

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS UMAS E IMPLEMENTACIÓN DE PLC DE LA GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA

GINO ALEJANDRO MONTOYA MAZO

Programa Académico

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Director(es) del trabajo de grado

MARIA VILMA GARCIA BUITRAGO

Docente Tiempo Completo ITM

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

AGOSTO 2014

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

RESUMEN

Se ha implementado un sistema automático de PLC como prototipo para el control de encendido y apagado de las UMAS en el edificio de la Gobernación de Antioquia donde no se disponía de un adecuado sistema de control automático, ni un plan de mantenimiento, cuya finalidad es asegurar permanentemente el control y registro de los equipos, para así alargar su vida útil y obtener un mejor aprovechamiento de la energía eléctrica ya que el sistema por PLC se programó solo para estar activo en horas laborales.

Como primera medida se realizó una evaluación del tipo de variables a controlar, de los sistemas y su funcionamiento, con el objetivo de alcanzar una mayor disponibilidad de las maquinas que conforman el sistema de aire acondicionado, para lo cual se obtuvo un diagnóstico de la situación actual y las condiciones bajo las cuales operan las UMAS y demás componentes. Es de gran importancia conocer las características de las maquinas, por esta razón se presenta una descripción técnica de cada una de ellas, para desarrollar la planificación y programación del mantenimiento e implementar métodos bajo los cuales se consuma lo menos posible.

Teniendo en cuenta todos aquellos aspectos del sistema y luego de su implementación se obtuvieron resultados realmente satisfactorios tanto en ahorro de energía, mejor control en intervenciones de mantenimiento, reducción de daños y desgaste prematuro de las piezas en las máquinas y un control más exacto de la temperatura. Ya que todos la UMAS localizadas en los diferentes pisos del edificio operan bajo condiciones muy similares, en cuanto a carga térmica, consumo eléctrico y horas de funcionamiento se supuso que el sistema de PLC implementado solo para las UMAS del sótano, podría disminuir en un porcentaje muy similar las demás maquinas, todo reflejado finalmente en el aspecto monetario.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

RECONOCIMIENTOS

El presente trabajo fue realizado bajo el apoyo de Santiago Marín (Ingeniero Mecánico de la Gobernación de Antioquia), Alexander Jaramillo (Ingeniero Mecánico en Aire Ambiente) a quienes me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento y muy especialmente a la supervisión y asesoría de la profesora María Vilma García Buitrago quien fue mi asesora es este proceso.

A ellos mis más sinceros agradecimientos por hacer posible la realización de este trabajo. Además agradecer su paciencia, tiempo y dedicación que tuvieron para que todo saliera de la mejor manera.

A mis padres por apoyarme en todo lo que me he propuesto.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

ACRÓNIMOS

PLC	Controlador Lógico Programable.
UMA	Unidad Manejadora para aire acondicionado.
CFM	Capacidad de ventilación, gasto, flujo de aire, medido en pies cúbico por minuto
BTU	British thermal unit (Unidad Térmica British)
HR	humedad Relativa, medida en porcentaje (%)
T _{BS}	Temperatura de bulbo seco, medida en grados Celsius (°C)
T _{BH}	Temperatura de bulbo húmedo, medida en grados Celsius (°C)
ΔT	Diferencial de temperatura, medida en grados Celsius (°C)
H	Coefficiente de película, en watt sobre metro cuadrado grado Celsius (W/m ² *°C)
V	Volumen específico, medido en metros cúbicos sobre kilogramo
U	Coefficiente global de transferencia de calor, en watt sobre metro cuadrado grado Celsius (W/m ² *°C)
x	Espesor, medido en metros (m)
k	Coefficiente de conductividad térmica, medido en watt sobre metro grado Celsius (W/m*°C)
Q _T	Calor total, medido en (W), (BTU/h)
Q _S	Calor sensible, medido en (W), (BTU/h)
Q _L	Calor latente, medido en (W), (BTU/h)
TR	tonelada de refrigeración
m.s.n.m	metro sobre el nivel del mar
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, (Asociación Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	6
OBJETIVO GENERAL:.....	7
OBJETIVOS ESPECIFICOS:.....	7
2. MARCO TEÓRICO.....	8
3. METODOLOGÍA.....	10
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	67
REFERENCIAS	71
BIBLIOGRAFÍA	71
APÉNDICE.....	72

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de aire acondicionado mantienen controladas las condiciones de temperatura y humedad relativa, de acuerdo con las exigencias propias de las actividades que se desarrollan en el espacio que se acondiciona.

La pretensión del documento es fundamentar científicamente la tecnología electromecánica para transformar, innovar, adoptar y reinventar nuestra realidad técnica. Es un aporte real de trascendencia en el marco académico de un proyecto.

Un diseño de aire acondicionado emplea una gran cantidad de tiempo en materia de cálculos de carga, independientemente de la aplicación. La instalación debe ser económica y práctica, lo cual exige un cálculo de carga preciso.

Este proyecto, se concentrara principalmente en como mediante la implementación de sistemas automatizados de manera centralizada se puede obtener un mejor control, ahorro energético y monitoreo de una instalación, teniendo así un registro global de todos los equipos, con la gran ventaja de ser manipulados de manera remota desde un único punto de control y de forma independiente en tiempo real, además de poder visualizar las condiciones bajo las cuales se encuentra operando.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

1.1 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Calcular la carga térmica e implementar el control mediante PLC para las UMAS localizadas en el sótano de la Gobernación de Antioquia (oficina de servicios generales) cuyo objetivo es controlarlas de manera automática y reducir el consumo energético de los equipos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

Calcular la carga térmica para uno de los sectores del sótano de la Gobernación de Antioquia, por diferentes métodos de cálculo.

Diagnosticar el funcionamiento y las condiciones de las UMAS.

Implementar el control por PLC de las UMAS.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

2. MARCO TEÓRICO

El acondicionador de aire o clima toma aire del interior de una recámara pasando por tubos que están a baja temperatura estos están enfriados por medio de un líquido que a su vez se enfría por medio del condensador, parte del aire se devuelve a una temperatura menor y parte sale expulsada por el panel trasero del aparato, el termómetro está en el panel frontal para que cuando pase el aire calcule la temperatura a la que está el ambiente dentro de la recámara, y así regulando que tan frío y que tanto debe trabajar el compresor y el condensador. (Carrera, 2006)

Los sistemas de aire acondicionado contienen básicamente los siguientes equipos:

- Compresor
- Evaporador
- Condensador
- Dispositivo de expansión

Todos estos componentes interconectados por medio de una tubería llevan en su interior un líquido refrigerante, además incluyen un sistema de movimiento de aire, compuesto comúnmente de un motor, abanico o turbina. A continuación mencionaremos brevemente las características de los equipos básicos de los sistemas de aire acondicionado.

Compresor

Los compresores de vapor usados en la refrigeración industrial o acondicionamiento de aire son de tres tipos principales: recíprocos, rotatorios y centrífugos. La función del compresor es comprimir el refrigerante elevando su presión, temperatura y entalpía. Otra función es crear y mantener la baja presión del evaporador que permite que la evaporación del refrigerante sea a baja temperatura. Por otra parte crea y mantiene la alta presión en el condensador que permite la nueva utilización del refrigerante en estado líquido. El refrigerante en el compresor, se encuentra a baja presión y temperatura durante la succión y a alta presión y temperatura en la descarga.

Evaporador

El evaporador es cualquier superficie de transferencia de calor en el cual se vaporiza un líquido volátil para eliminar calor de un espacio o producto refrigerado. Debido a las diversas aplicaciones los evaporadores se fabrican en una gran variedad de tipos, formas, tamaños y diseños. Los evaporadores se construyen por lo general de tubo de acero o tubo de cobre. El tubo de acero se usa en evaporadores grandes y en evaporadores que usan amoníaco, mientras que los de tubo de cobre se utilizan en la fabricación de evaporadores pequeños y se les usa refrigerante que no sea amoníaco.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Condensador

Es una superficie de transferencia de calor. El calor del vapor refrigerante caliente pasa a través de las paredes del condensador para su condensación. Como resultado de su pérdida de calor hacia el medio condensante, el vapor refrigerante es primero enfriado hasta saturación y después condensado hasta su fase de estado líquido. Los condensadores son de tres tipos generalmente: enfriados con aire, enfriados con agua y evaporadores que emplean tanto aire como agua.

Dispositivo de Expansión (Válvula)

Este dispositivo se encarga de pulverizar o expandir el refrigerante. Su función es doble, por una parte regula la cantidad de líquido que entra en el evaporador para que, según la cantidad de vapores aspirados por el compresor, pueda mantenerse constante la presión del evaporador.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

3. METODOLOGÍA

En primera instancia se hizo una inspección visual, medición de variables, registro fotográfico y escrito de todas las áreas donde se localizaban las maquinas del aire acondicionado. Para la toma de datos se utilizaron instrumentos de medición como, multímetro, anemómetro, termómetro y manómetros.

Con los datos hallados se procedió a realizar los cálculos de carga térmica actuales para ser comparados con la capacidad de los equipos y determinar si son aptos para mantener las condiciones de confort al interior de una de las zonas del sótano.

Finalmente y con el objetivo de maximizar el funcionamiento de los equipos se instala un sistema por PLC para dos de las maquinas encargadas de mantener las condiciones ideales de temperatura.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

La gobernación de Antioquia cuenta con un sistema de aire acondicionado integrado por dos CHILLER tipo centrífugo (Edificio Gobernación de Antioquia), un CHILLER con doble compresor RECIPROCANTE (Asamblea Departamental), tres torres de enfriamiento, sistema bypass integrado por tres bombas impulsoras para los CHILLER tipo centrífugo y las torres de enfriamiento, sistema bypass integrado por dos bombas para el CHILLER con compresor RECIPROCANTE y 38 UMAS de las cuales hay tres por cada piso y dos en el sótano, cuya función es garantizar las condiciones de confort al interior del edificio.

El sistema de aire acondicionado con el que cuenta la Gobernación de Antioquia fue diseñado hace aproximadamente 30 años, que para aquella época los equipos podían mantener el edificio bajo las condiciones ideales ya que el personal era mucho menor, no se contaba con sistemas de cómputo y gran cantidad de equipos electrónicos y eléctricos que aumentan la carga térmica.

Debido al gran incremento de la carga térmica y la falta de un buen plan de mantenimiento, los equipos trabajan a su carga nominal por periodos de 144 horas a la semana lo que indica que trabajan las 24 horas del día, pero aun así no es suficiente para suministrar el aire frío necesario para todas las áreas del edificio.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

CHILLER CENTRÍFUGO.

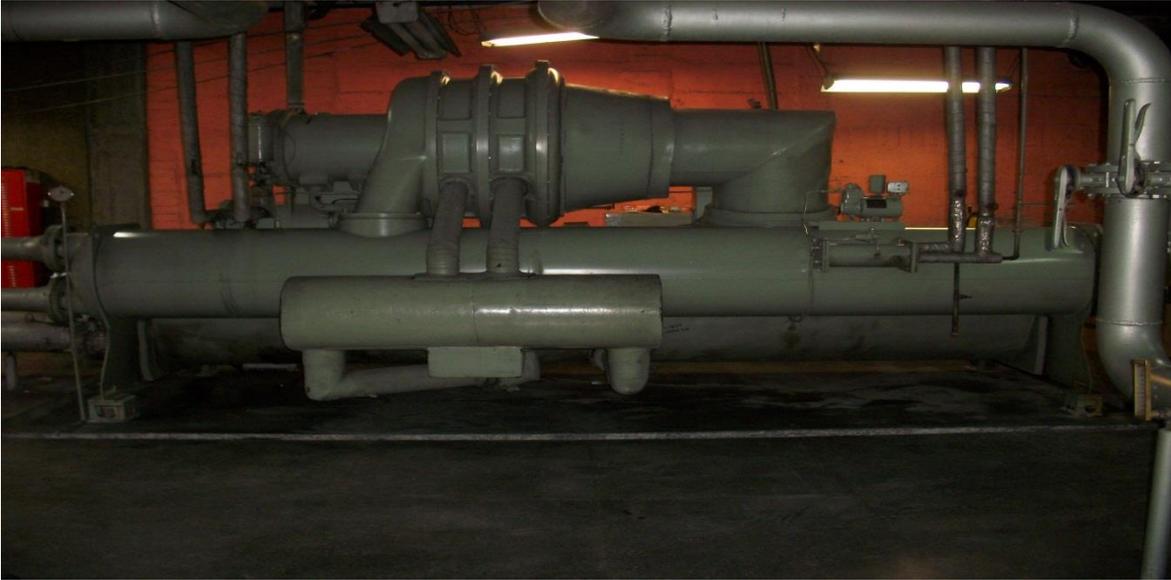


Figura N.4.1. 1. CHILLER Gobernación de Antioquia

NOMBRE:	ENFRIADOR CENTRIFUGO No 1	
REFERENCIA:	L86B36039	
MARCA:	TRANE	
RESPONSABLE:	SANTIAGO MARÍN R.-DIEGO VELEZ R.-GUSTAVO ORREGO	
CARACTERISTICAS:	CAPACIDAD:373TNS. DE REFRIGERACIÓN.	
	REFRIGERANTE FREON 11	
	CARGA DE REFRIGERANTE:870 LBS	
	TEMPERATURA ENTRADA DE AGUA PARA ENFRIAR 54°F:- TEMPERATURA SALIDA DE AGUA PARA ENFRIAR:44°F	
	TEMPERATURA ENTRADA: DE AGUA DE CONDENSACIÓN 78°F	
	TEMPERATURA SALIDA: DE AGUA DE CONDENSACIÓN 95°F	
PROVEDOR:	LARCO	
FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO:	SEMANAL-CONTRATO	
UBICACIÓN:	SUBESTACIÓN -SOTANO INTERNO CAD.	
FECHA DE ADQUISICIÓN:	APROX,1987	

Tabla 4.1. 2. Ficha técnica CHILLER Gobernación de Antioquia

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

TORRES DE ENFRIAMIENTO



Figura N.4.1. 2. Torres de enfriamiento CHILLER Gobernación de Antioquia

NOMBRE:	TORRE DE ENFRIAMIENTO No 1	
REFERENCIA:	EWK 630-AXIMA SULZER.	
MARCA:	TRANE	
RESPONSABLE:	SANTIAGO MARÍN R.-DIEGO VELEZ R.-GUSTAVO ORREGO	
CARACTERISTICAS:	PANALES PARA RELLENO 44 UNIDADES - MEDIDAS 38 x 12 x 16,5 (PULGADAS)	
	PANALES SEPARADORES DE GOTAS 12 - MEDIDAS 40 x 5 x 18 (PULGADAS)	
	PANELES DE PERSIANA 10	
	MOTORREDUCTOR CON VENTILADOR	
	6.6 Hp	440/60/3F
PROVEDOR:	COMTECO LTDA	
FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO:	ANUAL MECANICO-MENSUAL LAVADO	
UBICACIÓN:	SUBESTACIÓN -SOTANO INTERNO CAD.	
FECHA DE ADQUISICIÓN:	APROX,1987	

Tabla 4.1. 1. Ficha técnica Torres de enfriamiento CHILLER Gobernación de Antioquia

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

SISTEMA DE BOMBEO TORRES DE ENFRIAMIENTO Y BYPASS



Figura N.4.1. 3. Sistema de bombeo torres de enfriamiento

NOMBRE:	EQUIPO AUXILIAR BOMBAS DE CONDENSACIÓN "B3", "B4", "B5".
REFERENCIA:	HALBERG NOVA MODELO 100-20
MARCA:	
RESPONSABLE:	SANTIAGO MARÍN R.-DIEGO VELEZ R.-GUSTAVO ORREGO
CARACTERISTICAS:	"B3"-REGULA AGUA ENTRE LA UNIDAD CENTRIGUGA No 1 Y LA TORRE DE ENFRIAMIENTO No 1. "B4"-REGULA AGUA ENTRE LA UNIDAD CENTRIGUGA No 2 Y LA TORRE DE ENFRIAMIENTO No 2. "B5"- SIRVE DE RESERVA. IMPULSOR:214mm CAUDAL DE AGUA:660 GPM CABEZA DINAMICA:65 PIES C.A MOTOR: SIEMENS POTENCIA:18 H.P. VOLTAJE DE OPERACIÓN:440/60/3.
PROVEDOR:	COMERCIAL Y SERVICIO LARCO S.A.
FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO:	ANUAL MECANICO
UBICACIÓN:	SUBESTACIÓN -SOTANO INTERNO CAD.
FECHA DE ADQUISICIÓN:	APROX,1987

Tabla 4.1. 2. Ficha técnica sistema de bombeo torres de enfriamiento.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

BOMBA IMPULSORA AGUA FRIA PARA UMAS



Figura N.4.1. 4. Bomba impulsora agua fría.

NOMBRE:	EQUIPO RECIRCULADOR DE AGUA HELADA "B1", "B2".
REFERENCIA:	HALBERG NOVA MODELO 125-26
MARCA:	
RESPONSABLE:	SANTIAGO MARÍN R.-DIEGO VELEZ R.-GUSTAVO ORREGO
CARACTERISTICAS:	"B1"=IMPULSA AGUA HELADA A LAS UNIDADES MANEJADORAS DEL EDIFICIO.
	"B2"=RESERVA.
	TRABAJAN UNA DE RESERVA DE LA OTRA, CON SELECCIÓN MANUAL.
	IMPULSOR:264mm
	CAUDAL DE AGUA:1,490 GPM.
	CABEZA DINAMICA: 65 PIES C.A.
	MOTOR ELECTRICO : SIEMENS
	POTENCIA:48 H.P.
	VOLTAJE DE OPERACIÓN:440/60/3
PROVEDOR:	COMERCIAL Y SERVICIO LARCO S.A.
FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO:	ANUAL MECANICO
UBICACIÓN:	SUBESTACIÓN -SOTANO INTERNO CAD.
FECHA DE ADQUISICIÓN:	APROX,1987

Tabla 4.1. 3. Ficha técnica Bomba impulsora agua fría.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

UNIDADES MANEJADORAS (UMAS)



Figura N.4.1. 5. UMA piso 1

UMA PISO 1

RESPONSABLE:	SANTIAGO MARÍN R.-DIEGO VELEZ R.-GUSTAVO ORREGO
CARACTERISTICAS:	MARCA: LARCO-LAMINA GALVANIZADA, CON DIMENSIONES Y ESPECIFICACIONES SIMILARES A LAS FABRICADAS POR THE TRANE COMPANY.
	MODELO: 41A HORIZONTAL.
	VENTILADOR: 33" FC.
	CAUDAL DE AIRE: 21,696 CFM.
	REVOLUCIONES ROTOR: 800 RPM.
	PRESION ESTATICA:1,7"W.G.
	MOTOR, SIEMENS:9HP
	VOLTAJE:440/60/3
	SERPENTIN: EQUIPRAC
	MEDIDAS:105"*55"
	FILAS:4-ALETAS POR PULGADA: 14
	BANDAS:5V1180/ 2 UNIDADES
	PROVEDOR:
FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO:	MENSUAL LAVADO FILTROS Y ENGRASE DE CHUMACERAS, APRETAR PRISIONESROS.

Tabla 4.1. 4. Ficha técnica UMA piso 1

UMA PISO 2

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

RESPONSABLE:	SANTIAGO MARÍN R.-DIEGO VELEZ R.-GUSTAVO ORREGO
CARACTERÍSTICAS:	MARCA: LARCO-LAMINA GALAVANIZADA, CON DIMENSIONES Y ESPECIFICACIONES SIMILARES A LAS FABRICADAS POR THE TRANE COMPANY.
	MODELO: 25A HORIZONTAL.
	VENTILADOR: 25" FC.
	CAUDAL DE AIRE: 13,464 CFM.
	REVOLUCIONES ROTOR: 570 RPM.
	PRESION ESTATICA:1,9"W.G.
	MOTOR, SIEMENS:6,6 HP
	VOLTAJE:440/60/3
	SERPENTIN: EQUIPRAC
	MEDIDAS:105"*38,5"
	FILAS:4-ALETAS POR PULGADA: 14
	BANDAS:A2010~A78/ 3 UNIDADES
PROVEDOR:	COMERCIAL Y SERVICIOS LARCO S.A.
FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO:	MENSUAL LAVADO FILTROS Y ENGRASE DE CHUMACERAS, APRETAR PRISIONESROS.
UBICACIÓN:	PISO No2
FECHA DE ADQUISICIÓN:	1987 ARPOX.

Tabla 4.1. 5. Ficha técnica UMA piso 2

El 80% de las UMAS poseen motores de 6.6 Hp, las demás con motores de 9Hp y tiene un caudal de aire en un rango de 10.000CFM a 14000CFM.

CHILLER ASAMBLEA DEPARTAMENTAL



Figura N.4.1. 6. CHILLER Asamblea departamental.

 ITM Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

NOMBRE:	ENFRIADOR RECIPROCO
REFERENCIA:	ZONA ATENDIDA:ASAMBLEA DEPARTAMENTAL
MARCA:	
RESPONSABLE:	SANTIAGO MARÍN R.-DIEGO VELEZ R.-GUSTAVO ORREGO
CARACTERISTICAS:	TRANE MODELO:CCGAA-50K CAPACIDAD REAL,: TONELADAS REFRIGERACIÓN A 5000 PIES S.N.M.: 44 TEMPERATURA AIRE EXTERIOR EN GRADOS °F: 85 TEMPERATURA ENTRADA AGUA °F: 54 TEMPERATURA AGUA SALIDA °F: 42 CAUDAL REQUERIDO EN GPM: 89 PERDIDA DE PRESIÓN EN EL EVAPORADOR PIES CA: 7 COMPRESORES: 2 MODELO K 25 TONS. ETAPAS DE COMPRESIÓN: 4(100-83-50-33%) EVAPORADOR: 1 (50TONS. STANDART) FLUJO MAXIMO DE AGUA EN GPM:180 FLUJO MINIMO DE AGUA EN GPM: 60 SERPENTIN DEL COMPRESOR:2 DE 44"*96" AREA DEL COMPRESOR EN PIES2: 68 AIRE TOTAL DE ENERGIA INCLUYENDO LOS VENTILADORES Y LOS CONTROLES EN KW:52,8 VOLTAJE DE OPERACIÓN: 440/3/60 CARGA DE REFRIGERANTE R-22 EN KG: 45
PROVEDOR:	COMERCIAL Y SERVICIOS LARCO S.A.
FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO:	MENSUAL REVISIÓN GENERAL Y LECTRICA., CONTRATO: COMERCIAL Y SERVICIO LARCO S.A.
UBICACIÓN:	TERRAZA DEL PISO No 5,
FECHA DE ADQUISICIÓN:	1987 ARPOX.

Tabla 4.1. 6. Ficha técnica CHILLER Asamblea departamental.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

4.2 CONDICIONES DE OPERACIÓN

TORRES DE ENFRIAMIENTO

Las torres de enfriamiento trabajan por periodos de 24 horas 6 días a la semana, con consumos en el motor superiores a los nominales debido a la falta de mantenimiento regular generando recalentamiento en los bobinados del motor, el estado de los tanques de las torres de enfriamiento con una capacidad aproximada de 1902 gal, se encuentran con gran cantidad de material sedimentado, cuya agua es bombeada por todo el sistema de tuberías a los intercambiadores de coraza y tubo que es donde se realiza el proceso de intercambio de calor en el interior de los CHILLER y con el agua procedente de las UMAS de todo el edificio ,que además no reciben un tratamiento químico para evitar las incrustaciones que me impidan una buena transferencia de calor. La falta de algunos de los paneles que evitan la pérdida de agua que desciende desde la parte alta de la torre liberando calor, haciendo necesario reponer grandes cantidades de agua y que se produzca mucho más material sedimentado en el fondo del tanque como pantano, moho y hongos. La temperatura a la cual debe caer el agua en el tanque es de aproximadamente 78°F pero debido a la falta de paneles no logra llegar a esta temperatura.

Se puede ver una caneca llena de pantano extraída de las torres, como también una de las tuberías que conecta las dos torres y su brida totalmente oxidada por la falta de mantenimiento.

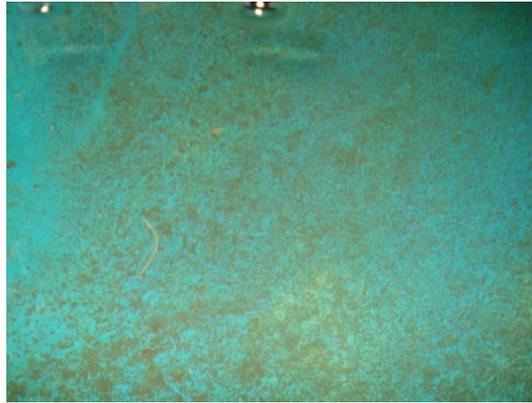


Figura N.4.2. 1.Tanque torre enfriamiento



Figura N.4.2. 2.Tanque torre enfriamiento



Figura N.4.2. 3.Material cedimentado Tanque torres de enfriamiento

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16



Figura N.4.2. 4.Torres de enfriamiento sin paneles



Figura N.4.2. 5.torre de enfriamiento con fugas en la entrada del agua



Figura N.4.2. 6. Suciedad extraida en torre de enfriamiento



Figura N.4.2. 7. Brida de torre oxidada.



Figura N.4.2. 8. Fugas entrada de agua caliente torres de enfriamiento

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

CHILLER GOBERNACION DE ANTIOQUIA

La Gobernación de Antioquia cuenta con 2 CHILLER tipo centrífugo con una capacidad de 373 ton De refrigeración, marca TRANE, como fluido de trabajo utiliza R-11(FREON) con una carga de 870 lbs, cuyo refrigerante de acuerdo con el Protocolo de Montreal desde Enero de 1996 debió detenerse la producción del R -11, con una entrada de agua proveniente de las UMAS hacia el evaporador del CHILLER de 54° F y a la salida de 44° F.

Debido a la falta de mantenimiento, el cual se realiza no por un plan preestablecido sino cuando se nota que las temperaturas de salida del agua no son las ideales, uno de los CHILLER se encuentra fuera de servicio, lo que implica que uno solo CHILLER debe suplir la necesidad de todo el edificio teniendo así q trabajar las 24 horas del día, 6 días a la semana, al 80% de su capacidad nominal ya que si se eleva aún más la capacidad, la presión aumenta drásticamente por encima de lo permitido lo cual es peligroso ya que el CHILLER cuenta con un sello de seguridad que en caso de una sobre presión este se revienta dejando escapar todo el gas refrigerante .

El interior de los intercambiadores de coraza y tubo de los CHILLER totalmente incrustados, lo que me impide un buen intercambio de calor, aumento de temperatura y presión, disminución de la eficiencia, lo que obligaba a las maquinas a trabajar por periodos mucho más largos.

Los manómetros de presión para el condensador, evaporador y aceite de los cuales algunos no funcionan o no dan los valores exactos. Los pilotos que me indicaban las condiciones de operación o alarmas en caso de sobre presión, falta de aceite, encendido de bombas entre otros, no funciona ninguno.

Las instalaciones donde se encuentran alojadas las maquinas tienen gotas que caen sobre el CHILLER y en sus controles, pudiendo ocasionar algún tipo de falla ya sea eléctrico o estructural; cuya solución fue recubrir con bolsas e icopor.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16



Figura N.4.2. 9. Lavado de Condensador CHILLER Gobernacion de Antioquia



Figura N.4.2. 10. Condensador CHILLER incrustado

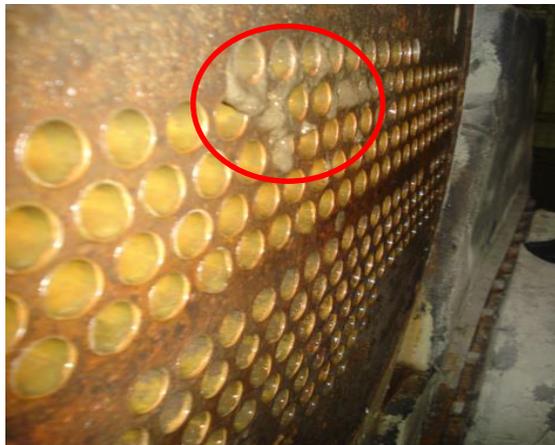


Figura N.4.2. 11. Material incrustado en tubos conductores al interior del condensador

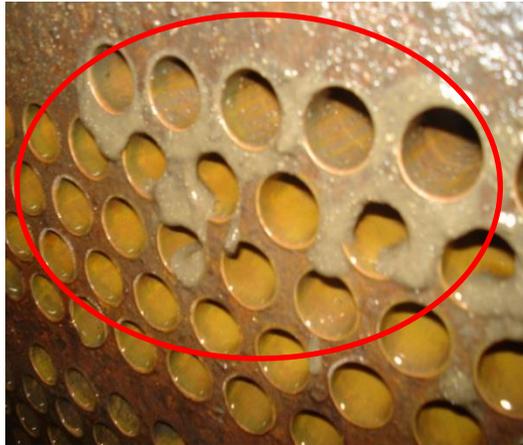


Figura N.4.2. 12. .Material incrustado en tubos conductores



Figura N.4.2. 13. Pilotos Indicadores malos



Figura N.4.2. 14. Instrumentos de medición y control malos

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16



Figura N.4.2. 15.Solución a gotas de agua en el techo de casa de maquinas

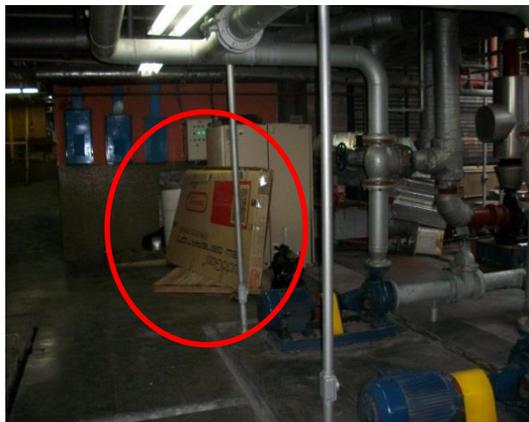


Figura N.4.2. 16.Casa de maquinas usada como bodega

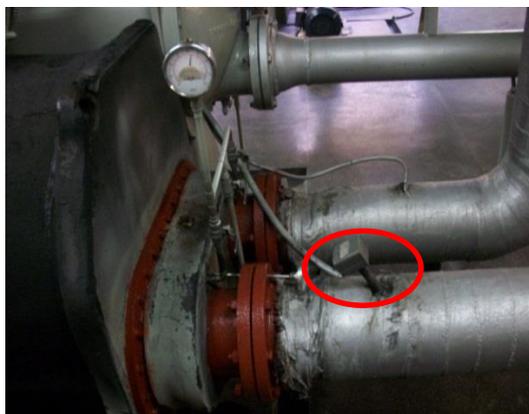


Figura N.4.2. 17. Sensor de flujo malo

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16



Figura N.4.2. 18. Protección contra gotas en el techo

CHILLER ASAMBLEA DEPARTAMENTAL

Para la Asamblea Departamental se cuenta con un CHILLER POR COMPRESOR RECIPROCO, Marca TRANE, con dos compresores de 25 toneladas, como fluido de trabajo utiliza R-22, la temperatura de entrada es de 54°F y a la salida de 42°F, trabaja 24 horas al día, 6 días a la semana debido a que su capacidad no es suficiente para la carga térmica actual.

Ya que no se cuenta con un plan de mantenimiento preestablecido presenta aumentos de presión y temperatura lo que implica intervenciones constantes.

Algunas de sus secciones de tubería se encuentran sin su aislante en poliuretano lo que impide aumento de temperatura del agua fría que va hacia las UMAS lo cual genera condensación en las tuberías generando corrosión.

El mal estado del sistema eléctrico del CHILLER y que sus elementos además de ser viejos se encuentran en mal estado, cables sueltos y sulfatados, los contactores están desgastados y expuestos a la intemperie, el sistema no cuenta con un totalizador lo que genera retrasos o peligro en caso de alguna falla eléctrica, ya que se debe trabajar siempre en caliente, los planos se encuentran en mal estado lo que me impide intervenir el sistema en caso de una falla eléctrica, en donde como consecuencia tiempo atrás uno de los dos compresores de 25 toneladas se quemó. Debido a la falta de mantenimiento en los elementos del sistema el condensador se encuentra en

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

muy mal estado, totalmente incrustado lo que ocasiona un mal intercambio de temperatura lo cual produce aumento de presión y mayor trabajo para el compresor, los separadores del condensador se encuentran cerrados lo que me impide el paso libre del aire fresco.

Algunas partes del compresor se encuentran oxidadas lo que puede ocasionar perdidas de refrigerante, las válvulas de paso y de globo, acoples anti vibración y algunas secciones de la tubería están oxidadas.

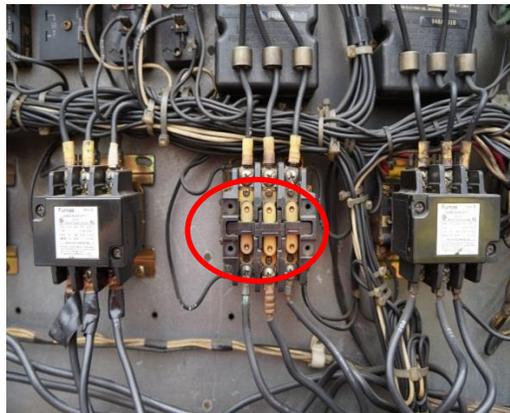


Figura N.4.2. 19. Contactor desgastado y sin tapa de protección

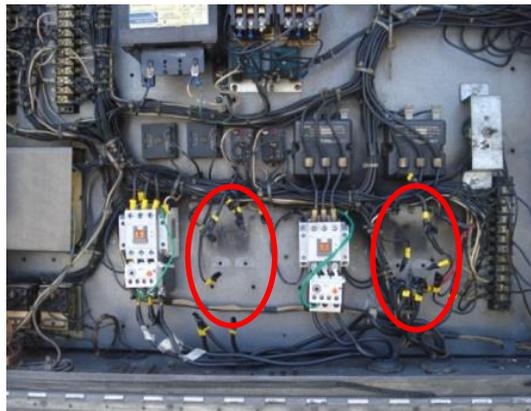


Figura N.4.2. 20. Cables expuestos y sin protección.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

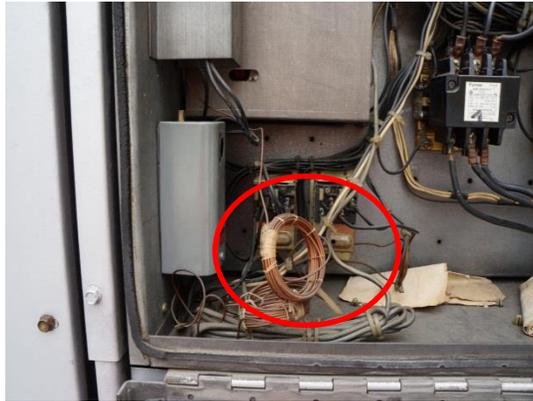


Figura N.4.2. 21. Sensor en malas condiciones.



Figura N.4.2. 22. Caja de fusibles obsoleta y sin totalizador.

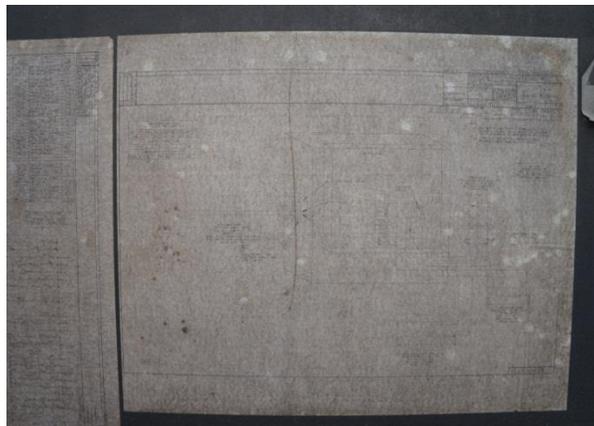


Figura N.4.2. 23. Planos electricos CHILLER Asamblea deteriorados.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

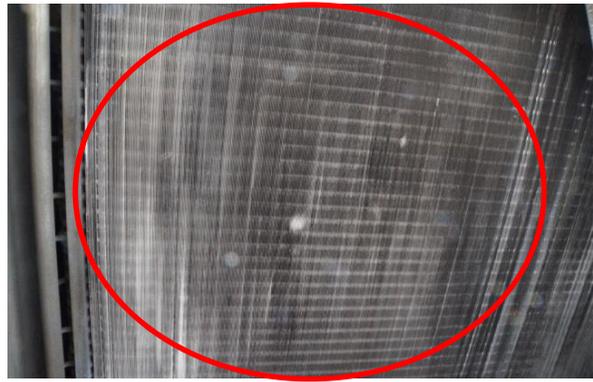


Figura N.4.2. 24. Condensador incrustado.



Figura N.4.2. 25. CHILLER Asamblea quemado debido a la falta de mantenimiento



Figura N.4.2. 26. Portico de descarga oxidado.



Figura N.4.2. 27. Llave de cierre y apertura oxidada.



Figura N.4.2. 28. Acople antivibración oxidado.



Figura N.4.2. 29. Sensores de temperatura para agua fria malos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

UMAS,FANCOIL, MOTORES Y DUCTERIA

Las UMAS cuentan con características muy similares, todas trabajan 24 horas al día, 6 días a la semana, un consumo promedio de 5.2Kw. Ya que no se cuenta con un plan de mantenimiento preestablecido, este se realiza por inspección visual, algunas secciones de tubería no poseen aislamiento y están muy deterioradas debido a la corrosión e incremento de la temperatura en la entrada de las UMAS, disminuyendo la capacidad de enfriamiento. El mal estado del sistema de ductos muestra como en su interior se encuentra gran cantidad de suciedad debido a la falta de filtros y su respectivo mantenimiento.

El mal estado de los motores que impulsan algunas de las UMAS o FANCOILS debido a la falta de mantenimiento. Algunos de los motores no tienen guarda lo que puede ocasionar accidentes y que algunos de los espacios son utilizados como bodega para guardar otro tipo de elementos. El mal estado en la estructura de algunas de las UMAS debido a la falta de mantenimiento a generado oxidación y deterioro en los evaporadores, como también algunos de los filtros de aire se encuentran totalmente sucios.

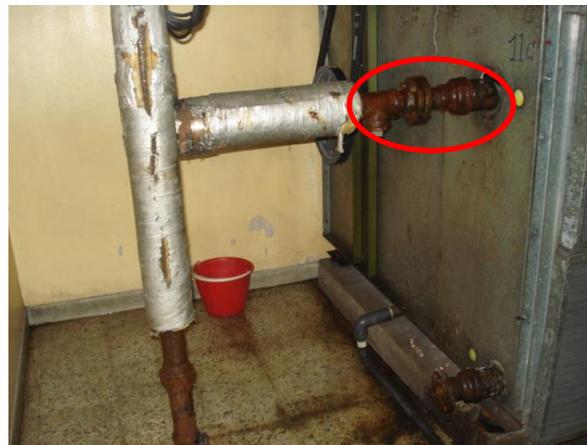


Figura N.4.2. 30. Tubería oxidada y sin aislamineto.



Figura N.4.2. 31. Tuberías sin aislamiento térmico y sin apoyo



Figura N.4.2. 32. Ductos totalmente sucios.



Figura N.4.2. 33. Ductos totalmente sucios.



Figura N.4.2. 34. Motor electrico totalmente sucio y malo

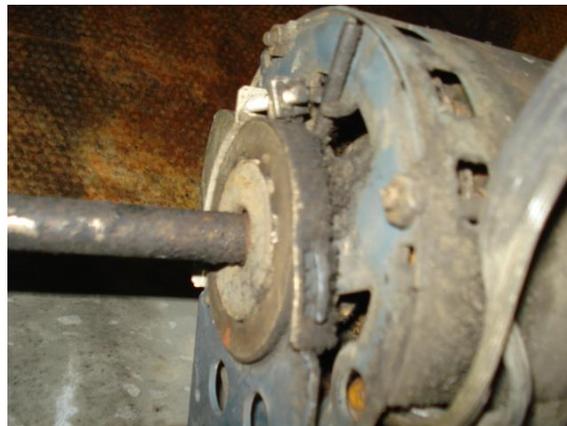


Figura N.4.2. 35. Motor electrico malo debido a falta de mantenimineto.



Figura N.4.2. 36. Espacio de las UMAS usado como bodega.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16



Figura N.4.2. 37. UMAS sin guarda en los motores



Figura N.4.2. 38. Motor de UMA quemado.



Figura N.4.2. 39. Placa de características motor UMA.



Figura N.4.2. 40. Piso de UMA totalmete oxidado.



Figura N.4.2. 41. Filtro de aire para UMA totalmete sucio.



Figura N.4.2. 42. Filtro de aire para UMA totalmete sucio.



Figura N.4.2. 43. Evaporador UMA oxidado.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

4.3 CALCULOS DE CONSUMO

En la siguiente tabla se realizó el estudio y cálculo del consumo aproximado de todas las UMAs en un mes donde se muestra como debido a un apropiado sistema de control y un buen plan de mantenimiento, los costos mensuales y consumo eléctrico son muy elevados.

PISO	H.P	POTENCIA(KW)	HORAS DE FUNCIONAMIENTO AL MES	COSTO kW/h	COSTO MENSUAL EN PESOS
UMA 1A	12	8,952	720	241	1553351,04
UMA 1B	9	6,714	720	241	1165013,28
UMA 1C	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 2A	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 2B	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 3A	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 3B	9	6,714	720	241	1165013,28
UMA 3C	2,4	1,7904	720	241	310670,208
UMA 4A	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 4B	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 4C	9	6,714	720	241	1165013,28
UMA 5A	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 5B	9	6,714	720	241	1165013,28
UMA 5C	4,8	3,5808	720	241	621340,416
UMA 6A	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 6B	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 6C	9	6,714	720	241	1165013,28
UMA 7A	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 7B	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 7C	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 8A	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 8B	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 8C	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 9A	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 9B	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 9C	4,8	3,5808	720	241	621340,416
UMA 10A	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 10B	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 10C	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 11A	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 11B	4,8	3,5808	720	241	621340,416
UMA 11C	9	6,714	720	241	1165013,28
UMA 12A	6,6	4,9236	720	241	854343,072
UMA 12B	9	6,714	720	241	1165013,28
					30678683,04

Tabla N.4.3. 1. Calculos de consumo.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

La siguiente tabla muestra el consumo mensual de algunos aparatos electrónicos utilizados por los empleados en la gran mayoría de las oficinas de toda la Gobernación de Antioquia como ventiladores para disminuir la temperatura de estos sitios y poder trabajar de una manera un poco más cómoda, debido a que el sistema de aire acondicionado no se encuentra bajos las condiciones óptimas, además la carga actual excede su capacidad.

PISO	PROMEDIO VENTILADORES POR PISO	POTENCIA(kw) POR VENTILADOR	PROMEDIO HORAS DE FUNCIONAMIENTO	COSTO kw/h	COSTO MENSUAL EN PESOS
SOTANO	85	0,045	160	241	147492
1	125	0,045	160	241	216900
2	100	0,045	160	241	173520
3	145	0,045	160	241	251604
4	155	0,045	160	241	268956
5	145	0,045	160	241	251604
6	112	0,045	160	241	194342,4
7	89	0,045	160	241	154432,8
8	120	0,045	160	241	208224
9	130	0,045	160	241	225576
10	96	0,045	160	241	166579,2
11	105	0,045	160	241	182196
12	126	0,045	160	241	218635,2
13	125	0,045	160	241	216900
					2876961,6

Tabla N.4.3. 2. Costo mensual de ventiladores.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

4.4 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

4.4.1 CALCULO DE CARGA TERMICA

CONDICIONES DE DISEÑO

Condiciones climatológicas en Medellín. (Enero- Diciembre)

CONDICIONES EXTERIORES DEL LOCAL

- Medellín-Antioquia.
- Latitud: 6.2
- Longitud: 75
- Altura: 1486 m.s.n.m
- Humedad relativa: (60 %)
- Temperatura bulbo seco: 29.4°C
- Temperatura bulbo húmedo: 21.1°C
- Velocidad máxima exterior del aire: 15 km/hr
- Presión barométrica: 640 mm-Hg

CONDICIONES INTERIORES DEL LOCAL

- Velocidad del aire: 0 Km/hr
- Temperatura de bulbo seco: 22,2°C
- Humedad relativa: (50%)

CANTIDAD DE OCUPANTES

- 54 Personas

TIPO DE ALUMBRADO

- Lámparas fluorescentes e incandescentes

TIPO DE EQUIPO PARA ENFRIAMIENTO

- UMA SOTANO 4000 CFM Y FAN-COIL 1385 CFM

APLICACIÓN Y USO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

La aplicación del sistema de aire acondicionado es para confort de la Gobernación de Antioquia

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL LOCAL

La latitud y altitud de la ciudad dan como resultado un clima tropical monzónico. El clima es templado y húmedo, con una temperatura promedio de 23° centígrados. El apelativo ciudad de la eterna primavera proviene de la fama de un clima bastante uniforme durante todo el año, con unas pocas variaciones de temperatura entre diciembre y enero y entre junio y julio, las temporadas más secas y cálidas del año.



DEFINICIÓN DE CARGA TÉRMICA

También nombrada como carga de enfriamiento, es la cantidad de energía que se requiere vencer en un área para mantener determinadas condiciones de temperatura y humedad para una aplicación específica (ej. Confort humano). Es la cantidad de calor que se retira de un espacio definido, se expresa en BTU, la unidad utilizada comercialmente en relación a la unidad de tiempo, Btu/h, [Watts].

CONCEPTO	Q_s	Q_L
1. Transmisión muros, piso y techo	X	
2. Ocupantes	X	X
3. Iluminación	X	
4. Aparatos eléctricos	X	X

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

GANANCIA DE CALOR POR TRANSMISIÓN (TECHO, PISO Y MUROS)

DIFERENCIA DE TEMPERATURA:

Condiciones de diseño para verano

- $T_{BSinterior} = 22.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- $T_{BSe exterior} = 29.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- $T_{BStierra} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Ubicación	Calculo	$\Delta T \text{ (}^{\circ}\text{C)}$
Muro norte	(29.4-22.2)	7.2
Muro sur	(29.4-22.2)+2.22	9.42
Muro este	(29.4-22.2)+3.33	10.53
Muro oeste	(29.4-22.2)+3.33	10.53
Ventana este	(29.4-22.2)+6.66	13.86
Techo	(29.4-22.2)+5	12.2
Piso	(22.2-20)	2.2

Tabla N.4.4.1. Cálculo de la diferencia de Temperaturas

CALCULO DE AREAS DEL LOCAL:

Todas y cada una de las áreas mostradas en la tabla son extraídas del plano arquitectónico del local.

Superficies de transferencia de calor	
Muro norte	$45m^2$
Muro sur	$30m^2$
Muro este	$60m^2$
Muro oeste	$81m^2$
Ventana este	$54m^2$
Techo	$400m^2$
Piso	$400m^2$

Tabla N.4.4.2. Cálculo de áreas.

COEFICIENTES DE PELICULA:

Ecuaciones para el cálculo de coeficiente de película.

- Muy lisa $h=6.8+0.85V$
- Lisa $h=7.8+0.90V$
- Moderadamente áspera $h=9.8+1.20V$

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Donde V= es la velocidad del aire

Muros	$he=9.8+1.20(15)=$ $hi=10.3+1.5(0)=$	$32.3255 W/m^2 \text{ } ^\circ C$ $11.9767 W/m^2 \text{ } ^\circ C$
Techo	$he=7.8+0.90()=$ $hi=9.8+1.20(0)=$	$24.7674 W/m^2 \text{ } ^\circ C$ $11.3953 W/m^2 \text{ } ^\circ C$
Piso	$he=0$ no existe= $hi=10.3+1.5(0)=$	<i>No existe</i> $11.9767 W/m^2 \text{ } ^\circ C$
Vidrio	$he=6.8+0.85()=$ $hi=6.8+0.85(0)=$	$22.7325 W/m^2 \text{ } ^\circ C$ $7.9069 W/m^2 \text{ } ^\circ C$

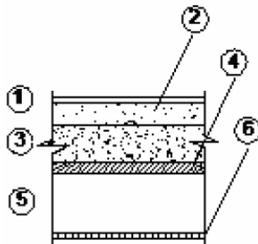
Tabla N.4.4.3. Cálculo de coeficientes de película "h"

$W/m^2 \text{ } ^\circ C$	$Kcal/m^2 \text{ } \cdot h \text{ } ^\circ C$	$Btu/ \text{pie}^2 \text{ } \cdot h \text{ } ^\circ F$
1	0.860	0.1763
1.163	1	0.205
5.678	4.882	1

Tabla N.4.4.4. Factor de conversión

CALCULO DE COEFICIENTES GLOBALES DE TRANSFERENCIA DE CALOR "U"

TECHO \longrightarrow FÓRMULA:
$$U_{TECHO} = \frac{1}{\frac{1}{h_e} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{x_3}{k_3} + \frac{x_4}{k_4} + \frac{x_5}{k_5} + \frac{x_6}{k_6} + \frac{1}{h_i}}$$



Material de Techo	(K)W/m ² °C	X(m)
1. Impermeabilizante	0.697	0.003
2. Encartonado cemento-arena	1.395	0.030
3. Concreto loza	0.29	0.100
4. Corcho	0.04	0.064
5. Aire	0.02	1.000
6. Poliestireno	0.038	0.030

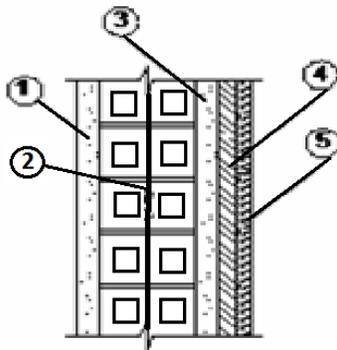
Tabla N.4.4.4. (K) de los materiales que conforman el techo.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

$$U_{TECHO} = \frac{1}{\frac{1}{24.7674 \frac{W}{m^2 \cdot C}} + \frac{0.003m}{0.697 \frac{W}{m \cdot C}} + \frac{0.03m}{1.395 \frac{W}{m \cdot C}} + \frac{0.1m}{0.29 \frac{W}{m \cdot C}} + \frac{0.064m}{0.04 \frac{W}{m \cdot C}} + \frac{1m}{0.02 \frac{W}{m \cdot C}} + \frac{0.030}{0.038 \frac{W}{m \cdot C}} + \frac{1}{11.3953 \frac{W}{m^2 \cdot C}}}$$

$$U = 0.01890 \frac{W}{m^2 \cdot C}$$

MUROS \longrightarrow FÓRMULA: $U_{MUROS} = \frac{1}{\frac{1}{he} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{x_3}{k_3} + \frac{x_4}{k_4} + \frac{x_5}{k_5} + \frac{1}{h_i}}$



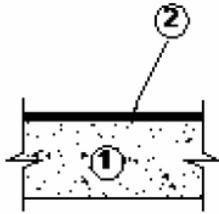
Material de muros	(K)W/m°C	X(m)
1. Mortero de cemento	1.4	0.015
2. Ladrillo hueco	0.45	0.15
3. Ladrillo hueco	0.45	0.15
4. Mortero de cemento	1.16	0.015
5. Revoque de cem-cal-arena	1.16	0.010

Tabla N.4.4.5. Materiales de muros

$$U_{MUROS} = \frac{1}{\frac{1}{32.3255 \frac{W}{m^2 \cdot C}} + \frac{0.015m}{1.16 \frac{W}{m \cdot C}} + \frac{0.2m}{1.00 \frac{W}{m \cdot C}} + \frac{0.015}{1.16 \frac{W}{m \cdot C}} + \frac{0.064m}{0.04 \frac{W}{m \cdot C}} + \frac{0.02m}{0.046 \frac{W}{m \cdot C}} + \frac{1}{11.9767 \frac{W}{m^2 \cdot C}}}$$

$$U = 1.2294 \frac{W}{m^2 \cdot C}$$

PISO \longrightarrow FÓRMULA: $U_{PISO} = \frac{1}{\frac{1}{he} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{1}{h_i}}$

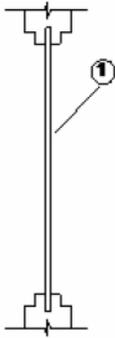


Material Piso	(K)W/m°C	X(m)
1.Firme de concreto	0.29	0.100
2.Alfombra	0.45	0.015

$$U_{PISO} = \frac{1}{0 + \frac{0.1m}{\frac{0.29 \frac{W}{m^2 \cdot C}}{m^2 \cdot C}} + \frac{0.015m}{\frac{0.45 \frac{W}{m^2 \cdot C}}{m^2 \cdot C}} + \frac{1}{11.9767 \frac{W}{m^2 \cdot C}}}$$

$$U = 2.1661 \frac{W}{m^2 \cdot C}$$

VENTANAS \longrightarrow FÓRMULA: $U_{VENTANAS} = \frac{1}{\frac{1}{h_e} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{1}{h_i}}$



Material ventanas	(K)W/m°C	X(m)
1.Vidrio	1.05	0.01

$$U_{VENTANAS} = \frac{1}{\frac{1}{22.7325 \frac{W}{m^2 \cdot C}} + \frac{0.01m}{\frac{1.05 \frac{W}{m^2 \cdot C}}{m^2 \cdot C}} + \frac{1}{7.9069 \frac{W}{m^2 \cdot C}}}$$

$$U = 5.5560 \frac{W}{m^2 \cdot C}$$

CALOR POR TRANSMISIÓN $Q = A \cdot U \cdot \Delta T$ (WATTS)

UBICACION	A(m ²)	U(W/m ² ·°C)	ΔT(°C)	Q(W)
Muro norte	45	1.2294	7.2	398.3460
Muro sur	30	1.2294	9.42	347.4463
Muro este	60	1.2294	10.53	776.4463

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Muro oeste	81	1.2294	10.53	1048.6460
Ventana este	54	5.5560	13.86	4158.3657
Techo	400	0.01890	12.2	92.2700
Piso	400	2.1661	2.2	1906.1809
				8728.0301

$$Q_{transmisión} = 8728.0301 \text{ W}$$

GANANCIA DE CALOR POR OCUPANTES

- 8 Personas paradas
 $Q_s(w) = 8 * 220 = 1760 \text{ BTU/h} = 515.8978 \text{ (W)}$
 $Q_L(W) = 8 * 230 = 1840 \text{ BTU/h} = 539.3477 \text{ (W)}$
- 5 Personas caminando
 $Q_s(w) = 330 * 5 = 1650 \text{ BTU/h} = 483.6542 \text{ (W)}$
 $Q_L(W) = 670 * 5 = 3350 \text{ BTU/h} = 981.9646 \text{ (W)}$
- 36 Personas trabajo de oficina
 $Q_s(w) = 220 * 36 = 7920 \text{ BTU/h} = 2321.5402 \text{ (W)}$
 $Q_L(W) = 230 * 36 = 8280 \text{ BTU/h} = 2427.0648 \text{ (W)}$
- 5 Personas trabajo de almacén
 $Q_s(w) = 220 * 5 = 1100 \text{ BTU/h} = 322.4361 \text{ (W)}$
 $Q_L(W) = 230 * 5 = 1150 \text{ BTU/h} = 337.0923 \text{ (W)}$

$$Q_{ocupantes} = 7928.9980 \text{ (w)}$$

GANANCIA POR ILUMINACIÓN

Q= (ÁREA)*(CALOR CALCULADO)

- ARCHIVOS,ALMACEN,OFICINAS(Desempeño de tareas visuales muy exigentes)
 $Q = 943 \text{ m}^2 * 8.098 \text{ W/m}^2 = 7636.414 \text{ W}$

GANANCIA DE CALOR POR APARATOS ELÉCTRICOS

EQUIPO	$Q_s(w)$	$Q_L(w)$	CANTIDAD	$Q_R(w)$
Planchas para ropa	1200	750	1	1950
Computadora	325		36	11700
Máquina de café	1800		1	1800
Planchas para ropa	1200	750	1	1950
Cafeteras	1075	850	2	3850
Televisor	185		4	740
				TOTAL 21990

$$Q_{aparatos} = 21990 \text{ W}$$

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

RESUMEN DE BALANCE TÉRMICO

CONCEPTO	Q
Transmisión por piso, muros y techo	8728.0301
Ocupantes	7928.9980
Iluminación	7636.414
Aparatos	21990
TOTAL + 10% DEL TOTAL	50911.74

1TR=3516.853W $Q_{TOTAL} = 14.476505 \text{ Ton.ref}$

CALCULO POR SOFTWARE EN EXCEL.

USTED PUEDE DIGITAR UNICAMENTE EN LAS CELDAS GRISAS Y AMARILLAS

Digite el valor de la temp. de bulbo seco adentro (en grados F):	71,96
Digite el valor de la temperatura de bulbo seco afuera (en grados F):	84,92
Digite el valor de la temp. de bulbo humedo afuera (en grados F):	69,98
Digite el valor de la temp. de bulbo humedo adentro (en grados F):	60

ITEM	AREA	FACTOR										BTUH																																																																																								
Item 1-10 calor sensible unicamente																																																																																																				
1.a).Ventanas : Ganancias por el sol. (Calcular la exposicion para todas las ventanas, pero use unicamente la que por mas tiempo este expuesta)	484	Para bloques de vidrio los factores se reducen en un 50 %										24200																																																																																								
		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Sin Sombra</td> <td>Sombra Interior</td> <td>Aleros Exterior</td> <td colspan="7"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>60</td> <td>25</td> <td>20</td> <td>0</td> <td>0</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>50</td> <td>40</td> <td>25</td> <td>50</td> <td>24200</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>75</td> <td>30</td> <td>20</td> <td>0</td> <td>0</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>75</td> <td>35</td> <td>20</td> <td>0</td> <td>0</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>110</td> <td>45</td> <td>30</td> <td>0</td> <td>0</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>150</td> <td>65</td> <td>45</td> <td>0</td> <td>0</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>120</td> <td>50</td> <td>35</td> <td>0</td> <td>0</td> <td colspan="5"></td> </tr> </table>												Sin Sombra	Sombra Interior	Aleros Exterior									60	25	20	0	0							50	40	25	50	24200							75	30	20	0	0							75	35	20	0	0							110	45	30	0	0							150	65	45	0	0							120	50	35	0	0					
			Sin Sombra	Sombra Interior	Aleros Exterior																																																																																															
			60	25	20	0	0																																																																																													
			50	40	25	50	24200																																																																																													
	75	30	20	0	0																																																																																															
	75	35	20	0	0																																																																																															
	110	45	30	0	0																																																																																															
	150	65	45	0	0																																																																																															
	120	50	35	0	0																																																																																															
Digite el valor dependiendo de si es sin sombra, con sombra interior o con aleros exteriores																																																																																																				
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,04</td> <td>9,04</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>15</td> <td>19</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>42</td> <td>15</td> <td>1673,4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>16</td> <td>19</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22				13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4		7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																									
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,04	9,04	12	17	22																																																																																											
	13	15	19	22	25	27	30	36	42	15	1673,4																																																																																									
	7	8	9	10	11	12	13	16	19	8	0																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>17</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,96</td> <td>0,96</td> <td>2,04</td> <td>4,04</td> <td>7,</td></tr></table>													10	12	15	17	20	22	25	30	35				2,96	0,96	2,04	4,04	7,																																																																							
	10	12	15	17	20	22	25	30	35																																																																																											
	2,96	0,96	2,04	4,04	7,																																																																																															

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

CALCULO POR SOFTWARE PROFESIONAL PARA AIRE ACONDICIONADO

A continuación se muestra un paso a paso para realizar el cálculo de la carga térmica del sótano de la Gobernación de Antioquia.

Esta es la pantalla de inicio del software en modo general donde se muestra condiciones climáticas, área a acondicionar, tipo de máquinas y temperatura. En la parte inferior izquierda aparecen las librerías en donde se editan horarios de trabajo, tipo de pared, tipo de techo, ventanas, puertas y estructuras que dan sombra.

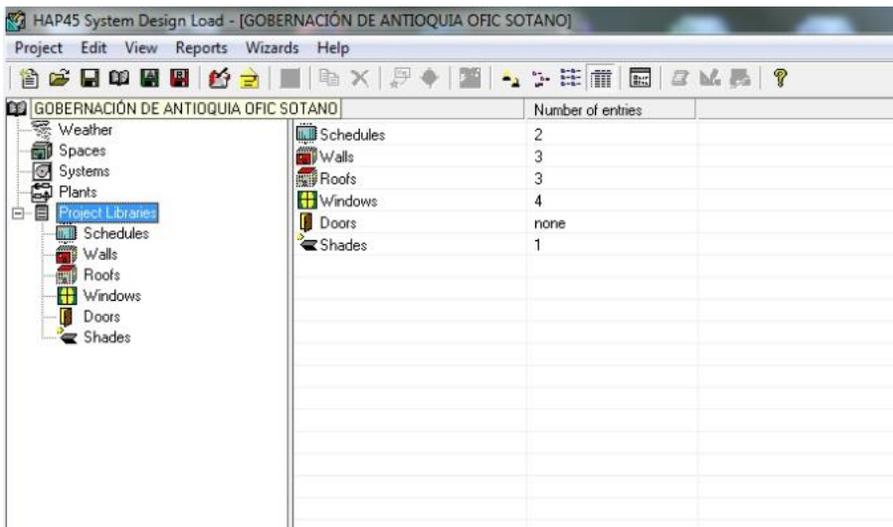


Figura 4.4.1. 2.

El primer paso es editar todas las librerías del proyecto. La primera que se programa es Schedules e inmediatamente se muestra una ventana en la cual se muestran los perfiles de horario para los cuales se va a programar el encendido y apagado de las máquinas.

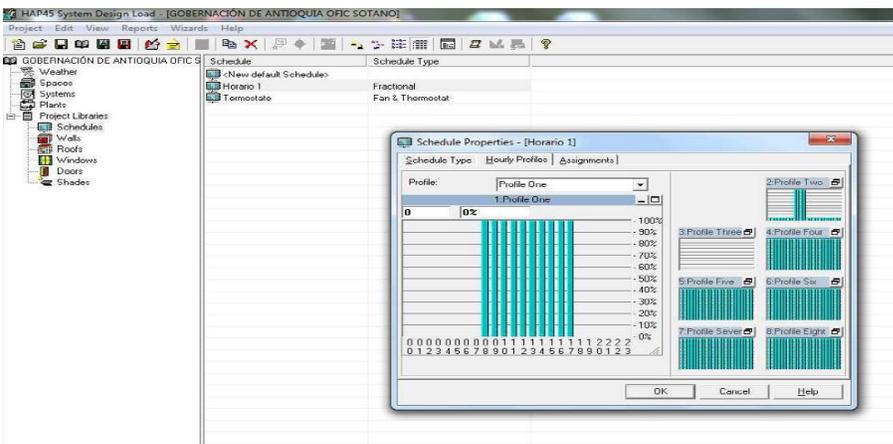


Figura 4.4.1. 3.

El próximo paso a seguir es en la pestaña Walls en donde se programa como están conformadas las paredes del lugar a acondicionar, en la ventana emergente aparecen los diferentes tipos de materiales para la construcción de dichas estructuras.

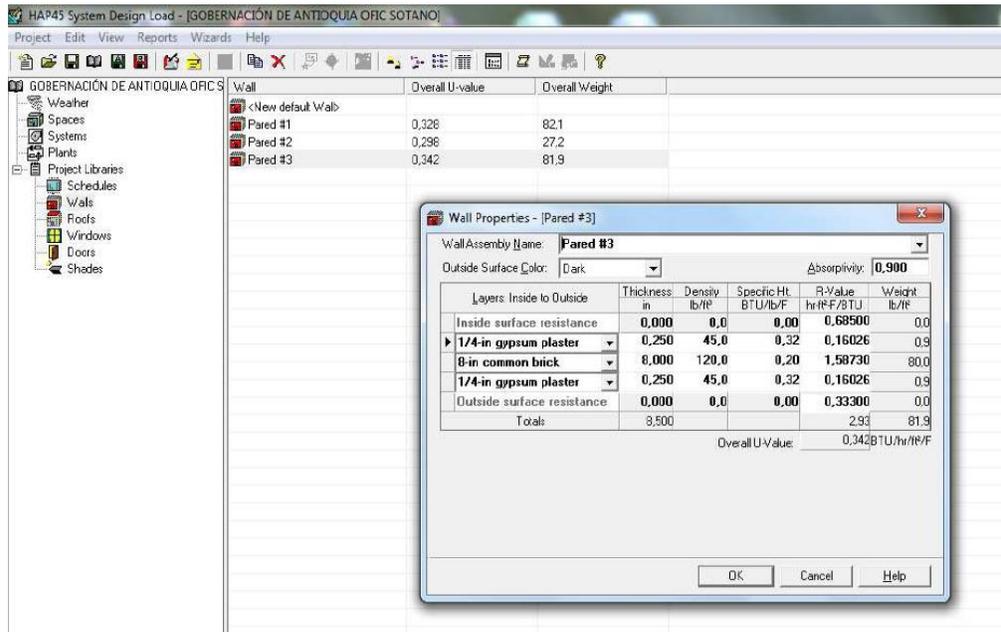


Figura 4.4.1. 4.

El próximo paso a seguir es en la pestaña Roofs es aquí donde se programa la composición de los techos que conforman la estructura, en la ventana emergente aparecen los diferentes tipos de materiales de los cuales está hecho.

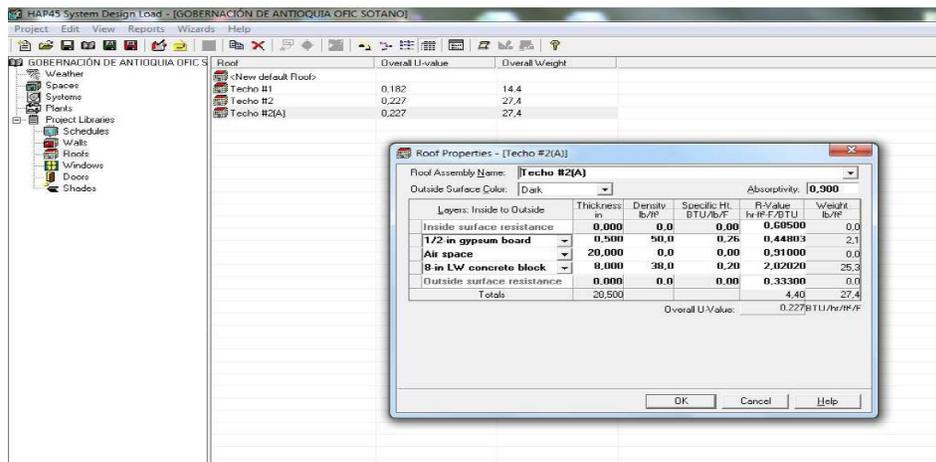


Figura 4.4.1. 5

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

El próximo paso a seguir es en la pestaña Windows es aquí donde se programa los tipos de ventana y sus características.

La pestaña de Doors y la de Shades no se toman en cuenta ya que el recinto a acondicionar no cuenta con estructuras que brinden sombra y normalmente no hay infiltraciones por puertas abiertas o son muy insignificantes para este caso.

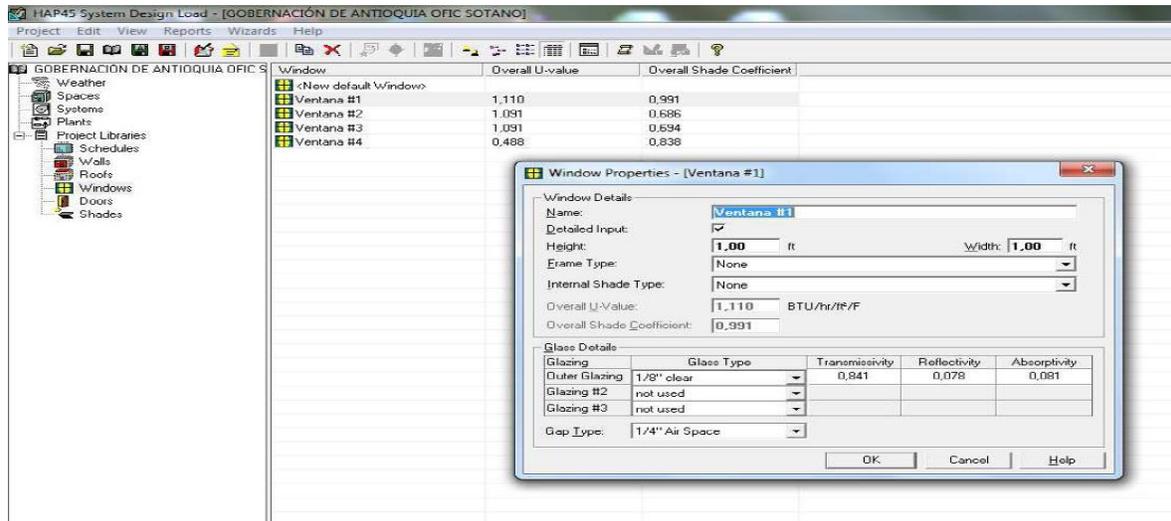


Figura 4.4.1. 6

Luego de haber modificado todas las librerías se procede a programar las pestañas generales.

La primera que se modifica es la pestaña Weather es aquí donde se ingresan los datos en la ventana emergente de las condiciones climáticas y de diseño.

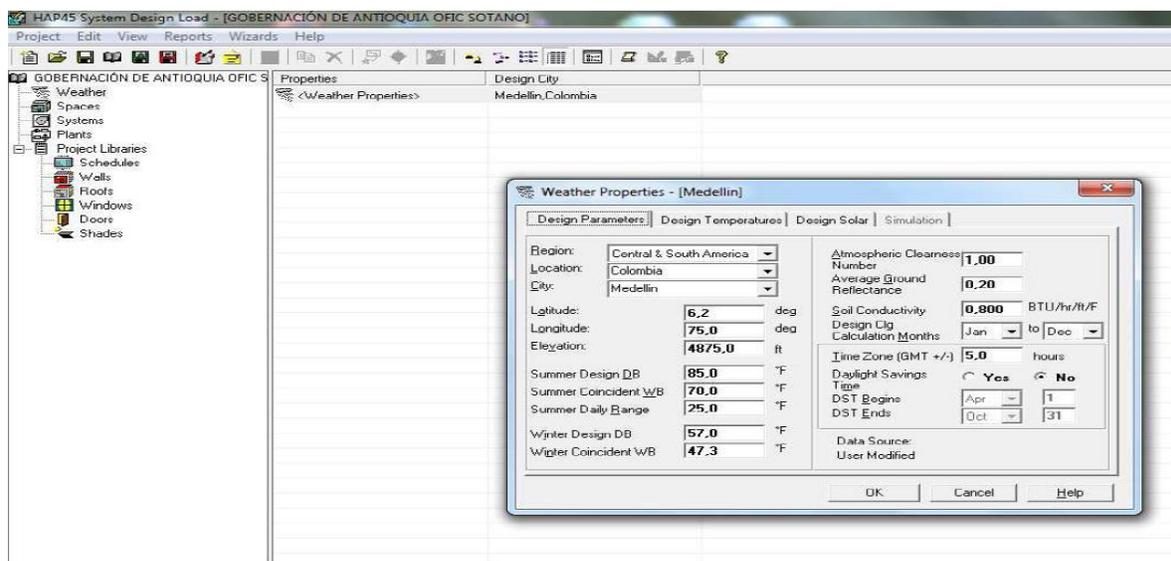


Figura 4.4.1. 7.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

La próxima pestaña a programar es Spaces donde en la ventana emergente se programa la primer a pestaña General de la figura 4.4.1.8 que es donde se modifican las medidas del área para el espacio acondicionado.

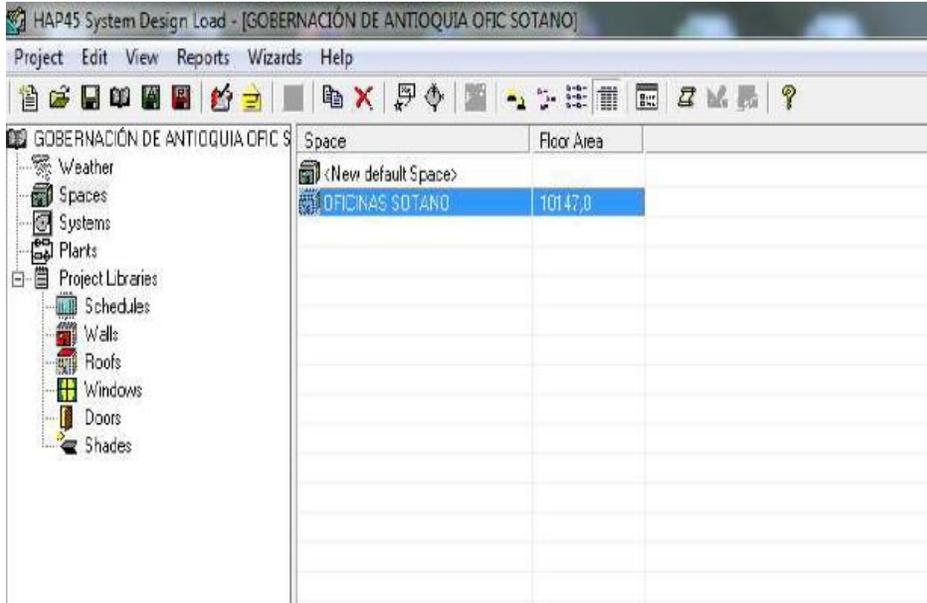


Figura 4.4.1. 8.

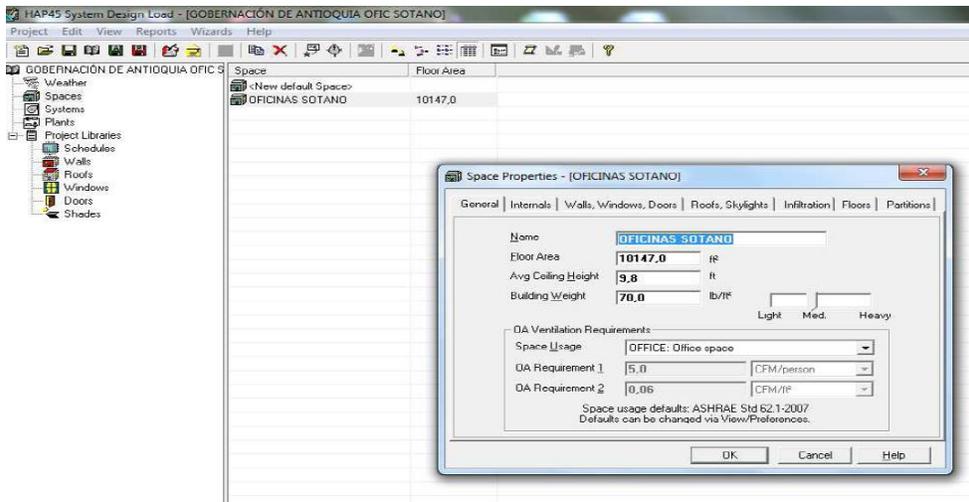


Figura 4.4.1. 9

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

El próximo paso a seguir es modificar la pestaña Internals que es donde se programan las condiciones interiores del recinto a acondicionar tales como: Potencia de equipos, factor de carga por pie cuadrado y número de personas

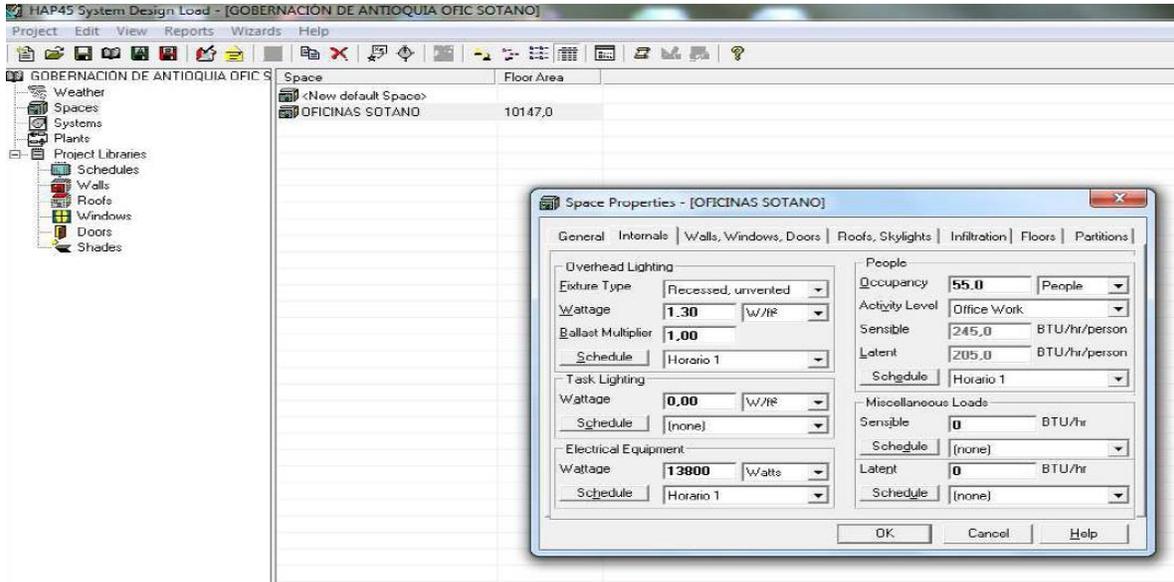


Figura 4.4.1. 10

El próximo paso a seguir es programar la pestaña Walls, Windows, Doors, es aquí donde se programa cada pared y sus dimensiones. Como en las librerías se había programado previamente la composición de las paredes en esta ventana se llaman por medio de las listas desplegables del lado derecho de la ventana y se llaman también, las ventanas de la estructura también anteriormente programadas y las puertas.

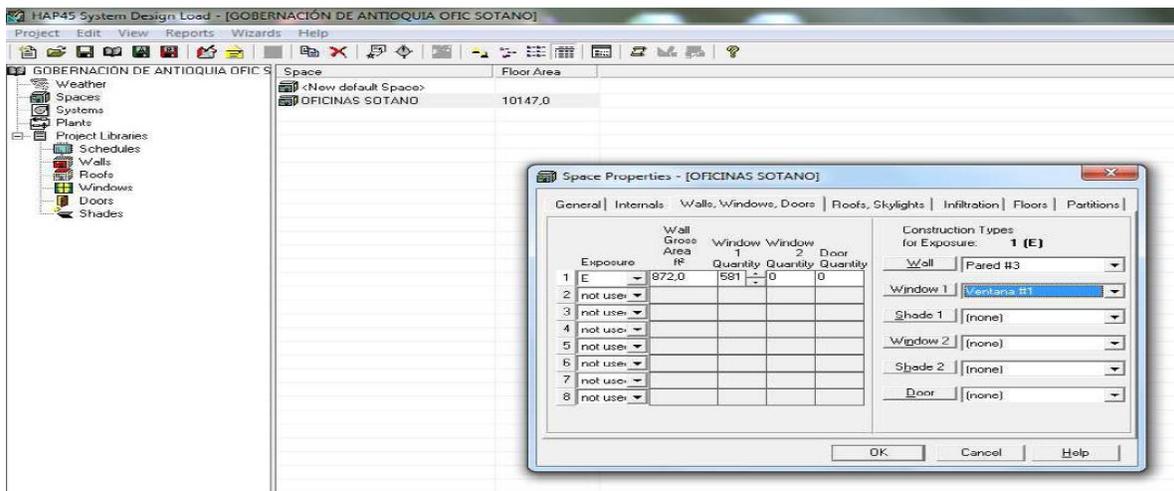


Figura 4.4.1. 11

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

El próximo paso a seguir es programar la pestaña Roofs, Skylights que es donde se programan las dimensiones del techo y su forma. Como ya se había programado su composición en las librerías, se puede llamar desde las listas desplegables al lado derecho

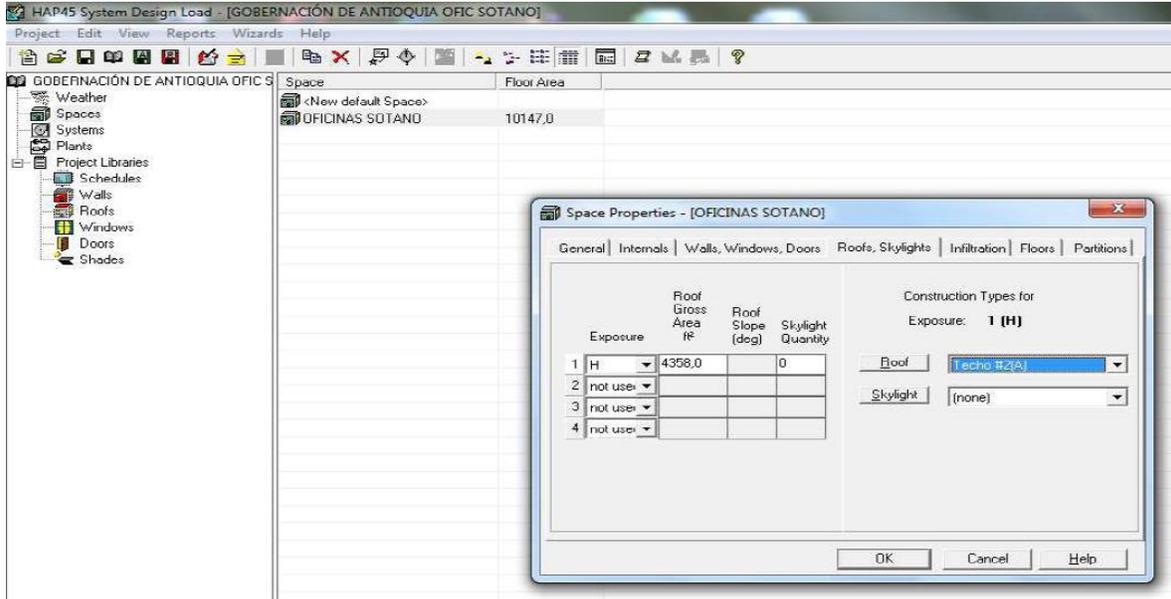


Figura 4.4.1. 12

El próximo paso a seguir es programar la pestaña Infiltration, pero como se mencionó anteriormente estas son insignificantes para este caso así que se deja todo en ceros.

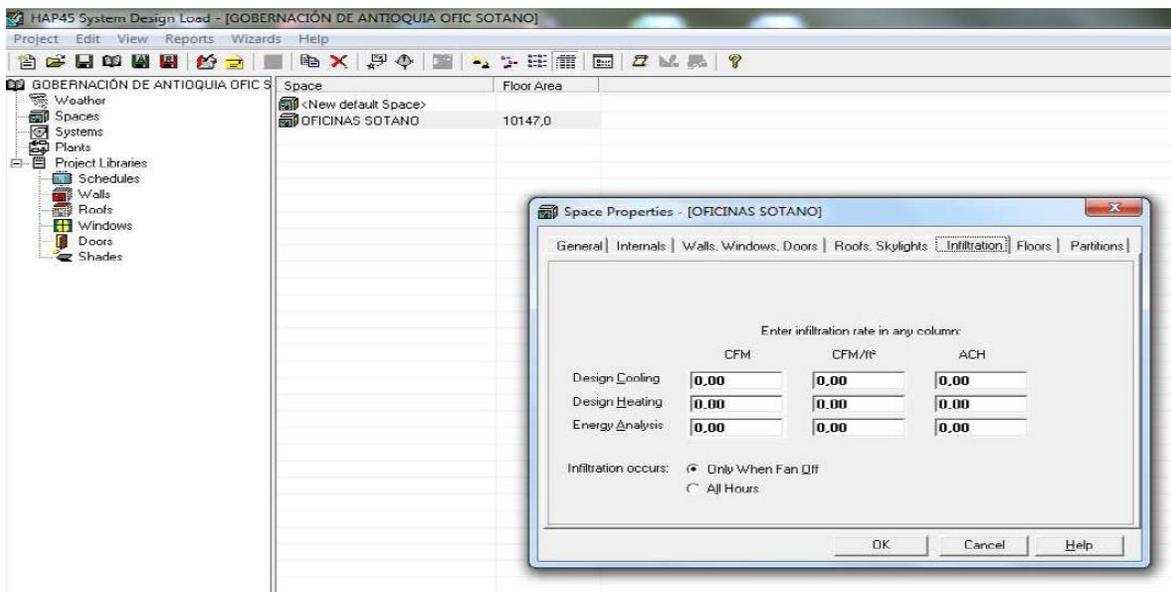


Figura 4.4.1. 13

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

El próximo paso a seguir es programar la pestaña Floors, que es donde se programa las condiciones del suelo, en donde se pueden seleccionar diferentes opciones que para nuestro caso es la primera opción ya que es un sótano.

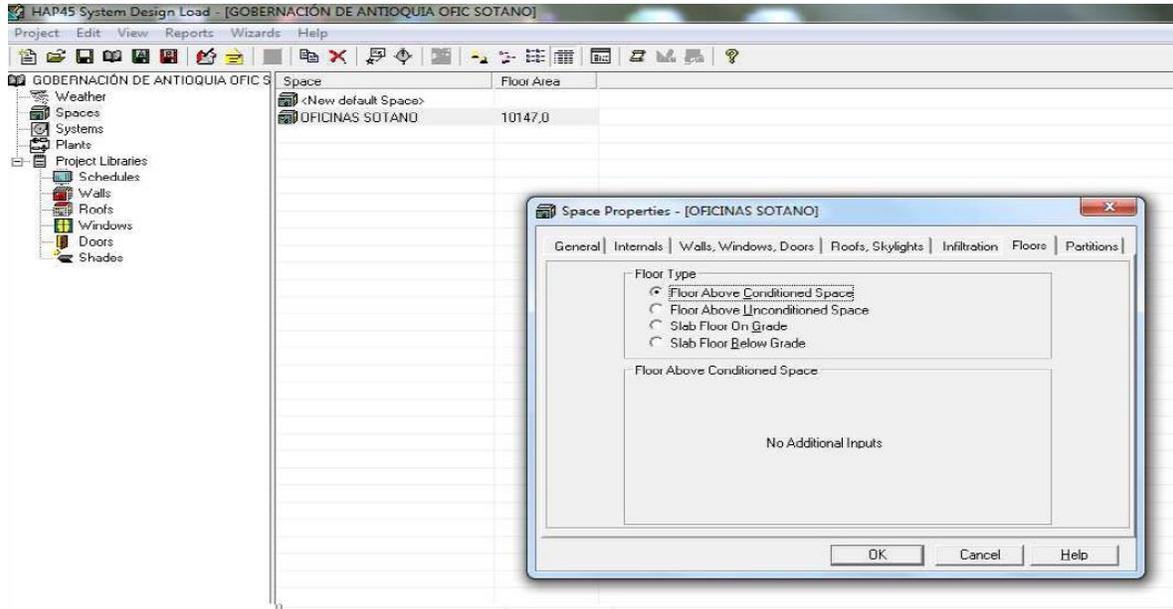


Figura 4.4.1. 14

El próximo paso a seguir es programar la pestaña Partitions, que es donde se especifican las condiciones de confort tales como temperatura máxima, temperatura máxima del ambiente, mínima temperatura del espacio o temperatura de confort.

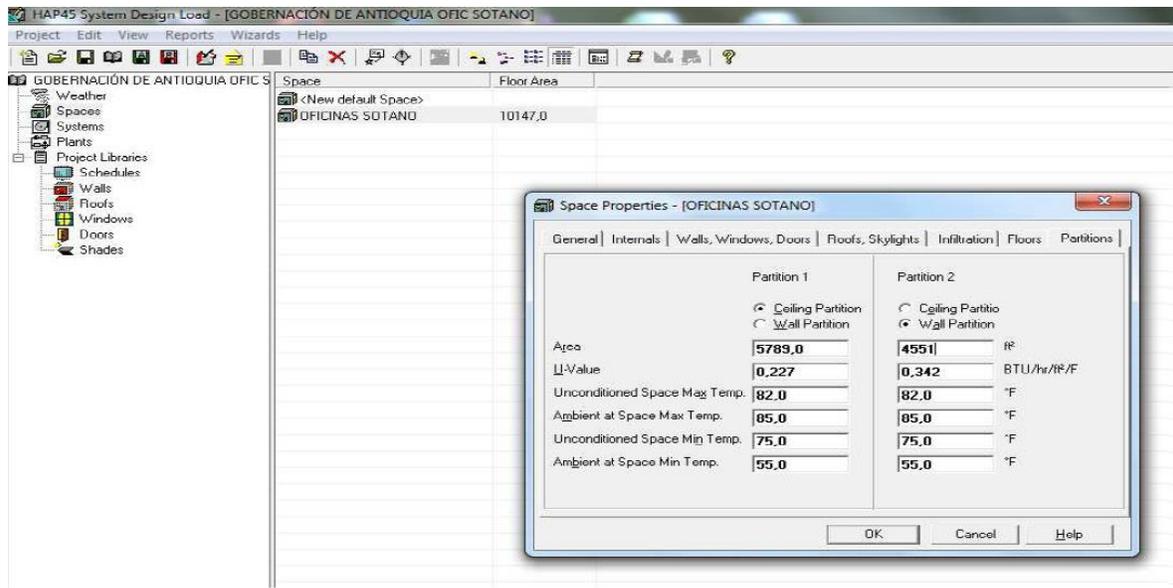


Figura 4.4.1. 15

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Ahora se ingresa en la pestaña Systems de las pestañas generales que es donde se selecciona el tipo de máquina para enfriar el lugar.

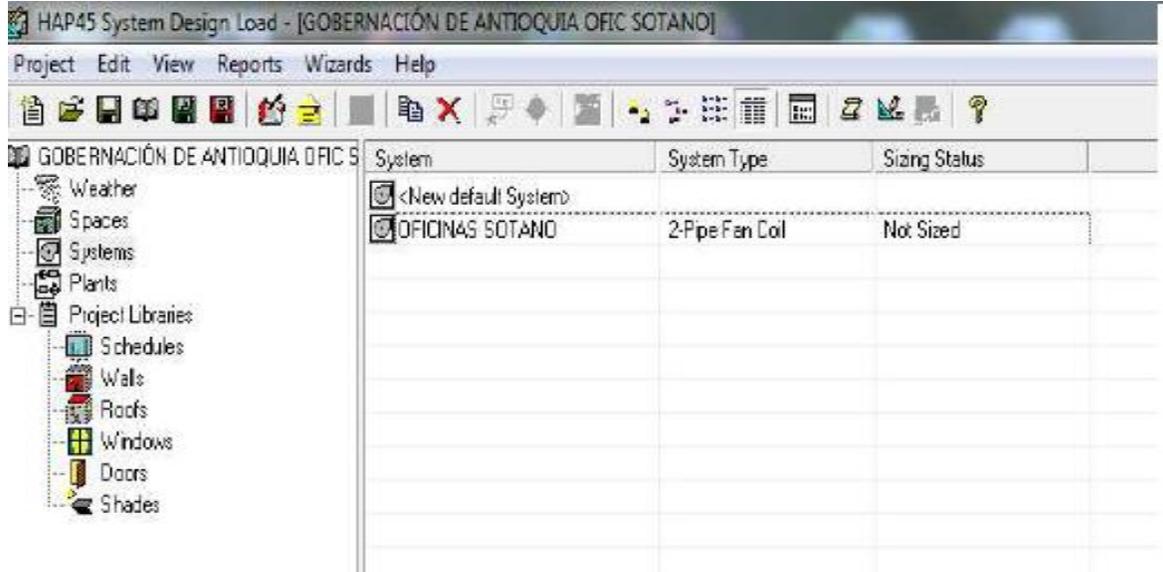


Figura 4.4.1. 16

Luego de ingresar a la pestaña Systems aparece una ventana con diferentes opciones. La primera es ser programada es General que es donde se selecciona las unidades terminales del sistema que para nuestro caso son UMAS.

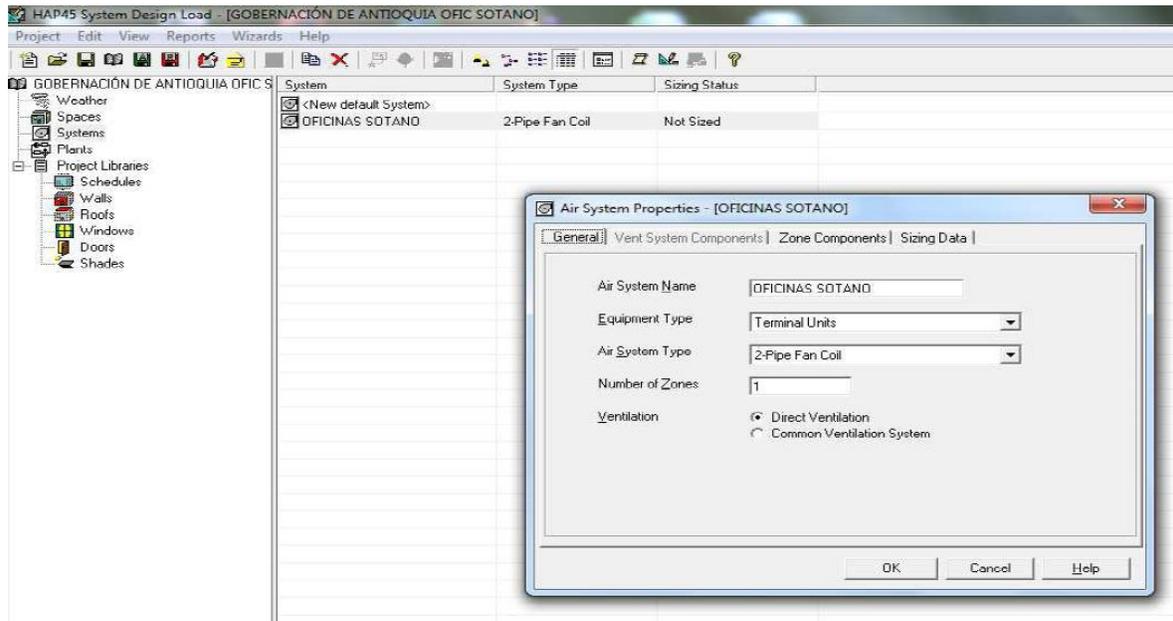


Figura 4.4.1. 17

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

El próximo paso a seguir es programar la pestaña Vent System Components, es aquí donde se especifica las condiciones de carga como por ejemplo que maquina enfría la totalidad del recinto que para este caso es un CHILLER, nivel de carga al cual funciona las maquinas en el año.

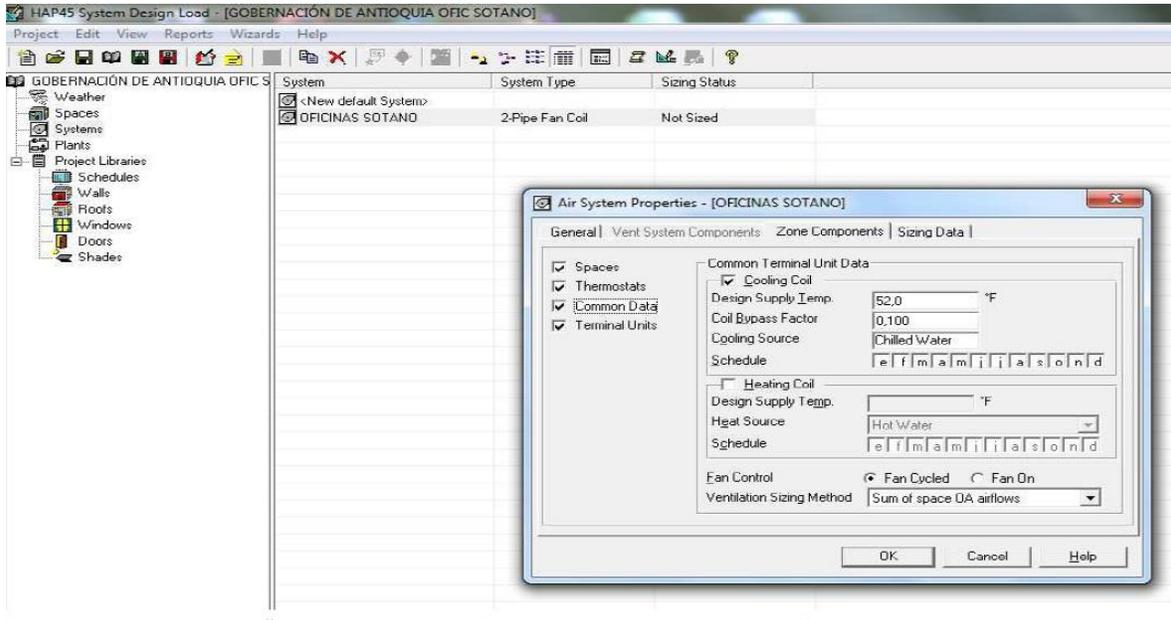


Figura 4.4.1. 18

El próximo paso a seguir es programar la pestaña Zone Components que es donde se determinan las zonas a acondicionar por las maquinas

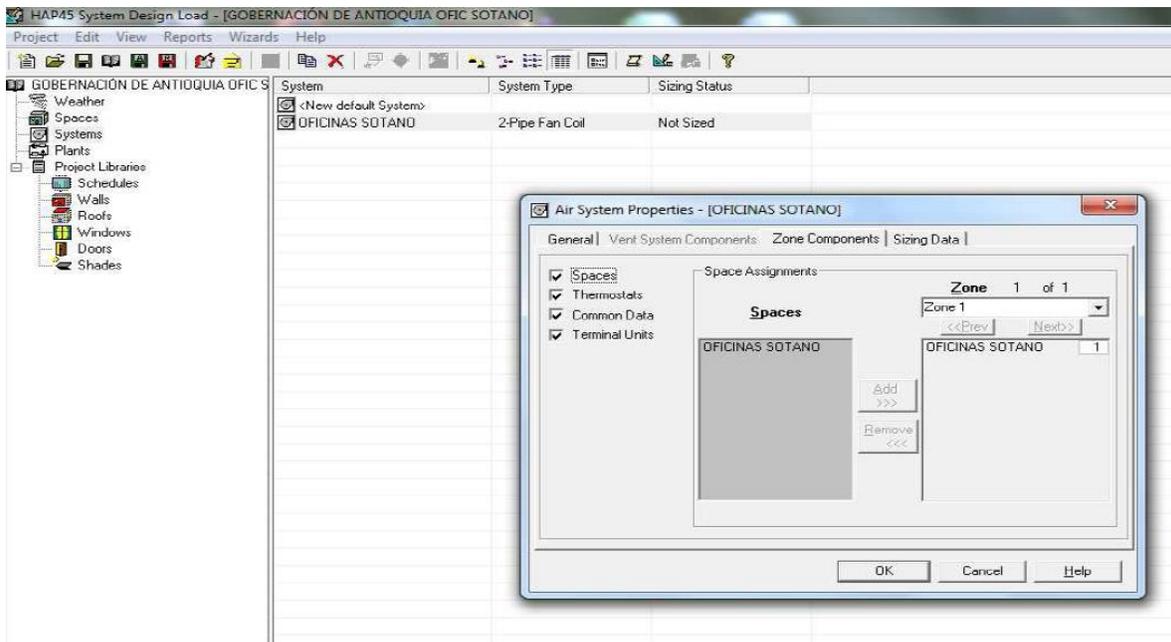


Figura 4.4.1. 19

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

El próximo paso a seguir es programar la pestaña SiZing Data que es donde se determinan las condiciones de las maquinas terminales como CFM, la zona, y eficiencia.

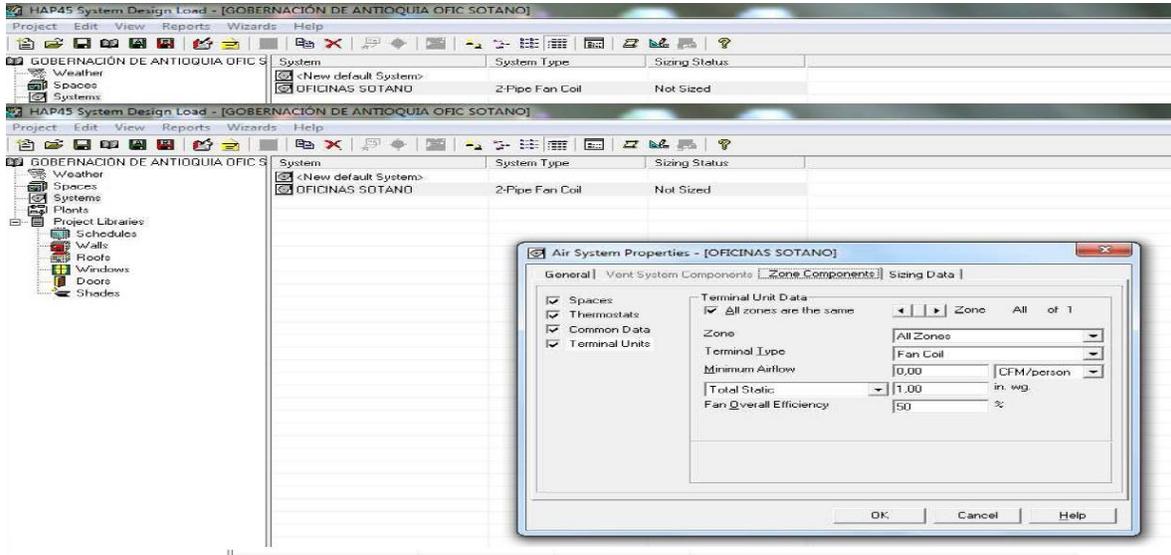


Figura 4.4.1. 20

Ahora se programa la pestaña Plants de las pestañas generales.

En la ventana se programa los rangos de temperatura de trabajo como temperatura en el serpentín, el setpoint y el rango de temperatura de encendido de las máquinas.

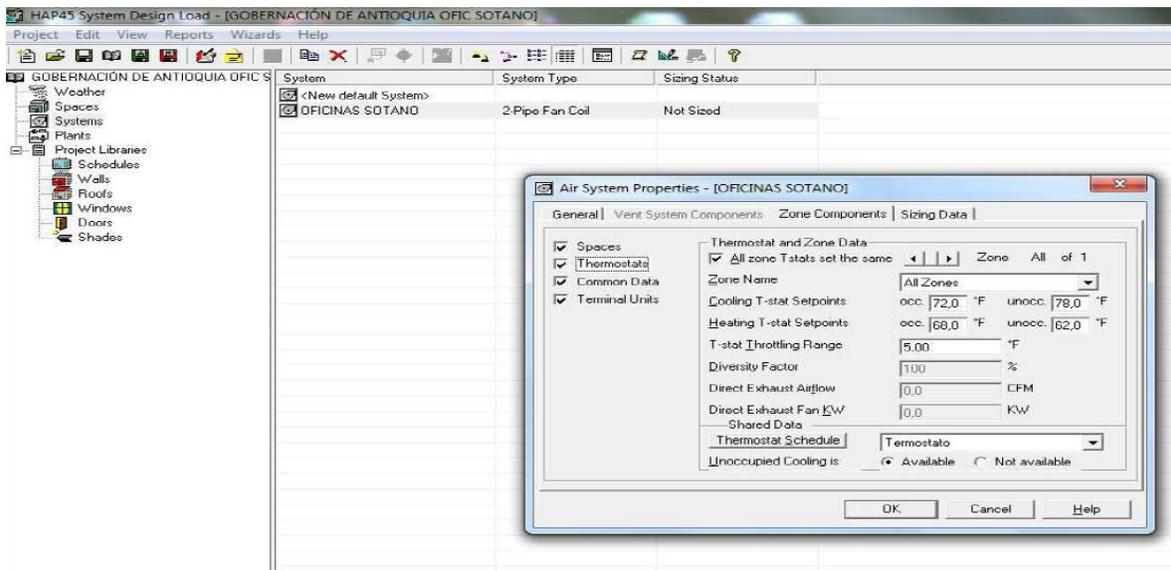


Figura 4.4.1. 21

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Finalmente se programa la pestaña Vent System Components que es donde se especifican la temperatura de entrada y salida del agua para las UMAS

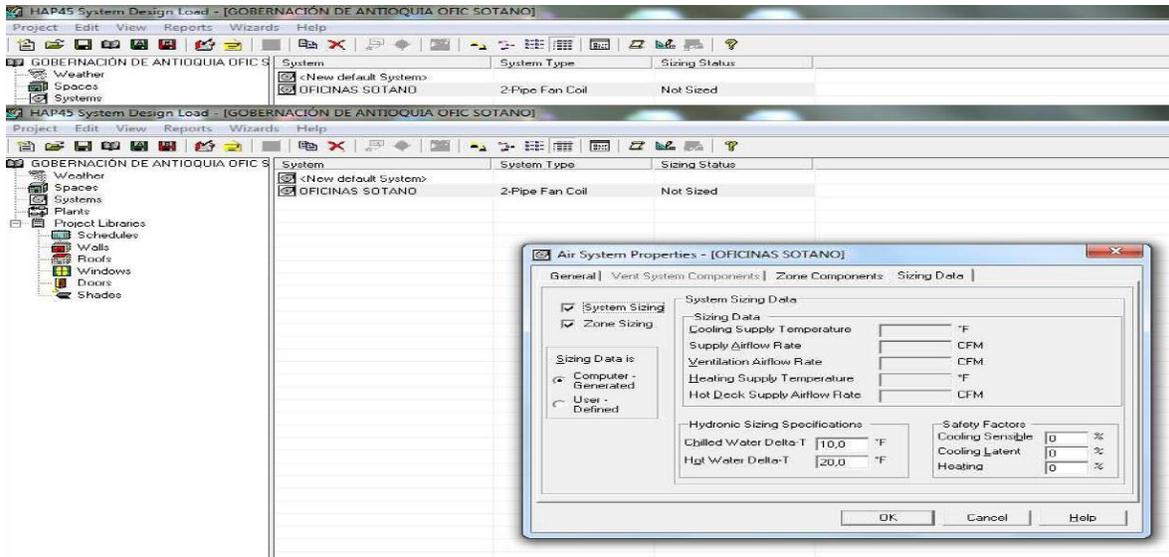


Figura 4.4.1. 22

Luego de haber programado todos los parámetros del sistema se procede a obtener los resultados dando click derecho sobre la pestaña System y en la lista desplegable escoger la opción Print/View Desing Results

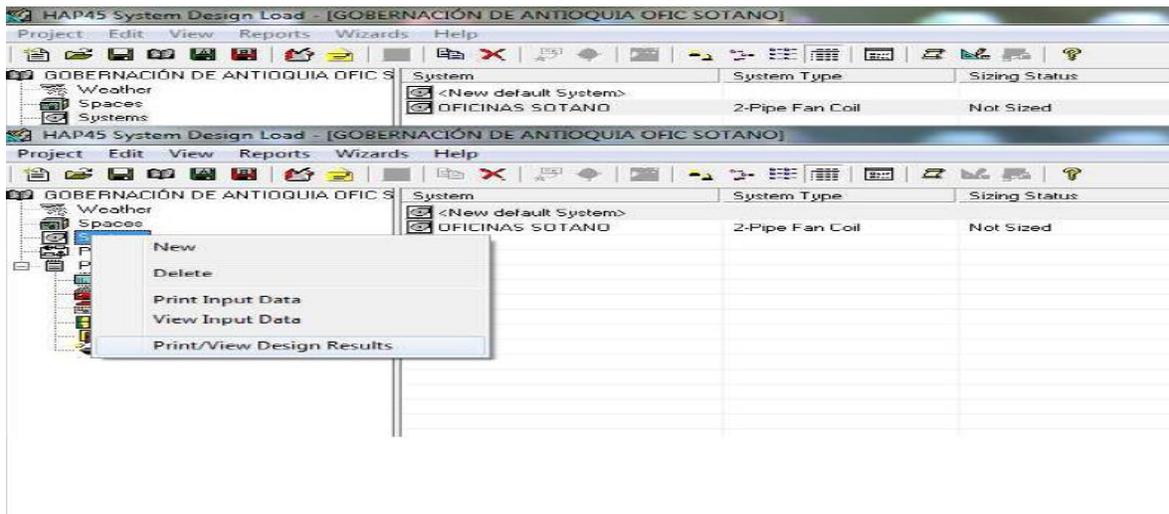


Figura 4.4.1. 23

RESULTADOS POR LOS DOS SOFTWARE

Air System Sizing Summary for GOBERNACIÓN SOTANO	
Project Name: FAMILIA LOS BALSOS - PERINI BRAVO	07/30/2014
Prepared by: Aireambiente S.A	10:33a.m.

Air System Information

Air System Name:.....GOBERNACIÓN SOTANO
 Air System Type:.....Single Zone CAV

Number of zones:.....1
 Floor Area:.....10147,0 sqft
 Location:.....Medellin, Colombia

Sizing Calculation Information

Calculation Months:.....Jan to Dec

Calculation method:.....Transfer Function Method

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load:.....21,1 Tons
 Total coil load:.....253,6 MBH
 Sensible coil load:.....237,9 MBH
 Coil airflow:.....12305 CFM
 Sensible heat ratio:.....0,938
 Area per unit load:.....480,2 sqft/Ton
 Load per unit area:.....25,0 BTU/(hr-sqft)

Load occurs at:.....Aug 700
 OA DB / WB:.....61,8/61,2 F
 Entering DB / WB:.....74,8/60,0 F
 Leaving DB / WB:.....53,3/51,9 F
 Coil ADP:.....51,0 F
 Bypass Factor:.....0,100
 Resulting RH:.....44 %
 Design supply temp:.....54,0 F

Central Heating Coil Sizing Data

Max coil load:.....16,0 MBH
 Coil airflow:.....12305 CFM
 Load per unit area:.....1,6 BTU/(hr-sqft)

Load occurs at:.....Des Htg
 Ent DB / Lvg DB:.....69,6/71,0 F

Supply Fan Sizing Data

Actual max airflow:.....12305 CFM
 Standard airflow:.....10271 CFM
 Actual max airflow per unit area:.....1,21 CFM/sqft

Fan motor BHP:.....2,87 BHP
 Fan motor kW:.....2,14 kW
 Fan static:.....0,80 in wg

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow:.....275 CFM
 Airflow per unit floor area:.....0,03 CFM/sqft

Airflow per person:.....5,00 CFM/person

Space Sizing Data

Space Name	Maximum Cooling Sensible Load MBH	Design Airflow CFM	Time of Peak Load	Maximum Heating Load MBH	Space Floor Area sqft	Space CFM/sqft
GOBERNACION SOTANO	199,7	12305	Aug 1500	22,6	10147,0	1,21

Figura 4.4.1. 24

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Project Name: GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA OFIC SOTANO 07/30/2014
Prepared by: Aireambiente S.A 10:35a.m.

Air System Information

Air System Name OFICINAS SOTANO
Equipment Class TERM
Air System Type 2P-FC

Number of zones 1
Floor Area 10147,0 ft²
Location Medellín, Colombia

Sizing Calculation Information

Zone and Space Sizing Method:

Zone CFM Sum of space airflow rates
Space CFM Individual peak space loads

Calculation Months Jan to Dec
Sizing Data Calculated

Zone Sizing Data

Zone Name	Maximum Cooling Sensible (MBH)	Design Air Flow (CFM)	Minimum Air Flow (CFM)	Time of Peak Load	Maximum Heating Load (MBH)	Zone Floor Area (ft ²)	Zone CFM/ft ²
Zone 1	204,7	11338	11338	Aug 1600	19,1	10147,0	1,12

Terminal Unit Sizing Data - Cooling

Zone Name	Total Coil Load (MBH)	Sens Coil Load (MBH)	Coil Entering DB / WB (°F)	Coil Leaving DB / WB (°F)	Water Flow @ 10,0 °F (gpm)	Time of Peak Load
Zone 1	238,4	209,4	77,4 / 60,7	52,0 / 50,5	47,70	Aug 1500

Terminal Unit Sizing Data - Heating, Fan, Ventilation

Zone Name	Heating Coil Load (MBH)	Heating Coil Ent/Lvg DB (°F)	Htg Coil Water Flow @20,0 °F (gpm)	Fan Design AirFlow (CFM)	Fan Motor (BHP)	Fan Motor (kW)	OA Vent Design AirFlow (CFM)
Zone 1	0,0	-1,0 / -1,0	0,00	11338	3,567	2,660	884

Space Loads and Airflows

Zone Name / Space Name	Mult.	Cooling Sensible (MBH)	Time of Load	Air Flow (CFM)	Heating Load (MBH)	Floor Area (ft ²)	Space CFM/ft ²
Zone 1 OFICINAS SOTANO	1	204,7	Aug 1600	11338	19,1	10147,0	1,12

Figura 4.4.1. 25

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

4.4.2 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Antes de la implementación de sistema por PLC se identifican las variables para realizar el control de los equipos las cuales son:

1. Temperatura en el lugar a acondicionar.
2. Horas de funcionamiento.
3. Días de funcionamiento a la semana.

4.4.2 CARACTERÍSTICAS DEL PLC

Criterio	Comprobado según	Valores
Módulos base LOGO! (0BA6) (LOGO! Basic o LOGO! Pure) Dimensiones (AxAxP) Peso Montaje		72 x 90 x 55 mm Aprox. 190 g en un perfil soporte 35 mm 4 anchos de módulo o montaje en la pared
Módulos base LOGO! (0BA7) (LOGO! Basic) Dimensiones (AxAxP) Peso Montaje		107 x 90 x 55 mm Aprox. 265 g en un perfil soporte de 35 mm con 6 anchos de módulo o montaje en la pared
Módulos de ampliación LOGO! DM8..., AM... Dimensiones (AxAxP) Peso Montaje		36 x 90 x 53 mm Aprox. 90 g en un perfil soporte de 35 mm 2 anchos de módulo o montaje en la pared
LOGO! TD (visualizador de textos)		128,2 x 86 x 38,7 mm Aprox. 220g Montaje con estribo de fijación
Módulos de ampliación LOGO! DM16... Dimensiones (AxAxP) Peso Montaje		72 x 90 x 53 mm Aprox. 190 g en un perfil soporte de 35 mm 4 anchos de módulo o montaje en la pared
Condiciones ambientales climáticas		
Temperatura ambiente Montaje horizontal Montaje vertical	Temperatura baja según IEC 60068-2-1 Temperatura alta según IEC 60068-2-2	0 ... 55 °C 0 ... 55 °C
Almacenamiento y transporte		- 40 °C... +70 °C
Humedad relativa	IEC 60068-2-30	del 10 al 95 % sin condensación
Presión atmosférica		795 ... 1080 hPa
Sustancias contaminantes	IEC 60068-2-42	SO ₂ 10 cm ³ /m ³ , 10 días
	IEC 60068-2-43	H ₂ S 1 cm ³ /m ³ , 10 días

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Crterio	Comprobado según	Valores
Condiciones ambientales mecánicas		
Grado de protección		IP 20 para los módulos base LOGO!, módulos de ampliación y el LOGO! TD excluyendo el panel frontal del TD IP 65 para el panel frontal del LOGO! TD
Vibraciones:	IEC 60068-2-6	5 ... 8,4 Hz (amplitud constante 3,5 mm) 8.4 ... 150 Hz (aceleración constante 1 g)
Choque	IEC 60068-2-27	18 choques (semisinusoidal 15g/11 ms)
Caída libre (embalado)	IEC 60068-2-32	0,3 m
Compatibilidad electromagnética (CEM)		
Emisión de ruidos	EN 55011/A EN 55022/B EN 50081-1 (área residencial)	Clase de valor límite B grupo 1
Descarga electrostática	IEC 61000-4-2 Severidad 3	Descarga por aire: 8 kV Descarga por contacto: 6 kV
Campos electromagnéticos	IEC 61000-4-3	Intensidad de campo 1 V/m y 10 V/m
Radiación HF en cables y pantallas de cable	IEC 61000-4-6	10 V
Impulsos en ráfagas	IEC 61000-4-4Severidad 3	2 kV (líneas de alimentación y señal)
Impulso de sobretensión (aplicable sólo a LOGO! 230 ...)	IEC 61000-4-5Severidad 3	1 kV (líneas de alimentación) simétrico 2 kV (líneas de alimentación) asimétrico
Datos sobre seguridad IEC		
Distancias de aislamiento y líneas de fuga	IEC 60664, IEC 61131-2, EN 50178 cULus según UL 508, CSA C22.2 No. 142 Con LOGO! 230 R/RC, también IEC60730-1	Se cumple
Rigidez dieléctrica	IEC 61131-2	Se cumple
Tiempo de ciclo		
Tiempo de ciclo por función		< 0,1 ms
Arranque		
Tiempo de arranque en POWER ON		Típ. 9 s

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

	LOGO! 230RC LOGO! 230RC _o	LOGO! 230RCE
Fuente de alimentación		
Tensión de entrada	115 ... 240 V AC/DC	115 ... 240 V AC/DC
Rango admisible	85 ... 265 V AC 100 ... 253 V DC	85 ... 265 V AC 100 ... 253 V DC
Frecuencia de red admisible	47 ... 63 Hz	47 ... 63 Hz
Consumo de corriente		
<ul style="list-style-type: none"> • 115 V AC • 240 V AC • 115 V DC • 240 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> • 15 ... 40 mA • 15 ... 25 mA • 10 ... 25 mA • 6 ... 15 mA 	<ul style="list-style-type: none"> • 15 ... 40 mA • 15 ... 25 mA • 10 ... 25 mA • 6 ... 15 mA
Compensación de fallos de tensión		
<ul style="list-style-type: none"> • 115 V AC/DC • 240 V AC/DC 	<ul style="list-style-type: none"> • Típ. 10 ms • Típ. 20 ms 	<ul style="list-style-type: none"> • Típ. 10 ms • Típ. 20 ms
Disipación a		
<ul style="list-style-type: none"> • 115 V AC • 240 V AC • 115 V DC • 240 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> • 1.7 ... 4,6 W • 3.6 ... 6,0 W • 1,1... 2,9 W • 1.4 ... 3,6 W 	<ul style="list-style-type: none"> • 1.7 ... 4,6 W • 3.6 ... 6,0 W • 1.1 ... 2,9 W • 1.4 ... 3,6 W
Respaldo del reloj en tiempo real a 25 °C	Típ. 80 horas sin tarjeta de batería Típ. 2 años con tarjeta de batería	Típ. 20 días
Precisión del reloj en tiempo real	Típ. ± 2 s / día	Típ. ± 2 s / día
Entradas digitales		
Número	8	8
Aislamiento galvánico	No	No
Número de entradas rápidas	0	0
Frecuencia de entrada		
<ul style="list-style-type: none"> • Entrada normal • Entrada rápida 	<ul style="list-style-type: none"> • Máx. 4 Hz • - - 	<ul style="list-style-type: none"> • Máx. 4 Hz • - -
Tensión admisible continua máx.	265 V AC 253 V DC	265 V AC 253 V DC
Tensión de entrada L1		
<ul style="list-style-type: none"> • Señal 0 • Señal 1 • Señal 0 • Señal 1 	<ul style="list-style-type: none"> • < 40 V AC • > 79 V AC • < 30 V DC • > 79 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> • < 40 V AC • > 79 V AC • < 30 V DC • > 79 V DC

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

	LOGO! 230RC LOGO! 230RC _o	LOGO! 230RCE
Intensidad de entrada en <ul style="list-style-type: none"> • Señal 0 • Señal 1 • Señal 0 • Señal 1 	<ul style="list-style-type: none"> • < 0,03 mA AC • > 0,08 mA AC • < 0,03 mA DC • > 0,12 mA DC 	<ul style="list-style-type: none"> • < 0,03 mA AC • < 0,08 mA AC • < 0,03 mA DC • < 0,12 mA DC
Tiempo de retardo de 0 a 1: <ul style="list-style-type: none"> • 120 V AC • 240 V AC • 120 V DC • 240 V DC Tiempo de retardo de 1 a 0: <ul style="list-style-type: none"> • 120 V AC • 240 V AC • 120 V DC • 240 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> • Típ. 50 ms • Típ. 30 ms • Típ. 25 ms • Típ. 15 ms • Típ. 65 ms • Típ. 105 ms • Típ. 95 ms • Típ. 125 ms 	<ul style="list-style-type: none"> • Típ. 50 ms • Típ. 30 ms • Típ. 25 ms • Típ. 15 ms • Típ. 65 ms • Típ. 105 ms • Típ. 95 ms • Típ. 125 ms
Longitud de cable (sin pantalla)	Máx. 100 m	Máx. 100 m
Salidas digitales		
Número	4	4
Tipo de salida	Salidas de relé	Salidas de relé
Aislamiento galvánico	Sí	Sí
En grupos de	1	1
Control de una entrada digital	Sí	Sí
Corriente permanente I _n	Máx. 10 A por relé	Máx. 10 A por relé
Corriente de cierre	Máx. 30 A	Máx. 30 A
Carga de lámparas incandescentes (25.000 ciclos de conmutación) a <ul style="list-style-type: none"> • 230/240 V AC • 115/120 V AC 	<ul style="list-style-type: none"> • 1000 W • 500 W 	<ul style="list-style-type: none"> • 1000 W • 500 W
Tubos fluorescentes con reductor de tensión (25.000 ciclos de conmutación)	10 x 58 W (para 230/240 V AC)	10 x 58 W (para 230/240 V AC)
Tubos fluorescentes compensados convencionalmente (25.000 ciclos de conmutación)	1 x 58 W (para 230/240 V AC)	1 x 58 W (para 230/240 V AC)
Tubos fluorescentes no compensados (25.000 ciclos de conmutación)	10 x 58 W (para 230/240 V AC)	10 x 58 W (para 230/240 V AC)
Resistencia a cortocircuitos cos 1	Protector de potencia B16, 600A	Protector de potencia B16, 600A
Resistencia a cortocircuitos cos 0,5 a 0,7	Protector de potencia B16, 900A	Protector de potencia B16, 900A

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

	LOGO! 230RC LOGO! 230RC _o	LOGO! 230RCE
Reducción de potencia	Ninguna; en todo el rango de temperatura	Ninguna; en todo el rango de temperatura
Conexión en paralelo de salidas para aumentar la potencia	No admisible	No admisible
Protección de un relé de salida (si se desea)	Máx. 16 A, característica B16	Máx. 16 A, característica B16
Frecuencia de conmutación		
Mecánica	10 Hz	10 Hz
Carga óhmica/carga de lámparas	2 Hz	2 Hz
Carga inductiva	0,5 Hz	0,5 Hz

4.4.3 INSTALACION Y PROGRAMA

Se instala un pequeño sistema de automatización por PLC (controlador lógico programable) implementado a una de las UMA (Unidad Manejadora de aire acondicionado) mediante una conexión esclavo/maestro para hacer pruebas de encendido y apagado una oficina de trabajo y también encendido automático controlado por la temperatura al interior del área a acondicionar, por las horas y los días de la semana que se labora.

El PLC que funciona como esclavo, recibe las órdenes desde el puesto de trabajo, a través del PLC maestro, evitando así que las personas manipulen el encendido y puedan sufrir algún accidente ya sea por una descarga eléctrica o por parte del motor localizado cerca del encendido de la UMA.

Por medio de un PC se puede programar y controlar el PLC para que ejecute las funciones que se necesita. En este caso se programó la UMA para que se encendiera y apagara solo de lunes a sábado en un horario determinado, y cuando la temperatura llegara a un set-point establecido todo esto con el fin de demostrar la confiabilidad de los PLC y algunas de sus aplicaciones.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16



Figura N.4.4.3. 1. PLC maestro-esclavo y pantalla de control.



Figura N.4.4.3. 2. PLC esclavo y conexión a contactores.



Figura N.4.4.3. 3. Programación del PLC.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

- El acondicionamiento de aire es la técnica que comprende el control simultáneo y continuo de los factores (temperatura, humedad, movimiento, distribución, pureza y ruido) que afectan las condiciones físicas y químicas de la atmósfera, dentro de cualquier local destinado a ocuparse por personas para confort o con fines industriales. Con esto se hizo el cálculo preciso para algunas de las UMAS de la Gobernación de Antioquia cuya capacidad es inferior a la demandada y determinar la capacidad que deben tener las máquinas para suplir las necesidades con la actual carga térmica.
- La implementación de nuevas tecnologías, específicamente en el área de la automatización pueden brindar un sinnúmero de soluciones en el sector industrial, cuyo objetivo es el de determinar las variables que influyen en nuestros equipos y poderlas manipular o controlar de la manera más eficiente para mantener las condiciones más optimas a menor costo.
- Con la implementación del prototipo controlado por PLC en todas las máquinas de la gobernación de Antioquia se pueden obtener grandes beneficios tanto en consumo de energía, desgaste de las máquinas y mantenimiento todo reflejado en bajos costos monetarios en las facturas de cada mes como se puede ver en la tabla y gráfica.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

En la tabla se muestra en la celda de color rojo el costo mensual en pesos del consumo de energía eléctrica en las UMAS y en la celda de color negro el costo aproximado implementando el sistema por PLC en la totalidad de las máquinas.

HORAS DE FUNCIONAMIENTO AL MES	HORAS DE AHORRO CON PLC	COSTO KW/h	COSTO MENSUAL EN PESOS	AHORRO MENSUAL EN PESOS
720	240	241	1553351,04	517783,68
720	240	241	1165013,28	388337,76
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	1165013,28	388337,76
720	240	241	310670,208	103556,736
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	1165013,28	388337,76
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	1165013,28	388337,76
720	240	241	621340,416	207113,472
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	1165013,28	388337,76
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	621340,416	207113,472
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	621340,416	207113,472
720	240	241	1165013,28	388337,76
720	240	241	854343,072	284781,024
720	240	241	1165013,28	388337,76
			30678683,04	10226227,68

Tabla N.4.3. 3. Tabla de ahorros con implementación sistema por PLC



Tabla N.4.3. 4. Gráfico del ahorro en pesos de las UMAS Gobernación de Antioquia. 2014

En la gráfica se observa en color rojo el consumo en pesos aproximado por UMA y en azul la disminución que se obtendría con la implementación del sistema de automatización.

Con el sistema de automatización siendo implementado en toda la Gobernación de Antioquia y asamblea departamental se podría tener un decremento alrededor de un 45% a 55% tanto en consumo energético, como en dinero que sería alrededor de 12 a 10 millones mensuales.

- El aire acondicionado es un tema bastante amplio y que está en constante evolución, cada año salen nuevos equipos, productos, software; por eso es de vital importancia que el ingeniero electromecánico se actualice continuamente para seguir siendo competitivo dentro del ramo.

• **COMPARACION DE RESULTADOS DE CARGA TERMICA**

METODO EMPLEADO	RESULTADO
1. CALCULO MANUAL	14.47 Ton
2. CALCULO POR EXCEL	23.5 Ton
3. SOFTWARE Block load (CARRIER E-20)	21.1 Ton
4. SOFTWARE H.A.P (CARRIER E-20)	19.1 Ton

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

- Los diferentes resultados obtenidos por los diferentes métodos muestran cómo puede variar la carga térmica esto debido a que al realizar los cálculos de manera manual se obvian muchos pasos y la cantidad de errores que se pueden cometer son mayores comparado con un software que no solo te da exactitud, confiabilidad sino también resultados de manera más rápida.
- De acuerdo a las características de las UMAS que enfrían el recinto para el cual se realizó la actual carga térmica se encuentran un 50% por debajo de la necesaria para mantener las condiciones de confort ideales ya que la UMA y el Fan-coil solo suman una capacidad de 5385 CFM y en los resultados obtenidos se necesitarían 12305CFM.
- En cuanto a la capacidad en toneladas las maquinas tiene una capacidad de 11 toneladas de refrigeración y para mantener las condiciones ideales de temperatura se necesitarían alrededor de 20 a 21 toneladas de refrigeración.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

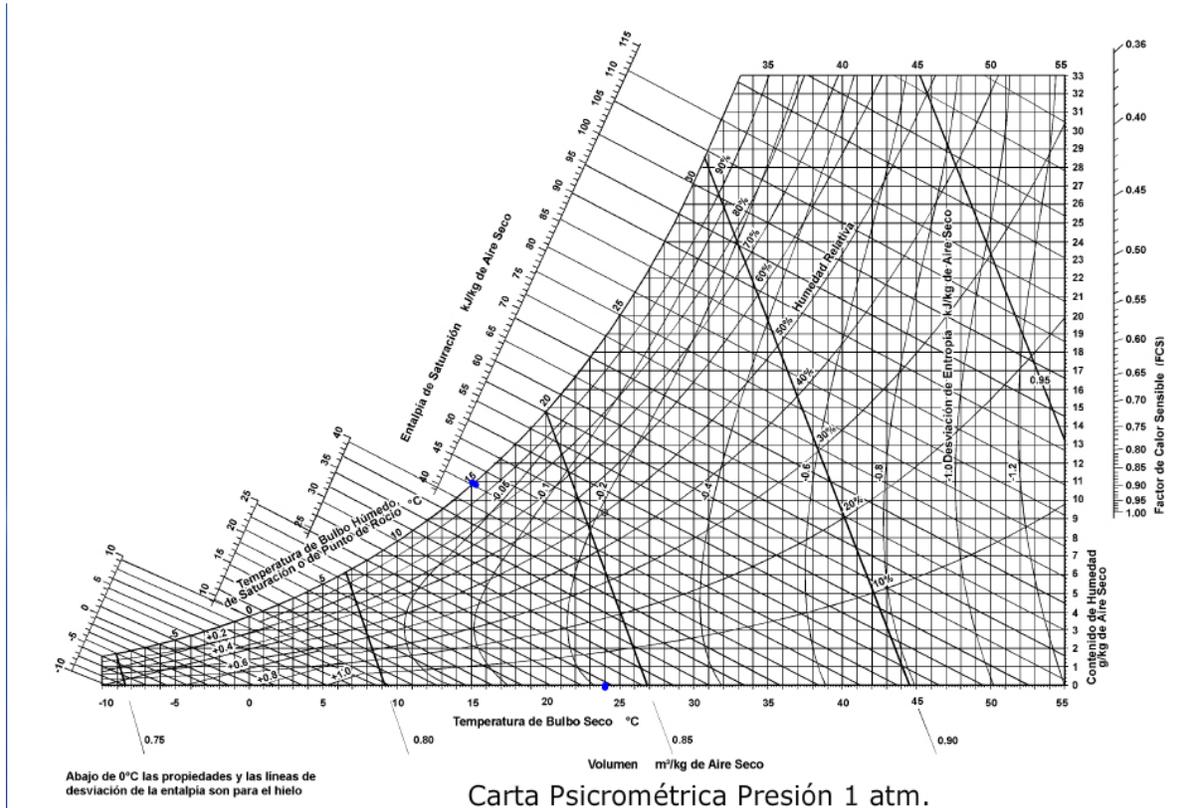
REFERENCIAS

BIBLIOGRAFÍA

- Carrera, J. L. (2006). *El Aire Acondicionado*. Recuperado el 21 de Julio de 2014, de http://www.elaireacondicionado.com/articulos/historia_aire_acondicionado.html
- HERNADEZ GORIBAR, E. (2008). *FUNDAMENTOS DE AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACIÓN*. Mexico,D.F.: LIMUSA, S.A.
- Hernández Goribar, E. (s.f.). *FUNDAMENTOS DE AIRE ACONDICIONADO Y REFGRI*.
- National Research Council Canada. (08 de 08 de 2014). *Design heat transmission coefficients*. Obtenido de web.mit.edu: <http://web.mit.edu/parmstr/Public/NRCan/nrcc23748.pdf>
- Puerto, E. A. (04 de Febrero de 2014). *Diseño e Ingeniería de proyecto de climatización sostenible*. Recuperado el 15 de Julio de 2014, de <http://efrainpuerto.wordpress.com/tag/ashrae/>
- Rivero Jordi, C., & Fuentes I Armengol, J. M. (2005). *Diseño y implantación del sistema de control para un reactor de espera y una centrifuga de una planta farmacéutica*. Barcelon.
- Webdelprofesor. (27 de 06 de 2014). *webdelprofesor.ula.ve*. Obtenido de <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/csalas/OPIV/torres1.pdf>

APÉNDICE

ANEXO 1. CARTA PSICROMÉTRICA A 1 ATM



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

ANEXO 2. Tabla corrección de la temperatura por el efecto solar (National Research Council Canada, 2014)

CORRECCIÓN DE TEMPERATURA POR EL EFECTO SOLAR

(Grados Fahrenheit / Celsius que han de añadirse a la diferencia de temperatura normal en los cálculos de transmisión de calor para compensar el efecto solar)

TIPO DE SUPERFICIE	Pared Este	Pared Sur	Pared Oeste	Techo Plano
<u>Superficies de color oscuro tales como:</u> Techo de arcilla negra Techo de chapopote Pintura negra	8 F / 4.44 °C	5 F / 2.77 °C	8 F / 4.44 °C	20 F / 11.1 °C
<u>Superficies de color medio tales como:</u> Madera sin pintar Ladrillo Losa roja Cemento oscuro Pintura roja , gris o verde	6 F / 3.33 °C	4 F / 2.22 °C	6 F / 3.33 °C	15 F / 8.3 °C
<u>Superficies de color claro tales como:</u> Piedra blanca Cemento de color claro Pintura blanca	4 F / 4.44 °C	2 F / 4.44 °C	4 F / 4.44 °C	9 F / 5 °C

ANEXO 3. Ecuaciones para determinar el coeficiente de película h

ECUACIONES PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE DE PELÍCULA “h”

TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE DE PELÍCULA “F” (SISTEMA MÉTRICO) kcal/h·m ² ·°C
Muy lisa: vidrio, acrílico liso, lámina de aluminio, lámina de latón, etc.	$h = 6.8 + 0.85 V$
Lisa: madera lisa, aplanado de yeso, etc.	$h = 7.8 + 0.90 V$
Moderadamente áspera: concreto, tabique rojo comprimido, aplanado de cemento, etc.	$h = 9.8 + 1.20 V$
Muy áspera: concreto sin afinar, tabique áspero, stucco, etc.	$h = 10.3 + 1.50 V$

V = Velocidad de aire en km/h

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

ANEXO 4. Coeficientes de Conductividad

COEFICIENTES DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (K) DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN A 20°C

MATERIAL	DENSIDAD Kg/m ³	k kcal/h · m · °C	k W/m °C
Acabado texturizado		0.20	0.23
Acostume	800	0.26	0.314
Arena, por término medio	1,500 – 1,800	0.80	0.93
Arenisca Calcárea	1,600	0.70	0.814
Asfalto	2,100	0.60	0.69
Contrachapado de Madera	600	0.12	0.14
Concreto Armado	1,600 – 1,800	0.25	0.29
Mortero de cemento		0.99	1.16
Cemento - arena		1.20	1.395
Granito	2,600 – 2,900	2.50 – 3.50	2.9 – 4.0
Grava para relleno	1,500 – 1,800	0.80	0.93
Impermeabilizante		0.60	0.697
Block común		0.86	1.0
Ladrillo	1,600 – 1,800	0.33 – 0.45	0.38 – 0.52
Linóleo	1,200	0.16	0.19
Mosaico y Azulejo		0.90	1.04
Madera, vertical a la fibra:			
Ligera, de balsa	200 - 300	0.07 – 0.09	0.08 – 0.10
Abeto rojo, Pino	400 - 600	0.10 – 0.14	0.11 – 0.16
Haya, Roble	700 - 900	0.14 – 0.18	0.16 – 0.21
Mampostería de Ladrillo, Ladrillo hueco	800	0.30 – 0.45	0.35 – 0.52
Mampostería de Ladrillo, Ladrillo hueco	1,600	0.45 – 0.65	0.52 – 0.75
Mampostería de Ladrillo, Macizo, interior	1,600 – 1,800	0.60	0.69
Mampostería de Ladrillo, Macizo exterior	1,600 – 1,800	0.75	0.87
Mortero de Cemento		1.20	1.4
Pavimento de Cemento	2,200	1.20	1.4
Piedra Arenisca	2,200 – 2,500	1.40 – 1.80	1.63 – 2.09
Piedra Caliza	2,550	1.05	1.22
Poliestireno (Styropor)	15 - 30	0.033	0.038
Corcho		0.03	0.04
Recubrimiento (Plástico)	1,500	0.2	0.23
Revoque. Aplanado de Cemento, Cal, Arena	1,600 – 1,800	0.80 – 1.00	0.93 – 1.16
Tableros rígidos de Fibra de Madera	900	0.15	0.17
Terrazo (Mosaico Veneciano)	2,200	1.20	1.4
Terreno, seco	1,000 – 2,000	0.15 - 0.50	0.17 – 0.58
Moqueta		0.039	0.046
Alfombra		0.023	0.027
Viruta de caña de azúcar (Celotex)	300	0.05	0.058
Vidrio de ventana	2,400 – 3,200	0.50 – 0.90	0.58 – 1.05
Yeso (Aplanado)	500	0.18	0.21

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

ANEXO 5. Tabla de ganancia de calor por ocupantes.

GANANCIA DE CALOR POR OCUPANTES EN ESPACIOS ACONDICIONADOS

GRADO DE ACTIVIDAD	APLICACIÓN TÍPICA	CALOR TOTAL HOMBRE ADULTO (BTU/HR)	CALOR TOTAL ADJUNTO (BTU/HR)	CALOR SENSIBLE (BTU/HR)	CALOR LATENTE (BTU/HR)
Sentado en posición de reposo	Teatro función de tarde	390	330	200	130
	Teatro función de noche	390	350	215	135
Sentado, trabajo muy ligero	Oficina, hoteles, apartamentos	450	400	215	185
Trabajo de oficina moderadamente activo	Oficina, hoteles, apartamentos	475	450	220	230
De pie, un trabajo ligero	departamento de venta al por menor	550	450	220	230
Caminando despacio	departamento de almacén	550	450	220	230
Caminando, sentado	Farmacia	550	500	220	280
De pie, caminando despacio	Banco	550	500	220	280
Trabajo sedentario	Restaurant	490	550	240	310
Trabajo de banco ligero	Fábrica	800	750	240	510
Baile moderado	Salón de baile	900	850	270	580
Caminando, 3 mph; Trabajo moderadamente pesado	Fábrica	1000	1000	330	670
Trabajo pesado	Fábrica	1500	1450	510	940

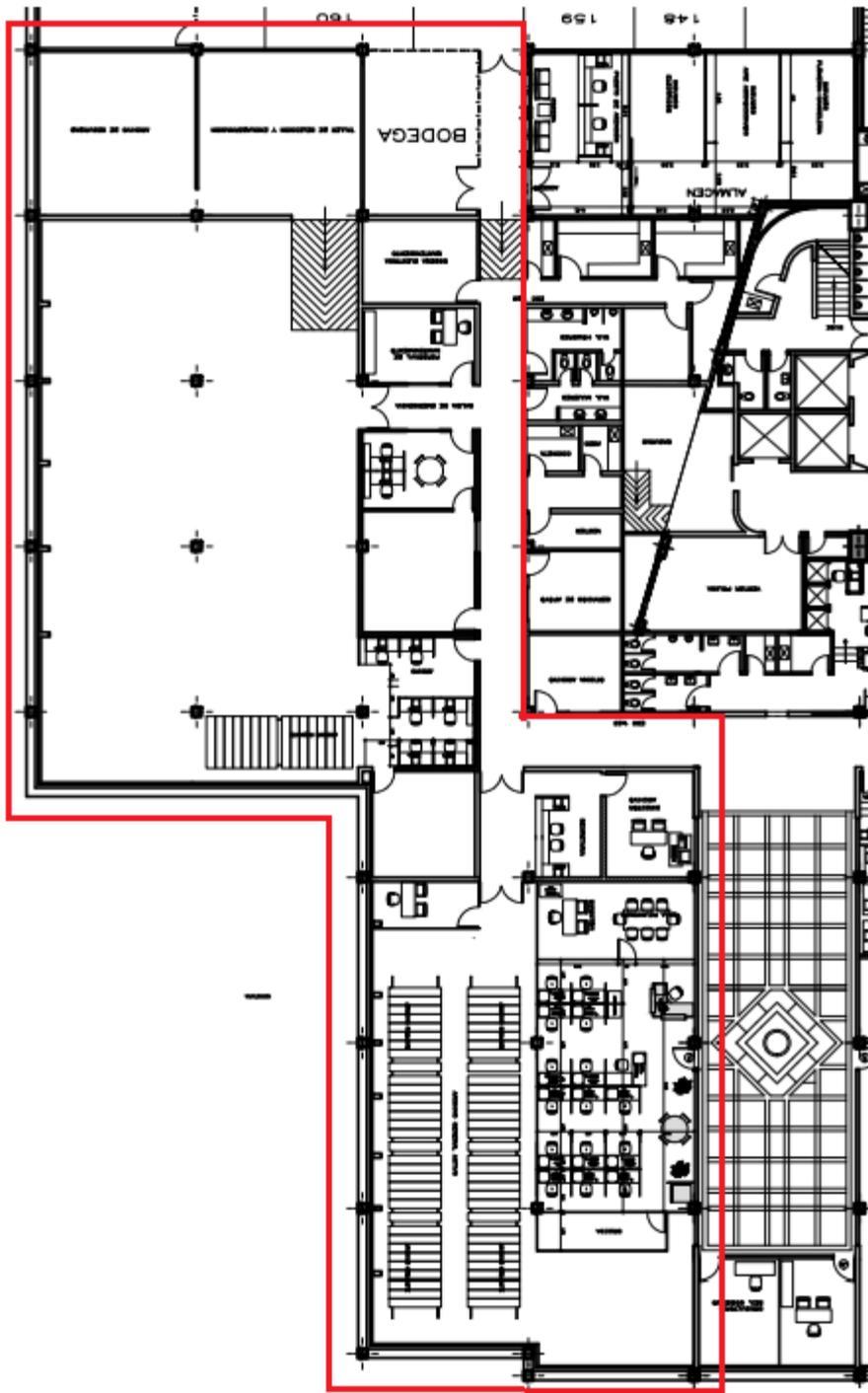
ANEXO 6. Tabla de rangos para iluminación.

RANGOS MÁS COMUNES DE NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA DIFERENTES ÁREAS, TAREAS Y ACTIVIDADES (ISO.8995)

RANGO DE ILUMINANCIAS (LUX)	TIPO DE ÁREA, TAREA O ACTIVIDAD	POTENCIA CALORIFICA APROXIMADA POR ÁREA (W/m ²)
20 – 30 – 50	Áreas de trabajo y circulación exterior	0.291
50 – 100 – 150	Áreas de circulación, orientación sencilla o corta iluminación	0.873
100 – 150 – 200	Locales de trabajo no empleados continuamente	1.160
200 – 300 – 500	Tareas con requerimientos visuales sencillos	2.732
300 – 500 – 750	Tareas con requerimientos visuales medios	4.384
500 – 750 – 1000	Tareas con requerimientos visuales elevados	8.098
750 – 1000 – 1500	Tareas con requerimientos visuales exigentes	9.957
1000 – 1500 – 2000	Tareas con requerimientos visuales especiales	13.276
Superiores a 2000	Desempeño de tareas visuales muy exigentes o de alta precisión	16.140

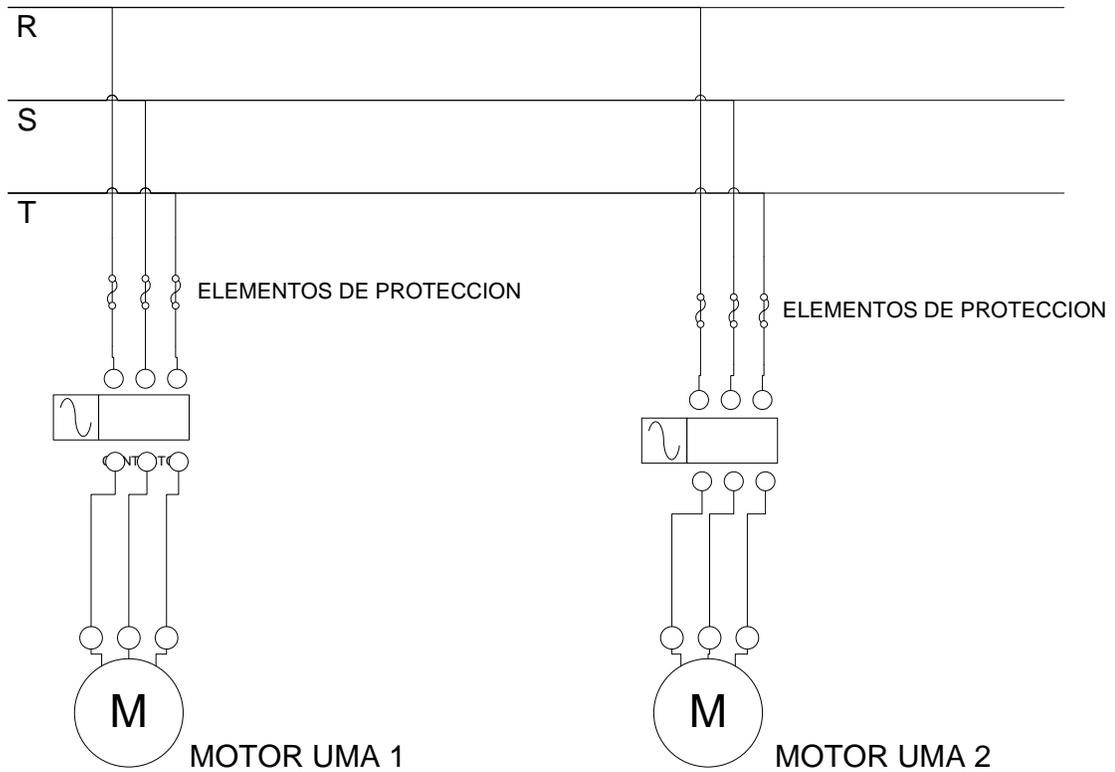
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

ANEXO 7. Planos Sótano Gobernación de Antioquia.



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

ANEXO 8. Planos conexión a Motores de UMAS.



FIRMA ESTUDIANTES _____

FIRMA ASESOR _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO___ ACEPTADO___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES___

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____