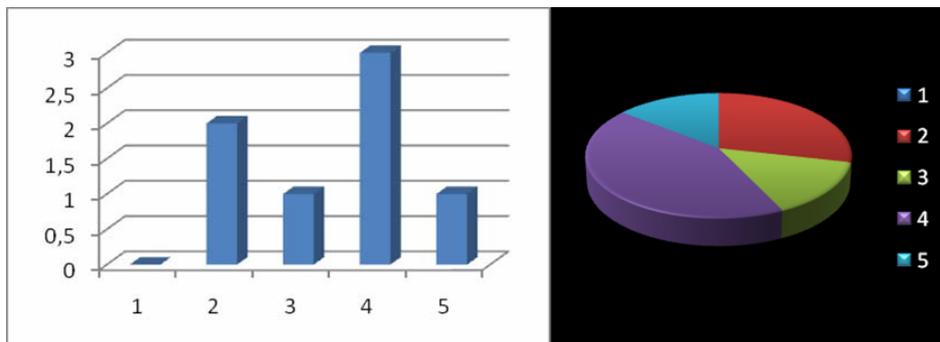


Gráfico 67. Preguntar 10 Área Salones 4 piso

Área Nuevas Tecnologías

1	0	0%
2	0	0%
3	3	25%
4	7	58%
5	2	17%

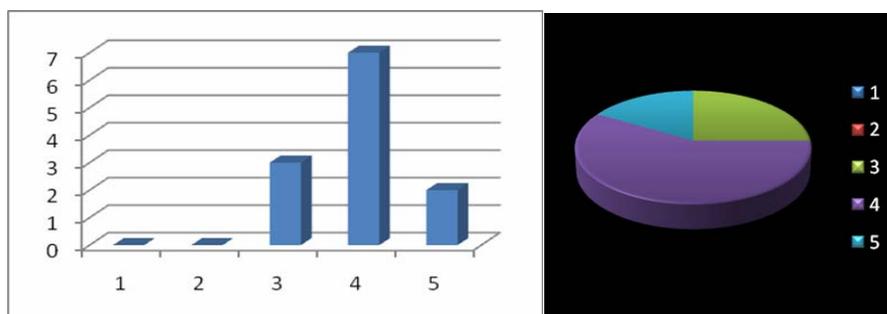


Gráfico 68. Preguntar 10 Área Nuevas Tecnologías

Total Edificio J

1	0	0%
2	5	4%
3	26	21%
4	69	57%
5	22	18%

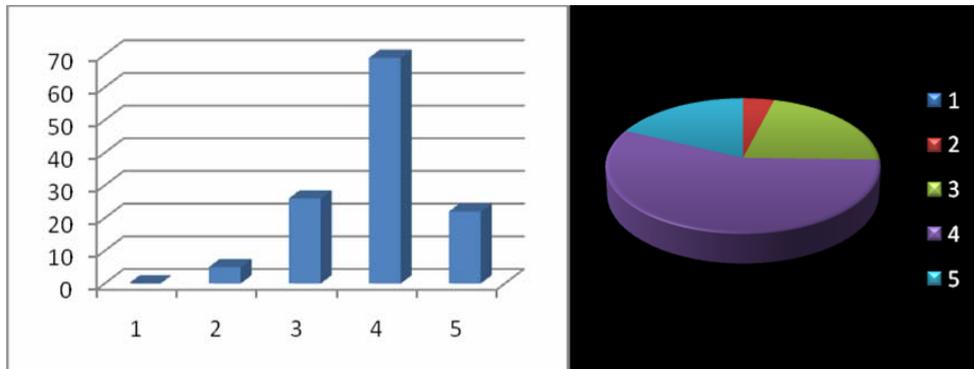


Gráfico 69. Pregunta 10 Edificio J

En la encuesta mostrada en el anexo B, se encuentra un espacio para recomendaciones las cuales se encuentran a continuación y se tuvieron en cuenta para el uso y administración del aire acondicionado.

Está escrito tal cual como las se encontraron en los formatos.

Recomendaciones

- Sería bueno que arreglen lo del ruido del aire
- La sala de computadores de la biblioteca no mantiene una temperatura confortable durante las horas en que es ocupada.
- El aire acondicionado del internet del bloque D es demasiado alto
- En muchas ocasiones las aulas del 4 piso del J no prenden el aire acondicionado argumentando que es solo para postgrados, cuando en realidad vemos clase de 11-1 pm el momento más caluroso del día
- Teniendo en cuenta lo mencionado me gustaría que la dependencia de nuevas tecnologías climatizara el ambiente, mas no lo enfriara.
- Deberían "no" apagar los aires acondicionados pues el clima ambiental es muy caluroso y esta es la única forma en la u de trabajar cómodamente
- En la sala 3 le falta mas organización y espacio. En esa sala creo que tiene que ser un poco más grande porque cuando no, necesito todos los

implementos de los bolsos y quiere entrar a la sala 3 (no hay espacio porque está muy lleno)

- En hemeroteca el estado térmico es muy frío
- En la sala 3 me parece conveniente más espacio y un poco de aire, ya que hay mucha gente.
- En general es importante resaltar las preocupaciones para que cualquier personal que entre al edificio J se sienta en condiciones agradables, solo debo agregar que deberían hacer en varios bloques
- En las salas de informática es demasiado alto el nivel de frío en el aire acondicionado.

4.3. CASOS DE ESTUDIO

A continuación se presentan los casos de estudio que afectaran el confort de los espacios acondicionados de la universidad. En cada uno de los siguientes casos se encuentra el status al finalizar la práctica el día 10 de diciembre de 2009, siendo este abierto o cerrado.

1. Síntoma: El cuarto de módems adjunto al área de procesos técnicos requiere un control de temperatura independiente. (**Clasificación: Confort**)

Efecto: Al aislar el cuarto de módems se tendrá una temperatura adecuada para el correcto funcionamiento de estos equipos.

Causa Aparente: No se contempló la instalación de un equipo especial para esta área en el diseño original del sistema por lo esta necesidad se genera después con el tiempo.

Acciones Realizadas: Se consultaron los planos del sistema de ductos de agua fría y redes eléctricas del sistema de HVAC para el primer piso de la biblioteca, luego se pidió el concepto técnico de Proyectos y servicios para la adquisición de las piezas necesarias para construir un fancoil desnudo teniendo en cuenta que la universidad cuenta con ciertas piezas. Se está a la espera de la cotización de proyectos y Servicios por un motor eléctrico de 1/6 de HP, una válvula de tres vías de $\frac{3}{4}$ de pulgada, un controlador de humedad y un control de temperatura. La universidad cuenta con algunas partes para el fancoil desnudo tales como el motor, el serpentín, tubería, entre otros. Se llamó a la empresa Proyectos y Servicios para agilizar la entrega de las partes faltantes y el día 13 de agosto las hicieron llegar. Se cuadró con el equipo de mantenimiento de los aires de la universidad para hacer el montaje y se empezaron a realizar los diseños.

Procedimiento a seguir: Se necesita hablar con el departamento de planta física para cuadrar el drenaje de este fancoil desnudo sin afectar el diseño arquitectónico del edificio J. Se reunirá el equipo que va a hacer la construcción del equipo y se programará para un fin de semana. Caso abierto

2. Síntoma: El fancoil de data center no genera el enfriamiento requerido.
(Clasificación: Confort)

Efecto: Este espacio de data center es una sala de cómputo y única en la biblioteca, la cual es muy visitada. Está fallando en materia de confort ya que no hay ventanas y es un espacio cerrado.

Causa aparente: existen dos causas generadoras de este problema. Suciedad en tuberías y partes del fancoil lo cual tapa y obstruye un poco

el circuito haciendo que baje la eficiencia. También el motor del fancoil puede estar fallando.

Acciones realizadas: La empresa Proyectos y Servicios realizó el desmonte del fancoil para su respectiva inspección. Al día siguiente se hizo el montaje de nuevo y quedó un registro de soporte el cual dice que se desincrustó el serpentín y se hizo lavado de tuberías.

Procedimiento a seguir: El caso se encuentra en abierto ya que con los reportes diarios de temperatura se está llevando un seguimiento. A continuación encontramos la grafica de temperatura del antes y después del desmonte. Se está pensando en la posibilidad de poner otro fancoil, ya que se ha pensado en instalar más equipos de cómputo.

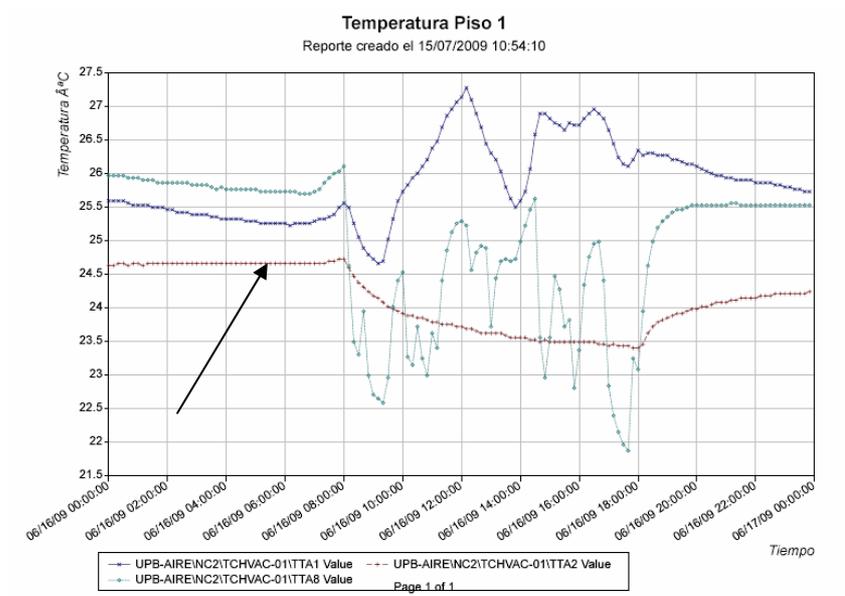


Figura 23. Reporte de temperatura piso 1, 16 junio 2009

En este caso se puede observar la línea azul que tiene un pico máximo de 27° aproximadamente.

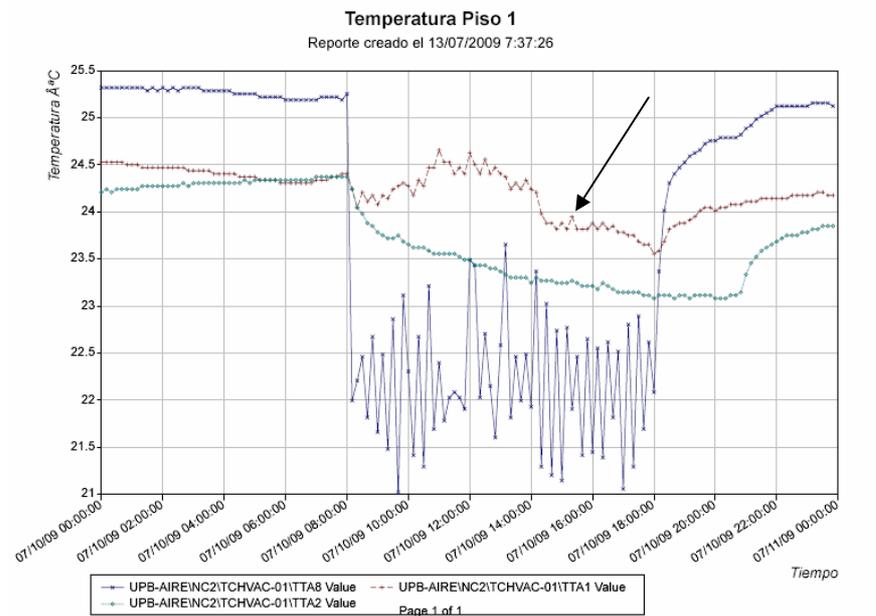


Figura 24. Reporte temperatura piso 1, 10 julio 2009

Después del lavado se vio mejoría en la temperatura pero sin embargo está lejos del set point. Se esperará para hacer el análisis con demanda.

3. Síntoma: En fancoil de nuevas tecnologías presenta un goteo excesivo. (Clasificación: Confort)

Efecto: Justo debajo del fancoil se encuentran dos equipos de computo, por lo tanto no se puede dejar que estos equipos les caiga agua en su interior. El fancoil necesitaría ser drenado para que no siga goteando y si esto no se hace no se puede encender, perjudicando a los usuarios de la sala.

Causa aparente: Estas maquinas de aire acondicionado tienen un drenaje de agua, por lo que lo hacen por acción de la gravedad. El drenaje en este espacio se encuentra al mismo nivel del tubo, por lo que no está siendo evacuada toda el agua, acumulándose en la bandeja del fancoil.

Cuando ya se llena completamente, empieza a regarse, cayendo en la sala justo en los computadores.

Acciones realizadas: Se saco una cantidad de agua que se encontraba acumulada, para que se pudiera volver a encender el equipo, así mismo se paso la solicitud al departamento de servicios generales para poder bajar el desagüe 1.5 pulgadas hacia abajo y así el agua pueda caer por gravedad.

Procedimiento a seguir: el caso se encuentra abierto a la espera del cumplimiento de la orden de trabajo.

4. Síntoma: Bloqueo de la unidad enfriador (Chiller) por alta presión de descarga. (Clasificación: Confort)

Efecto: La unidad enfriadora principal cuenta con un programa propio que puede bloquear los compresores cuando se detectan fallos en el funcionamiento del mismo o maquinas asociadas a su trabajo. Por lo tanto, cuando se detecta alta presión de descarga, por seguridad este se bloquea, apagando todos los compresores en funcionamiento, quedando los espacios acondicionados sin temperatura de confort.

Causa aparente: existen varias fallas en los equipos para que el Chiller se bloquee por alta presión de descarga. En este caso se hizo una prueba de poder apagar la bomba de condensación, al mismo tiempo que el ventilador de la torre de enfriamiento estuviese apagado. En horas de la mañana el Chiller encuentra la bomba de condensación apagada, no retirando el calor necesario, elevando así la presión en el refrigerante dentro de los compresores.

Acciones realizadas: Se hubiese logrado hacer una reducción considerable de consumo de energía y costos pudiendo apagar la bomba de condensación al mismo tiempo que la torre de enfriamiento, pero en su programación de seguridad de la unidad enfriadora entraría en conflicto, lo que hace imposible poder hacer dicho apagado. Se volvió a programar el monitor de las bombas desde el software CONTINUUM para que tuviesen un horario de trabajo constante 11 horas días.

Procedimiento a seguir. El caso se encuentra cerrado, sin embargo, existe la posibilidad de hacer una cotización de un variador de frecuencia, que regule las revoluciones y potencia que estas bombas primarias proporcionan

5. Síntoma: Chillido al arrancar la manejadora primara del sistema de aire acondicionado. (**Clasificación: Confort**)

Efecto: Este sonido ocasiona una distracción muy grande para la gente de la oficina de egresados ubicada al lado del cuarto de la manejadora. Si sigue sonando así puede llegar a romperse la correa, causando posiblemente un daño más grave

Causa aparente: La correa de transmisión se encuentra gastada en sus dientes o está destensionada. Al arrancar el motor esta patina en la polea del motor produciendo así el chillido.

Acciones realizadas: Se mando la solicitud de revisión.

Procedimientos a seguir: Se va a aplicar un poco cebo a la correa para ver si le pasa el chillido si no se haría el respectivo cambio por una nueva. El caso se encuentra abierto.

6. Síntoma: Sonido inadecuado dentro del auditorio mayor que queda registrado en las grabaciones y puede ser molesto para los asistentes. (Clasificación: Confort)

Efecto: El ruido se hace más fuerte a medida que pasa el tiempo. También si no se hace un cambio de rodamientos, se puede desalinearse el eje causando así un daño más grave.

Causa aparente: Este ruido es generado por los rodamientos a los lados del ventilador de la manejadora. Estos rodamientos ya se encuentran gastados y según análisis del ingeniero Gilberto Fontecha están produciendo el zumbido a la hora del funcionamiento del ventilador.

Acciones realizadas: Se averiguó la referencia de las chumaceras la cual era P205. También se midió el diámetro del eje y del tornillo sujetador. Diámetro eje= 1 In. Diámetro tornillo= ½ In. Se llamaron a tres empresas proveedoras de estos elementos y se pidió la cotización. Retenes y Rodillos, Rodamientos APN y Rodamiento y Retenes del oriente. Finalmente se pasó la solicitud con las tres cotizaciones a la arquitecta para el cambio. Después de la compra de los repuestos fueron instalados con la colaboración del equipo de mantenimiento de la universidad. Se hicieron pruebas en las grabaciones el zumbido desapareció.

Procedimientos a seguir: El caso se encuentra cerrado y registrado en el PMXpro.

CAPITULO V. MANTENIMIENTO

5.1. EDIFICIO J

La Universidad Pontificia Bolivariana cuenta con manuales de mantenimiento de los equipos primarios del sistema de aire acondicionado del edificio J, seccional Bucaramanga, los cuales fueron utilizados para la aplicación de las diferentes tareas de servicio y mantenimiento.

Dentro de los equipos a analizar para seguir el plan de mantenimiento se encuentran:

- Unidad enfriadora (Chiller)
- Torre de enfriamiento
- Bombas primarias y secundarias
- Manejadoras

Los demás equipos que conforman todo el sistema de HVAC, tales como equipos electrónicos, fancoils, tableros de potencia, iluminación, Etc., se manejan con un mantenimiento a falla. Esto se hace para evitar el mantenimiento invasivo o innecesario, que aumentan los gastos de mantenimiento y operación de los sistemas.

5.1.1. Unidad enfriadora (Chiller)

Siendo el equipo más crítico y prioritario con el que se cuenta para la refrigeración del edificio, no se cuenta con personal autorizado y especializado para hacer un mantenimiento de este equipo, y en caso de falla se debe detener la unidad enfriadora por medio del interruptor de paro y comunicarse inmediatamente con el proveedor del servicio técnico

autorizado por la empresa YORK antes de seguir con la operación del equipo.

Los contratos de mantenimiento planificados con la empresa York hacen que sea fácil mantener los equipos en óptimas condiciones, ya que son fabricantes de equipos originales y el directo proveedor de los mismos. A largo plazo, el mantenimiento regular ahorrara dinero y también ayudara a contribuir para un mundo más sostenible, ya que el equipo estará funcionado con la mayor eficiencia energética posible.

Es por eso que con el cumplimiento de los planes de mantenimiento, se hizo la solicitud de mantenimiento con la empresa PROYECTOS Y SERVICIOS LTDA, empresa encargada y autorizada por YORK para hacer los trabajos de mantenimiento, control e instalación en Bucaramanga y oriente del país. El mantenimiento preventivo consiste en:

- Calibración de controles de seguridad de las unidades enfriadoras de agua.
- Chequeo de la operación de las válvulas de desplazamiento y calibración del potenciómetro de las mismas.
- Lubricación de los rodamientos de los motores (de acuerdo a las recomendaciones del fabricante del motor) y limpieza de los mismos.
- Limpieza mecánica de los tubos de los condensadores, si fuere necesario, con base en los registros de presión de alta de los sistemas.
- Medición de la resistencia de los motores eléctricos de los compresores.
- Análisis físico-químico y eléctrico del aceite de los compresores.
- Revisión de los switchs de flujo de agua fría y agua de condensación del sistema.
- Verificación de las condiciones de diseño vs. flujos de agua de evaporación y condensación.

- Confirmación de arranque por interruptor diferencial de presión en las Bombas.
- Supervisión de parámetros de la unidad enfriadora a través de la tarjeta IPU II y I/O.
- Realizar pruebas de arranques y paros por horario, evento u operador y revisión de alarmas.
- Revisión Tableros y Circuitos Eléctricos y Electrónicos, como el tablero de control de los equipos, de controlador de las unidades enfriadoras y el controlador de red.
- Revisión del conexionado de sensores de las unidades enfriadoras de agua fría y verificación de los circuitos con base en los planos eléctricos.

Al finalizar el mantenimiento se debe presentar con la facturación un informe técnico en original y copia magnética (archivo .doc), dicho informe deberá contener:

- Parámetros de funcionamiento antes y después del servicio de mantenimiento.
- Valor de la resistencia de los motores eléctricos de los compresores tipo Scroll.
- Análisis físico-químico y eléctrico de aceite de los compresores Tipo Scroll.
- Observaciones y recomendaciones que conduzcan a un mejor desempeño del chiller
- El proponente deberá indicar la garantía de los trabajos en el informe.

A las espera de la cotización y la programación de dicho mantenimiento general, se lleva a cabo un plan de inspección y mantenimiento del equipo, para mantenerlo en las mejores condiciones y tenerlo disponible el mayor tiempo posible. Esto consiste en:

- Inspección de programación y su tablero de información.
Semanal

- Limpieza de la zona de ubicación del Chiller. (mantenerlo libre de implementes que impidan el acceso al equipo).

Quincenal

- Limpieza de tubería y compresores

Quincenal

- Inspección de válvulas y fugas de agua.

Quincenal

5.1.2. Torre de enfriamiento

Las pruebas de producción es una prueba funcional básica en los equipos fabricados por BAC. Esto comprueba que el equipo realiza correctamente sus funciones mecánica e hidráulicas.

En la tabla a continuación se presenta el plan de mantenimiento preventivo recomendado directamente del proveedor (Baltimore Air Company) y a los manuales con los que la universidad cuenta.

	Ventilador	Motor	Reductor de velocidad	Eje cardan	Eliminadores de gotas	Sistema rociador	Estructura de la torre	Válvula reguladora de nivel	Soporte del ventilador	Tanque de agua	Relleno de PVC
Inspección por taponamientos					S	S					S
Chequeo de flujo de agua						Q					
Chequeo de calidad de agua										M	
Purga y chequeo de nivel de agua										D	
Chequeo de fugas						S		S		M	
Chequeo de vibraciones	D	D	D	D			A		M		
Ajuste de tornillería	M	N	M	M							
Inspección de cuñeros	S	S	T	S							
Lubricación		T	SE								
Chequeo de nivel de aceite			SE								
Chequeo de fugas de aceite			S								
Limpieza general	O	SE	O	O	SE	SE	Q			SE	O
Inspección de corrosión	Q	Q		Q			Q		Q	SE	
Inspección general					A		A		A	A	A

Tabla. 38. Plan de mantenimiento preventivo torre de enfriamiento¹⁴

¹⁴ BALTIMORE AIRCOIL COMPANY, Operation & Maintenance Manual, FXT Cooling Tower

D: Diario S: Semanal Q: Quincenal M: Mensual
T: Trimestral SE: Semestral A: Anual O: Según el sitio

Debido a que ciertas tareas de mantenimiento de la torre de enfriamiento son complicadas e innecesarias y también por falta de personal en la universidad, se adecuo un plan básico y mínimo de mantenimiento del equipo con su debido registro y control.

Ordenes de trabajo diario

- Purga de 4 litros de agua.
- Chequeo de vibraciones en el motor, el eje reductor, el ventilador y el eje cardan.

Trabajo realizado por el equipo de mantenimiento de la universidad y administrador del sistema de aire acondicionado.

Ordenes de trabajo semanal

- Inspección por taponamientos en el sistema rociador, el eliminador de gotas, el relleno de PVC
- Chequeo de fugas en el sistema rociador y en la válvula reguladora de nivel.
- Agregado de 600 ml de producto químico PI250, para tratamiento de agua.

Ejecución de las órdenes de trabajo: lunes

Trabajo realizado por el administrador del sistema de aire acondicionado

Ordenes de trabajo mensual

- Chequeo de la calidad de agua de la torre de enfriamiento.
- Chequeo de fugas de agua del tanque de agua de la torre.
- Chequeo de vibraciones en el eje del ventilador.

Ejecución de las órdenes de trabajo: el día 15 de cada mes

Trabajo realizado por la empresa Provinas y el administrador del sistema de aire acondicionado.

Ordenes de trabajo semestral

- Lubricación del sistema reductor de velocidad.
- Chequeo del nivel de aceite del sistema reductor de velocidad.
- Limpieza general de la torre de enfriamiento que comprende: motor, sistema eliminador de gotas, sistema rociador y tanque de agua.
- Inspección de corrosión en el tanque de agua.

Ejecución de las órdenes de trabajo: Una semana antes de la salida a vacaciones en la universidad.

Trabajo realizado por el equipo de mantenimiento de la universidad.

Tratamiento de agua

La torre de enfriamiento con la que cuenta el sistema de aire acondicionado necesita de un tratamiento de agua para evitar la corrosión y mantener el nivel de eficiencia que se requiere para el funcionamiento del equipo. Es por eso que la universidad contrata a una empresa especializada en productos químicos para equipos industriales de refrigeración llamada Provinas.

Esta empresa es la encargada de proporcionar un producto químico llamado PI250 y cuyas especificaciones se encuentran en el anexo D. En el contrato también menciona los análisis del agua por parte de Provinas para analizar su comportamiento y la optimización del tratamiento.

La torre de enfriamiento presentaba un problema grave de oxidación, grandes cantidades de sulfitos y fosfatos debido a la cantidad de partículas que llegan al tanque de la torre y por último un nivel de PH bastante alto.

Se hizo un lavado de la torre de enfriamiento, se aplicó una pintura anticorrosiva en las partes críticas y se cambió el plan de aplicación del producto PI250, de 1000 ml quincenales a 600 ml semanales. Esto, más las

debida inspección y flujo y el plan de mantenimiento se logro que al final de semestre se logran resultados convenientes para el equipo, y logrando niveles de PH adecuados y normales para estos sistemas de evaporación. Los resultados de los análisis se encuentran en el anexo D.

Por último, la apariencia física es muy importante para nosotros, ya que la torre de enfriamiento se encuentra en la parte exterior del edificio junto a la portería principal de la Universidad Pontificia Bolivariana, es por eso que se logro adecuar y mantener de la mejor forma el espacio y su estructura, con técnicas de limpieza, pintura y adecuación del lugar. En las figuras 25 y 27 se puede notar la torre de enfriamiento antes del lavado y pintado de su estructura mientras que en las figuras 26 y 28 se puede observar después de su mantenimiento.

Figura 25. Torre de enfriamiento antes



Figura 26. Torre de enfriamiento después

Figura 27. Torre de enfriamiento antes



Figura 28. Torre de enfriamiento después

La orden de trabajo está registrada en los formatos del anexo, y archivada como hoja de vida del equipo, así como archivado en el programa de mantenimiento gratuito PMX FREE, instalado en la Workstation donde se maneja el programa de control.

5.1.3. Bombas primarias y secundarias.

Debido a que las bombas secundarias tienen un nivel criticidad medio y puede afectar sectores importantes del edificio tales como las oficinas de dirección y el área de la colección se aplico el mismo plan de mantenimiento de las bombas primarias obteniendo resultados gratos y positivos en materia de confort y disposición del sistema.

Mantenimiento preventivo

Ordenes de trabajo diario

- Revisión de la presión de trabajo de las bombas mediante los manómetros del sistema y mediante los sensores.
- Chequeo de vibraciones en el motor de la bomba.
- Chequeo de fugas de aceite o agua en las bombas.

Trabajo realizado por el administrador del sistema de aire acondicionado

Ordenes de trabajo semanal

- Inspección del cebado de la bomba.
- Chequeo de fugas de agua en el sello mecánico.
- Inspección de cuñeros en el motor y el eje de la bomba.

Ejecución de las órdenes de trabajo: martes

Trabajo realizado por el administrador del sistema de aire acondicionado

Ordenes de trabajo quincenal

- Chequeo de flujo de agua en el sistema.

- Inspección de corrosión en el motor y la carcasa de la bomba.

Ejecución de las ordenes de trabajo: Días martes cada quince días

Trabajo realizado por el administrador del sistema de aire acondicionado

Ordenes de trabajo mensual (OTM)

- Ajuste de tortillería de ser necesario en los soportes de las bombas secundarias.
- Chequeo de vibraciones en los ejes de las bombas.

Ejecución de las órdenes de trabajo: primer martes de cada mes

Trabajo realizado por el equipo de mantenimiento de la universidad.

Ordenes de trabajo semestral (OTSE)

- Lubricación de los rodamientos de las bombas.
- Chequeo de la alineación de los ejes de las bombas.
- Limpieza del área y pintado con pintura anticorrosiva

Ejecución de las órdenes de trabajo: En época de vacaciones, dependiendo de la disponibilidad del equipo de mantenimiento de la universidad

Trabajo realizado por el equipo de mantenimiento de la universidad.

5.1.4. Manejadoras

Las unidades manejadoras son equipos secundarios del sistema HVAC del edificio J, sin embargo las el mantenimiento es importante a la hora de tener equipos de alta eficiencia y calidad.

Estos equipos se encuentran en cuartos distribuidos en la biblioteca y el mal funcionamiento, falta de mantenimiento o limpieza ocasionaría problemas que afectan el confort en temperatura y ruido que afectan a los usuarios de la biblioteca.

Mantenimiento preventivo

Ordenes de trabajo diario

- Chequeo de fugas de agua en el serpentín.
- Chequeo de vibraciones en el gabinete.

Trabajo realizado por el administrador del sistema de aire acondicionado

Ordenes de trabajo semanal (OTS)

- Inspección de corrosión en el gabinete.
- Chequeo de vibraciones en el motor de la manejadora.

Ejecución de las órdenes de trabajo: viernes

Trabajo realizado por el administrador del sistema de aire acondicionado

Ordenes de trabajo quincenal (OTQ)

- Chequeo de flujo de agua en el sistema.
- Limpieza general del gabinete.
- Limpieza general del área de cada manejadora.

Ejecución de las órdenes de trabajo: cada martes comenzando el mes y cada martes a mitad de mes.

Trabajo realizado por las señoras del aseo de la universidad y supervisado por el administrador del aire acondicionado de la universidad. En el anexo se encuentra el formato de limpieza que se registro en cada una de las tareas programadas para estos espacios.

Ordenes de trabajo semestral (OTSE)

- Inspección de los cuñeros de los ejes.
- Lubricación de los rodamientos.
- Inspección del estado del serpentín.

- Limpieza general del serpentín, filtros y la bandeja de condensados.

Trabajo realizado por el equipo de mantenimiento de la universidad y formato del anexo diligenciado por el mismo equipo.

5.2. AUDITORIO JUAN PABLO II

Uno de los objetivos de esta práctica era el de ampliar el plan de mantenimiento ya existente en el edificio J para auditorio mayor Juan Pablo II y los salones de postgrados.

Estos equipos se encontraban un poco abandonados y tenían un mantenimiento reactivo cuando alguna pieza tuviera una falla y el equipo dejaba de hacer su función. Es por eso que se hizo una recuperación de los sistemas de aire acondicionado del auditorio, que consta de dos manejadoras y 4 condensadoras ubicadas en la parte exterior del edificio H.

Se implemento un plan de limpieza quincenal con la ayuda de las señoras del aseo de la universidad para evitar la cantidad de polvo que se acumulaba en los cuartos de maquinas y este siendo absorbidas por las manejadoras, haciendo que perdiera eficiencia en el enfriamiento y a largo plazo generando un daño mas critico.

El lavado de las partes de las manejadoras, tales como el serpentín, los filtros y la estructura física se está aplicando en periodos de cada 3 meses. Gracias al mantenimiento quincenal de limpieza de cuartos, los equipos no adquieren tantas suciedades y no es necesario hacer una limpieza mas seguida que cada 3 meses.

En cuanto a las unidades condensadoras, se solicitó un despeje del área donde se encuentra, ya que se encontraban canecas de acpm, escombros y materiales de construcción. Esto se hizo con el fin de evitar accidentes al personal que hace los trabajos de inspección y mantenimiento de dichos equipos.

Las 4 condensadoras se encuentran al aire libre, por lo que la corrosión es un problema constante en sus partes físicas, obligando así a hacer un pintado general de estos equipos con productos anticorrosivos y así evitar el daño de ciertas piezas.

El manual de operación y mantenimiento del auditorio Juan Pablo II se encuentra en el anexo I.

Al igual que el manual de mantenimiento de los salones de postgrados en el anexo J.

5.3. CASOS DE ESTUDIO

Los casos de estudio presentados a continuación se refieren a las diferentes órdenes de trabajo realizadas bajo un mantenimiento reactivo aplicado a los diferentes equipos de la universidad.

1. Síntoma: La bomba de agua fría del área de libros (1BL001) presenta un ruido. (Clasificación: Mantenimiento)

Efecto: Con ese ruido la bomba no puede seguir trabajando hasta no saber cuál es el problema, por lo que se necesita apagarla. Si no se tiene suministro de agua fría a la manejadora, el espacio se queda sin aire acondicionado, ocasionando así, incomodidad en los usuarios de la biblioteca. Además el aire acondicionado permite tener la humedad relativa controlada en valores estándar para la colección de libros que es por debajo del 60%, según la norma ASHRAE.

Causa aparente: Por el ruido generado por la bomba se cree que es la falla de un rodamiento o algún acople de la bomba.

Acciones realizadas: Se solicitó a la empresa Proyectos y Servicios hacer la revisión de la bomba para encontrar la causa del ruido. El día 8 de septiembre del presente año se desmontó la bomba para su revisión y se encontró la falla en los rodamientos de la misma. Se cambiaron por rodamientos nuevos y el día 9 de septiembre fue puesto en marcha de nuevo, funcionando perfectamente. Corriente: 1.9 amps.

Procedimiento a seguir: Se anexó el caso al software gratuito con el que se cuenta (PMX) para obtener datos de horas de trabajo de los rodamientos. El caso se encuentra cerrado

7. Síntoma: Bombillos del tablero de potencia de la manejadora secundaria y del techo del cuarto de la misma manejadora están dañados. (Clasificación: Mantenimiento)

Efecto: Con respecto al led indicador del tablero de potencia es obligatorio tenerlo en funcionamiento ya que si no llegase a prender la manejadora por cualquier razón, con el led se sabría el estado real de la misma. En cuanto al bombillo del techo se necesita para cuando se haga algún mantenimiento o limpiezas del cuarto.

Causa aparente: Estos bombillos simplemente se fundieron, ya sea por algún pico de corriente o tiempo de uso.

Acciones realizadas: Se pasó la solicitud al departamento de mantenimiento

Procedimientos a seguir: El caso se encuentra abierto, esperando a que hagan el cambio de estos bombillos.

8. Síntoma: Cable de electricidad suelto. (**Clasificación: Mantenimiento**)

Efecto: Este cable es bastante largo, incomodando a su vez a la gente de la oficina de egresados ubicada en el edificio H. También este cable se encuentra energizado y no debería estar tan cerca de las personas.

Causa aparente: Este cable se usaba anteriormente para dar energía a un aire acondicionado de ventana existente en la oficina de egresados. Al retirar el aire, este cable quedo suelto y sin recoger.

Acciones realizadas: Se paso la solicitud a la arquitecta Luz Astrid para retirar el cable. Dicho cable sale del tablero de potencia de la manejadora primaria del sistema de aire acondicionado del auditorio mayor y sale hasta la oficina de egresados.

Procedimientos a seguir: El caso se encuentra abierto porque el cable no se ha retirado y la solicitud ya se mandó.



Figura 29. Canaleta de cables de tablero de potencia.

9. Síntoma: Las condensadoras del sistema de aire acondicionado se encuentran oxidadas y peladas. (**Clasificación: Mantenimiento**)

Efecto: La oxidación en estas maquinas puede causar una disminución en el rendimiento y eficiencia de las mismas, así como el mal aspecto visual que pueden generar en la comunidad universitaria.

Causa aparente: El grupo de cuatro condensadores se encuentran al aire libre, expuestas al sol, al agua y a la temperatura del ambiente. Todo esto genera un daño físico en las partes de los equipos y gran cantidad de suciedad.

Acciones realizadas: Se propuso hacer un plan de mantenimiento preventivo mensual para la limpieza de estos equipos y mantener el espacio donde se encuentran totalmente limpio. Se pasó la solicitud al departamento de servicios generales para empezar con el plan de limpieza y se pintaron las cuatro condensadoras con pintura anticorrosiva, quedando así más protegida de la oxidación y dando un buen aspecto físico a la universidad.

Procedimiento a seguir: El caso se encuentra cerrado y con el control de limpieza en formato de mantenimiento.



Condensadoras antes del mantenimiento



Condensadoras después del mantenimiento



Condensadora circuito primario



Condensadora circuito primario

Figura 30. Mantenimiento condensadora antes y después

10. Síntoma: Goteo en el fancoil de data center. (**Clasificación: Mantenimiento**)

Efecto: Este goteo aunque es poco puede caer en algún equipo de cómputo y hacer un daño más grave, así como es incomodo para los usuarios de esta sala.

Causa aparente: Cuando se hizo el montaje del fancoil pudo haber quedado una parte abierta del recubrimiento de la tubería. Eso hace que el agua se condense y gotee por el fancoil.

Acciones realizadas: La empresa Proyectos y Servicios hizo la revisión y se puso un parche del material de recubrimiento donde estaba la fuga. El goteo desapareció.

Procedimientos a seguir: El caso se encuentra cerrado.

11. Síntoma: La manejadora del auditorio menor está produciendo un ruido. (**Clasificación: Mantenimiento**)

Efecto: Este ruido esta interrumpiendo a los usuarios de la sala de computadores y del área libros. Si la correa no se cambia, se puede producir un desalineamiento del motor con el eje del blower.

Causa aparente: La correa que transmite el movimiento del motor al eje del blower se encuentra desgastada, esto hizo que se destensionara y pegara con una parte de la manejadora. También se patinaba cuando arrancaba haciendo que se saliera de las poleas.

Acciones realizadas: Se pidió el cambio de correa al departamento de servicios generales; se llamaron a los almacenes para saber el precio y si había disponibilidad. El lunes 3 de agosto se cambió la correa por una nueva.

Procedimientos a seguir: El caso se encuentra cerrado

12. Síntoma: Poco espacio y mucho polvo en el cuarto de la manejadora primaria. (Clasificación: Mantenimiento)

Efecto: Las manejadoras tienen un ventilador que cuando está funcionando absorbe o aspira cualquier partícula que encuentre a su alrededor. Lo más fácil para absorber es el polvo, haciendo que los filtros se tapen y pierda eficiencia de funcionamiento.

Causa aparente: En este cuarto se encuentran tres escritorios, un archivador y un poco de basura. Todos estos elementos producen bastante polvo haciendo que la manejadora lo aspire en su totalidad.

Acciones realizadas: Se paso la solicitud al departamento de servicios generales se ordenó la remoción de dichos muebles, dejando así el cuarto sin ningún elemento de mas.

Procedimientos a seguir: El caso se encuentra cerrado.



Figura 31. Cuarto de manejadora primaria antes



Figura 32. Cuarto de manejadora primaria después

CAPITULO VI. PROGRAMACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA HVAC DEL EDIFICIO J

El sistema de aire acondicionado del edificio J cuenta con un programa automático que controla la mayoría de equipos y componentes, con el cual se busca encontrar el punto de eficiencia más alto, brindando el mejor servicio al menor costo posible. Lo importante de este sistema de control es que funcione dependiendo de lo que se ha programado y cumpla a cabalidad con todos los requerimientos ya sea encendido y apagado de equipos, alarmas por temperatura, alarma por humedad relativa y buen funcionamiento del aire acondicionado.

6.1. SALAS POR DEMANDA

Las salas de lectura 1, y 2 y la sala de tv, son espacios que se usan por demanda. En el diseño original del aire acondicionado se contemplo los diferentes espacios separados con un equipo de aire acondicionado independiente (Bomba y manejadora) para poder tener la posibilidad de encender y apagar los equipos cuando la situación lo amerite.

Estas salas se encontraban funcionando desde las 8:00 a.m. hasta las 6:00 p.m. todos de lunes a sábado, estuviesen o no ocupadas las salas.

Tras varias conversaciones y reuniones respecto al tema, se cuadro que las salas 1 y 2 estarían regidas a un uso por demanda, es decir, se mantenían cerradas al comienzo de la mañana y a medida que los usuarios van haciendo uso de ellas se abren y empezaría el uso del aire acondicionado, si

como la sala de TV y las oficinas de procesos técnicos, dirección, Nuevas tecnologías y producción, las cuales se encuentran desocupadas desde las 12:00 m hasta las 2:00 p .m. Se publicaron en tres oportunidades en el volante de la universidad llamado CONTACTO y gracias al departamento de publicidad, para que los estudiantes se concienticen en optimizar los espacios y no generara un cambio o reacción brusca por parte de los mismos.

Es así que se revisaron los monitores de los diferentes espacios junto con los controladores de PID, quedando el uso de la siguiente manera:

De Lunes a jueves

7:00 a.m. a 5:50 p.m.

- Unidad enfriadora (Chiller): Su programación consta del encendido y apagado de compresores dependiendo de la demanda de agua helada que el edificio le requiera.
- Torre de enfriamiento: cuenta con un ON-OFF con la temperatura de retorno del Chiller.
- Bombas de condensación y de agua fría: funcionan todo el día sin importar la demanda del sistema.

8:00 a.m. a 6:00 p.m.

- Sala 3
- Hemeroteca
- Área libros
- Archivo inactivo
- Data Center

8:00 a.m. a 12:00 m y de 2:00 p.m. a 6:00 p.m.

- Procesos técnicos
- Nuevas tecnologías
- Producción

- Dirección

Estos espacios cuenta con un control remoto dado el caso que se requiera encender en hora de medio día.

8:00 a.m. a 6:00 p.m. dependiendo de la ocupación

- Sala 1
- Sala 2
- Sala de TV
- Compras

6.2. TORRE DE ENFRIAMIENTO

La torre de enfriamiento del sistema de aire acondicionado es un equipo primario, el cual tiene un sistema On-Off dependiendo de la temperatura de retorno del Chiller. La puesta en funcionamiento del ventilador junto con el arranque del motor genera un desgaste mecánica, sumándole el consumo de energía de un motor de 5 HP. Es por eso que se busco los tiempos más prolongados con el motor apagado sin que esto cause alguna reacción negativa de evaporación para el sistema.

Con base en el anexo H se obtuvieron cuatro diferentes resultados de la operación de la torre de enfriamiento.

Con un Set Point en la temperatura de retorno de 25°C, haciendo que el ventilador se encienda cuando supere el set point y se detenga cuando sea menor que el set point, el tiempo promedio en segundos del motor encendido es de 184,6 y del motor apagado de 163,16. Teniendo una relación de ON/OFF de 1,1313.

Con un Set Point en la temperatura de retorno de 27°C, haciendo que el ventilador se encienda cuando supere el set point y se detenga cuando sea

menor que el set point, el tiempo promedio en segundos del motor encendido es de 202,4 y del motor apagado de 164,833. Teniendo una relación de ON/OFF de 1,2279.

Con un Set Point en la temperatura de retorno de 25°C, haciendo que el ventilador se encienda cuando supere el set point + 2°C es decir 27°C y se detenga cuando sea menor que el set point, el tiempo promedio en segundos del motor encendido es de 376,6 y del motor apagado de 409. Teniendo una relación de ON/OFF de 0,9207.

Con un Set Point en la temperatura de retorno de 27°C, haciendo que el ventilador se encienda cuando supere el set point + 2°C es decir 29 y se detenga cuando sea menor que el set point, el tiempo promedio en segundos del motor encendido es de 523,6 y del motor apagado de 466,33. Teniendo una relación de ON/OFF de 1,1228.

Teniendo en cuenta que la temperatura era similar en los días de toma datos junto con los datos de humedad relativa, la mejor relación de On/Off es de 0,9207 y se programo en el software Continuum el set point de 25°C, haciendo que el motor encienda cuando la temperatura de retorno sobrepase con los 27°C y se detenga cuando sea menor del set point.

6.3. CONTINUUM EN LA RED DE LA UNIVERSIDAD

Con el programa Continuum en la red de la universidad se puede acceder a internet y al software al mismo tiempo desde la Workstation ubicada en el área de procesos técnicos de la biblioteca. También se puede acceder al programa desde otro computador que se encuentre en el campus universitario con el fin de poder manipular el aire acondicionado del edificio J,

haciendo así que una persona autorizada pueda controlar y programar desde cualquier punto determinado.

Es por eso que se vio la necesidad de hacer este montaje y se hizo en compañía de la empresa E&P ingeniería, encargados de montar las plataformas de Continuum para la universidad.

El Programa Continuum presentó conflictos con el antivirus del computador lo cual impidió la configuración del sistema para que quedara en Red en el momento en el que se tenía planeado con la empresa E&P Ingeniería.

Seguidamente se logro instalar el web cliente quedando así montado el programa en la red de la universidad.

Para entrar al webclient es necesario que el computador de donde se necesite entrar tenga los mismos números de IP de la Workstation, es decir, que tenga una dirección IP 10.150.66.xx, las x significan que no importa el numero, lo importante es que coincidan los 7 primeros dígitos para que haya acceso. Ya comprobada la dirección IP el modo de acceso en una página de internet es **<http://u-d65c6fc3ab6b4/webclient>**, se deben instalar los programas de acceso y proceder con la clave y el usuario, siendo los mismos datos de acceso de la Workstation principal. Únicamente puede entrar una sola persona al webclient, ya que esa es la licencia que tienen en la UPB. Es necesario tener en cuenta los privilegios que pueden darle al webclient, ya que esto puede alterar los valores de seteo que se tengan en la CyberStation, es muy importante que la clave de acceso no sea muy difundida ya que al estar el sistema en red, puede entra cualquier persona.

Las actas de visitas por parte de la empresa E&P ingeniería se encuentran en el anexo E

6.4. CASOS DE ESTUDIO

1. Síntoma: El sistema Continuum no se encuentra funcionando en línea con la red UPB. (Clasificación: Programación)

Efecto: La Workstation no se puede trasladar del punto donde se encuentra actualmente y no se puede acceder en línea remotamente al sistema Continuum.

Causa aparente: El Programa Continuum presentó conflictos con el antivirus del computador lo cual impidió la configuración del sistema para que quedara en Red en el momento en el que se tenía planeado con la empresa E&P Ingeniería.

Acciones Realizadas: Se reinstaló el sistema Continuum y el antivirus en el computador sin ningún conflicto entre los dos, se cambio el disco duro que tenía el computador de la Workstation y se ha realizado las diferentes gestiones entre la UPB y la empresa E&P ingeniería, donde se acordó que cuando la UPB ubique la posición final del equipo Workstation que controla el sistema Continuum y lo doten con un punto de red, se procederá a montar el sistema a la red. Posteriormente, el ingeniero Luis Rojas de la empresa E&P ingeniería hizo una visita inicial el día 22 de julio para hacer el montaje del sistema a la red de la universidad. Se instaló el Webclient creando unos conflictos con el antivirus por lo que se programó una última visita. Finalmente El día 15 de octubre el programa Continuum quedó montado en la red de la universidad.

Procedimiento a seguir: Caso cerrado

13. Síntoma: Los controladores PID de las válvulas proporcionales no se activan. (Clasificación: Programación)

Efecto: Las diferentes áreas que controla el Continuum pueden presentar muy bajas temperaturas (por debajo del set point: 22°C) o altas (por encima de los 26°C) lo cual genera incomodidad en las personas que utilizan la biblioteca o las aulas acondicionadas del edificio J.

Causa aparente: El Programa Continuum no está cargando automáticamente los programas que activan las PID (programas PIDUMA0#) quedando las manejadoras funcionando sin control de los PID, es decir las válvulas quedan abiertas en un punto fijo y no varía según la demanda de frío que requiera el área controlada.

Acciones Realizadas: Se realizaron correcciones en el programa MONITOR GENERAL que es el encargado de activar los diferentes programas que controla el sistema Continuum logrando que la mayoría de los sistemas PID se activen cuando el programa MONITOR0# que los controla se activa. El caso siguió en estudio dado que aún no se había conseguido que el sistema se activara por completo, y se miraron posibles conflictos. Posteriormente, con la ayuda del ingeniero Luis Rojas de la empresa E&P ingeniería se hicieron las calibraciones de los PID de las diferentes áreas de la biblioteca controladas de esta forma. Se hizo en conjunto con esta empresa ya que el sistema se encontraba en garantía y podíamos contar con ese soporte de instalación. Actualmente las temperaturas de las salas de lectura, el área de libros, la hemeroteca, etc. Están en un rango mínimo cerca al set point que es 22°.

Procedimiento a seguir: El caso se encuentra cerrado

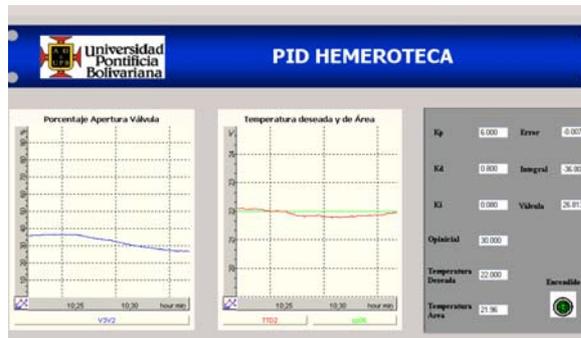


Figura 33. Comportamiento PID hemeroteca.

1. Síntoma: No existe un software para la administración del mantenimiento del sistema de HVAC del edificio J. (Clasificación: Programación)

Efecto: No se Cuenta con una historia clínica de las máquinas, lo que impide calcular y planificar los mejores momentos para realizar los respectivos mantenimientos de los diferentes componentes del sistema de HVAC para evitar afectar fuertemente la prestación del servicio de aire acondicionado a la comunidad universitaria.

Causa Aparente: Se carecía de personal dedicado al seguimiento exclusivo del sistema de HVAC y de las herramientas para la documentación necesaria para generar reportes de historias de operación de las diferentes máquinas que componen el sistema de HVAC del edificio J.

Acciones Realizadas: Se instalaron dos programas para la administración del mantenimiento Access y PMXFREE y se trabaja en la documentación y creación de un protocolo de manejo tanto para el mantenimiento del sistema de aire del edificio J. El programa fue eliminado al entregar el disco duro con el que venía trabajando la Workstation y ponerle uno de mayor tamaño según sugerencia del departamento de sistemas.

Posteriormente, Se instaló la versión gratuita del programa PMXpro para poder llevar un registro de mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado de la universidad. Se han documentado ciertos equipos con órdenes de trabajo, localización y fechas pero se carece de personal para hacer el mantenimiento preventivo de todos los equipos

Procedimiento a seguir: El caso de instalación del programa se encuentra cerrado. Sin embargo se propone que un monitor o un estudiante hiciera el respectivo manejo de este programa.

14. Síntoma: Las válvulas de las manejadoras y de los fancoils no realizan el respectivo by-pass cuando la temperatura se encuentra por debajo del set point. (Clasificación: Programación)

Efecto: Al no poderse realizar el by-pass por parte de las válvulas se pierde energía contenida en el agua fría que pasa por el serpentín de los equipos enfriando más de lo necesario las áreas acondicionadas.

Acciones Realizadas: Se realizaron cambios en los códigos que controlaban las válvulas on-off de los fancoils consiguiendo que estas realicen el respectivo by-pass cuando la temperatura del área se encuentra por un grado por debajo del set point o un grado por encima del mismo. Por otra parte se han realizado pruebas en los algoritmos que controlan las válvulas de las manejadoras. Posteriormente, en el caso de las manejadoras se sintonizaron los PID en el caso de estudio anteriormente mencionado. Con respecto a los fancoils de algunas salas, se revisaron los códigos de los monitores encargados de dichas áreas y se les dio el rango de un grado por encima y por debajo del set-point.

Procedimiento a seguir: El caso se encuentra cerrado

7. RECOMENDACIONES

Apagado de la bomba de condensación cuando los compresores se apagan.

Los compresores del Chiller tienen una programación de apagado cuando no encuentran una gran demanda de agua helada en el sistema, es decir, dependiendo de cuantos equipos estén encendidos, la temperatura del día y la cantidad de personas haciendo uso de los espacios, estos se encienden o se apagan cuando lo requiera. Llegado el caso que los compresores se apaguen totalmente (generalmente se da a las 7:30 am y en horario especial varias veces al día), la bomba de condensación sigue trabajando inoficiosamente, ya que no tiene calor que retirar del intercambiador. Estas bombas de 7,5 Hp tienen un gran consumo de energía y se tiene la necesidad de hacer este valor cada vez más pequeño. Es por eso que se recomienda, ajustar un On-Off de la bomba de condensación al On-Off de los compresores. El Chiller tiene una programación interna el cual, que está regida por unos horarios de encendido y apagado; esta señal se puede mandar al PLC Continuum y saber desde la Workstation cuando los compresores se encuentran apagados y cuál de ellos está trabajando. Seguidamente en el monitor Chiller, se programa por el software Continuum para que la bomba de condensación se detenga si ninguno de los compresores está en funcionamiento.

Limpieza de la torre de enfriamiento

La torre de enfriamiento es un equipo primordial en el sistema HVAC del edificio J. Los equipos que trabajan con agua tienen complicaciones a largo y corto plazo. La torre de enfriamiento se encuentra en un lugar al aire libre,

donde constantemente pueden llegar partículas u objetos, tales como hojas de papel, pasto y basura en general, aparte que el contacto con el medio ambiente acelera el proceso de oxidación. Se recomienda hacer un lavado interno de la torre mínimo una vez al mes. Este lavado consiste en limpiar las paredes internas, lavar y retirar partículas entre los paneles, limpiar el ventilador y sus partes motrices y un aseo general a sus alrededores. El tratamiento de agua que se está haciendo para la torre de enfriamiento ayuda a mantener el agua en valores normales de PH y dureza, pero si se hacen las limpiezas se puede disminuir la dosis semanal, ahorrando producto y haciendo más prolongadas las aplicaciones. Además, se evitan que las impurezas y el oxido como tal lleguen a los intercambiadores del Chiller, bajando la eficiencia del equipo principal del sistema. En el anexo están las recomendaciones de la empresa Provinas para un mejor funcionamiento del sistema de evaporación.

Controladores de temperatura del auditorio Juan Pablo II

Actualmente el sistema de aire acondicionado del auditorio mayor cuenta con un controlador de temperatura por cada manejadora ubicados por fuera del recinto en cuartos independientes. El administrador del auditorio tiene que salir para encender el aire acondicionado y dejar una temperatura fija sin importar la cantidad de gente o el uso del espacio. Después que el evento inicia, se hace difícil estar entrando y saliendo a graduar la temperatura ya que puede variar con el pasar del tiempo y de las personas. El auditorio no cuenta con ningún sistema automático de control por lo que todo se hace manual, desde el encendido y apagado de los equipos hasta la graduación de temperatura. Se recomienda hacer el traslado de ambos controladores de temperatura, tanto de la manejadora primaria como el de a secundaria, a la cabina de control del auditorio, ubicada en la parte trasera del mismo. Así mismo existen controladores de temperatura digitales en los que se puede

introducir exactamente la temperatura deseada y no el controlador actual que es difícil saber dónde ubicar la perilla.

Equipos de aire acondicionado del 4 piso del edificio J.

En el 4 piso del edificio J se encuentra 6 salones de clase los cuales cuentan con un Fancoil de aire acondicionado independiente. Estos salones se usan además, para algunos postgrados que la universidad tiene. Los horarios de los postgrados los días son los viernes de 6:00 pm a 10:00 pm y los sábados de 7:00 am a 1:00 pm generalmente. El día viernes el programa de control del aire acondicionado esta para que el sistema primario (Chiller, bombas y torre de enfriamiento) se apaguen a las 9:00 pm quedando en funcionamiento 3 horas más de lo habitual de lunes a jueves. El consumo de energía eléctrica por parte de estos equipos primarios durante estas tres horas de más es bastante grande, como se puede observar en el capítulo III. Todo esto se refiere a que el sistema primario funciona para refrigerar grandes cantidades de agua y poder brindar el confort con una temperatura adecuada a todo el edificio, siendo más eficiente cuando se usa la mayor cantidad de espacios con aire acondicionado, mientras que no se justifica tener el sistema primaria encendido 3 horas, en las que el precio del KW/H es más elevado, por los 6 salones que se encuentran en funcionamiento.

La recomendación es la de cambiar los equipos presentes en los salones del 4 pisos por equipos independientes, que no se necesite encender todo el sistema primaria, en especial el Chiller, que hace un gran consumo de energía. Existen equipos de refrigeración portátiles y equipos con sistema de condensación aptos para estos salones, dando así un costo más bajo por el uso de estos espacios.

Automatización de los salones de postgrados

La Universidad Pontificia Bolivariana dispone de una cantidad de salones para el programa de educación continua que se brinda en el campus. Estos salones son usados por clases de pregrado durante algunas horas del día en toda la semana, haciendo uso irracional de los equipos. El aire acondicionado permanece encendido por varias horas y a veces por varios días sin tener el control de apagado del equipo. Se recomienda hacer un control On-Off regidos a un horario de uso estipulado por la universidad y dirigido por el departamento de servicios generales.

Hoja de vida los equipos de aire acondicionado.

La universidad cuenta con equipos de aires acondicionados importantes y su vez bastante costosos por lo que un buen plan de mantenimiento y operación ayuda a prolongar la vida y mejorar su funcionamiento. Se necesita llevar un registro de las tareas de mantenimiento, cambio de piezas, daños y soporte técnico de cada uno de los equipos críticos o primarios de prestan el servicio de aire acondicionado. Existen gran cantidad de programas computacionales para poder archivar esta información pero sus licencias son bastante costosas y no se amerita para el tipo de producción que se tiene en la universidad adquirir uno de estos. Pero a su vez existen programas como el PMX free (Instalado en la Workstation del edificio J) donde se puede hacer la hoja de vida de los equipos y poder llevar el plan de mantenimiento de cada uno de ellos, ahorrando papeleo y teniendo en cuenta fechas de mantenimiento preventivo planeado por los mismos administradores del sistema. Debido a que es un trabajo extenso, no lo puede hacer un empleado de la universidad de tiempo completo, se recomienda que exista la opción que algún monitor de la carrera de ingeniería mecánica pueda cumplir con esta sugerencia.

Control y manejo por web del sistema de aire acondicionado del edificio J.

Se recomienda hacer el uso del web client que el programa Continuum tiene para poder controlar y programar todo lo referente al sistema de aire acondicionado del edificio J. En el caso de estudio numero tal se encuentran las instrucciones de cómo acceder a esta recomendación.

Arranque y detención de los equipos 15 minutos antes de iniciar o finalizar las jornadas.

Basado en las observaciones de los tiempos que tarda en acondicionar las diferentes áreas el sistema de HVAC del edificio J, se recomienda que los equipos primarios sean programados para su encendido con tan solo quince minutos de anticipación, tiempo suficiente para generar la temperatura de suministro adecuada en las manejadoras y los fancoils.

Campañas educativas y de uso racional de los recursos energéticos disponibles en la universidad.

El uso racional de los recursos energéticos es un compromiso que implica la participación de toda la comunidad universitaria, desde los directivos, profesores, administrativos, estudiantes y trabajadores en general de la universidad, para lo cual se hace indispensable implementar una serie de campañas educativas con el fin de concientizar sobre el funcionamiento y correcto uso de los servicios de aire acondicionado que se prestan en el edificio J, así como otros servicios como son la iluminación, el agua potable, la energía eléctrica y el aire acondicionado del resto de la universidad.

Utilización de los equipos de aire acondicionado del edificio J como instrumento educativo de un proceso real de acondicionamiento de aire a gran escala.

La unidad enfriadora de agua-aire, la torre de enfriamiento, las bombas primarias, las bombas secundarias, el circuito de agua de condensación y el circuito de agua helada, por su ubicación en el sótano del edificio J, presenta facilidades para ser utilizados como herramientas de aprendizaje para los estudiantes de la universidad que ven materias como inducción a la ingeniería mecánica, inducción a la ingeniería civil, mecánica de fluidos, redes hidráulicas, diseño de maquinas I, diseño de maquinas II, sistemas de control o electivas como aire acondicionado y refrigeración o a los estudiantes de último grado de los colegios que buscan seleccionar una carrera para estudiar en las visitas que realizan como inducción pre-universitaria, como visita industrial sin salir de la universidad; al ser este un circuito en funcionamiento de un proceso de acondicionamiento de aire a gran escala, permitiendo entender cómo funciona, como se controla, como se monitorea y como se mantiene un sistema de HVAC actualmente. Adicionalmente se recomienda poner una reja en el espacio del Chiller para evitar el acceso y manipulación de los equipos y tableros de control por personas sin conocimientos de uso o los peligros que se pueden correr.

8. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de la práctica empresarial con los equipos de aire acondicionado de la Universidad Pontificia Bolivariana, se lograron aplicar los planes de manejo, operación y mantenimiento constituidos en un trabajo continuo comenzando con el practicante inmediatamente anterior.

En cuanto al consumo eléctrico se puede concluir que los equipos de aire acondicionado del edificio J se encuentran trabajando y prestando un servicio con pleno conocimiento de cuanto está consumiendo en energía y cuanto es el gasto que dicho sistema le genera a la universidad. Ya sabiendo cual es el consumo eléctrico de cada uno de los componentes de este sistema se puede saber cual programación o plan de manejo es el más adecuado para nuestra comunidad universitaria. En el caso específico, se logró ahorrar entre el 25% y 27%, dependiendo del tiempo, en el gasto de energía. A los equipos de aire acondicionado presentes en los salones de postgrados y auditorio mayor se hizo un estudio de corriente consumida, la cual está detallada en el manual de operación; como no se cuenta con un programa de automatización de dichos sistemas no es posible hacer un plan de manejo para el ahorro de costos y se limita a la utilización de los mismos por demanda, tratando de controlar el encendido y apagado cuando no se esté utilizando, es así como se recomienda la automatización de algunos de los aires presentes en el campus.

Uno de deberes de la universidad es el de brindar los mejores espacios, para que el estudiante se sienta lo más cómodo posible y poder rendir en las actividades estudiantiles al máximo, es por esto que la universidad se preocupa por el grado de confort que los usuarios tienen al hacer uso de dichos espacios. En este proyecto se veló por el bienestar de los estudiantes y se obtuvo una reacción positiva por parte de los mismos, logrando tener un

75% de satisfacción muy buena y excelente, en el confort que sintieron proveniente del aire acondicionado. Solamente un 4% de los encuestados tienen un grado regular de confort, pero se trabajaron en los comentarios al respecto para que este porcentaje sea cada vez menor. No falta comentar que trabajar con el confort es un parámetro muy cambiante y difícil, ya que los sentimientos de comodidad de las personas son muy variables e inciertos, y la idea fue mantenerlos en los rangos establecidos por las normas de la Sociedad Americana de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE).

Según los planes de mantenimiento establecidos para el edificio J, los cuales están basados en la inspección, se logró que los equipos tuviesen órdenes de trabajo programadas y realizadas por el equipo de mantenimiento de la universidad y no dejar que estos sistemas sigan aferrados a un mantenimiento reactivo o a falla. Así se pueden ahorrar gastos indirectos de paro del sistema o lo más importante, la falta de aire acondicionado en el edificio, perjudicando el confort de los usuarios. Con este plan de mantenimiento también se está cuidando y alargando la vida de nuestros equipos, haciendo que la oxidación sea un proceso más lento del normal y hacer que los lavados de equipos sea más espaciado en el tiempo. En cuanto al auditorio Juan Pablo II, se lograron recuperar de la falta de mantenimiento los equipos que componen el aire acondicionado. A estos se les hizo un mantenimiento por inspección y se amplió el plan de mantenimiento de las manejadoras ya existentes en el edificio J. los salones de postgrados se encuentran con un mantenimiento de limpieza de equipos e inspección de partes importantes. Estos equipos son de prioridad baja, y el mantenimiento invasivo aumenta los costos de operación.

Finalmente, a diferencia de empresas que se mantienen con la producción, la Universidad Pontificia Bolivariana se preocupa por los servicios académicos y de espacios adecuados para los estudiantes. Todo esto se logra con una

gestión entre los diferentes departamentos directivos y administrativos con los encargados de los equipos de aire acondicionado. Se logro una conexión de la escuela de ingeniería mecánica con el equipo de mantenimiento de la Universidad, haciendo que la práctica empresarial sea una oportunidad de experiencia edificante y al mismo tiempo ayudar a que la empresa optimice los servicios que presta.

BIBLIOGRAFÍA

- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC. HVAC Applications, 2007. Capitulo 21,
- BALTIMORE AIRCOIL COMPANY, Operation & Maintenance Manual, FXT Cooling Tower
- PROYECTOS Y SERVICIOS LTDA. Manual de operación y mantenimiento. Sistema de aire acondicionado. Edificio J, Universidad Pontificia Bolivariana.
- SUÁREZ Félix Germán. Plan de Manejo y Operación para el ahorro de energía del sistema de aire acondicionado del edificio J. Tercer informe Administrativo
- SUÁREZ Félix Germán. Plan de manejo y operación para el ahorro de energía del sistema de aire acondicionado del edificio J. Tercer informe Administrativo. P
- <http://www.york.com/products/unitary/minisplit/FTP/CommercialInformation/Chapter2/BE-MK25-55.pdf>
- <http://www.york.com/products/unitary/minisplit/FTP/CommercialInformation/Chapter2/BE-MC09-25.pdf>
- <http://www.upb.edu.co/bucaramanga>

ANEXOS

Anexo A. Solicitudes de Mantenimiento

Arquitecta

Luz Astrid Ramírez Chávez

Jefe departamento de servicios generales

Universidad Pontificia Bolivariana

Bucaramanga

Solicitud de Mantenimiento

Fecha de Solicitud: 17 de junio de 2009

Solicitado por: Pablo José Avellaneda Gómez

Sede: Campus UPB

Edificio: Edificio H

Espacio: Cuarto de manejadora frontal del sistema de aire acondicionado del auditorio JUAN PABLO II, ubicado en la parte trasera de la oficina de egresados.

Descripción de la solicitud:

Se requiere despejar el área de este cuarto ocupada por escritorios y archivadores, debido a que la manejadora absorbe todo el polvo y suciedad del entorno donde se encuentre haciendo que su eficiencia de funcionamiento sea más baja. Para un buen mantenimiento y operación de estos equipos se recomienda tener aseado el lugar y sin nada alrededor si es posible.

Arquitecta

Luz Astrid Ramírez Chávez

Jefe departamento de servicios generales

Universidad Pontificia Bolivariana

Bucaramanga

Solicitud de Mantenimiento

Fecha de Solicitud: 23 de junio de 2009

Solicitado por: Pablo José Avellaneda Gómez

Sede: Campus UPB

Edificio: Edificio H

Espacio: Cuarto de la manejadora secundaria del sistema de aire acondicionado del auditorio JUAN PABLO II.

Descripción de la solicitud:

Se requiere poner un bombillo led indicador en el tablero de potencia y un bombillo de techo en dicho cuarto.

Extensión: 562

Solicitud de Mantenimiento

Fecha de Solicitud: 4 de agosto de 2009

Solicitado por: Pablo José Avellaneda Gómez

Sede: Campus UPB

Edificio: Edificio H

Espacio: Cuarto de la manejadora primaria del sistema de aire acondicionado del auditorio JUAN PABLO II.

Descripción de la solicitud:

Se requiere hacer el cambio de la correa que transmite el movimiento del motor al ventilador de la manejadora primaria.

Comentario: En el arranque de la manejadora se produce un ruido agudo debido a que la correa patina en la polea del motor. Como mantenimiento preventivo debe hacerse el cambio de correa para evitar que se rompa en funcionamiento y eliminar el ruido que incomoda a la oficina de egresados junto a este cuarto.

Marca de la correa: Rexon

Referencia: A-55

Ext. 562

Arquitecta

Luz Astrid Ramírez Chávez

Jefe departamento de servicios generales

Universidad Pontificia Bolivariana

Bucaramanga

Solicitud de Mantenimiento

Fecha de Solicitud: 8 de octubre de 2009

Solicitado por: Pablo José Avellaneda Gómez

Sede: Campus UPB

Edificio: Edificio J

Espacio: Oficina Nuevas Tecnologías.

Descripción de la solicitud:

Se requiere hacer el desplazamiento de la tubería de desagüe del fancoil de esta oficina, 1.5 pulgadas hacia abajo para que por gravedad se pueda desocupar el agua acumulada en la bandeja del fancoil.

Comentario: De no hacerse esto, el agua se acumula hasta el punto de salirse de la bandeja del fancoil y caer en los equipos de computo de dicha sala.

Ext: 562

Arquitecta

Luz Astrid Ramírez Chávez

Jefe departamento de servicios generales

Universidad Pontificia Bolivariana

Bucaramanga

Solicitud de Mantenimiento

Fecha de Solicitud: xx de xxxxx de 2009

Solicitado por: Pablo José Avellaneda Gómez

Sede: Campus UPB

Edificio: Edificio H

Espacio: Cuarto de la manejadora primaria del sistema de aire acondicionado del auditorio JUAN PABLO II.

Descripción de la solicitud:

Se requiere hacer el cambio del dispositivo de graduación de temperatura actual por uno digital.

Comentario: Un grado de diferencia en la temperatura del aire acondicionado representa cambios significativos en el consumo y por consecuente en los gastos, con el dispositivo actual no se obtener una temperatura precisa. Con un dispositivo digital obtenemos la temperatura deseada de 22^a Celsius.

Anexo la fotografía del actual dispositivo indicador.

Extensión: 562



Floridablanca 6 de julio de 2009

Arquitecta

Luz Astrid Ramírez

Jefe de planta física UPB Bucaramanga

Apreciada arquitecta

Por medio de la presente se informa acerca del cambio de programación de horario de funcionamiento de la maquina enfriadora (Chiller) del sistema de aire acondicionado del edificio J.

Comentario: El Chiller cuenta con una tarjeta de programación horaria propia, la cual funciona de 7 de la mañana a 6 de la tarde con excepción de los viernes. Se cuenta con un programa de humedad relativa que consiste en iniciar los equipos de aire acondicionado de área libros a la hora que fuese, siempre y cuando el sensor detectara un valor superior al máximo establecido. Cuando este sensor detecta la alta humedad manda la orden de iniciar el sistema pero el Chiller se encuentra apagado por su programación y no encenderá si no se cambia su horario interno. El Chiller quedará habilitado para prenderse las 24 horas siempre y cuando sea necesario. Si no se presenta una alta humedad el Chiller hará su rutina diaria normal. Este sistema es muy importante a la hora de pensar en el cuidado de los libros que cuenta la biblioteca.

Agradecemos su atención

Pablo J. Avellaneda G.

Practicante administrador

Gilberto Fontecha

Director Práctica

Arquitecta

Luz Astrid Ramírez Chávez

Jefe departamento de servicios generales

Universidad Pontificia Bolivariana

Bucaramanga

Solicitud de Mantenimiento

Fecha de Solicitud: 19 de junio de 2009

Solicitado por: Pablo José Avellaneda Gómez

Sede: Campus UPB

Edificio: Edificio H

Espacio: Cuartos de las manejadoras del sistema de aire acondicionado del auditorio JUAN PABLO II.

Descripción de la solicitud:

Se requiere establecer una rutina de limpieza de los cuartos de las manejadoras (*barrer y trapear*) con una frecuencia de 1 vez cada quince días. Al terminar la limpieza la persona que hizo el trabajo deberá llamar al administrador para la firma del formato de registro y su aprobación.

Extensión: 562

Solicitud de Mantenimiento

Espacio: Cuarto de la manejadora frontal del sistema de aire acondicionado del auditorio Juan Pablo II

Descripción de la solicitud:

Se requiere retirar un cable negro que se utilizaba para un aire de ventana que existía en la oficina de egresados del edificio H. Este cable entra hasta el tablero de control ocupando un espacio y no se está utilizando.

Extensión: 562

Arquitecta

Luz Astrid Ramírez

Jefe departamento de servicios generales

Universidad Pontificia Bolivariana

Bucaramanga

Solicitud de Mantenimiento

Fecha de Solicitud: 31 de agosto de 2009

Solicitado por: Pablo José Avellaneda Gómez

Sede: Campus UPB

Edificio: Edificio J

Personal de mantenimiento

Según los planes de mantenimiento propuestos para los equipos del sistema de aire acondicionado de la Universidad Pontificia Bolivariana se necesita cierto personal para realizar las diferentes órdenes de trabajo.

Se necesitan dos personas encargadas de hacer la limpieza quincenal con la hidrolavadora para el área de la torre de enfriamiento y su estructura física.

Todos los equipos del sistema de aire acondicionado, tales como bombas, tuberías, tableros, etc., necesitan de una limpieza periódica, para evitar la oxidación, el polvo y el mal aspecto de los mismos, para eso se necesita de una persona con una hora diaria de disposición para hacer estas limpiezas.

Nota: Una vez aprobado el personal para las órdenes de trabajo, el administrador del sistema dará las pautas de cómo se deben hacer las limpiezas y que precauciones tener, así mismo se hará la supervisión del trabajo.

Ext: 562

Arquitecta

Luz Astrid Ramírez Chávez

Jefe departamento de servicios generales

Universidad Pontificia Bolivariana

Bucaramanga

Solicitud de Mantenimiento

Fecha de Solicitud: 13 de julio de 2009

Solicitado por: Pablo José Avellaneda Gómez

Sede: Campus UPB

Edificio: Edificio H

Espacio: Cuarto de la manejadora primaria del sistema de aire acondicionado del auditorio JUAN PABLO II.

Descripción de la solicitud:

Se requiere hacer el cambio de los rodamientos del blower de la manejadora primaria.

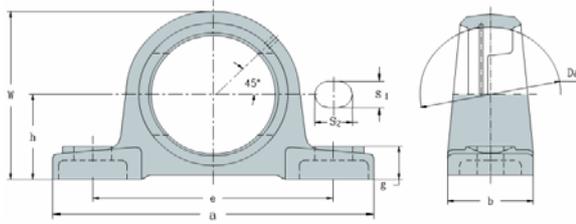
Comentario: El desgaste de estos rodamientos produce un ruido al arrancar la manejadora y un zumbido que se percibe dentro del auditorio, así como un desalineamiento avanzado y posible daño del blower.

Anexo referencia y descripción de chumaceras.

P205

Diámetro eje: 1 pulgada

Medida tornillo: ½ pulgada



Boundary dimensions(mm)									Mass	Bearing Number
Da	h	a	e	b	S1	S2	g	w	Kg	KML
52	36.6	140	105	38	13	16	16	70	0.75	PE205

Anexo B. Encuesta de confort



SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EDIFICIO J

Esta encuesta está diseñada para evaluar el servicio de aire acondicionado de las diferentes áreas que el edificio J de la Universidad Pontificia Bolivariana tiene disponible. Agradezco su colaboración para responder las siguientes preguntas.

Nombre: _____

E-mail: _____

Edad: _____

Sexo: M ___ F ___

CARGO

Estudiante ___ Administrativo ___ Directivo ___ Visitante ___

ESPACIO EVALUADO

<i>Área libros</i>		<i>Hemeroteca</i>		<i>Auditorio</i>		<i>Data center</i>	
<i>Sala 1</i>		<i>Sala 2</i>		<i>Sala 3</i>		<i>Sala TV</i>	
<i>Dirección</i>		<i>Compras</i>		<i>Producción</i>		<i>Videoteca</i>	
<i>Procesos Técnicos</i>		<i>Archivo Inactivo</i>		<i>Piso 4</i>			

ESTADO DEL AIRE ACONDICIONADO

Encendido ___ Apagado ___ No sabe ___

Para las siguientes preguntas responder de acuerdo a su criterio.

- 1- Considera que este espacio necesita aire acondicionado?
Si ____ NO ____
- 2- Cree usted que el estado térmico del espacio señalado anteriormente se encuentra:
Muy Frio: ____ Frio: ____ Normal: ____ Caliente: ____ Muy Caliente: ____
- 3- Como le gustaría que estuviera la temperatura.
Mas alta ____ Mas baja ____ La actual ____
- 4- Como se siente mejor?
Con aire acondicionado ____ Sin aire acondicionado ____
- 5- Hace uso del edificio J por sus espacios con aire acondicionado?
Si ____ No ____
- 6- Oye algún sonido ocasionado por el aire acondicionado?
Si ____ No ____
Si su respuesta es SI seguir con la pregunta numero 7, de lo contrario pasar a la número 8.
- 7- Le incomoda el sonido para seguir con la actividad en la que se encuentra?
Si ____ No ____
- 8- Ha tenido algún inconveniente con el sistema de aire acondicionado?
Si ____ No ____
Cual? _____

- 9- De acuerdo a los anteriores parámetros tales como la temperatura y el sonido, se siente usted conforme con el aire acondicionado del edificio J?
Si ____ No ____ Por qué?

- 10- Siendo 1 el más bajo y 5 el más alto, califique el grado de confort que usted experimenta cuando hace uso del espacio señalado.

1	2	3	4	5

- 11- Teniendo en cuenta el uso racional de los recursos energéticos disponibles seleccione cual de las siguientes opciones está dispuesto a realizar para generar un impacto positivo en el medio ambiente.

- Apagar la luz cuando no hay uso de un espacio.

- Cerrar las llaves de los grifos de agua para no malgastar este recurso

- De acuerdo a las condiciones climáticas, usar la vestimenta apropiada

para la disminución de la demanda de frio en el aire acondicionado _____

- Apagar el sistema de aire acondicionado cuando no sea necesario

- Ninguna de las anteriores

Observaciones

Anexo C. Formatos Registros de Mantenimiento

FORMATO REGISTRO DE MANTENIMIENTO

Fecha de mantenimiento:

Realizada por:

Lugar: Edificio H de la Universidad Pontificia Bolivariana.

Espacio:

Cuarto Manejadora Frontal

Cuarto Manejadora Posterior

Auditorio

Condensador 1

Condensador 2

Condensador 3

Condensador 4

Trabajo realizado:

Barrido

Trapeado

Limpieza de equipos

Inspección de Ductos

Pintado protección anticorrosiva

Otros

Otros:

Fecha Próximo Mantenimiento

Trabajo Supervisado por:

FORMATO REGISTRO DE MANTENIMIENTO

Fecha de mantenimiento:

Fecha próximo mantenimiento

Supervisado por _____

Realizado por _____

Lugar:

Área Torre Área Chiller Sótano Piso1 biblioteca Piso2
biblioteca

Espacio:

Cuarto Manejadora

Auditorio Sala 1 Hemeroteca Sala 3

Sótano edificio J

Área Chiller Bombas de Agua
 Ductos de agua de Condensación Torre de Enfriamiento

Trabajo realizado:

- Purga
- Chequeo de vibraciones
- Inspección por taponamientos
- Chequeo de fugas Agua Aceite
- Inspección de cuñeros
- Limpieza general Lavado Trapeado Barrido
- Limpieza de equipos Lavado Trapeado Barrido
- Inspección de ductos
- Inspección de corrosión
- Pintado con protección anticorrosiva
- Chequeo de calidad de agua
- Ajustes de tornillería

- Lubricación
- Medicion de voltajes

Otros:

Anexo D. Documentación tratamiento de aguas

Análisis No **AT - 09240 - 99**

RESULTADO DE ANALISIS DE AGUAS

Código F-39

Cliente: UNVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

Fecha de muestra: 28 de Agosto de 2009

Equipo: Torre **Horas trabajo:**

Producto: PI 250S **Dosis:** 600 ml semanal **Purgas:** 1 diaria de 4 Lts

PARÁMETRO	RANGO NORMAL	RESULTADO
Olor	Ninguno	Ninguno
Color	Transparente	Amarillo
Turbidez	2.0 NTU	60.0 NTU
pH	6.5 – 9.0	9.5
Dureza	500 ppm	90 ppm
Alcalinidad M	50 – 200 ppm	380 ppm
Sulfitos	5 ppm	2 ppm
Fosfatos	5 ppm	2 ppm
Sólidos Totales Disueltos	1200 ppm	640 ppm
Cloruros	120 ppm	60 ppm

ppm: Partes por millón

OBSERVACIONES:

Las condiciones fisicoquímicas del agua de la torre presentan una ligera mejoría en comparación al estudio anterior. Se observa inicialmente el aspecto visual de la muestra la cual denota control sobre la corrosión. El valor del pH se encuentra dentro del rango normal de operación.

Sin embargo en visita realizada al equipo se encontró que la configuración del equipo requiere la aplicación del producto PI 250T en lugar del PI 250S. Con esta sustitución se asegurará una protección más eficiente y óptima del equipo. La dosis de producto inicial es la misma: 1 litro de producto por 250 litros de agua presentes en el equipo. Se podría inicialmente establecer una dosis de 250 ml de dicho producto cada tres días.

Análisis No **AT - 09870 - 06**

**RESULTADO DE ANALISIS
DE AGUAS**

Código F-39

Cliente: UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

Fecha de muestra: 9 de diciembre de 2009

Equipo: Torre **Horas trabajo:**

Producto: PI 250S **Dosis:** 600 ml semanal **Purgas:** 1 diaria de 4 Lts

PARÁMETRO	RANGO NORMAL	RESULTADO
Olor	Ninguno	Ninguno
Color	Transparente	Transparente
Turbidez	2.0 NTU	2.0 NTU
pH	6.5 – 9.0	8.0
Dureza	500 ppm	30 ppm
Alcalinidad M	50 – 200 ppm	100 ppm
Sulfitos	5 ppm	2 ppm
Fosfatos	5 ppm	2 ppm
Sólidos Totales Disueltos	1200 ppm	50 ppm
Cloruros	120 ppm	10 ppm

ppm: Partes por millón

Floridablanca 21 de julio de 2009

Según lo hablado con la profesora Claudia Quintero el pasado viernes 17 de julio se llegaron a las siguientes conclusiones.

- Los resultados del análisis de aguas de la torre de enfriamiento muestra la presencia de un metal dentro del agua, debido a que tenemos una cantidad de sulfitos y fosfatos.
- La alcalinidad de 450 ppm es muy alta para nuestro equipo ya que esto es lo que está ayudando a la oxidación del mismo.
- Los rangos normales que la empresa a cargo del tratamiento muestra son muy altos y no se tiene conocimiento del porque de dichos rangos.
- Hacen faltan parámetros de análisis dentro del resultado, tales como los sólidos totales y los sólidos totales suspendidos.
- El pH de 9.5 está muy alto.
- Después de casi un mes y medio de tratamiento, los resultados nos muestran un aumento en la alcalinidad y pH, lo cual dice que el producto agregado ayuda al aumento de dichos parámetros.

Recomendaciones

Debido al nivel avanzado de oxidación en los equipos se recomienda hacer un lavado profundo de la torre de enfriamiento. Después de este lavado aplicar una pintura anticorrosiva en las partes internas de la torre y en las partes de contacto con el agua. También se recomienda pedir la descripción de componentes del producto PI250 que es aplicado en las aguas de condensación del sistema. Finalmente sería de gran que los análisis mensuales de aguas se hagan en el laboratorio de la universidad, este tiene un costo de \$85.850.

Ficha técnica

Pi 250t

Código I – 30 - 41

DESCRIPCIÓN GENERAL

Tratamiento líquido para torres de enfriamiento que ataca las algas y previene su desarrollo. También contiene inhibidores de corrosión especiales para prevenir el deterioro en torres de enfriamiento y solubilizantes de carbonatos para control de incrustaciones.

USOS

Lamicida, algicida e inhibidor de corrosión para torres de enfriamiento.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

APARIENCIA

Líquido transparente

COLOR

Naranja

GRAVEDAD ESPECIFICA	1.05 – 1.07
OLOR	Ninguno
pH	12.0 – 13.0
SOLUBILIDAD	Completa en agua
ESTABILIDAD	Un año en condiciones normales de almacenamiento
PRESENTACIÓN	Tambor de 20, 60 y 208 litros.



PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACION
DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL E
INSTITUCIONAL, DISEÑO Y DESARROLLO
DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL E
INSTITUCIONAL, SERVICIO DE ANÁLISIS
DE TRATAMIENTO QUÍMICO PARA AGUAS
DE EQUIPOS INDUSTRIALES, COMO
CALDERAS, BANCOS DE HIELO, TORRES
DE ENFRÍAMIENTO Y SHILLERS.
CERTIFICADO C007/2026

Bucaramanga, 9 de Julio 2009-07-10

Señores

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ING. PABLO AVELLANEDA
DTO. DE MANTENIMIENTO
CIUDAD

Cordial saludo

De acuerdo a la visita realizada el día Martes 7 de Julio, a las instalaciones donde funciona su equipo de refrigeración, hacemos la siguiente recomendación:

Se debe cambiar la totalidad del agua del sistema e iniciar el tratamiento aplicando un choque de PI250 S (8 litros) y seguir adicionando un litro cada 15 días, y una purga diaria de 10 segundos a cada llave, y así inhibir la acción del agua contra las paredes del equipo.

Proceso que debe realizarse en la torre como mínimo una vez por mes y así se evita que los sólidos más disueltos se adhieran por saturación en el serpentín y paredes de la piscina y del sistema. Labor asesorada por nosotros sin costo alguno

Recomendamos habilitar las purgas que están, pero que se encuentran anuladas, para así poder purgar el equipo como es debido ; tanto en tubería

(recorrido) y el intercambiador., e instalar una válvula en la parte más baja del mismo para descargue total y así hacerle un barrido mensual como mínimo; y cuando se lave drene inmediatamente todo el sistema.

La única purga existente en la parte baja es de ¼ de pulgada, la cual no permite un desalojo adecuado.

Esperamos estas sugerencias sean de utilidad para ustedes, y aprovechamos una vez más para ratificarnos como sus servidores y amigos.

Cordialmente

PROVINAS

ERNESTO PALMERA RODRIGUEZ
GERENTE.

Anexo E. Actas de visitas

 Edificios y Procesos Ingeniería Ltda	DOCUMENTO SOPORTE	FECHA: 25/06/2009 31/08/2009
	ACTA DE VISITA DE OBRA PROYECTO EDIFICIO J UPB	HOJA 1 DE 2

HORA DE INICIO: 8:00 am	LUGAR: UPB
HORA DE TERMINACIÓN: 11:30 am	ELABORADA POR: Luis Alberto Rojas Soto

PARTICIPANTES		
NOMBRE	FIRMA	COMPAÑIA
Pablo Avellaneda	<i>Pablo Avellaneda</i>	UPB
Luis Rojas Soto	<i>Luis Rojas Soto</i>	EP

ÍTEM	TEMAS TRATADOS
1	Se instala sistema Continuum en Red, y se entregan ^{don} Ordenes Pautas para acceder a el mismo
2	Queda pendiente ^{configuración} instalación del webClient por problemas en configuración.
	Nota: Se debe tener en cuenta que el sistema al estar en red esta expuesto a los riesgos de contagio de virus por esto se recomienda mantener el antivirus de la cyberstation Actualizado.

E&P INGENIERIA LTDA NIT 900.127.545-3
 INGENIERIA Y SUMINISTROS PARA EDIFICIOS Y PROCESOS
 Carrera 25 No. 48-39 Telefax: 57(6) 575161
 mrueda@epingenieria.com - ingenieria@epingenieria.com
 Bucaramanga - Colombia

 Edificios y Procesos Ingeniería Ltda	DOCUMENTO SOPORTE	FECHA: _15_/10/_2009_
	ACTA DE VISITA DE OBRA PROYECTO EDIFICIO J UPB	HOJA _1 DE 2_

HORA DE INICIO: 2:00 pm	LUGAR: UPB
HORA DE TERMINACIÓN: 6:00 pm	ELABORADA POR: Luis Alberto Rojas Soto

PARTICIPANTES		
NOMBRE	FIRMA	COMPAÑIA
Pablo Avellaneda	<i>Pablo J. Avellaneda</i>	UPB
Luis Alberto Rojas	<i>Luis Alberto Rojas</i>	EP INGENIERIA

ÍTEM	TEMAS TRATADOS
1	Instalacion completa de la sistema cyberstation en red.
2	Instalacion y Visualizacion del WebClient, por medio de la red a travez de un PC diferente a la cyberstation.
3	Se realiza back UP del sistema y se ubica en el escritorio de la cyberstation

E&P INGENIERIA LTDA NIT 900.127.545-3
INGENIERIA Y SUMINISTROS PARA EDIFICIOS Y PROCESOS
Carrera 25 No. 48-39 Telefax: 57(6) 575161
maveda@epingenieria.com - ingenieria@epingenieria.com
Bucaramanga - Colombia

 Edificios y Procesos Ingeniería Ltda	DOCUMENTO SOPORTE	FECHA: 22 / 07 / 2009
	ACTA DE VISITA DE OBRA PROYECTO EDIFICIO J UPB	HOJA 1 DE 2

HORA DE INICIO: 2:00 pm	LUGAR: UPB
HORA DE TERMINACIÓN: 6:30 pm	ELABORADA POR: LUIS ROJAS

PARTICIPANTES		
NOMBRE	FIRMA	COMPAÑIA
Pablo Avellaneda	<i>Pablo Avellaneda</i>	UPB
Luis Rojas Joto	<i>Luis Rojas Joto</i>	EP

ÍTEM	TEMAS TRATADOS
1	Se instala WebClient con el problema que por culpa del antivirus se desinstala los ejecutables del software Continuum lo que hace que se vuelva a instalar ambos softwares.
2.	Se realiza una copia del sistema y se ubica en el escritorio de la cyberstation.
	Se recomienda: Pasar Antivirus a la cyberstation para mantenerla en buen estado

E&P INGENIERIA LTDA NIT 900.127.545-3
INGENIERIA Y SUMINISTROS PARA EDIFICIOS Y PROCESOS
Carrera 25 No. 48-39 Telefax: 57(6) 575161
mrueda@epingenieria.com - ingenieria@epingenieria.com
Bucaramanga - Colombia

 Edificios y Procesos Ingeniería Ltda	DOCUMENTO SOPORTE	FECHA: 25 / 06 / 2009
	ACTA DE VISITA DE OBRA PROYECTO EDIFICIO J UPB	HOJA 1 DE 2

HORA DE INICIO: 8:15 am.	LUGAR: UPB.
HORA DE TERMINACIÓN: 5:00 pm.	ELABORADA POR: Luis Alberto Rojas.

PARTICIPANTES		
NOMBRE	FIRMA	COMPAÑIA
Pablo Avellaneda	<i>[Firma]</i>	UPB.
Luis Alberto Rojas.	<i>[Firma]</i>	EPINGENIERIA

ÍTEM	TEMAS TRATADOS
1	Revisión de Programa de chiller: Para el control del encendido
2	Revisión de Programa humedad: En donde se permita la habilitación de encendido del chiller todo el tiempo para que funcione el programa correspondiente.
3	Se Revisa. Programas del segundo piso ^{J.P.C.} por no funcionamiento del mismo.
4	
	Nota: Se encuentra diferencias entre el dato de la tabla con respecto al programa Continuum en su identificación de
	Se inician pruebas de encendido de la bomba manipulando sensor de presión pero no se encuentra punto de referencia para su encendido.
	Se encuentra que al intentar instalar el sistema en red se encuentra deficiencia en licencia de WebClient, lo que no permite colocar el sistema en red.

E&P INGENIERIA LTDA NIT 900.127.545-3
INGENIERIA Y SUMINISTROS PARA EDIFICIOS Y PROCESOS
Carrera 25 No. 48-39 Telefax: 57(6) 575161
mirueda@epingenieria.com - ingenieria@epingenieria.com
Bucaramanga - Colombia

Anexo F. Monitor General Plataforma continuum

BIICHILLER = 1

inicio:

```
If HORARIOHAB = On then
  If HOR.CHILLERHAB = On then
    Goto condicion
  Else
    Goto chilleroff
  Endif
Else
  If HORARIOESP = On then
    If HORARIOESPCHIEQ = On then
      Goto condicion
    Else
      Goto chilleroff
    Endif
  Else
    If HORARIOVAC = On then
      If HORARIOVACACHIEQ = On then
        Goto condicion
      Else
        Goto chilleroff
      Endif
    Else
      Goto inicio
    Endif
  Endif
Endif
```

condicion:

```
If UPBAIRE\NC2\TCHVAC01\TTA1 < 22 and UPBAIRE\NC2\TCHVAC01\TTA2 < 22 and
UPBAIRE\NC2\TCHVAC04A\TTA3 < 22 and UPBAIRE\NC2\TCHVAC04A\TTA4 < 22 and
UPBAIRE\NC2\TCHVAC04A\TTA5 < 22 and UPBAIRE\NC2\TCHVAC04A\TTA6 < 22 and
UPBAIRE\NC2\TCHVAC04A\TTA7 < 22 and ~
UPBAIRE\NC2\TCHVAC01\TTA8 < 22 then
```

```

    If UPBAIRE\NC2\TCHVAC01\V3V1 = 0 and UPBAIRE\NC2\TCHVAC02\V3V2 = 0 and
UPBAIRE\NC2\TCHVAC02\V3V3 = 0 and UPBAIRE\NC2\TCHVAC02\V3V4 = 0 and
UPBAIRE\NC2\TCHVAC03\V3V5 = 0 and UPBAIRE\NC2\TCHVAC03\V3V6 = 0 and
UPBAIRE\NC2\TCHVAC03\V3V7 = 0 then
    If UPBAIRE\NC2\TCHVAC03\HR1 < 75 then
        Goto chilleroff
    Else
        Goto Chilleron
    Endif
Else
    Goto Chilleron
Endif
Else
    Goto Chilleron
Endif

```

chilleroff:

```

UPBAIRE\NC2\TCHVAC06A\RS15 = Off
UPBAIRE\NC2\TCHVAC06A\RS17 = Off
UPBAIRE\NC2\TCHVAC06A\RS16 = Off
Goto inicio

```

Chilleron:

```

Goto delay1

```

delay1:

```

If TS > 3 then
    Goto Bcondensacion
Else
    Goto delay1
Endif

```

Bcondensacion:

```

If UPBAIRE\NC2\TCHVAC06B\RS25 = On then
    UPBAIRE\NC2\TCHVAC06A\RS17 = On

```

```
Goto delay2
Else
  UPBAIRE\NC2\TCHVAC06A\RS17 = Off
  Goto delay2
Endif
```

```
delay2:
  If TS > 3 then
    Goto Chiller
  Else
    Goto delay2
  Endif
```

```
Chiller:
  UPBAIRE\NC2\TCHVAC06A\RS16 = On
  UPBAIRE\NC2\TCHVAC06A\RS15 = On
  Goto delay
```

```
delay:
  If TS > 3 then
    Goto inicio
  Else
    Goto delay
  Endif
```

**Anexo G. Horas Promedio de uso sala TV. En los meses de Agosto
Septiembre y octubre**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
3 10 am-12 m 2 horas	4 8 am-12 m 2 pm-4 pm 6 horas	5 8 am-12 m 4 horas	6 8 am- 12m 4 pm-6 pm 6 horas	7	8

10 8 am-12 m 4 pm-5 pm 5 horas	11	12 8 am-11 am 3 horas	13 8 am-10 am 2 horas	14 8 am-12 m 2 pm-5 pm 7 horas	15 10 am-12 m 2 horas
---	----	-----------------------------	-----------------------------	---	-----------------------------

17	18 8 am-10 am 3 pm-5 pm 4 horas	19 8 am-11 am 4 pm-5 pm 4 horas	20 8 am-10 am 4 pm-6 pm 4 horas	21 8 am-12m 2 pm-6 pm 8 horas	22
----	--	--	--	--	----

24 10 am-12 m 2 pm-5 pm 5 horas	25 8 am-10 am 2 pm-4 pm 4 horas	26 8 am-12 m 2 pm-4 pm 6 horas	27 8 am-12 m 4 pm-6 pm 6 horas	28 10 am-12 m 6 pm-8 pm 4 horas	29
--	--	---	---	--	----

31 10 am-12 m 2 pm-5 pm 5 horas
--

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
-------	--------	-----------	--------	---------	--------

1 8 am-10 am 2 horas	2 8 am-12 m 2 pm-4 pm 6 horas	3 8 am-10 am 2 horas	4 6 pm-8 pm 2 horas	5
-----------------------------------	---	-----------------------------------	----------------------------------	---

7 10 am-12 m 3 pm-5 pm 4 horas	8 8 am-12 m 4 horas	9 8 am-10 am 2 horas	10 8 am-10 am 4 pm-6 pm 4 horas	11 9 am-12 m 6 pm-8 pm 5 horas	12
--	----------------------------------	-----------------------------------	---	--	----

14 8 am-10 am 3 pm- 5 pm 4 horas	15 8 am-11 am 3 horas	16 8 am- 12m 2 pm-4 pm 6 horas	17 8 am-10 am 4 pm-6 pm 4 horas	18 10 am-12 m 4 pm-8 pm 6 horas	19
--	------------------------------------	--	---	---	----

21 10 am-12 m 2 pm-5pm 5 horas	22 8 am-12 m 4 horas	23	24 8 am-12 m 4 pm-6 pm 6 horas	25 10 am- 12 m 2 pm-8 pm 8 horas	26
--	-----------------------------------	----	--	--	----

28 8 am-12 m 3 pm-5 pm 6 horas	29 10 am- 12 m 4 pm-6 pm 4 horas	30 8 am-12 m 2 pm-6 pm 8 horas
--	--	--

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	sábado
-------	--------	-----------	--------	---------	--------

1 8 am-10 am 2 pm-6 pm 6 horas	2 8 am-12 m 2 pm-8 pm 10 horas	3 8 am-12 m 4 horas
---	---	---------------------------

5 10 am-12 m 2 pm-6 pm 6 horas	6 8 am-12 m 2 pm-6 pm 8 horas	7 8 am-12 m 2 pm-6 pm 8 horas	8 8 am-12 m 2 pm-6 pm 8 horas	9 8 am-12 m 2 pm-8 pm 10 horas	10
---	--	--	--	---	----

12	13 10 am-12 m 2 horas	14	15 4 pm-6 pm 2 horas	16 6 pm-8 pm 2 horas	17
----	-----------------------------	----	----------------------------	----------------------------	----

19 10 am-12 m 3 pm-5 pm 4 horas	20 10 am-12 m 2 horas	21 8 am-12 m 2 pm-6 pm 8 horas	22 8 am-12 m 2 pm-6 pm 8 horas	23 8 am-12 m 2 pm-8 pm 10 horas	24
--	-----------------------------	---	---	--	----

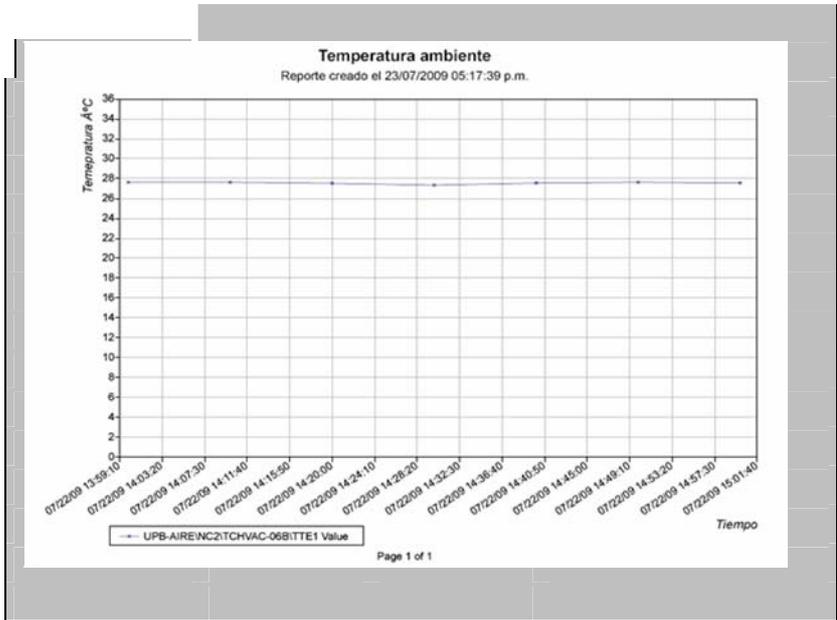
26 10 am-12 m 3 pm-5 pm 4 horas	27	28	29 4 pm-6 pm 2 horas	30 6 pm-8 pm 2 horas	31
--	----	----	----------------------------	----------------------------	----

Promedios en horas

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
4,555555556	3,3	4,583333333	4,566666667	6,127777778	0,433333333

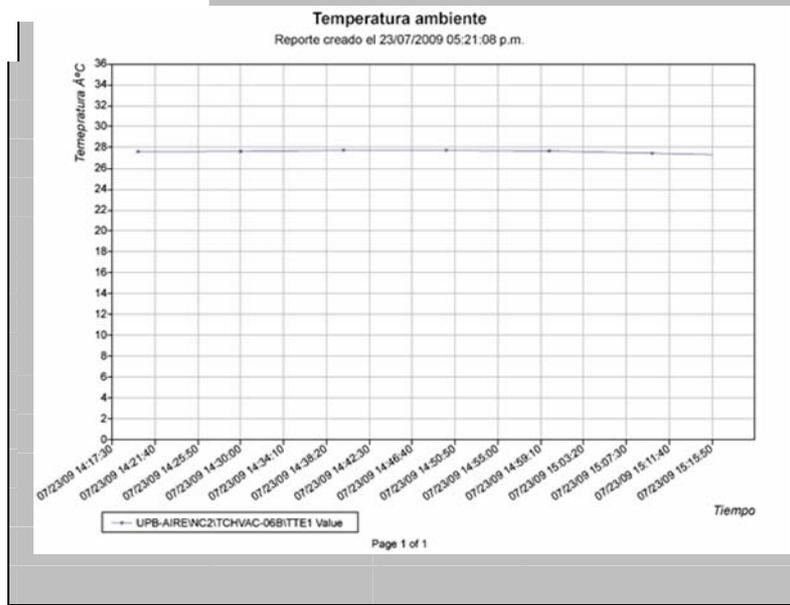
Anexo H. Estudio Funcionamiento Torre de Enfriamiento

Estado Inicial	On		
Hora	2:13.00		
Día	22-Jul		
Enciende	Si T ^o >25		
Apaga	Si T ^o <25		
Estado	Duracion (s)	Hora	Tiempo en detenerse (s)
Off	157	2:15.29	25
On	186	2:18.06	
Off	171	2:21.12	28
On	176	2:24.03	
Off	171	2:26.59	28
On	185	2:29.50	
Off	152	2:32.55	28
On	190	2:35.27	
Off	165	2:38.37	27
On	186	2:41.22	
Off	163	2:44.28	28
	1902		
Estado final	Off		
Hora	2:47.11		
Estado	Promedio (s)	Minutos	1,131358529
On	184,6	3,076666667	
Off	163,1666667	2,719444444	



Estado Inicial	On		
Hora	2:34.00		
Día	23-Jul		
Enciende	Si T°>27		
Apaga	Si T°<27		
Estado	Duracion (s)	Hora	Tiempo en detenerse (s)
Off	189	2:35.45	28
On	192	2:38.54	
Off	163	2:42.06	28
On	210	2:44.49	
Off	156	2:48.19	30
On	207	2:50.55	
Off	161	2:54.22	29
On	202	2:57.03	
Off	158	3:00.25	28
On	201	3:03.03	
Off	162	3:06.24	29
	2001		
Estado final	Off		
Hora	3:09.06		

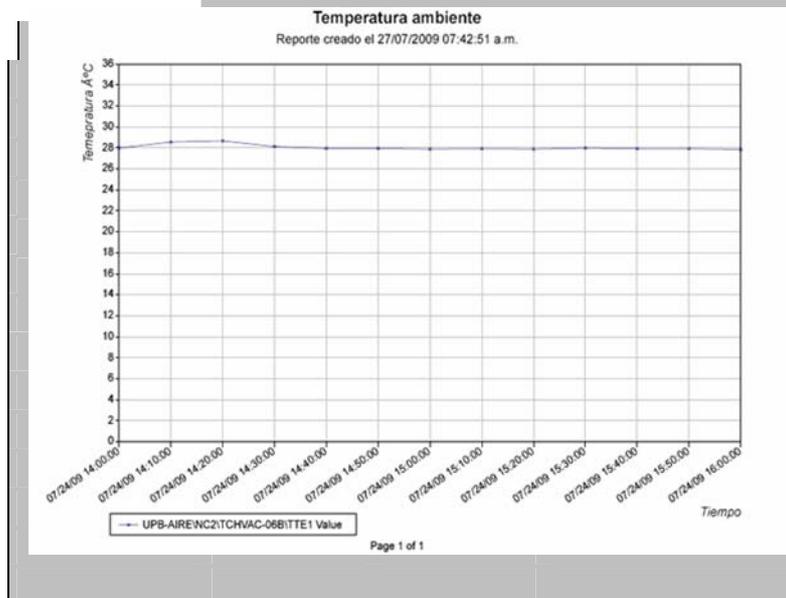
Estado	Promedio (s)	Minutos	1,227906977
On	202,4	3,3733333	
Off	164,8333333	2,7472222	



Estado Inicial	On		
Hora	2:17.00		
Día	24-Jul		
Enciende	Si T°>29		
Apaga	Si T°<27		
Estado	Duracion (s)	Hora	Tiempo en detense (s)
Off	472	2:20.00	28
On	527	2:27.52	
Off	465	2:36.39	28
On	580	2:44.24	
Off	469	2:54.04	28
On	475	3:01.53	
Off	466	3:09.48	28
On	538	3:17.34	
Off	460	3:26.32	28
On	498	3:34.12	
Off	466	3:42.30	28

	5416	
Estado final		Off
Hora		3:50.16

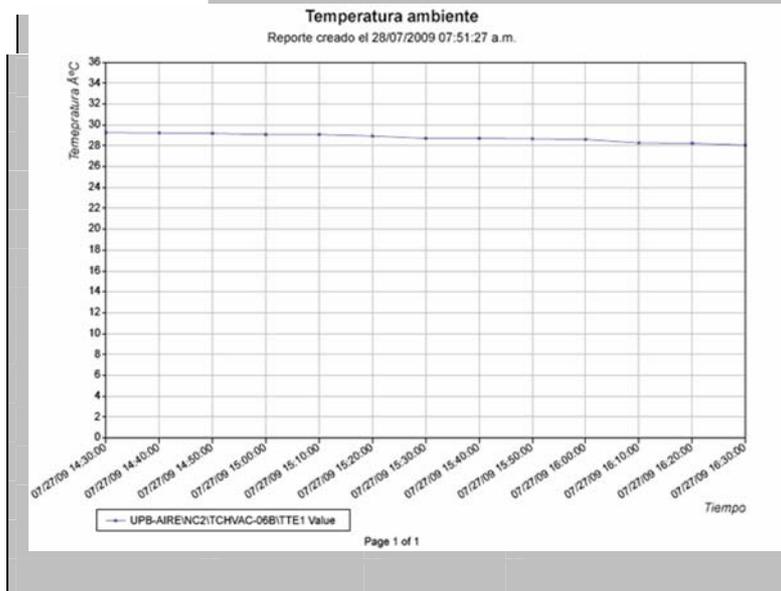
Estado	Promedio (s)	Minutos	1,122802001
On	523,6	8,726666667	
Off	466,3333333	7,772222222	



Estado Inicial	On
Hora	2:52.00
Día	27-Jul
Enciende	Si T°>27
Apaga	Si T°<25

Estado	Duracion (s)	Hora	Tiempo en detenerse (s)
Off	559	2:56.15	28
On	408	3:05.34	
Off	326	3:12.22	29
On	359	3:17.48	
Off	373	3:23.47	28
On	402	3:33.00	
Off	310	3:39.42	30

On	372	3:44.52	
Off	555	3:51.04	29
On	342	4:00.19	
Off	331	4:06.01	29
4337			
Estado final		Off	
Hora		4:11.32	
Estado	Promedio (s)	Minutos	0,920782396
On	376,6	6,2766667	
Off	409	6,8166667	



Anexo I. Manual de Operación y Mantenimiento Auditorio Juan Pablo II

1. Componentes del sistema

El sistema de refrigeración encargado de mantener las condiciones de confort en el auditorio mayor de la Universidad Pontificia Bolivariana cuenta con dos circuitos de ductos encargados de distribuir el aire enfriado por todo el auditorio con capacidad para 304 personas.

1.1 Circuito primario

Cuenta con dos unidades condensadoras marca YORK ubicadas al lado de la subestación eléctrica en el área del edificio H, visible en la figura 1.



Figura 1. Grupo de condensadoras.

La distribución del aire enfriado es llevada a cabo por una unidad manejadora de aire marca YORK, observada en la figura 2, que se encuentra ubicada en el cuarto posterior de la oficina de postgrados en el edificio H y por medio de ductos acondiciona el primer sector del auditorio, como lo muestra la figura 3.



Figura 2. Manejadora de aire circuito primario

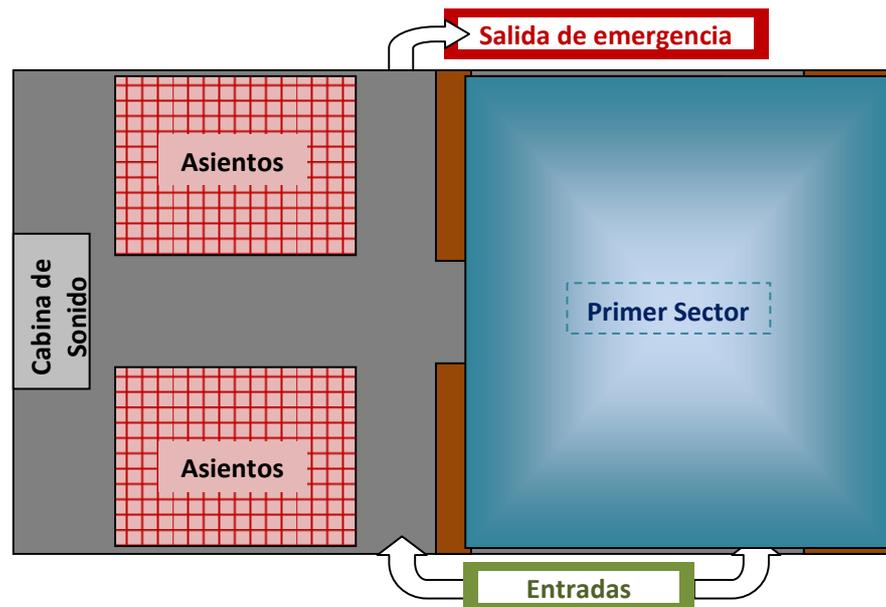


Figura 3. Esquema de planta circuito primario auditorio Juan Pablo II

El sistema de encendido y apagado (*on-off*) y de control de temperatura del circuito primario, figura 4 y figura 5 respectivamente, están ubicados en el junto a la unidad manejadora de aire primaria.

El tablero de control es el encargado de regir la secuencia de encendido. En su interior se encuentran:

- Fases de voltaje: Dos fases y un neutro, para una tensión de 220v.
- *Breakers* de potencia: encargados de energizar las unidades condensadoras y la unidad manejadora.
- Transformador.
- Termostato.
- Fusibles.

El tablero de control alimenta y gobierna la sucesión de eventos para el encendido. Mediante una perilla *On-Off*, figura 10, se manipula el paso de energía al circuito interno que activa la unidad manejadora y las condensadoras. El termostato de la figura 5, presente en el tablero de control, permite manipular la temperatura a la que se encuentra el auditorio, y, finalmente para el monitoreo de las unidades, el tablero cuenta con tres luces que indican al iluminarse que la unidad se encuentra encendida y viceversa, figura 11.



Figura 4. Tablero de potencia circuito primario



Figura 5. Control de temperatura circuito primario

1.2 Circuito secundario

Al igual que el primario cuenta con dos unidades condensadoras marca YORK ubicadas junto a las unidades del circuito primario, como lo muestra la figura 1.

La distribución del aire enfriado es llevada a cabo por una unidad manejadora de aire marca YORK, presente en la figura 7. La manejadora tiene su cuarto propio en la esquina sur-oriental del edificio H y por medio de ductos acondiciona el segundo sector del auditorio que incluye la cabina de sonido, como lo muestra la figura 6.

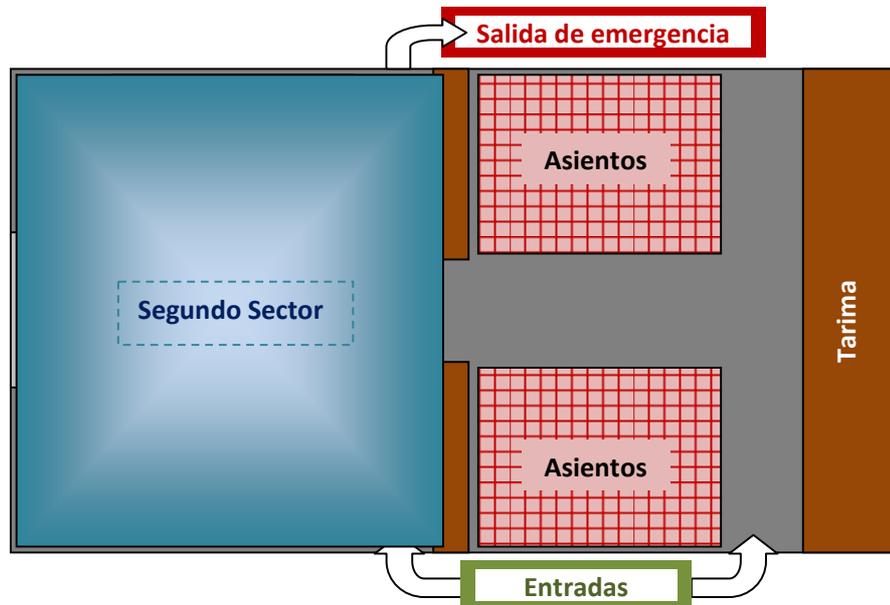


Figura 6. Esquema de planta circuito secundario auditorio Juan Pablo II



Figura 7. Manejadora de aire circuito secundario

El sistema de encendido y apagado (*on-off*) y de control de temperatura del circuito secundario, figura 8 y figura 9 respectivamente, están posicionados en el tablero de potencia ubicado en el mismo cuarto.

El tablero de control es el encargado de regir la secuencia de encendido. En su interior se encuentran:

- Fases de voltaje: Dos fases y un neutro, para una tensión de 220v.
- *Breakers* de potencia: encargados de energizar las unidades condensadoras y la unidad manejadora.
- Transformador.
- Termostato.
- Fusibles.

El tablero de control alimenta y gobierna la sucesión de eventos para el encendido. Mediante una perilla *On-Off*, figura 10, se manipula el paso de energía el circuito interno que activa la unidad manejadora y la o las condensadoras. El termostato de la figura 9, presente en el tablero de control, permite manipular la temperatura a la que se encuentra el auditorio, y, finalmente para el monitoreo de las unidades, el tablero cuenta con tres

luces que indican al iluminarse que la unidad se encuentra encendida y viceversa, figura 11.



Figura 8. Tablero de potencia circuito primario



Figura 9. Control de temperatura circuito secundario



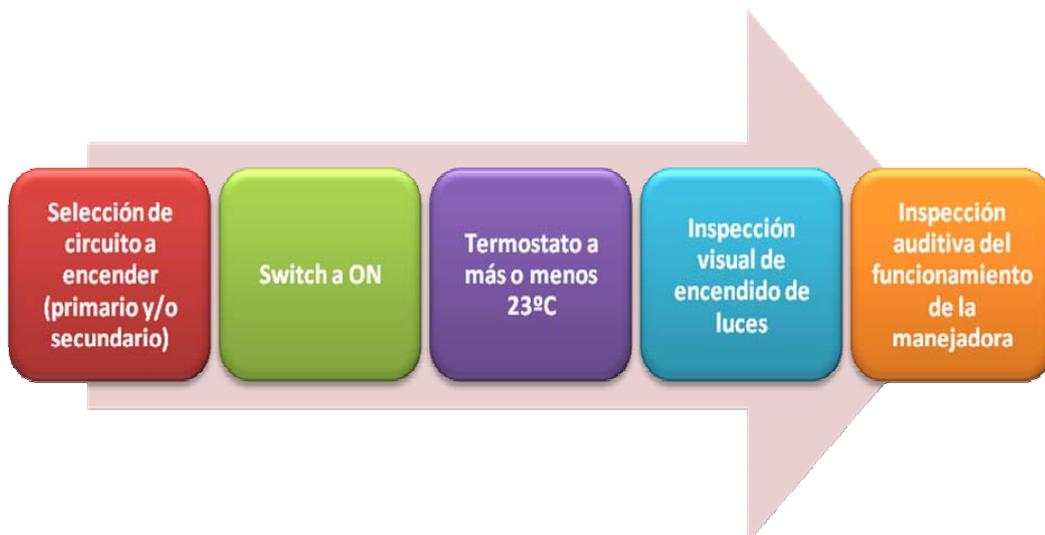
Figura 10. Perilla On-Off



Figura 11. Bombillos indicadores de encendido

2. Protocolo de encendido

El encendido de los circuitos es manual, independiente y obedece a la demanda del momento.



Nota 1: El encendido de las unidades condensadoras por circuito, es automático y es realizado dependiendo de la carga térmica presente en el auditorio. Por lo que al inicio de este proceso solo se enciende una y al aumentar la carga térmica es activada la siguiente.

Nota 2: El encendido de los circuitos depende de la ocupación del recinto. Cuando haya 1/3 del auditorio ocupado, es decir, alrededor de 100 personas, solo será necesario un circuito en funcionamiento. En caso de que este número de personas sea mayor, se procederá a encender el segundo circuito.

3. Monitoreo y control del sistema

El sistema de aire acondicionado del auditorio Juan Pablo II, cuenta con un termostato, ubicado en el panel de control, que regula la temperatura dentro del recinto. Por condiciones de confort el valor de la temperatura oscila entre más o menos 23°C, figura 12.

Al no contar con un control “fino” de temperatura, el sistema tiende a afectar en ocasiones el confort de los usuarios.

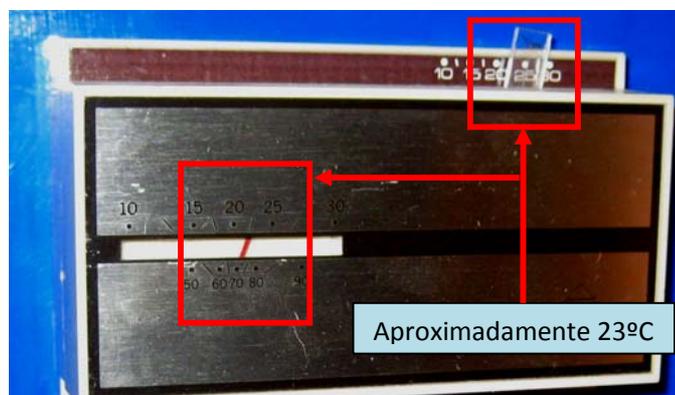


Figura 12. Graduación de temperatura de los circuitos de aire acondicionado

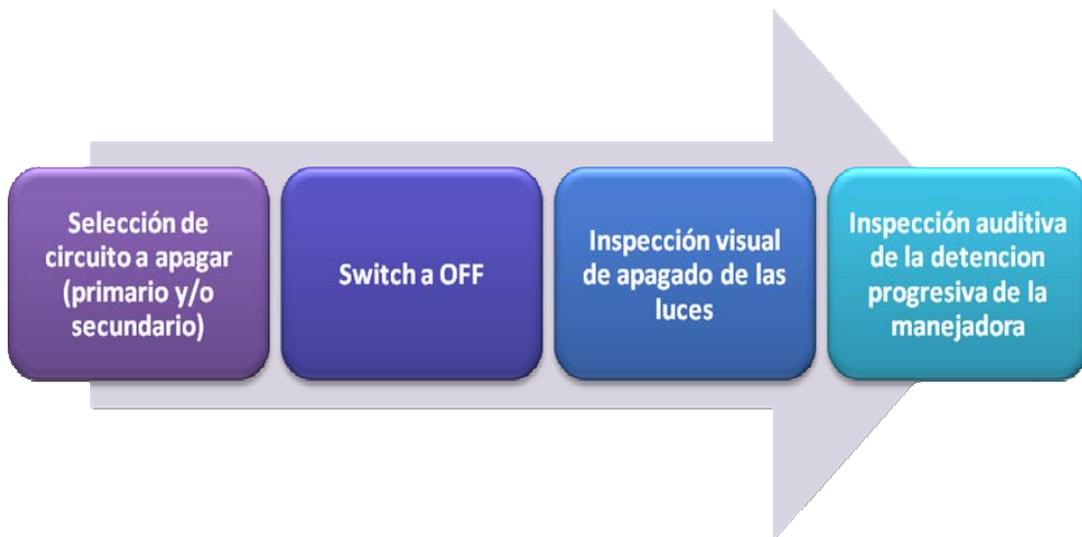
Para el monitoreo de las unidades, el tablero cuenta con tres luces que indican al iluminarse que la unidad se encuentra encendida y al no estar encendidas demuestran el estado apagado de la respectiva unidad, figura 13.



Figura 13. Tablero de potencia con bombillos indicadores

4. Protocolo de apagado

El apagado de los circuitos es manual, independiente y obedece a la demanda del momento.



5. Mantenimiento

ADVERTENCIA: LAS LABORES DE MANTENIMIENTO O REPARACION DE LOS EQUIPOS DEBEN SER REALIZADAS POR PERSONAL CALIFICADO Y SEGÚN LAS RECOMENDACIONES EXPUESTAS.

Una vez que el sistema haya sido conectado y encendido para servicio continuo, los procedimientos de operación y de mantenimiento deben estar vinculados. El funcionamiento y la operación de estas máquinas, generan situaciones de riesgo que pueden ocasionar lesiones o daños al equipo si no se manejan de la forma adecuada. La mayoría de estas situaciones son generadas por riesgos eléctricos aunque también se presentan por riesgos mecánicos. A continuación se hace referencia a las normas de seguridad que aplican para la operación e intervención de estas máquinas por parte de personal:

Intervención de tipo Eléctrica:

- Antes de acceder a los componentes eléctricos de las máquinas de ventilación para dar servicio o mantenimiento, desconecte la fuente de energía eléctrica, bloquee los breakers y señalice la realización de trabajos.
- Comprobar la ausencia de corriente con instrumento de medición apropiado.

Intervención de tipo Mecánica:

- No realizar ningún tipo de intervención mecánica sin previa autorización del personal responsable.

- Tener especial precaución con el trabajo en alturas, al momento de intervenir los equipos de ventilación y tener precaución con los aspas de los ventiladores.

El mantenimiento y la frecuencia de revisión del sistema de aire acondicionado es planteado de acuerdo a las condiciones de servicio y operación del auditorio Juan Pablo II. La siguiente es una lista de comprobación que en lista las operaciones y actividades de servicio requeridas para la inspección y el mantenimiento de la unidad manejadora de aire y de condensación, y el periodo de tiempo en que deben realizarse.

Mantenimiento e inspección para la unidad manejadora de aire:

Bimensual

- Revisar visualmente el estado general de las conexiones eléctricas.
- Inspeccionar los filtros de aire de la unidad. Limpiar o reemplazar según se requiera.
- Inspeccione el drenaje para asegurar que esté limpio y permita el flujo de condensado a través de las líneas de drenaje.

Anual

Además del bimensual:

- Inspeccionar la unidad en busca de corrosión y pérdida de tornillos.
- Inspeccionar la rueda del ventilador y la carcasa. Limpie si es necesario.
- Revisar la polea del motor y la polea del ventilador para alineación y que los tornillos estén ajustados. Ajustar la tensión de la correa si es necesario.

- Inspeccionar todo el serpentín en busca de fugas. Inspeccionar las aletas del serpentín por suciedad excesiva o daño, limpie y repare si es necesario.
- Revisar los ductos en todo su recorrido, en las uniones de los tramos de ducto, codos y reducciones en busca de fugas.
- Verificar conexiones eléctricas, estado y ajuste de borneras.
- Verificar y ajustar si es necesario toda la tortillería.

Mantenimiento e inspección para las unidades condensadoras:

Bimensual

- Revisar visualmente el estado general de las conexiones eléctricas.
- Tome medidas de amperaje de los compresores y compárelas con las registradas en la ficha técnica y protocolo de prueba.

Semestral

Además del bimensual:

- Revisar los parámetros de refrigeración en el compresor y en el circuito en general, medir presiones de alta y baja para detectar ya sean sobre presiones o caídas de presión (seguir indicaciones de la carta para diagnóstico de fallas) y revisar el enfriador en busca de residuos de aceite con el fin de detectar fugas.
- Chequeo de operación del circuito de control, y revisión de los controles.
- Lavar serpentines del condensador con detergente, con abundante agua, cuidando de no aplastar ni dejar residuos que afecten el aleteado de aluminio.
- Verificar conexiones eléctricas, estado de ajuste de borneras.

Anualmente

Además del Semestral:

- Revisar las caídas de presión en el circuito de refrigeración a través de los filtros secadores; cambie los filtros bajo criterio técnico (recomendado para caída superior a 15 psi).
- Chequeo del sistema de control de arranque de compresores; limpiar si es necesario contactos de arrancadores y demás bornes de conexiones.
- Revisar todas las partes expuestas a la humedad, si se encuentran indicios de corrosión limpiar y proteger la superficie. Revise el aislamiento de tuberías, evaporador y bomba de agua.
- Hacer una revisión general del alambrado eléctrico de la unidad, revisando la limpieza, la lubricación, los desgastes y las partes flojas.

6. Carta para diagnóstico de fallas para sistema de aire acondicionado.

- **Unidad manejadora de aire**

Síntoma de la falla: El ventilador no funciona	
Causa probable	Solución
No llega energía eléctrica.	Revisar los interruptores (<i>Breakers</i>) en el tablero de control y el cableado
Síntoma de la falla: La unidad no arranca	
Causa probable	Solución
Motor defectuoso.	Comprobar, reparar y reemplazar de ser necesario.
Correa partida.	Comprobar y reemplazar.
Contactos eléctricos o conexiones defectuosas.	Reemplazar en caso de sulfatación, reajustar y apretar.

- **Unidades condensadoras**

Síntoma de la falla: Unidad operación de enfriamiento insuficiente	
Causa probable	Solución
Condensador restringido	Limpiar condensador
Falta refrigerante	Llamar al técnico de servicio
Posibles problemas en el circuito de refrigeración	Revisar los componentes del circuito de refrigeración, reparar o reemplazar de ser necesario.
Síntoma de la falla: El compresor arranca y para intermitentemente	
Causa probable	Solución
Baja carga de refrigerante	Llamar al técnico de servicio.
Flujo de aire del condensador	Limpiar el condensador
Ventilador no opera	Verificar la baja y alta tensión. Deberán ser un 10% del valor de tensión indicado en la placa de datos. Revisar para detectar si existen conexiones en mal estado.
Síntoma de la falla: Alta presión de descarga	
Causa probable	Solución
Sobrecarga de refrigerante	Llamar al técnico de servicio.
Flujo de aire insuficiente en el condensador	Limpiar el condensador, retirar obstrucciones que puedan existir en la trayectoria del aire.
Ventilador no opera	Quitar obstrucción. Revisar motor y conexiones eléctricas.
Síntoma de la falla: El compresor no arranca	
Causa probable	Solución
No llega energía eléctrica	Revisar los interruptores principales

	en el tablero de control
Contacto de ON-OFF defectuoso	Reemplazar
Suministro de tensión incorrecto	La tensión debe estar deberá ser un 10% del valor de tensión indicado en la placa de datos.

ANEXO J. Manual de operación y Mantenimiento Salones de Postgrados

1. Componentes del sistema

La Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, ofrece una serie de especializaciones como programa de postgrados y cursos de educación continua, tales como diplomados y seminarios. Todas y cada una de estas clases se hacen en el campus universitario de la UPB los días viernes a partir de las 6 pm y los días sábados a partir de las 7 am.

La Universidad ha dispuesto para estos programas diecisiete (17) salones en su campus universitario, figura x1, que se encuentran equipados con sistemas de aire acondicionado, con el fin de brindar confort y comodidad a todos los asistentes, logrando así un nivel de satisfacción adecuado para darle crecimiento a esta empresa.

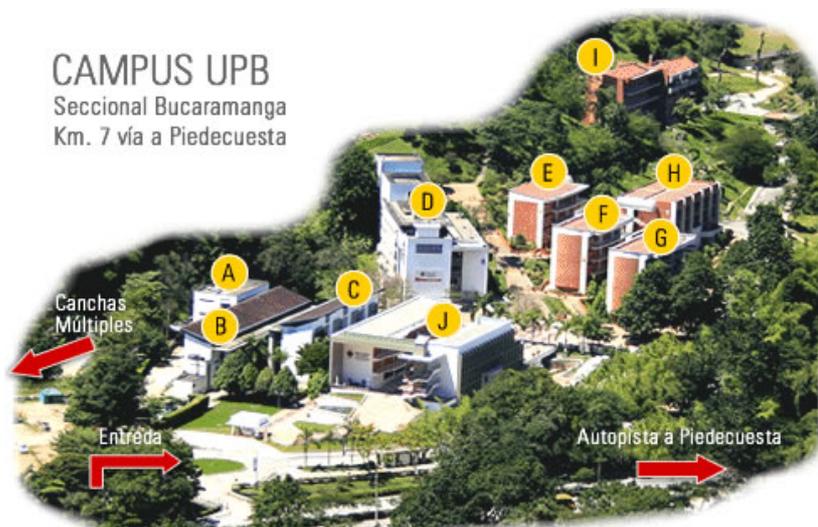


Figura 1. Campus universitario

Los salones están ubicados en los siguientes edificios con su respectivo equipo:

1.1 Edificio J

- J 400: Tipo Cassete hidrónico
- J 401: Tipo Cassete hidrónico. Figura 2
- J 402: Tipo muro. Figura 3
- J 403: Tipo muro
- J 404: Tipo Cassete hidrónico
- J 405: Tipo Cassete hidrónico

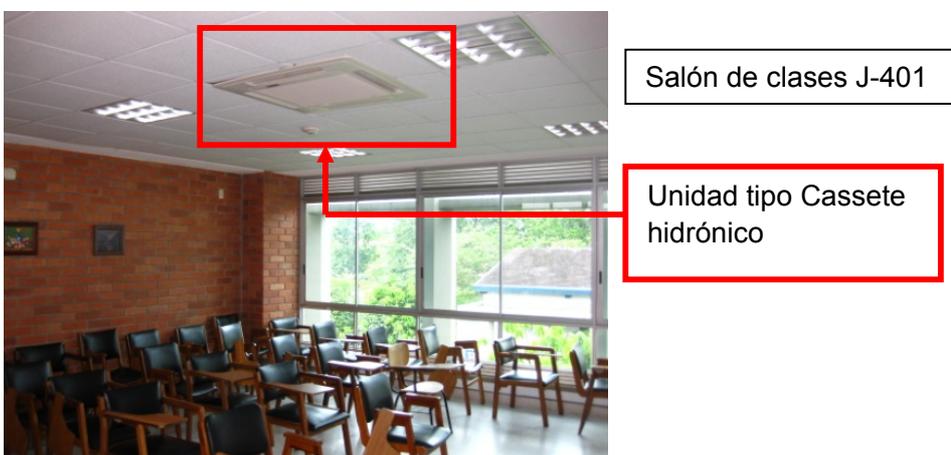


Figura 2. Aula de clase con equipo tipo Cassete



Figura 3. Aula de clase con equipo tipo muro

1.2 Edificio G

- G 501: Tipo piso techo. Figura 4
- G 502: Tipo piso techo
- G 503: Tipo piso techo. Figura 5



Figura 4. Aula de clase con equipo piso techo



Figura 5. Aula de clase Edificio G

1.3. Edificio F

- F401: Tipo piso techo
- F405: Tipo muro. Figura 6

- F406: Tipo muro



Figura 6. Aula de clase edificio F

1.4 Edificio D

- D 501: Tipo piso techo
- D 502: Tipo piso techo
- D 503: Tipo piso techo. Figura 7
- D 504: Tipo piso techo
- D 505: Tipo piso techo



Figura 7. Aula de clase edificio D

2. Equipos

2.1 Tipo Cassete hidrónico

Equipo de tres (3) toneladas de refrigeración, no ocupa espacio ya que viene empotrado al techo, en este caso cielo raso, figura 8. Cuatro (4) salidas de flujo de aire, turbo ventilador silencioso, parrilla fácil de desajustar para limpieza y tiene filtro de aire. Cuenta con control remoto para ajustes básicos y programación.

En el caso del edificio J, donde se encuentran estos equipos, no cuentan con unidades condensadoras, ya que la unidad enfriadora (Chiller) del mismo edificio es la encargada de refrigerar el agua para todo el sistema de aire acondicionado del edificio.



Figura 8. Fan coil tipo Cassete hidrónico

2.2 Tipo Piso techo

La universidad Pontificia Bolivariana cuenta con dos clases de equipos piso techo. Marca York, figura 10, ubicados en el edificio J y edificio D, y marca Starlight, figura 9, ubicados en el edificio F y edificio G.

Capacidad entre tres (3) y cuatro (4) toneladas de refrigeración dependiendo del lugar donde se encuentren. Instalación flexible, amplia distribución de aire

y perfil delgado. Cuentan con control remoto para ajustes básicos y programación.



Figura 9. Fancoil Piso techo Starlight



Figura 10. Fancoil piso techo York

2.3 Tipo muro

Al igual que los equipos piso techo, se cuentan con dos marcas de equipos tipo muro. En el edificio J están los marca YORK, y en el edificio G y edificio F los marca LG.

En el caso LG, figura 11, tienen una capacidad de dos (2) toneladas de refrigeración, más cómodo y conveniente. Control de temperatura por termistor. Deflexión de aire de cuatro (4) vías. Control remoto con pantalla de LCD. Deflexión de aire vertical automática (arriba / abajo). Deflexión de aire horizontal manual (izquierda / derecha). Cuatro (4) Niveles de enfriamiento. Tres (3) Niveles de ventilación. Sistema de enfriamiento Jet Cool. Emite la máxima frescura al instante con un solo toque. Modo automático para dormir

Sleep, súper silencioso y con suave circulación de aire. Secado suave. Encendido y apagado automático programable (24 horas). Auto diagnóstico de fallas. Cuenta con su unidad condensadora independiente



Figura 11. Fancoil tipo muro LG

En equipo YORK, figura 12, tiene la misma capacidad de dos (2) toneladas de refrigeración, no cuenta con unidad condensadora, porque están ubicados en el edificio J. Control remoto con cinco (5) modos de operación, bajo ruido, diseño moderno y compacto, eficiente tanto en refrigeración como en calefacción, rejilla movable para buena distribución de aire.



Figura 12. Fancoil tipo muro York

3. Encendido del sistema

El encendido de cualquiera de las unidades es **manual**, totalmente **independiente**, y por **demanda** (solicitud del salón).

Todas las unidades se **activan** y manipulan por medio de **control remoto**, el cual debe ser solicitado al departamento de mantenimiento de la Universidad.

4. Monitoreo y control

Estos procesos son realizados meramente por **percepción** de los usuarios de los salones, es decir, **aumento** o **disminución** en la **temperatura** ambiente pueden ser definidos con el **control remoto**.

5. Apagado del sistema

El apagado de cualquiera de las unidades es **manual**, totalmente **independiente**, y por **demanda** (solicitud del salón).

Todas las unidades se **desactivan** y manipulan por medio de **control remoto**, el cual debe ser solicitado al departamento de mantenimiento de la Universidad.

6. Mantenimiento

ADVERTENCIA: LAS LABORES DE MANTENIMIENTO O REPARACION DE LOS EQUIPOS DEBEN SER REALIZADAS POR PERSONAL CALIFICADO Y SEGÚN LAS RECOMENDACIONES EXPUESTAS.

Una vez que el sistema haya sido conectado y encendido para servicio continuo, los procedimientos de operación y de mantenimiento deben estar vinculados. El funcionamiento y la operación de estas máquinas, generan situaciones de riesgo que pueden ocasionar lesiones o daños al equipo si no se manejan de la forma adecuada. La mayoría de estas situaciones son generadas por riesgos eléctricos aunque también se presentan por riesgos

mecánicos. A continuación se hace referencia a las normas de seguridad que aplican para la operación e intervención de estas máquinas por parte de personal:

Intervención de tipo Eléctrica:

- Antes de acceder a los componentes eléctricos de las máquinas de ventilación para dar servicio o mantenimiento, desconecte la fuente de energía eléctrica, bloquee los breakers y señalice la realización de trabajos.
- Comprobar la ausencia de corriente con instrumento de medición apropiado.

Intervención de tipo Mecánica:

- No realizar ningún tipo de intervención mecánica sin previa autorización del personal responsable.
- Tener especial precaución con el trabajo en alturas, al momento de intervenir los equipos de ventilación y tener precaución con los aspas de los ventiladores.

El mantenimiento y la frecuencia de revisión del sistema de aire acondicionado es planteado de acuerdo a las condiciones de servicio y operación de cada uno de los salones que la Universidad Pontificia Bolivariana dispone para los estudios de pos-grado y demás. La siguiente es una lista de comprobación que muestra las operaciones y actividades de servicio requeridas para la inspección y el mantenimiento de la unidad manejadora de aire y de condensación, y el periodo de tiempo en que deben realizarse.

Mantenimiento e inspección para las unidades manejadoras de aire:

Bimensual

- Revisar visualmente el estado general de las conexiones eléctricas.
- Inspeccionar los filtros de aire de la unidad. Limpiar o reemplazar según se requiera.
- Limpiar la carcasa de la unidad remueva la suciedad del panel frontal. Se recomienda usar una solución de jabón.
- Inspeccione el drenaje para asegurar que esté limpio y permita el flujo de condensado a través de las líneas de drenaje.

Anual

Además del bimensual

- Inspeccionar la unidad en busca de corrosión y pérdida de tornillos.

7. Carta para diagnóstico de fallas para sistema de aire acondicionado.

- Unidades manejadoras de aire

Síntoma de la falla: El ventilador no funciona	
Causa probable	Solución
No llega energía eléctrica.	Revisar los interruptores (<i>Breakers</i>) en el tablero de control y el cableado
Síntoma de la falla: La unidad no arranca	
Causa probable	Solución
Motor defectuoso.	Comprobar, reparar y reemplazar de

	ser necesario.
Correa partida.	Comprobar y reemplazar.
Baterías del control remoto agotadas.	Comprobar y reemplazar.
Contactos eléctricos o conexiones defectuosas.	Reemplazar en caso de sulfatación, reajustar y apretar.